



UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

Avaliação do Controle Sustentável do Caruncho *Dinoderus minutus* Fabr. 1775 (Coleoptera: Bostrichidae) em Pós-colheita de Bambu

**EDILSON SOARES DA SILVEIRA
2015**



UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

Avaliação do Controle Sustentável do Caruncho *Dinoderus minutus* Fabr. 1775 (Coleoptera: Bostrichidae) em Pós-colheita de Bambu

Autor: Edilson Soares da Silveira
Orientadora: Marney Pascoli Cereda
Coorientadora: Antonia Railda Roel

"Tese apresentada para DEFESA, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco - Área de concentração: Sustentabilidade Ambiental e Produtiva Aplicada ao Agronegócio e Produção Sustentável ou Saúde, Ambiente e Sustentabilidade"

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca da Universidade Católica Dom Bosco – UCDB, Campo Grande, MS, Brasil)

S587a Silveira, Edilson Soares da
Avaliação do controle sustentável do caruncho *Dinoderus minutus*
Fabr. 1775 (Coleoptera: Bostrichidae) em pós colheita de bambu /
Edilson Soares da Silveira / orientação Marney Pascoli Cereda;
coorientadora: Antonia Railda Roel. -- 2015.
159 f. + anexos

Tese (doutorado em ciências ambientais e sustentabilidade
agropecuária) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2015.

1. Bambu – Doenças e pragas 2. Caruncho do bambu - Controle
I. Cereda, Marney Pascoli II. Roel, Antonia Railda III. Título

CDD – 633.58

AVALIAÇÃO DO CONTROLE SUSTENTÁVEL DO CARUNCHO *DINODERUS MINUTUS* FABR. 1775 (COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE) EM PÓS COLHEITA DE BAMBU

Autor: Edilson Soares da Silveira

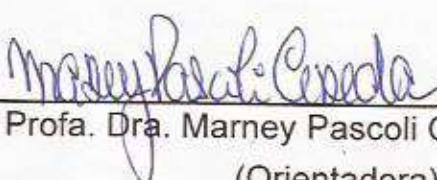
Orientadora: Profa. Dra. Marney Pascoli Cereda

Coorientadora: Profa. Dra. Antonia Railda Roel

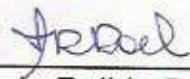
TITULAÇÃO: Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecúaria

Área de concentração: Sustentabilidade Ambiental e Produtiva

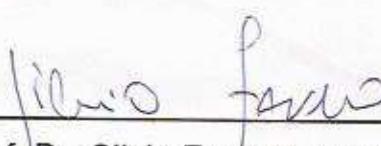
APROVADO em 20 de março de 2015.



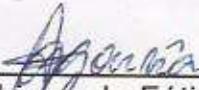
Profa. Dra. Marney Pascoli Cereda - UCDB
(Orientadora)



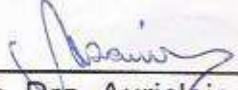
Profa. Dra. Antonia Railda Roel - UCDB
(Coorientadora)



Prof. Dr. Silvio Favero - UNIDERP



Profa. Dra. Adriana de Fátima Gomes - UEMS



Profa. Dra. Auricleia Sarmento de Paiva- UCDB



Prof. Dr. Marco Hiroshi Naka - IFMS

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

A Deus, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

Aos meus pais Sebastião e Maria, que sempre estiveram ao meu lado me dando força para seguir em frente e lutar pelos meus ideais. Pais maravilhosos que me ensinaram o senso da verdade, da responsabilidade e da honestidade.

Aos meus filhos Marielle, Natália, Eduardo e Lucas , que são a razão da minha vida e o motivo de tanta dedicação.

Às minhas irmãs Andréa e Adriana que sempre me acompanharam com muito amor, carinho e admiração.

À minha esposa Gislaine Greice, que muito me ajudou durante todo o tempo que precisei. Que teve compreensão e paciência.

AGRADECIMENTOS

Alexandre Alves Machado
Antonia Railda Roel
Ariadne Barbosa Gonçalves
Bruno Aristimunha Pinto
Colégio Salesiano Dom Bosco (CSDB)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
Gustavo Barea
Gislaine Greice de Oliveira Silva
Instituto Federal de mato Grosso do Sul (IFMS)
Jean Marcel Martins
Josimara Nolasco Rondon
Luccas Pereira Pires
Marco Hiroshi Naka
Marney Pascoli Cereda
Matheus Segatto
Nathália Ribeiro
Pedro Lucas Albuquerque
Ricardo Dias Peruca
Rudieli Machado da Silva
Thalita Hellen Nunes Lima
Universidade Católica Dom Bosco (UCDB)
Vitor Hugo Brito

Parte desta tese foi realizada em parceria com o IFMS, no laboratório de Informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), localizado também no município de Campo Grande, MS. Os resultados da pesquisa com a utilização de ondas eletromagnéticas, foram apresentados em diversas feiras científicas em associação com estudantes do ensino médio do IFMS, sendo conferido diversos prêmios e credenciamento para a feira científica internacional ESI 2015 Expo-

Sciences International, a ser realizada em Bruxelas, Bélgica, em julho de 2015. Os prêmios concedidos pela pesquisa foram: 1º lugar como Destaque em incentivo e tecnologia e a ciência, concedido pela ABRIC, 2º lugar em Ciências Biológicas, concedido pela EXPO MILSET Brasil e 4º lugar em Excelência em iniciação científica, concedido pela ABRITEC.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Graduado em Biologia pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), em 1994, Mestre em Desenvolvimento Local (DS), também concluído na Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), em 2004. Professor do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Professor de Biologia do Ensino Médio e Cursos Pré-vestibulares do Colégio Salesiano Dom Bosco (CSDB), Professor da rede E-TEC – IFMS e Consultor Ambiental.

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	4
OBJETIVOS	
Objetivo geral	6
Objetivos específicos	6
ORGANIZAÇÃO DA TESE	7
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
1.Conceito de Sustentabilidade Ambiental	8
1.1 O bambu	9
1.2 Utilidades básicas do bambu	13
1.3 Caracterização morfológica do bambu	15
1.3.1 Espécie <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl.	19
1.3.2 Espécie <i>Bambusa vulgaris</i> variedade <i>vittata</i> (McClure)	21
1.3.3 Espécie <i>Bambusa multiplex</i> (Lour.) Raeusch	22
1.4 Perdas pós-colheita de bambu.....	24
1.5 Pragas que atacam o bambu	25
1.5.1 Brocas da ordem Coleoptera	26
1.5.2 Bostrichidae	27
1.5.3 Subfamília Dinoderinae	28
1.5.4 O caruncho do bambu <i>Dinoderus minutus</i>	28
1.6 Influência da temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade sobre os carunchos	33
1.7 Tratamento e conservação do bambu	34
1.7.1 Imersão em água	36
1.7.2 “Cura na mata” ou ‘avinagrado’	36
1.7.3 Aplicação de ácido pirolenhoso	37
1.7.4 Banho quente-frio	38
1.7.5 Utilização do fogo	38
1.7.6 Pincelamento, aspersão ou pulverização	39

1.7.7 Defumação	39
1.7.8 Controle biológico	40
1.8 Tratamento e conservação do bambu através de procedimentos físicos ...	40
1.8.1 Autoclave	40
1.8.2 Método Boucherie modificado	40
1.8.3 Ultrassom	41
1.9 Tratamento e conservação do bambu através de procedimentos químicos	42
1.9.1 Tratamentos químicos diversos	42
1.9.2 Plantas inseticidas	43
1.9.3 Exemplos de plantas inseticidas	44
1.9.3.1 Castanha de Caju (<i>Anacardium occidentale</i>)	44
1.9.3.2 Citronela (<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt ex Bor)	45
1.9.3.3 NIM (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss)	46
1.9.3.4 Pimenta Malagueta (<i>Capsicum frutescens</i> L.)	47
1.9.3.5 Barbatimão Tanino (<i>Stryphnodendron barbatiman</i>)	48
1.10 Referências bibliográficas	50
CAPÍTULO 1 - Influência de fatores ambientais, cor e altura de instalação de armadilhas na captura do caruncho do bambu	66
CAPÍTULO 2 - Líquido da castanha de caju (LCC) como repelente do caruncho do bambu	80
CAPÍTULO 3 - Influência de ondas eletromagnéticas emitidas por roteador wireless no comportamento do caruncho do bambu <i>Dinoderus minutus</i> Fabricius (Bostrichidae)	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
APÊNDICES	110
NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS	128

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Descrição do local da pesquisa, bambus pesquisados e criação massal do caruncho <i>Dinoderus minutus</i>	111
Apêndice B - Carunchos <i>Dinoderus minutus</i> utilizados na pesquisa	115
Apêndice C - Desenvolvimento de ferramenta de pesquisa: Arena de experimentos em acrílico	118

FIGURAS DO APÊNDICE

Figura A1 – Imagem do local da pesquisa - Fazenda Escola, Base de Pesquisa em Ciências Agrárias da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no Centro de Tecnologia e Estudo do Agronegócio (CeTeAgro), localizado no município de Campo Grande, MS	112
Figura A2 - Touceira de <i>Bambusa vulgaris</i>, localizada no local da pesquisa com coordenadas geográficas: 20° 39' 38" S e 54° 61' 16" W, a 532 metros de altitude	113
Figura A3 - Touceira de <i>Bambusa vulgaris</i> variedade <i>vittatta</i>, localizada no local da pesquisa com coordenadas geográficas: 20° 38' 02" S 54° 60' 43" W, a 532 metros de altitude	113
Figura A4 - Touceira de <i>Bambusa multiplex</i>, localizada no local da pesquisa com coordenadas geográficas: 20° 40' 59"S e 54° 61' 25" W, a 532 metros de altitude	114
Figura B1 – Caruncho do bambu <i>Dinoderus minutus</i> (Bostrichidae).....	115
Figura B2 – Perfurações realizadas pelo caruncho <i>Dinoderus minutus</i> em toletes de bambu	116
Figura B3 – Perfurações realizadas pelo caruncho <i>Dinoderus minutus</i> em toletes de bambu e pó produzido pós-ataque	116
Figura B4 - Ataque do caruncho <i>Dinoderus minutus</i> sobre toletes de <i>Bambusa vulgaris</i>	117

Figura C1 - Visão superior da arena de experimentos em acrílico apoiada sobre um tecido branco	119
Figura C2 – Medidas da arena de experimentos em acrílico transparente com visões central, lateral e de perfil	121
Figura C3 - Especificações métricas da arena de experimentos em acrílico transparente	122
Figura C4 - Suporte com haste de sustentação da câmera filmadora Sony DCR-SR300 para captura de imagens do deslocamento do caruncho do bambu em direção aos toletes de <i>Bambusa vulgaris</i>, posicionado a 2,5 m acima da arena de acrílico	124
Figura C5 – Arena de acrílico apoiada sobre um tecido branco no solo para facilitar a captura de imagens do caruncho do bambu pela câmera filmadora Sony DCR-SR300	124
Figura C6 - Imagem da arena em acrílico captura pelos LED'S infravermelhos da filmadora	125
Figura C7 - Imagem da arena em acrílico binarizada limpa, permitindo a visualização dos carunchos	126
Figura C8 - Imagem da arena em acrílico binarizada pela ferramenta <i>Color Threshold</i> do software <i>Image J</i>	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies mais comuns de bambus cultivadas no Brasil	12
Tabela 2 - Densidade básica e poder calorífico superior de espécies de bambu	22
Tabela 3 - Meses e respectivas fases da Lua para corte do bambu, minimizando o ataque do caruncho do bambu	35
Tabela 4 - Valores médios da velocidade do pulso sônico (VPU) através do bambu desidratado.....	42

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Variação das temperaturas mínima, máxima e média (°C), pluviosidade média (mm) e número de carunchos <i>Dinoderus minutus</i> capturados, no local do experimento (20° 23' 14" S e 54° 36' 29" W), de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS	73
Tabela 2 - Correlações entre a quantidade de carunchos capturados e as temperaturas mínima, máxima, média e pluviosidade média, segundo Coeficiente de Correlação de Pearson, de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS	74

Tabela 3 – Média de número e respectiva significância de carunchos <i>Dinoderus minutus</i> capturados em armadilhas entomológicas coloridas instaladas a 1,5 m e a 2,5 m de altura (média de cinco coletas), de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS	74
---	----

Tabela 4 – Média de número e respectiva significância de carunchos <i>Dinoderus minutus</i> capturados em armadilhas entomológicas coloridas (média de cinco	
---	--

coletas), independente da altura de instalação, de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS75

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Regressão Logística (Logit) para a quantidade de carunchos *Dinoderus minutus* repelidos por toletes de *Bambusa vulgaris* impregnados por diferentes concentrações de LCC. Temp. $25\pm3^{\circ}\text{C}$, 75% de umidade, fotofase de 12 horas87

CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Distribuição do padrão de comportamento do número médio de carunchos *Dinoderus minutus*, observados durante 30 minutos iniciais, das três repetições sem (controle) e com emissão das ondas eletromagnéticas emitidas pelo roteador em funcionamento contínuo de 12 horas. (100 carunchos por repetição). Temperatura $25\pm3^{\circ}\text{C}$, 75% umidade, fotofase 12 horas102

Tabela 2 – Média da contagem de caruncho (*Dinoderus minutus*) em experimentos com e sem emissão de ondas, para avaliação da alteração de comportamento induzidos por radiação eletromagnética emitida por roteador wireless (ondas com frequência de 2,40 a 2,48 GHz), Temperatura $25\pm3^{\circ}\text{C}$, 75% umidade, fotofase 12 horas103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Características anatômica do bambu	16
Figura 2 - Corte transversal das células dos parênquimas dos colmos de <i>Bambusa</i> sp com grãos de amido	17
Figura 3 - Depressões na região dorsal do pronoto do caruncho do bambu <i>Dinoderus minutus</i>, que auxiliam na identificação deste inseto.....	29
Figura 4 - Vista dorsal ampliada, do pronoto do caruncho <i>Dinoderus minutus</i>.....	31
Figura 5 - Vista lateral de segmentos abdominais apicais nas pupas fêmea (esquerda) e macho (direita) de <i>Dinoderus minutus</i> (Aumento de 80 X)	32

CAPÍTULO 1

Figura 1 - Distribuição das armadilhas coloridas em duas alturas (1,5 e 2,5m) no sentido norte-sul da touceira de <i>Bambusa vulgaris</i> para avaliar a captura de <i>Dinoderus minutus</i> em campo, de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS	71
--	----

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Esquema da arena em acrílico utilizada no experimento (visão superior)	85
Figura 2 – Equação ajustada para os valores obtidos nas dosagens avaliadas como forma de prever a repelência do <i>Dinoderus minutus</i> através de diferentes concentrações de LCC impregnados em toletes de <i>Bambusa vulgaris</i>. Temp. 25±3°C, 75% de umidade, fotofase de 12 horas	88

CAPÍTULO 3

Figura 1 - Disposição em semi círculo dos toletes de *Bambusa vulgaris* em relação ao roteador wireless. No centro encontra-se um frasco com 100 carunchos adultos não sexados. Temperatura $25\pm3^{\circ}\text{C}$, 75% umidade, fotofase 12 horas99

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRIC – Associação Brasileira de Incentivo à Ciência.

ABRITEC - Associação Brasileira de Incentivo à Tecnologia e Ciência.

BIOLIB - Taxonomic tree of plants and animals with photos.

CeTeAgro - Centro de Tecnologia e Estudo do Agronegócio

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESI - Expo Sciences International.

GPWG - Grass Phylogeny Working Group.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

IFMS – Instituto Federal de Mato Grosso do Sul.

IMBAR - International Network for Bamboo and Rattan.

MILSET - Movimento Internacional para o Recreio Científico e Técnico.

NMBA - National Mission on Bamboo Applications.

PNMCB - Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu.

VPU - Velocidade do Pulso Ultrasound.

RESUMO

O bambu é uma planta considerada um recurso natural renovável, sendo uma alternativa às necessidades humanas devido sua grande capacidade de adaptação, qualidade e versatilidade como matéria prima. Porém, dependendo das condições de armazenamento pós-colheita, o mesmo pode ser atacado pelo caruncho do bambu *Dinoderus minutus*, Fabricius, 1775 que, dependendo da espécie, o reduz a pó. Considerado a principal praga do bambu, o caruncho *D. minutus*, um bostrichideo, é responsável por mais de 90% de danos em colmos colhidos e produtos acabados. Tanto os adultos como as larvas alimentam-se dentro de colmos armazenados, podendo destruí-los totalmente. Para suprir a falta de informações, é necessário conhecer métodos mais eficientes de captura e formas de repelência que possam garantir a conservação do bambu de forma mais duradoura. Investigam-se neste tese, técnicas de controle sustentável do caruncho do bambu que não promovam agressões ambientais, formas mais eficazes para sua captura em campo, bem como ação repelente de diferentes concentrações do líquido da castanha de caju (LCC) e de ondas eletromagnéticas emitidas por um roteador wireless. Em relação à captura, quanto maior foi a pluviosidade pluviométrica maior foi a quantidade de carunchos atraídos. Armadilhas coloridas instaladas na altura de 2,5 m favoreceram maior captura de carunchos em relação à altura de 1,5 m. Não foi detectada influência da cor das armadilhas na captura, tampouco da interação entre cor e altura de instalação das mesmas. Em relação às concentrações de LCC (0,03; 0,05 e 0,09 mg/mL), utilizados como repelentes ao *D. minutus*, foi possível observar mudanças comportamentais, como agitação enquanto se movia para os toletes de bambu. Os toletes impregnados com concentração de 0,09 mg/mL de LCC, teve maiores efeitos de repelência ao caruncho. Em relação à repelência dos carunchos, a utilização de ondas eletromagnéticas emitidas por roteador wireless na frequência de 2,40 a 2,48 GHz, provocou agitação dos indivíduos adultos, reduzindo o ataque ao bambu da espécie *Bambusa vulgaris*. Nesta mesma frequência, em 70 dias, foi capaz de induzir o retardamento no crescimento populacional do caruncho e alterar

suas atividades comportamentais, provocando tactismo negativo em relação à fonte emissora de ondas eletromagnéticas.

PALAVRAS-CHAVE: *Bambusa*, controle do caruncho do bambu, repelência, ondas eletromagnéticas, pragas do bambu, plantas inseticidas, substâncias secundárias.

ABSTRACT

Bamboo is a plant considered a renewable natural resource, as an alternative to human needs because of its great adaptability, quality and versatility as a raw material. However, depending on the postharvest storage conditions, it can be attacked by bamboo borer *Dinoderus minutus* Fabricius, 1775 which, depending on the species, reduces powder. Considered a pest of bamboo, the borerl *D. minutus* a bostrichideo, accounts for over 90% damage harvested stalks and finished products. Both adults and larvae feed inside stored stems and may destroy them completely. To address the lack of information, it is necessary to know the most effective methods of capture and forms of repellency that can guarantee the conservation of bamboo more lastingly. Investigate in this thesis, sustainable control techniques of bamboo borer that do not promote environmental damage, most effective ways to his capture in the field, as well as repellent action of different liquid concentrations of cashew nut shell líquid (CNSL) and electromagnetic waves emitted by a wireless router. In relation to the capture, the greater was the most rainfall amount of rainfall was drawn beetles. Colored traps located at the height of 2.5 m capture borers most favored in relation to the height of 1.5 m. There was no influence of the color of the traps in the capture, nor the interaction between color and height of installation of the same. Regarding the concentrations of CNSL (0.03, 0.05 and 0.09 mg/ml), used as repellents to *D. minutus*, we observed behavioral changes, such as stirring as he moved to the bamboo stalks. The stalks impregnated with a concentration of 0.09 mg/mL of CNSL had higher repellence effect weevil. Regarding the repellency of beetles, the use of electromagnetic waves emitted by wireless router in frequency from 2.40 to 2.48 GHz, caused agitation of adults, reducing the attack on bamboo *Bambusa vulgaris* species. In this same frequency, in 70 days, was able to induce the delay in population growth borer and change their behavioral activities, causing negative tactismo in relation to the issuing source of electromagnetic waves.

KEY WORDS: Bambusa, bamboo borer control, repellency, electromagnetic waves, bamboo pests, insecticide plants, secondary substances.

INTRODUÇÃO

O aumento do desmatamento e a crescente demanda por madeira e seus subprodutos, colocam em evidência a procura por materiais alternativos para o suprimento deste recurso cada vez mais indisponível e com elevados custos. Os bambus do gênero *Bambusa*, considerados "materiais não-convencionais", são alternativas para a substituição da madeira. Este vegetal destaca-se por apresentar alta versatilidade de uso, sendo denominado de "madeira do futuro" ou "madeira ecológica". O bambu pode ser a solução para muitos segmentos da economia brasileira, com enorme potencial para ser utilizado nos setores de papel e celulose, construção civil, móveis, artesanato, lamação, carvão, energia, entre outros, podendo ser utilizado em larga escala, contribuindo na manutenção dos recursos florestais nativos. Segundo Lengen (2004), o bambu é considerado recurso natural totalmente renovável, econômico e durável, que pode ser usado como alternativa às necessidades humanas.

Entretanto, apesar de ações por parte do governo federal, que visam o desenvolvimento do manejo sustentado do bambu, graves problemas foram identificados pelos utilizadores quanto à conservação do mesmo devido a sua vulnerabilidade ao ataque de insetos. Dependendo das condições de armazenamento, o bambu pode ser atacado pela principal praga do bambu, o caruncho *Dinoderus minutus*, conhecido como caruncho do bambu que, após o corte, pode reduzir os colmos a pó, em poucos meses. A sua durabilidade é variável dependendo da espécie, tratamento e idade, porém, exige diversos cuidados, em especial para proteção contra o ataque de pragas (SARLO, 2000).

Embora haja entre os utilizadores muitas fórmulas de proteção para o bambu (corte em períodos específicos, uso de inibidores e procedimentos de impregnação), elas se constituem de informações soltas sem comprovação científica. Em parte a razão desta falta de procedimentos práticos é resultado de falta de conhecimento básico sobre o caruncho e sobre a matéria prima bambu.

A necessidade de investimentos em tratamentos é uma questão técnica relacionada ao tipo de materiais naturais utilizados como matéria prima, como as madeiras, com sistemas próprio de secagem e preservação, assegurando assim, maior durabilidade do material. Para Janssen (2000), o bambu pós-colheita não tratado deixado em áreas abertas, geralmente apresenta uma vida útil de um a três anos. Ainda segundo o autor, quando o mesmo é deixado em áreas cobertas diretamente em contato com o solo, possui vida útil de quatro a seis anos e, quando não em contato, entre dez a quinze anos. Para Targa & Ballarin (1990), a durabilidade natural do bambu são de seis a vinte e quatro meses quando enterrado no solo, de vinte e dois a quarenta e um meses quando em contato direto com o solo e de dois a sete anos em áreas abertas, quando não em contato com o solo.

As soluções propostas por meio dessa tese, visam aumentar a durabilidade do bambu, por meio do uso de repelentes de origem vegetal, emissões de ondas eletromagnéticas em bambus pós-colheita da espécie *Bambusa vulgaris*. É importante ressaltar, que o desenvolvimento desta tese envolveu a interdisciplinaridade, permitindo a pesquisa de novas técnicas para o combate do caruncho do bambu através de uma visão sustentável.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Objetivou-se identificar formas de controle sustentável do caruncho do bambu *D. minutus* contra ataques ao bambu da espécie *Bambusa vulgaris*.

Objetivos Específicos

- Avaliar armadilhas de captura em campo, identificando as cores, altura e época de coleta que mais atrai adultos *D. minutus*;
- Avaliar a ação do líquido da castanha de caju (LCC) sobre a repelência do *D. minutus* em *Bambusa vulgaris* em condições de laboratório;
- Identificar a repelência das ondas eletromagnéticas emitidas por roteador wireless sobre o comportamento do *D. minutus*.

ORGANIZAÇÃO DA TESE

Esta tese está dividida em duas partes: revisão bibliográfica e artigos. Na primeira parte, que corresponde à revisão bibliográfica, discute-se as caracterizações biológica e comportamental do caruncho do bambu, caracterização biológica do bambu e suas aplicações, descrição de duas espécies e uma variedade de bambu utilizadas na pesquisa e formas de tratamento e prevenção do bambu pós-colheita. A segunda parte da tese foi dividida em três capítulos, correspondentes a três artigos elaborados:

Capítulo 1:

Discute-se a influência da altura, cor de armadilhas e pluviosidade na atratividade do caruncho do bambu, por meio de experimentos realizados em campo. É analisado a quantidade de carunchos capturados em dois estratos diferentes, bem como quais as cores que mais e que menos atraem este inseto.

Capítulo 2:

Discute-se ação de extratos naturais como controle sustentável do caruncho através da impregnação de toletes (pedaços) de bambu com diferentes concentrações do líquido da castanha de caju (LCC).

Capítulo 3:

Discute-se a ação da influência de ondas eletromagnéticas emitidas por roteador *wireless* no comportamento, crescimento populacional e no ataque do caruncho como método de prevenção do bambu pós-colheita.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Conceito de Sustentabilidade Ambiental

A necessidade de mecanismos alternativos à forma de desenvolvimento praticada até o momento, sobretudo pelos países capitalistas desenvolvidos, tem levado intelectuais com as mais diversas concepções, a buscarem novas ideias para garantir uma forma de sustentabilidade ambiental.

Quando o assunto é sustentabilidade, outras análises devem ser abordadas. De acordo com o Relatório Brundtland (1987), o desenvolvimento sustentável pode ser definido como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”. O relatório enfatiza as conexões entre a equidade social, a produtividade econômica e qualidade ambiental, ou seja, o desenvolvimento sustentável faz sentido através da interação de três pilares: a sociedade global, a economia mundial e o ambiente físico da terra, demonstrando a importância do crescimento econômico socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável.

Para Sachs (1993), para alcançar a sustentabilidade ambiental, também devem ser considerados os mesmos pilares: econômicos, sociais, e ambientais. Além dos três pilares citados, Tomkin (2013) afirma que é necessário um quarto pilar: a boa governança dos principais atores sociais, incluindo governos e empresas.

Segundo Muir (1996), a sustentabilidade e termos a ela associados, como “desenvolvimento sustentável”, são amplamente utilizados em discussões sobre desenvolvimento econômico, questões de conservação ambiental e em gestões social e econômica de sistemas de produção, relacionados diretamente com recursos naturais. Segundo a Agenda 21, o atual modelo de crescimento econômico gerou enormes desequilíbrios; se, por um lado, nunca houve tanta riqueza e fartura no mundo, por outro lado, a miséria, a agressão ambiental e a poluição aumentam dia-a-dia.

Diante desta constatação, surge a ideia do Desenvolvimento Sustentável (DS), buscando conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental e,

ainda, o fim da pobreza no mundo. Segundo dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2001), no Estado de Mato Grosso do Sul encontra-se uma vasta quantidade de recursos naturais a ser preservada e conservada, podendo ser explorada economicamente pelo ecoturismo, na agricultura de subsistência ou até mesmo para obtenção de matéria prima para construção civil.

Certos fatores que incidem sobre a natureza podem tornar irreversível sua restauração, como por exemplo, a extinção de espécies da fauna e flora e a poluição em larga escala das florestas, atmosferas e rios por produtos não-biodegradáveis. A partir destes fatos, a humanidade adquiriu a consciência de que a devastação ambiental ameaça sua sobrevivência, porém, não sabe como tomar atitudes coerentes e efetivas de preservação ambiental (IBAMA, 2001). Rímoli et al. (2000), referem-se à importância do desenvolvimento sustentável relacionando aspectos das ações antrópicas sobre o meio ambiente natural. Ainda, segundo os autores, a preocupação com a conservação ambiental, apesar de presente no discurso das lideranças, muitas vezes não é partilhada por todos os envolvidos em um processo de desenvolvimento que, por força da carência econômica, acabam por extrair recursos naturais.

1.1 O bambu

De acordo com Costa (2004) e Hsing & Paula (2011), o bambu é um vegetal Angiosperma monocotiledônea, pertencente à Família Poaceae (Gramineae), subfamília Bambusoideae. Segundo a Grass Phylogeny Working Group (GPWG), esta subfamília é dividida em duas tribos: Olyreae, correspondendo aos bambus herbáceos com 21 gêneros e 108 espécies e Bambuseae, constituídos de bambus lenhosos constituído de 60 a 70 gêneros e 1330 espécies.

O bambu é matéria prima abundante na natureza, de crescimento rápido e fácil manejo. A cultura do bambu é uma realidade em várias regiões do mundo, particularmente na China e em alguns países andinos, como a Colômbia e o Equador. Este gênero oferece alto nível de qualidade e baixo custo econômico quando utilizado na construção civil (ESPELHO, 2007; SILVA, 2013).

O bambu é encontrado principalmente nas regiões subtropicais e tropicais, constituindo um significativo recurso natural renovável, com características

agronômicas e tecnológicas que o classifica como matéria prima alternativa capaz de fazer frente às demandas emergentes de diversos setores industriais (MOHMOD et al., 1991; SILVA, 2005). Seu baixo custo de produção tem sido atribuído a característica de rápido crescimento vegetativo, principalmente em áreas quentes e úmidas (AZZINI et al., 1997). Grande parte das espécies encontradas no Brasil são exóticas, destacando-se a *Bambusa tuldaoides*, *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *vittata*, *Dendrocalamus giganteus* e algumas do gênero *Phyllostachys* (AZZINI et al., 1997). Segundo Ciaramello (1968), as espécies de bambus mais plantadas no Brasil são *B. vulgaris* var. *vittata*, *Phyllostachys* sp., *D. giganteus* Munro e *B. vulgaris* Schard. ex. Wendl.

Em relação ao bambu do gênero *Phyllostachys*, Tombolato et al. (2012), relata que a migração japonesa exerceu forte influência na introdução desta variedade, cultivando a mesma para a produção de brotos comestíveis. Segundo Judziewicz et al. (1999), a Mata Atlântica está em primeiro lugar dentre os centros mundiais de diversidade de bambus e que, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, as várias espécies de bambus encontram-se em diversas formações vegetais, recebendo diferentes nomes (taquara, taquari, taquarussú, criciumá, cará, cambajuva e pitinga).

Uma característica marcante do bambu é sua grande capacidade de adaptação, sendo que algumas espécies colonizam ambientes inóspitos, como cumes de montanhas, regiões úmidas, secas, frias ou quentes (SARLO, 2000). Utilizado há milênios, é uma planta de extrema utilidade que vem atraindo cada vez mais a atenção da comunidade científica quanto às suas propriedades físicas e biológicas, tornando a mesma altamente viável em aplicações compatíveis com desenvolvimento sustentável. Segundo Lopez (2003), a distribuição do bambu pelos continentes apresenta-se da seguinte forma: 67% na Ásia e Oceania; 3% na África e 30% nas Américas.

O bambu tem um ciclo de desenvolvimento rápido, tornando-o um recurso natural altamente atrativo se comparado com demais espécies arbóreas dos gêneros comerciais existentes. Além das aplicações tradicionais de bambu na construção civil, em fôrmas para concreto, o mesmo pode ser aplicado na fabricação de laminados, utilizando-se de resinas poliméricas sob determinadas condições como temperatura e pressão (SILVA, 2005). O bambu no Brasil, diferentemente da madeira, ainda não sofre exploração em nível industrial, contudo pode-se substituí-la

em grande número de aplicações: carvão, painéis laminados, fibras celulósicas para papel, artesanatos, entre outros (JIANG e MING, 2009).

Estudos demonstram que os bambuzais ou touceiras, como são comumente denominados, oxigenam quatro vezes mais a atmosfera do que as florestas tropicais, pois apresentam rápido poder de resgate de gás carbônico (LANCHER, 2000). Outro fator que aumenta o interesse pelo bambu é que, diferente de outras plantas, o corte ou colheita deste, se feito de forma correta, não prejudica a touceira ou mata. Como o bambu brota anualmente, com o passar dos anos a touceira começa a ficar muito saturada, dificultando a passagem do vento, incidência solar e nascimento de novos brotos. O bambuzal apesar de ter uma vida longa, até 100 anos, gera colmos que têm vida mais curta, em torno de 10 anos (MARÇAL, 2005).

Em relação ao critério de sustentabilidade Silva (2005) destaca que a utilização do mesmo, em substituição às madeiras convencionais, de lei ou não, implica na diminuição do desmatamento. Esta variedade vegetal apresenta elevada produtividade por hectare, velocidade de crescimento, facilidade de cultivo, ciclo reprodutivo mais curto que as madeiras convencionais, fácil manuseio, baixo custo de plantio, além de contribuir na revitalização de áreas degradadas.

Atualmente, a maior biodiversidade de bambu está localizada, principalmente, nos continentes Asiático e Americano. Segundo Silva (2005), o continente asiático apresenta, aproximadamente 65 gêneros e 900 espécies e, o continente americano, cerca de 356 espécies de bambu, distribuídas em 38 gêneros. Segundo Silva (2005), existe uma grande divergência em relação ao número de gêneros e espécies espalhadas pelo mundo. Um dos motivos se deve ao fato da flor e fruto não estarem presentes durante o material coletado, devido aos intervalos de florescimento de diversas espécies. A ausência de uma destas estruturas pode levar a identificações divergentes. Desta forma, Londoño (2004) relata a existência de 90 gêneros e 1200 espécies espalhadas pelo mundo, Kaley (2000), aponta 75 gêneros e 1200 espécies, Kumar (2002) cita mais de 1575 espécies e a NMBA (National Mission on Bamboo applications) (2004), 111 gêneros e 1600 espécies.

Em relação ao Brasil, Filgueiras & Santos-Gonçalves (2004) relata que o país apresenta 234 espécies de bambu, das quais 204 são consideradas endêmicas, sendo a maioria do gênero *Guadua*, distribuídas em 34 gêneros, sendo considerado o país com maior diversidade de bambu das Américas (Tabela 1). Ainda, segundo estes autores, algumas espécies exóticas foram trazidas pelos portugueses e

orientais, se difundindo com facilidade no território brasileiro. São elas: *B. vulgaris* (bambu verde), *B. vulgaris* var. *vittata* (bambu imperial), *B. tuldaoides* (taquara), *D. giganteus* (bambu gigante) e algumas espécies de *Phyllostachys* (mossó).

Tabela 1 - Espécies mais comuns de bambus cultivadas no Brasil.

Nomenclatura científica	Nome vulgar	Incidência
<i>Bambusa blumeana</i> Schult. e Schult. f.	-	Raro
<i>B. dissimulator</i> McClure	-	Raro
<i>B. multiplex</i> (Lour.) Raeusch. ex Schult. e Schult. f.	Bambu multiplex, Bambu folha de samambaia	Comum
<i>B. tulda</i> Roxb.	-	Raro
<i>B. tuldaoides</i> Munro	-	Raro
<i>B. ventricosa</i> McClure	Bambu barrigudo	Raro
<i>B. vulgaris</i> Schrad. ex J.C. Wendl.	Bambu Bambu comum	Difuso
<i>Dendrocalamopsis beecheyana</i> (Munro) Keng f.	-	Raro
<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult. e Schult. f.) Backer ex K. Heyne	Bambu balde Bambu gigante	Comum
<i>D. latiflorus</i> Munro	-	Raro
<i>D. strictus</i>	Bambu balde	Raro
<i>Gigantochloa apus</i> (Schult. e Schult. f.) Kurz	-	Raro
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Guadua	Raro
<i>Phyllostachys aurea</i> Rivière e C. Rivière	Bambu amarelo Bambu de jardim Bambu vara de pescar Bambu dourado Cana da Índia	Difuso
<i>P. bambusoides</i> Siebold e Zucc.	Bambu japonês	Comum
<i>P. sp</i>	-	Raro
<i>P. nigra</i> (Lodd. ex Lindl.) Mundro	Bambu preto Bambu negro	Raro
<i>Pseudosasa japonica</i> (Siebold e Zucc. ex Steud.) Makino	Bambu metaque	Comum
<i>Sasa fortunei</i> (Van Houtte) Fiori	Bambu miniatura	Comum
<i>Sinoarundinaria falcata</i> (Nees) C.S.Chao e Renv.	Bambu de jardim	Difuso

Fonte: Filgueiras e Santos-Gonçalves (2004).

Segundo o International Network for Bamboo and Rattan (INBAR, 2014), a área total de bambuzais no Brasil pode chegar a oito milhões de hectares sendo que, apenas no Nordeste brasileiro, encontram-se espécies com notável crescimento acelerado, aumentando em comprimento com valores consideráveis. Segundo

Azzini et al (1981), a espécie *D. giganteus* pode crescer 22 cm em 24 horas. Segundo Ghavami (1995), a mesma espécie pode crescer 39 cm, diariamente. A espécie *Phyllostachys reticulata*, segundo Ueda (1960), apresentou velocidade de crescimento de 1,21 m/dia.

1.2 Utilidades básicas do bambu

O bambu sempre esteve presente na cultura e na vida diária do homem primitivo de todos os continentes, com exceção da Europa que não possui bambu nativa (SILVA, 2005). Em tempos antigos, o bambu era utilizado por indígenas na fabricação de arcos e flechas, utensílios domésticos, embarcações e ocas. O mesmo, segundo Salgado et al. (1994), já foi empregado até na fabricação de lâmpadas e aviões em diversas partes do mundo.

Segundo Pereira e Beraldo (2007), a China já catalogou cerca de 4 mil utilidades do bambu. No mundo, as atividades econômicas em torno deste vegetal variam de US\$ 15 milhões a US\$ 20 bilhões por ano. Ainda, segundo os autores, existem espécies de bambu que podem atingir até 30 m de altura e crescer de 20 cm a 100 cm por dia onde, seu ciclo de vida pode variar de cinco a dez anos, quando começa a degradação natural.

Para Lopez (1981), o aproveitamento do colmo de bambu, conforme sua idade, obedecerá aos seguintes prazos:

- 30 dias: alimento, deformação artificial da seção (retangular; quadrada);
- 6 meses a 1 ano: artesanato, cestaria;
- 2 anos: esteira/parede, ripas;
- 3 anos: estruturas; laminado colado/piso.

Ainda segundo o autor, o colmo também é importante na construção civil, área têxtil, fabricação de vigas, fabricação de papel, móveis e artesanatos. Os bambus são predominantes nas regiões tropicais do planeta, sendo considerados recursos renováveis, de múltiplo uso, servindo de objetos de adorno em móveis, armas, construção de casas, estradas, instrumentos musicais e alimentos (LOPEZ, 1981).

O bambu é um dos materiais de grande versatilidade, pois além de ser de grande facilidade para ser obtido em touceiras, atraente economicamente e de grande facilidade de manuseio. O mesmo é de fácil combinação com outros materiais, seja orgânico ou inorgânico, podendo ser utilizado na forma bruta ou,

trabalhado com técnicas mais refinadas através do aquecimento, o que permite que o mesmo possa ser dobrado sem grandes dificuldades (SILVA, 2013).

A utilização de bambus nos países asiáticos, sempre esteve ligado às questões culturais. Estes países aplicam o bambu na forma natural em construções robustas ou não. Na América do Sul também temos exemplos de países que utilizam em abundância este vegetal como Equador, Colômbia e Brasil. Na América Central destaca-se a Costa Rica. Em todos estes países citados, o bambu tem uma grande variedade de utilização que se estende da construção civil à fabricação de móveis. Segundo Adamson & Lopes (2001), 75% das habitações econômicas na Costa Rica foram construídas com a aplicação do bambu e, 98% dos moradores das casas do Projeto Nacional de Bambu relatam que suas casas construídas com este vegetal são de igual ou melhor qualidade, em comparação com casas construídas com outros materiais.

Dunkelberg (1992), através de seus estudos em parceria com o “Institute for lightweight Structures” da Universidade de Stuttgart, caracterizou o bambu como um material viável e economicamente vantajoso, disponível em quase todo o mundo, adequado às construções de baixo custo e que pode ser integrado à produção moderna de edificações e estruturas.

Segundo Schwarzbach (2008), o bambu também pode ser utilizado como combustível, substituindo a utilização de madeiras importantes para o ecossistema, que se encontram em risco de extinção. Para Vasconcellos (2006), o bambu apresenta uma vasta aplicação: o mesmo é utilizado na fabricação de papel, paisagismo, brotos comestíveis, varas para construções civil e rural, artesanatos, varas de pescar, móveis, laminados, vigas de estruturas, revestimento para paredes, pisos, utensílios de cozinha, instrumentos musicais, bicicletas, bumerangues, etc. Ainda segundo o autor, os bambus mais vendidos no Brasil são: *D. giganteus*, *D. asper*, *D. latiflorus*, *G. angustifolia*, *P. pubescens*, *P. aurea*, *B. vulgaris*, *B. vulgaris* var. *vittata*, *B. Tuidoides*, *B. multiplex* e *B. textilis*.

Em razão da importância da utilização do bambu como matéria prima em diversos segmentos no Brasil, foi sancionada em 8 de setembro de 2011, a Lei Nº 12.484, que instituiu a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu – PNMCB, que tem por objetivo o desenvolvimento da cultura do bambu por meio de ações governamentais e de empreendimentos privados. Esta lei destina-se, principalmente, ao manejo sustentado das formações nativas e ao cultivo

de bambu voltado para a produção de colmos, para a extração de brotos e obtenção de serviços ambientais, bem como à valorização desse ativo ambiental como instrumento de promoção de desenvolvimento socioeconômico regional. As diretrizes da PNMBC são três:

- I – a valorização do bambu como produto agrossilvicultural capaz de suprir necessidades ecológicas, econômicas, sociais e culturais;
- II – o desenvolvimento tecnológico do manejo sustentado, cultivo e das aplicações do bambu;
- III – o desenvolvimento de polos de manejo sustentado, cultivo e de beneficiamento de bambu, em especial nas regiões de maior ocorrência de estoques naturais do vegetal, em regiões cuja produção agrícola baseia-se em unidades familiares de produção e no entorno de centros geradores de tecnologias aplicáveis ao produto.

Segundo Aranda Júnior (2014), a espécie de bambu a ser selecionada para determinado fim, depende das características do colmo. Na construção civil por exemplo, devem ser retilíneos e flexíveis, com grande diâmetro e baixo teor de amido para evitar o ataque do caruncho, o oposto da seleção para produção de álcool, quando os colmos devem ser ricos em amido. Outro aspecto a ser considerado na escolha da espécie de bambu para determinada utilidade, segundo Silva (2005), é a caracterização dos aspectos estruturais, como direção do colmo (retilíneo ou curvilíneo), diâmetro e quantidade de amido armazenado que poderia influenciar no maior ou menor ataque da principal praga, o caruncho do bambu *D. minutus*.

A seleção de bambu para uso industrial ou com finalidade estrutural está diretamente relacionada às propriedades físico-mecânicas e composição, que por sua vez depende de seus principais atributos químicos, como a celulose, o amido e açúcares solúveis (MOHMOD et al., 1991; AZZINI et al., 1987). Estes parâmetros estão associados com a idade e altura do colmo (ABD LATIF, 1993) e influenciam na vida útil do material.

1.3 Caracterização morfológica do bambu

O bambu é constituído por colmo, folhas, raiz e rizoma (caule subterrâneo). Segundo Aranda Júnior (2014), cada colmo corresponde a parte aérea do bambu que sustenta ramos e folhas, sendo originado a partir de gemas laterais ativas do

caule subterrâneo denominado rizoma. Ainda segundo o autor, por ser um vegetal monocotiledôneo, o mesmo não apresenta crescimento radial (meristema secundário), sendo assim, o colmo já é formado com seu diâmetro basal máximo, afunilando em direção ao ápice, à medida que cresce.

Segundo Barboza et al. (2008), o colmo corresponde a parte aérea que possui forma cilíndrica, estrutura oca, dividido por entrenós separados por nós (Figura 1). Ainda segundo os autores, na região dos nós, existem gemas laterais que, em contato com o solo úmido, podem se reproduzir assexuadamente por estquia, originando plantas geneticamente iguais. Ainda segundo os autores, alguns colmos, utilizados de forma ornamental, apresentam apenas alguns centímetros de altura com poucos milímetros de diâmetro. Porém, alguns podem chegar a 40 metros de altura e até 30 centímetros de diâmetro, sendo utilizados na construção civil, por exemplo. Aranda Junior (2014) cita que as paredes dos nós são mais finas que as paredes dos entrenós, recebendo o nome diafragma, conferindo maior rigidez, flexibilidade e resistência ao colmo

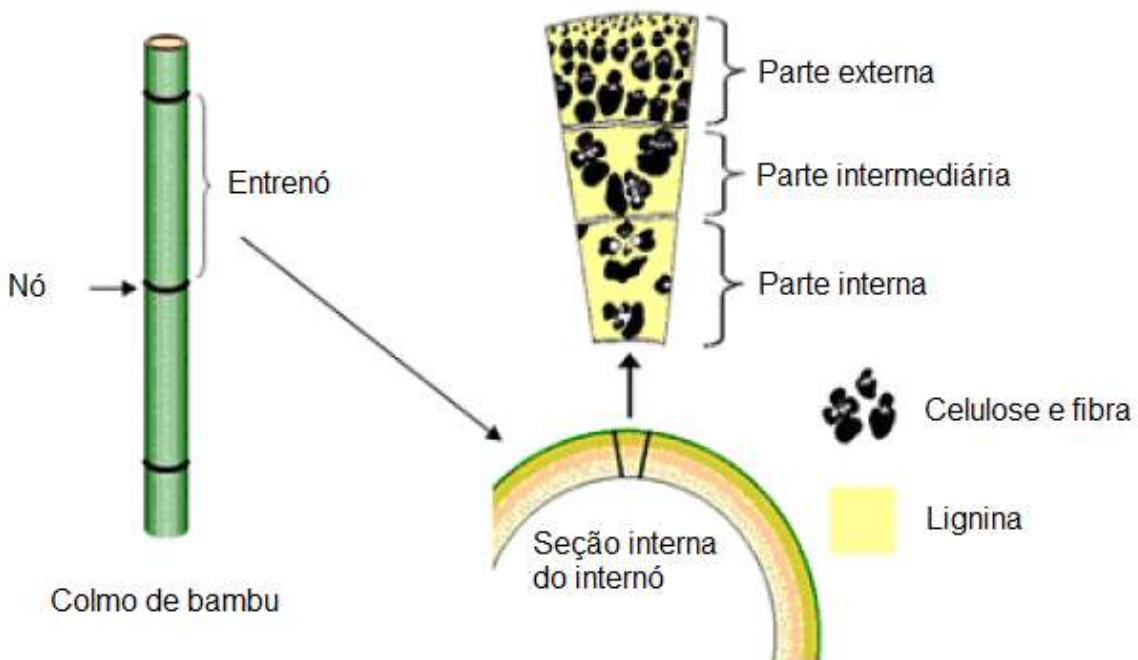


Figura 1 – Características anatômica do bambu.

Fonte: Lee et al., 1996. Physical and mechanical properties of strand board made from Moso bamboo.

Para Lopez (2003), o conhecimento da anatomia do colmo é fundamental para a compreensão das propriedades físicas e estruturais. O mesmo apresenta

externamente duas camadas epidérmicas cutinizadas, ricas em sílica, conferindo assim, maior resistência aos agentes externos, principalmente ao ataque de insetos xilófagos. Ainda segundo o autor, a espessura da parede do colmo vai diminuindo da base até o ápice, devido à redução da região interna, por conter maior quantidade de tecido parenquimático e menor quantidade de vasos condutores de seiva. A parte superior do colmo contém mais vasos condutores e menos parênquimas, propiciando maior densidade.

Azzini et al., (1998) relatam que na região interna dos colmos, há uma camada espessa e significada com grande número de células esclerenquimáticas dispostas longitudinalmente, impedindo o deslocamento lateral das seivas bruta e elaborada. Relatam também que a parede celular das células dos colmos apresenta, aproximadamente, 65% celulose e 18% de lignina. Segundo Liese (1998), o colmo é formado por feixes fibrovasculares que compõe de 60 a 70% de sua massa e tecido parenquimatoso rico em amido (Figura 2). O bambu não possui meristema cambial e elementos radiais, dificultando assim, por ser oco, o fluxo de distribuição transversal de seiva. Também, por apresentar peças ocas, os nós realizam a conexão transversal com a parede do colmo via diafragma (LIESE 1998; ARANDA JUNIOR, 2014).

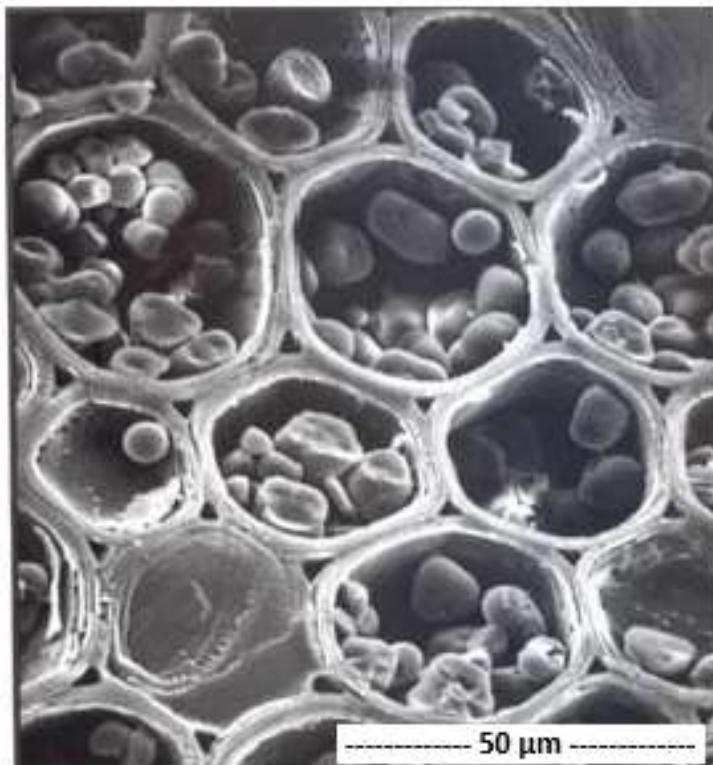


Figura 2 - Corte transversal das células dos parênquimas dos colmos de *Bambusa* sp com grãos de amido.

Fonte: Liese (1998). The anatomy of bamboo culms. INBAR – International Network for bamboo and rattan

A literatura cita que o amido e outros carboidratos fornecem energia para o espessamento das paredes celulares e crescimento dos bambus. Entretanto, estes componentes são também lembrados como atrativos a infestação de organismos xilófagos (MORITA, 1985; LIESE, 1985; MATOSKI 2005).

Para Salgado et al. (1994), os colmos entre as diversas espécies de bambu, variam quanto ao comprimento, diâmetro, massa e comprimento dos entrenós. Segundo Lopez (1981), as idades dos colmos são fáceis de ser avaliadas, pois os de até 1 ano não possuem folhas nem ramos e têm cor mais esverdeada. Possuem brácteas cobrindo os nós e uma pelagem cerosa nos entrenós. Os colmos mais velhos, entre 1 e 2 anos, possuem folhas, ramos e ramificações, e uma coloração pouco amarelada, podendo conter algumas brácteas. Os colmos com três ou mais anos não apresentam mais brácteas e possuem manchas provocadas por fungos e musgos nos entrenós.

Em relação às espécies de bambu, o florescimento é um fenômeno muito raro, chegando a ocorrer a cada 120 anos em algumas variedades. Existem relatos de morte da touceira de bambu após o florescimento devido à grande quantidade de energia dispendida para a realização do processo (SILVA, 2005). Filgueiras (1988) relata que os bambus herbáceos florescem sem morrer. De acordo com Silva (2005) existem três tipos de florações possíveis em bambus:

Esporádica - ocorre apenas em algumas plantas de uma população sendo que ao florescer a planta ou parte dela morre.

Sincrônica - ocorre simultaneamente em todas as plantas de uma população. Neste caso toda a população poderá morrer. Esta é uma variável importante na escolha da espécie quando se pretende implantar diversas touceiras de bambu com finalidade comercial. Se todas as plantas florescerem simultaneamente poderá haver um grande intervalo na oferta de matéria prima. As causas deste tipo de floração continuam sendo um enigma para os botânicos, existindo muitas teorias carentes de comprovação.

Floração de “stress” – ocorre quando a planta é submetida a uma agressão ou uma forte adversidade ambiental. Neste caso pode ocorrer o florescimento em apenas uma parte da planta. Quanto ao fruto, os bambus produzem três tipos: cariopse, noz e baga. O tipo cariopse e noz podem ser armazenadas por cinco anos

após secas e por um processo de armazenagem que envolve controle de temperatura e umidade e, o tipo baga, não pode ser armazenado (PANDALAI et al., 2002).

Para a elaboração desta tese, foi analisado o ataque do caruncho *D. minutus* sobre a espécie *B. vulgaris*. No local da pesquisa, na Fazenda Escola, Base de Pesquisa em Ciências Agrárias da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no Centro de Tecnologia e Estudo do Agronegócio (CeTeAgro), município de Campo Grande - MS, são encontradas três variedades de bambu do gênero *Bambusa*: *B. vulgaris*, *B. vulgaris* var. *vittata* e *B. multiplex*. Em seguida são apresentados aspectos característicos de cada uma.

1.3.1 Espécie *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl.

Segundo Tombolato et al. (2012), a espécie *B. vulgaris* possui origem incerta, porém supõe que a mesma seja nativa do velho mundo, principalmente do Sul da China e Ilha de Madagascar e, no Brasil, provavelmente foi introduzida pelos colonizadores portugueses. Ainda segundo os autores, esta espécie é conhecida como bambu açú ou gigante verde, com touceiras de grande porte, de até 25 m de altura, e colmos na base podendo atingir até 12 cm de diâmetro. Apresenta coloração verde escura, desenvolvendo-se melhor em pleno sol, com tolerância a temperaturas de até -3°C, sendo muito utilizada na produção de papel e na construção civil.

A espécie *B. vulgaris* é amplamente distribuída no território brasileiro, sendo encontrada nas regiões Nordeste (Alagoas, Bahia, Pernambuco), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná, Santa Catarina) (FILGUEIRAS & SANTOS-GONÇALVES, 2004). Ainda segundo os autores, esta espécie é predominante nos seguintes domínios fitogeográficos (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal). Filgueiras & Santos-Gonçalves (2004) relatam que a floração não é comum e, as frutas são raras devido à baixa viabilidade do pólen.

Segundo Lobovikov et al. (2007), a espécie *B. vulgaris* apresenta diversos nomes de acordo com a localidade mundial: Daisan-Chiku (japonês), Murangi (Austrália), Bambu Ampel (Indonésia), Buloh Aur, Buloh Pau, Buloh Minyak, Aur Beting (Malay), Mai-Luang, Phai-Luang (Tailandês), Gemeiner Bambus (Alemão),

Bambou de Chine (francês), Bambu vulgar (Português) e Mwanzi (Quênia). Ainda segundo os autores, esta espécie cresce, principalmente, nas margens dos rios, ao lado de estradas, terrenos baldios e campo aberto, sendo muito utilizada para controlar erosão, crescendo melhor em condições de alta umidade, podendo tolerar condições inóspitas com baixas temperaturas e seca.

Segundo Lima Neto et al. (2010), esta espécie é muito utilizada para fins comerciais no Brasil, como matéria prima na fabricação de papel cartão por suas longas e largas fibras e na construção civil. De acordo com Kleine (2004), a mesma é pantropical, vulnerável ao frio, pois os caules morrem à temperatura de 0º C.

Além de ser considerado um excelente sequestrador de carbono, o interesse nesta cultura tem crescido em nível mundial por ser um recurso perene, renovável, de rápido crescimento, grande produtividade por área, baixo custo e diversidade na utilização (CALEGARI et al., 2007). Segundo Padovan (2010), o Grupo Industrial João Santos, instalado na Vila Pimenteiras Coelho Neto - MA, Brasil, através da indústria Itapagé, produz sacos para embalagem de cimento Portland com a celulose extraída do bambu. Ainda segundo este autor, há dois plantios de grande porte da espécie *B. vulgaris* no Brasil para fabricação de papel: um no Estado do Maranhão, no município de Coelho Neto, com 20.000 ha e outro no Estado de Pernambuco, no município de Palmares com 16.000 ha. Sarlo (2000), relata que apenas a espécies *B. vulgaris* era cultivada em escala comercial, com emprego na indústria de celulose e papel, no ano 2000.

Seddon e Faizool (1993) afirmam que o maior impedimento para o uso de *B. vulgaris*, espécie muito abundante em áreas tropicais e subtropicais, é sua elevada susceptibilidade ao ataque pelo caruncho *D. minutus*, resultando em perdas irrecuperáveis dos materiais usados em artesanatos ou na construção civil. Em áreas de armazenamento de colmos cortados de bambu, o *D. minutus* pode tornar-se abundante a ponto de causar sérios danos, reduzindo o bambu a pó ou fibras (SINGH e BHANDARI, 1988).

Segundo Liese (2004a), o nó do *B. vulgaris* é a parte do colmo com maior durabilidade em comparação com as partes central e do ápice. Para o autor a explicação estaria no fato de que a região interna do colmo contém maior concentração de amido armazenado que a região externa. Azzini et al. (1987) citam a predominância de tecido parenquimático rico em amido na região interna do colmo do *B. vulgaris*. Embora a literatura indique o amido como principal atrativo do

caruncho, não foram encontradas informações na literatura que permitam estabelecer a exatidão desta questão.

De acordo com Plank (1950), em Porto Rico (País), várias tentativas de utilização de colmos de *B. vulgaris*, espécie conhecida no meio rural local como “bambu-nativo”, não alcançaram êxito devido ao intenso ataque e sua rápida deterioração causada por *D. minutus*. Ainda segundo o autor, após a abertura da galeria para oviposição, o adulto fecha a mesma com o próprio pó do bambu sendo, as larvas, as principais pragas que causam verdadeiramente, os maiores danos aos colmos, utilizando-os como alimento para concluir seu desenvolvimento. Quando as larvas recém-eclodidas começam a se alimentar, escavam galerias paralelas aos vasos condutores de seiva.

1.3.2 Espécie *Bambusa vulgaris* variedade *vittata* (McClure)

Para Lobovikov et al. (2007), o *B. vulgaris* var. *vittata* (McClure) apresenta as seguintes sinônimias: *B. vulgaris* var. *aureovariegata* Beadle e *B. vulgaris* var. *striata* (Lodd. ex Lindl.) Gamble, apresentando os seguintes nomes populares: bambu brasil, brasileirinho, gigante verde-amarelo e bambu imperial.

Albertini (1979) descreve que esta variedade de bambu pode atingir até 17 m de altura e 16 cm de diâmetro, com colmos posicionados a 1 m do solo, com fibras de excelente resistência. Ainda segundo Lobovikov et al. (2007), as principais aplicações no Brasil se relacionam com ornamentação (a touceira geralmente é plantada isoladamente no jardim com o intuito de destacar a beleza dos colmos) e usos estruturais nas construções civil e rural. Também é indicada para produção de álcool (CÂNDIDO e RIBEIRO, 1991; CERRI, 1991). Esta variedade também é matéria prima para produção de celulose (BARRICHELO e FOELKEL, 1975).

Albertini (1979) relata também que esta variedade de bambu encontrado no Brasil, é nativo da Malásia, sendo considerado o mais importante do mundo, utilizado na construção civil, principalmente no Equador e na Colômbia, devido à facilidade com que os colmos são cortados e transportados, além da sua durabilidade e efeito climatizador nas habitações. Barbosa (2012), relata que para sua reprodução, é recomendado a estaquia (propagação vegetativa), no qual, pequenas porções de caules, folhas ou raízes regeneram a parte da planta, formando um novo indivíduo, por multiplicação celular assexuada (mitose). A

regeneração de raízes em estacas varia de acordo com a espécie, a idade e tipo da planta, localização, nutrição e situação fisiológica de crescimento dos ramos, época do ano, condições ambientais como luz, água, temperatura, condições edáficas, umidade, bem como os tratamentos aplicados à estaca (Fanti e Peres, 2003). Nestas estacas podem ser utilizados reguladores de crescimento vegetal (ácido indolilacético), que aplicados externamente em pequenas concentrações, podem promover, inibir ou modificar processos morfológicos e fisiológicos do vegetal.

O *B. vulgaris* var. *vittata* também pode ser utilizado para a fabricação de carvão. Brito et al. (2004), em experimentos com amostras de *Eucalyptus urophylla* e de bambus *B. vulgaris* var. *vittata*, *B. vulgaris*, *B. tuloides*, *D. giganteus*, e *Guadua angustifolia*, para obtenção de carvão, relatam que o carvão de bambu apresentou maior densidade e maior teor de cinzas em relação ao carvão de madeira. Entre todos os outros, a variedade *vittata* foi a que mais se destacou (Tabela 2). Os autores concluíram haver grande potencial da utilização do bambu para a produção de carvão vegetal, necessitando apenas de estudos detalhados de parâmetros de ordem técnico-econômica ligados à produtividade, adequação de equipamentos e outros fatores relacionados.

Tabela 2 - Densidade básica e poder calorífico superior de espécies de bambu.

Material	Densidade básica (g/cm ³)	Poder calorífico superior (Kcal/kg)
<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>vittata</i>	0,744	4750
<i>B. tuloides</i>	0,712	4473
<i>B. vulgaris</i>	0,687	4219
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	0,744	4462
<i>G. angustifolia</i>	0,629	4387

Fonte: Brito et al. (1987).

1.3.3 Espécie *Bambusa multiplex* (Lour.) Raeusch.

Segundo Filgueiras (2011), a espécie *B. multiplex* (Lour.) Raeusch possui origem chinesa e é encontrada no Brasil em grande quantidade na região sudeste (Rio de Janeiro e São Paulo), sendo predominante na Mata Atlântica. Segundo Tombolato et al. (2012), a espécie *B. multiplex* é conhecida vulgarmente como bambu-multiplex, bambu-folha-de-samambaia ou taquara. Ainda segundo os autores, a mesma apresenta touceiras de pequeno porte, até 6 m de altura, e

diâmetro dos colmos na base podendo atingir 2,5 cm. Suas folhas são semelhantes, quanto à forma, ao padrão de folhas de samambaia, de coloração azulada na face abaxial das lâminas. A mesma é tolerante à sombra, porém se desenvolve melhor em locais de grande luminosidade e suportam temperaturas de até -10°C. Segundo Meredith (2001), esta espécie de bambu é muito robusta e suporta temperaturas de até -12°C, mas não por períodos prolongados, sendo também muito resistente a fungos.

Tombolato et al. (2012) relatam que a mesma é muito utilizada em paisagismo, porém na Europa e Estados Unidos, é utilizada para a confecção de cercas e telas. É uma espécie indicada para cultivo em vasos, graças ao seu pequeno porte. A peculiaridade da coloração e a forma de sua folhagem podem figurar como um elemento de destaque em um projeto paisagístico. Quanto à recuperação de áreas degradadas, Drake et al. (2002), Londoño (2004) e Stokes et al. (2007), relataram que esta espécie de bambu, por apresentar rizomas paquimorfos (crescem em moitas), possui menor eficiência na contenção de processos erosivos do que as espécies de rizoma leptomorfo (alastrante).

Cusack (1999), cita que esta espécie vive na parte da floresta pouco iluminada se adaptando muito bem a diferentes tipos de solo. Este mesmo autor cita que a mesma possui um tipo de touceira que evita o espalhamento da planta sobre áreas de floresta (rizoma paquimorfo). Barbosa e Diniz (2010) descreveram que a escolha do *B. multiplex* como forma de barreira, para o controle da erosão provocada por rompimento de adutora na Serra da Mantiqueira no estado de São Paulo, favoreceu o escoamento adequado das águas superficiais e proporcionou a estabilização das erosões provocadas pelo acidente ambiental.

As fibras parenquimáticas do bambu apresentam crescimento longitudinal (LIESE, 2003). Comparando o tamanho das fibras entre espécies diferentes de bambu, todas com mesma idade e tamanho, Correia (2011) identificou que as fibras do *B. multiplex* são menores em comprimento entre todas as espécies analisadas e quanto à largura, só foi menor que a espécie *B. tulda*. As propriedades dos colmos de bambu, independente da espécie, estão fortemente relacionadas com sua estrutura anatômica. Liese (1998) indica que a resistência mecânica aumenta durante a maturidade do colmo, o que justifica pelo comprimento das fibras. Para Grosser & Liese (1971), o comprimento das fibras influencia na resistência mecânica dos colmos.

1.4 Perdas pós-colheita de bambu

Dependendo das condições de armazenamento pós-colheita, o bambu pode apresentar grande suscetibilidade ao ataque de caruncho, principalmente *D. minutus*, tanto em colmos como já na forma de produtos acabados, diminuindo o período de conservação do material (ETOH, 1996; GALLO et al., 2003). O grau de ataque é variável entre as diferentes espécies de bambu e local de crescimento vegetativo. Há relatos de que o ataque de carunchos ocorre preferencialmente em certas épocas do ano (AZZINI, 1979; HIDALGO-LOPEZ, 2003). A literatura técnica (SARLO, 2000) tem apontado menor ataque nos meses de repouso vegetativo, em razão de temperatura, seca ou fotoperíodo.

Myers (1934), que identificou este besouro durante suas viagens a bordo de um navio que transportava arroz da Birmânia para Trinidad-Tobago, relatou o ataque deste caruncho ao bambu que, juntamente com as espécies *Dinoderus japonicus*, *D. ocellaris* e *D. brevis*, são responsáveis por mais de 90% de danos de insetos em colmos colhidos e produtos acabados.

Alguns trabalhos realizados por Plank (1951), indicam que o *D. minutus* seja atraído pelo amido presente nos tecidos parenquimáticos de reserva do bambu. Também, para Matoski (2005) e Azzini et al. (1998), a incidência de ataque por *D. minutus* no bambu tem relação com a elevada concentração de nutrientes orgânicos, como o amido, essencial para este caruncho. Essa atração explicaria ataques de intensidade diferente às partes do colmo.

Segundo Sarlo (2000), os meses de maio a agosto em que o bambu encontra-se em período de repouso vegetativo, representam o período de menor ataque pelo caruncho. Em razão de fatores externos tais como temperatura, seca ou fotoperíodo. Esta espécie não ataca bambus ainda vivos e é raramente observado em tocos de bambu. O ataque ocorre pela face interna do colmo do bambu, tendo como acesso, as extremidades do vegetal ou através de cortes dos ramos laterais ou dos nós. O que indica a presença do caruncho no bambu, é a presença de furos e do material em pó que sai da entrada ou da saída dos orifícios. Tais perfurações indicam a infestação ativa do *D. minutus*, diminuindo a resistência do bambu, resultando em graves danos ou destruição completa das matérias primas ou de produtos acabados (GARCIA, 2005). Estas infestações geram diversos problemas pós-colheita de bambu. Embora existam medidas disponíveis para reduzir o ataque de besouro,

muitos fabricantes estão preocupados sobre a utilização do bambu devido sua baixa durabilidade ao ataque desta espécie de inseto.

Azzini et al. (1998), ressaltam que apesar de apresentarem as mesmas dimensões dos colmos maduros, os colmos jovens, colhidos antes de emitirem os ramos e as folhas, não seriam atacados pelo inseto devido ao baixo teor de amido. Essa influência seria explicada por Flechtmann et al. (1997a), que lembram que os insetos da família Bostrichidae passam a ser atraídos por fatores químicos e/ou físicos quando estão próximos de seus hospedeiros.

Norhisham et al. (2013), afirmam que as mudanças climáticas devem ser consideradas na atratividade de carunchos, pois, o clima influencia o desenvolvimento dos mesmos, com relatos de efeito da umidade relativa do ar (UR) na eclosão dos ovos. Os autores afirmam que os ovos se desidratam quando em baixa umidade relativa, o que ocasiona o encolhimento, tanto do embrião como do córion, impedindo a liberação larval. Por outro lado, a UR próxima a 85%, resulta em mortalidade dos ovos.

Ainda, considerando os experimentos realizados pelos autores, sobre a influência da temperatura e umidade na reprodução do *D. minutus*, foi encontrada menor eclosão de ovos com 20 e 85% de UR, com temperatura média de $30\pm2^{\circ}\text{C}$. Ainda segundo os autores, a UR influencia também na capacidade reprodutiva e na expectativa de vida deste caruncho, pois registraram aumento na vida útil do macho para 67 dias, em UR de 75% e, 74 dias para a fêmea, com UR a 85%. Também ocorreu aumento de 86% na eclosão de ovos com UR a 75%, quando comparados com UR a 20%.

1.5 Pragas que atacam o bambu

Como aspecto preocupante, Espelho (2007) lembra que a maior parte das espécies de bambu é altamente suscetível ao ataque de insetos, como o caruncho do bambu que destrói seu caule e também por outros animais xilófagos, ao se alimentarem de madeira. Segundo Matoski (2006), o processamento da madeira, como por exemplo, o bambu, sofre diversas ações durante as diversas etapas industriais até seu emprego definitivo. O mesmo pode ser atacada por diferentes agentes biodeterioradores (insetos xilófagos, fungos, bactérias, etc.). Essas etapas podem ser definidas como: o corte, armazenamento pós-colheita pelo produtor,

desdobramento ou laminação, secagem, transporte, armazenamento pelo fabricante, transformação em móveis, esquadrias, estruturas para construção civil, etc. Ainda, segundo Matoski (2005), entre os agentes biodeterioradores, os coleópteros (Bostrichidae, Anobiidae, Lyctidae, etc.) podem causar grandes prejuízos econômicos, sendo que, a praga mais preocupante contra o bambu, é a espécie *D. minutus*.

Para Yu et al. (2010), em algumas regiões do planeta, como nos EUA e na China, o bambu tem sido fortemente atacado pela praga *Chlorophorus annularis* Fairmaire (Coleoptera: Cerambycidae). Esta espécie é considerada como sendo um elevado potencial de risco de pragas no comércio de produtos de bambu. Para Singh & Bhandari (1988), existem duas grandes ameaças à espécie de bambu: carunchos da espécie *D. minutus* que reduz este vegetal a pó, com relatos de ataques na Índia, China, Filipinas, Austrália e Japão e, besouros da espécie *Cyrtotrachelus longimanus* que, durante sua fase larval, destroem o bambu.

Outras ameaças incluem a ferrugem do bambu causada pelo fungo *Kweilingia divina* (CARVALHO et al, 2001), queima das folhas (Cercospora), podridão do colmo basal (*Fusarium sp*), podridão do colmo bainha (*Glomerella cingulata*), ferrugem da folha (*Kweilingia divina*), manchas foliares (*Dactylaria sp*) e a ferrugem do bambu causada por *Sarocladium oryzae* (NHUNG et al., 2012).

1.5.1 Brocas da ordem Coleoptera

Os insetos da ordem Coleoptera destacam-se como os mais importantes dentre aqueles que são prejudiciais aos ecossistemas florestais, tanto por danos causados como dificuldade de controle populacional (BERTI FILHO, 1979). Estes animais representam 40% das espécies de insetos conhecidas e 25% de todas as espécies animais e vegetais já descritas (RESH & CARDÉ, 2003). Apesar de serem encontrados nos mais variados ambientes, a grande maioria dos besouros é terrestre, segundo Gillot (2005). Estes insetos se alimentam de diversos produtos orgânicos, sendo considerados fungívoros ou herbívoros, porém existem espécies predadoras de invertebrados e pequenos vertebrados (LAWRENCE & BRITON, 1994).

Existem 435 espécies de coleópteros, distribuídos em 24 famílias, citadas como causadoras de danos em cerca de 190 espécies de árvores, arbustos brasileiros e

exóticas, consideradas brocas de madeira, segundo Pedrosa-Macedo (1984). Esta ordem apresenta espécies consideradas pragas em diversas famílias como por exemplo, Scolytidae, Cerambycidae, Scarabaeidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Buprestidae e Platypodidae (ZANUNCIO et al., 1993). Hickin (1975), considera como as mais importantes broqueadoras de madeira: Bostrichidae, Lyctidae, Anobiidae, Platypodidae, Scolytidae e Cerambycidae. Para Gullan e Cranston (2005), os besouros representam a maior e mais diversa ordem de organismos vivos do mundo.

De acordo com Costa Lima (1955) as brocas da família Bostrichidae atacam madeiras secas estocadas e recém-colhidas. Segundo Carrio (1997), larvas de brocas que atacam madeira, formam galerias através de perfurações, geralmente no mesmo sentido das fibras, alimentando-se delas. Estas larvas, segundo Oliveira et. al. (1986), alimentam-se do amido, proteínas e açucares armazenados nas células da madeira, sendo incapazes de digerir a celulose.

1.5.2 Bostrichidae

Segundo Costa Lima (1953), existem aproximadamente, 520 espécies de bostrichídeos descritos, sendo que mais de 100 delas vivem na região Neotropical, abrangendo as Américas do Sul e Central e parte do México. Porém, de acordo com Costa et al. (1988), esta família compreende cerca de 90 gêneros e 700 espécies de distribuição tropical, sendo que no Brasil ocorrem aproximadamente 15 gêneros e 34 espécies. A maioria das espécies dessa família está largamente distribuída nas regiões tropical e subtropical do mundo, sendo endêmicos na região da Micronésia, localizada na região tropical do Pacífico. Entretanto algumas espécies encontram-se em regiões temperadas (CHUJO, 1958).

De acordo com Costa Lima (1955), os Bostrichidae possuem o corpo cilíndrico, tegumento fortemente esclerosado e apresentando asperezas, cabeça hipognata, protórax globoso, formando capuzo sobre a cabeça, élitros truncados, relativamente achatados na parte posterior. Ainda de acordo com o autor, a maioria das espécies desta família possuem cor negra, acinzentada ou parda, com comprimento variando de 1 mm a mais de 3mm, sendo considerados xilófagos, com dieta baseada em madeira seca estocada. Costa Lima (1955) relata que estes

besouros possuem o corpo cilíndrico e a cabeça coberta pelo protórax, sendo também lentos quando caminham e com capacidade excelente de voo.

Esta família é conhecida por possuir espécies de pragas de grãos e sementes e, de broca de madeira armazenada (PEREIRA et al., 1997). Estas espécies são conhecidas como “besouros pulverizadores da madeira”, ou seja, ao abrirem galerias, transformam a madeira em pó, reduzindo a resistência mecânica do vegetal. Segundo Oliveira et al. (1986), a infestação ocorre quando o macho ajuda a fêmea a escavar galerias em forma de “Y”, para que a mesma possa depositar seus ovos sendo, geralmente, livres de resíduos, diferenciando-se das galerias formadas pelas larvas. Para o mesmo autor, os besouros adultos apresentam entre 3 mm a 9 mm, de forma, geralmente, arredondada, sendo vistos em sua grande maioria, entre a primavera e o outono quando saem da madeira, acompanhados de pó fino das galerias. Outra característica importante é que todos os insetos dessa família possuem o hábito de passar boa parte de sua vida dentro do hospedeiro (HANKS et al., 1993).

1.5.3 Subfamília Dinoderinae

Dinoderinae, subfamília de Bostrichidae, é composta por seis gêneros: *Rhizophethodes*, *Rhyzopertha*, *Stephanopachys*, *Prostephanus*, *Dinoderopsis* e *Dinoderus* (FISHER, 1950). Segundo a BioLib (Taxonomic tree of plants and animals with photos), esta subfamília é constituída de 51 espécies distribuídas amplamente no mundo (África, Argentina, Ásia, Brasil, Canada, Costa Rica, Cuba, Europa, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Porto Rico, USA e Venezuela). Segundo Fisher (1950), os integrantes da subfamília Dinoderinae apresentam vértice suave, pronoto arqueado para a frente, região anterior do corpo com projeções denticulares, tarso distintamente mais curto que a tibia, segundo segmento levemente maior ou igual ao terceiro, quarto segmento maior ou igual ao quinto, corpo alongado e cilíndrico e região anterior do corpo com forma levemente convexa na região dorsal.

1.5.4 O caruncho do bambu *Dinoderus minutus*

O *D. minutus* foi descrito cientificamente pela primeira vez, em 1775, pelo entomologista dinamarquês Johan Christian Fabricius (1745-1808). Segundo

Spilman (1982), esse caruncho é um inseto cosmopolita, adaptando-se muito facilmente em diferentes regiões do mundo, sendo comum em estoques de bambu e alimentos secos.

Segundo Schafer et. al. (2000), o gênero *Dinoderus* compreende, até essa data, 26 espécies reconhecidas das quais três são endêmicas da África tropical (*D. oblongopunctatus*, *D. porcellus* e *D. gabonicus*) e duas sendo de distribuição tropical (*D. minutus* e *D. bifoveolatus*). Ainda, segundo os autores, para melhor identificação do caruncho *D. minutus*, o mesmo apresenta, próximo ao abdômen, duas depressões bem visíveis na região dorsal do pronoto (Figura 3) e uma pequena protuberância no centro de cada uma das pontuações, muito evidente na declividade apical dos élitros.

Essa espécie diferencia-se dos demais insetos bostrichídeos pelas duas suaves depressões arredondadas no dorso do pronoto, bem como nas extremidades próximas aos élitros (LOPEZ, 1974). O tamanho deste inseto adulto varia de 3 a 4 mm de comprimento e 1 a 1,5 mm de largura, com cor castanho-avermelhada e preto-acastanhada e com um corpo cilíndrico (GALLO et al., 2003).

Como se trata de um inseto muito pequeno, Silva (2011) sugere que no manejo destes em experimentos, convém utilizar um pincel fino com a ponta umedecida para transferi-lo de um lugar a outro, pois devido as dimensões reduzidas dos carunchos, a pinça entomológica pode ser muito agressiva, podendo deslocar seus élitros, inviabilizando seu uso nos ensaios de deterioração.



Figura 3 – Depressões na região dorsal do pronoto do caruncho do bambu *Dinoderus minutus*, que auxiliam na identificação deste inseto.

Fonte: Schafer et. al. (2000). An illustrated identification key to four different species of adult *Dinoderus* (Coleoptera: Bostrichidae), commonly attacking dried cassava chips in West Africa

Para Nair & Mathew (1984) e, também Borgemeister et. al. (1999), o *D. minutus* é amplamente distribuído nos trópicos. O principal problema deste caruncho é seu potencial de ataque em relação a alguns produtos de subsistência como, batata, cereais, mandioca, milho, inhame e principalmente o bambu pós-colheita (PLANK, 1948). Apesar do nome popular caruncho do bambu, essa espécie se prolifera também em lâminas de bambu armazenadas, causando prejuízos às indústrias de compensados, laminados e movelearia.

O fato do caruncho do bambu ser considerado praga, deu-se após grandes infestações de milho armazenado no sul da Tanzânia e no norte de Zâmbia (HAINES, 1988; DOBIE et al., 1984; REES, 1991). Estes insetos também foram encontrados em Gana e tem atacado produtos armazenados em fazendas. Estas regiões tropicais, assim como o Brasil, são propícias ao desenvolvimento populacional do caruncho do bambu e a infestação no bambu é caracterizada pela presença de pó fino vindo do material infestado.

Segundo Plank (1948), o caruncho do bambu é mais ativo em baixa luminosidade, onde tanto os adultos como as larvas alimentam-se dentro de colmos armazenados. Ainda, segundo o autor, os adultos penetram no bambu através de feridas ou das extremidades cortadas e fazem túneis perpendiculares às fibras parenquimáticas, em torno dos colmos, onde os ovos são depositados. Também, para Yanwen et al. (1996), o *D. minutus* não tem reação fotoestática em direção à luz. Ainda segundo estes autores, os adultos possuem uma grande capacidade de tolerância à fome.

A espécie é considerada cosmopolita, encontrado principalmente em regiões tropicais, onde bambus são cultivados e se reproduzem durante todo ano, podendo chegar até sete gerações em um ano (SITTICHAYA et. al., 2009). Em relação ao voo, Flechtmann et al. (1997b) relatam existir uma tendência de insetos bostrichídeos voarem preferencialmente entre 1,0 m e 2,0 m.

Segundo Plank (1948), em experimentos envolvendo a biologia do *D. minutus*, na temperatura de 26°C a 26,8°C, descrevendo seu o ciclo de vida, os adultos são mais ativos em condições de baixa intensidade luminosa, com período de oviposição de aproximadamente 41 dias. O tempo médio de vida é de 110 dias, sendo, em média, 128 dias para o macho e 79 dias para a fêmea. Os ovos são alongados e brancos, com a superfície rugosa e o período de incubação é de cinco a seis dias,

em média, com uma postura média de cinco ovos produzidos por dia pela fêmea. O desenvolvimento larval é de, aproximadamente, 42 dias, dividido em quatro ínstars. No início as larvas se alimentam pouco, tornando-se mais vorazes à medida em que atingem os últimos ínstars. Já o estágio de pupa ocorre dentro um casúlo preparado pela larva ao término de sua mineração no interior do bambu. O período pré-pupal inicia-se 24 horas antes da última ecdise. A pupa possui cor amarelo-clara, cujo período de pupação é de quatro dias, em média. Finalmente o período da fase de ovo a adulto é de, em média, 52 dias.

Para Marques & Gil-Santana (2008), o *D. minutus* caracteriza-se na fase adulta, por metatarsos mais curtos que as metatíbias, margem anterior do pronoto geralmente arredondada, antenas com 10 segmentos e pedicelo mais curto que o escape, sendo o pronoto com duas fóveas na região basal (Figura 4). Ele apresenta borda anterior com 6 a 8 dentes pontiagudos, separados entre si, sendo os dois centrais um pouco mais salientes que os laterais. Apresenta declividade apical dos élitros com puncturas oceladas, metatarsos ao menos tão compridos quanto as metatíbias e margem anterior do pronoto truncada ou emarginada.

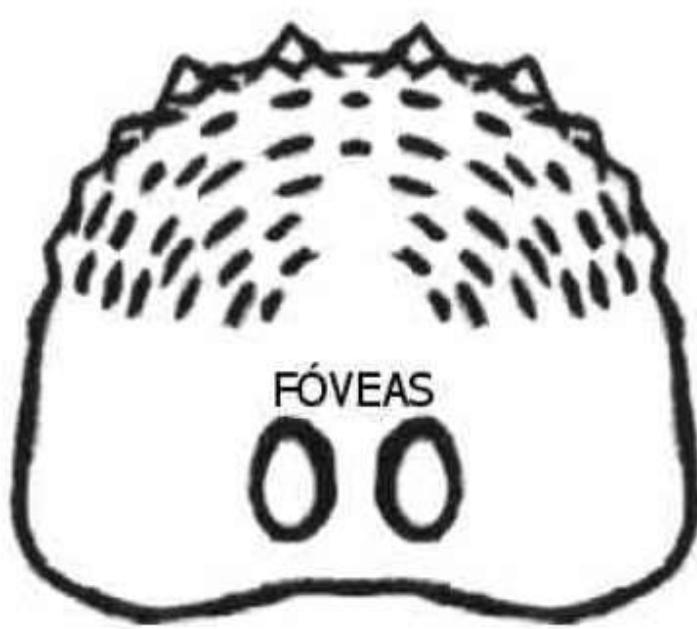


Figura 4 – Vista dorsal ampliada, do pronoto do caruncho *Dinoderus minutus*.

Fonte: Marques & Gil-Santana (2008). Bostrichidae (Insecta: Coleoptera) em um agroecossistema cacaueiro da região sul do estado da Bahia.

Em relação aos ovos, Costa et al. (1988) relatam que são rugosos, de formato alongado e coloração branca. A larva mede cerca de 4 mm de comprimento, largura

de 1 mm, coloração branca, cabeça hipognata e retraída, corpo escarabeiforme em forma de “C”, três antenas segmentadas (transversal, alongado e curto), pernas protorácticas, abdômen com 9 segmentos visíveis com franja de cerdas laterais.

Em relação à diferenciação sexual, Abood et al. (2010) relataram que não encontraram características morfológicas distintas na fase adulta que poderiam ser usados como diferença sexual. No entanto, encontraram diferenças morfológicas que diferenciaram o sexo na fase de pupa sendo que, o sexo feminino, apresentava um par de protusões na forma de apêndices cônicos na região posterior do abdômen e, o sexo masculino, era constituído de um par de lóbulos laterais da genitália masculina (Figura 5). Ainda, segundo os autores, é aconselhável que a diferenciação sexual do *D. minutus*, para fins de pesquisa seja feita durante a fase de pupa, uma vez que apresenta características morfológicas prontamente distintas e confiáveis.

Aziz & Sitaraman (1948) relataram características semelhantes em pupa macho e fêmea de *Dinoderus ocellaris*. Eles descreveram que a pupa macho de *D. ocellaris* possui lóbulos laterais da genitália masculina bem visíveis, localizados no 9º segmento abdominal e que, a pupa fêmea, assim como no *D. minutus*, também apresentavam um par de protusões na forma de apêndices cônicos, localizado, assim como no macho, no 9º segmento abdominal.



Figura 5 - Vista lateral de segmentos abdominais apicais nas pupas fêmea (esquerda) e macho (direita) de *Dinoderus minutus* (Aumento de 80 X).

Fonte: Abood et al. (2010).

1.6 Influência da temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade sobre os insetos

O desenvolvimento, comportamento e ciclo reprodutor dos insetos são diretamente influenciados por diversos fatores abióticos, como por exemplo, a temperatura e a pluviosidade (SALVADORI & PARRA, 1990). Para Silveira Neto et al. (1976), a temperatura ideal para o desenvolvimento destes animais é de, aproximadamente, 25°C, porém, entre 15 e 38°C, considera-se a variação ótima para suas atividades. Ainda, segundo o autor, abaixo de 15°C, podem entrar em hibernação temporária, abaixo de 0° C congelam e morrem, entre 38 e 48°C, entram em estivação temporária (estado de dormência causado por altas temperaturas) e, acima destes valores, estivação permanente.

Segundo Garlet (2010), a umidade relativa do ar (UR) está diretamente relacionada à pluviosidade. Segundo o autor, ambientes exageradamente úmidos ou muito secos podem diminuir a diversidade de insetos. Porém, para Murari (2005), esta variação de intemperismos, pode permitir que apenas espécies mais adaptadas persistam no local. Para Silveira Neto et al. (1976), a chuva atua de modo mecânico sobre pequenos insetos, que buscam abrigo, pois, o impacto da mesma sobre estes podem gerar um efeito devastador.

Miscevic (1981) relata que a ocorrência de insetos flebótomos em algumas áreas pode estar relacionada com alguns fatores climáticos como temperatura, pluviosidade e umidade relativa. Rutledge & Ellenwood (1975), sugerem que a sazonalidade deste insetos flebótomos pode estar relacionada com os padrões de distribuição das chuvas, propiciando formações de maiores criadouros no solo.

Mello et. al (2003) relatam influência da temperatura e pluviosidade em experimentos com abelhas africanizadas na região de Rio Claro, no Estado de São Paulo. Os autores observaram correlação positiva com o número de registro de solicitações das populações para retirada de colméias e enxames nos anos de 1994 e 1996, devido as elevações da temperatura e pluviosidades, sugerindo serem estas variáveis que poderiam ter provocado aumento nas populações de abelhas africanas.

Honorio & Oliveira (2001), em experimentos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no período de novembro de 1997 a outubro de 1998, no município de Nova Iguaçu,

Estado do Rio de Janeiro, coletaram maior número de larvas nos meses de maiores pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar, com diferenças significativas.

1.7 Tratamento e conservação do bambu

A principal dificuldade encontrada para conservação do bambu é a falta de informações, principalmente nas condições brasileiras. Essas dificuldades envolvem a falta de informações, desde a criação e preferência alimentar do caruncho do bambu, bem como o uso de produtos que garantam a conservação do bambu. A literatura sugere tratamento químicos e/ou mecânico, época e fase da lua durante a colheita para a conservação e preservação do mesmo para posterior utilização. Para Rosa (2009), o principal problema para a utilização do bambu em larga escala, é que o mesmo atrai a praga caruncho-do-bambu *D. minutus*, que é capaz de danificar e inutilizar seus caules. Em virtude deste motivo, o bambu necessita de tratamentos químicos e/ou preservativos que podem aumentar o seu custo na construção civil e demais fins.

Segundo Liese (2004a), os bambus apresentam baixa durabilidade natural, não produzindo toxinas durante sua vida, favorecendo assim, sua degradação por agentes biológicos. Algumas medidas preventivas podem minimizar ações geradas pelos carunchos. Galvão (2004), relata que colher colmos maduros no período de seca, diminui o ataque dos carunchos. Para Sarlo (2000), a colheita deve ser feita de acordo com as fases da lua, esclarecendo que a lua cheia é a melhor fase para realizar o corte. Segundo experimentos da autora, essa fase apresenta as menores quantidades médias de furos em bambus e de insetos adultos. Ainda segundo Sarlo (2000), outros fatores também podem influenciar no ataque, como o clima, tipo de transporte do bambu e seu armazenamento.

Segundo Simão (1957) e Kirkpatrick (1958), não há nenhuma influência da lua sobre o corte do bambu e o ataque do mesmo por insetos, principalmente o *D. minutus*. Porém, em experimentos para avaliar o ataque do *D. minutus* ao bambu, de acordo com corte do mesmo relacionado com a fase da lua, Sarlo (2000) analisou diferentes espécies de bambus. Para Sarlo (2000), segundo suas próprias palavras, “as fases de lua e o mês de corte em algumas espécies de bambu podem ser usados como técnica de manejo, visando minimizar o ataque de *D. minutus* (Tabela 3). A utilização de espécies de bambus resistentes em substituição a espécies

suscetíveis favorece seu emprego em maior escala, devido ao aumento da sua durabilidade". Abaixo, os meses indicados para o corte de acordo com a espécie estudada, segundo Sarlo (2000):

Tabela 3 – Meses e respectivas fases da Lua para corte do bambu, minimizando o ataque do caruncho do bambu.

Meses	<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>vittata</i>	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Phyllostachys</i> sp
Julho	Minguante	Cheia	Cheia	Não sofreu influência das fases de lua com relação ao seu corte
Agosto	Nova	Cheia	Nova	
Setembro	Minguante	Evitar o corte na lua cheia	Nova	
Outubro	Cheia e minguante	Minguante	Minguante	
Novembro	Evitar o corte na lua cheia	Evitar o corte na lua nova	Crescente	

Fonte: Sarlo (2000).

Segundo Hell et al. (2005), cerca de 40% das plantas atacadas pelo caruncho são perdidos. Em muitos casos, após a colheita, o bambu é submetido a tratamentos de “cura” tornando-os mais resistentes ao ataque destes organismos. Segundo Azzini et al. (1997), existem diversos métodos de tratamentos de “cura”: imersão, maturação no local da colheita, secagem, cura pela ação do fogo, cura pela ação da fumaça e tratamento químico. Outros métodos de conservação também são empregados como, método Boucherie modificado, “Cura na mata” ou “avinagrado”, pinçelamento, transpiração foliar, defumação, autoclave, aplicação de ácido Pirolenhoso, além da tradicional cultura popular. Outros tratamentos, citados por Colli et al. (2006), utilizam boro e tanino para minimizar a ação de pragas. Alguns destes métodos provocam danos ao ambiente e outros não apresentam resultados duradouros e eficazes, com soluções conclusivas. Para estabelecer qual método a ser utilizado, é necessário conhecê-lo para que não ocorra alteração das propriedades química e física do bambu, incapacitando ou minimizando, assim, a utilização deste vegetal para determinado fim.

Segundo Silva (2005), a baixa resistência biológica dos colmos é a principal limitação na utilização do bambu como elemento estrutural na construção civil, além de que os intemperismos podem diminuir sua resistência mecânica. Ainda segundo o autor, a estação do ano que o bambu armazena uma maior parte de suas reservas

nos rizomas é o inverno, que seria o período antes do aparecimento dos novos brotos. Caso seja colhido nesta estação, pode se obter colmos com menor teor de açúcar, que é o alimento de muitos insetos e fungos que se alimentam do bambu. Como no Brasil, esta estação geralmente ocorre no meio do ano e, muitos agricultores, fazem a colheita neste período que, segundo Pereira (2001), correspondem aos meses sem a letra “R” (maio, junho, julho e agosto), ideais para a realização do corte, o que corresponderá a menor quantidade de insetos e fungos, consequentemente, menores danos ao bambu pós-colheita.

Silva (2005) descreve que outro cuidado, também de acordo com a cultura popular, é a colheita de acordo com a idade do bambu. Dependendo da sua aplicação, como por exemplo em tecelagem ou cestaria, utilizam-se bambus novos (inferior a três anos de idade) devido sua flexibilidade. Para construções civil e rural, devem ser utilizados bambus maduros saudáveis (entre três e seis anos de idade), pois, estão no auge de sua resistência mecânica, devido a intensa lignificação. Ainda segundo Silva (2005), os colmos colhidos no ponto máximo de maturação são intensamente atacados por organismos xilófagos (insetos e fungos).

1.7.1 Imersão em água

Outro método de preservação do bambu, citado por Plank (1950), é a imersão dos colmos em água. Em experimentos o autor relata que a infestação por *D. minutus* foi reduzida em 94%, após os colmos recém-cortados permanecerem na água durante oito semanas. O inconveniente relatado é que as fibras ficam manchadas e quebradiças, podendo inviabilizar a aplicação do bambu para determinado fim.

1.7.2 “Cura na mata” ou ‘avinagrado’

A cura na touceira, processo conhecido como “avinagrado” na Colômbia, é realizada cortando-se os colmos na base, apoiando-os em pedras ou sobre outros colmos vizinhos. Após estes procedimentos, os colmos são deixados em repouso de quatro a oito semanas, em local arejado e ao abrigo da luz para que o processo de desidratação seja mais eficiente. Durante este período de repouso, continuam transpirando pelas folhas e efetuando a respiração pelo parênquima, sendo assim,

os teores de amido e umidade diminuem, minimizando o ataque do mesmo pelo caruncho do bambu (LIESE, 2004b). É possível acelerar o processo de secagem com a utilização de estufa ou fogo. No caso do fogo, os colmos são colocados deitados sobre um buraco de 50 cm de profundidade contendo brasa, tomando-se o cuidado de virá-los constantemente para que o calor atinja todas as regiões do vegetal.

Para Hidalgo-López (2003), os colmos, ainda com ramos e folhas, devem ser separados no solo por um substrato como por exemplo, uma pedra, deixando-os em repouso por quatro semanas. Este procedimento visa a resistência do bambu contra carunchos, porém, não evita ataque de fungos e cupins. Para o mesmo autor, é provável que a resistência se deva pela degradação do amido, tornando este vegetal impalatável para estes besouros.

1.7.3 Aplicação de ácido pirolenhoso

O ácido pirolenhoso é um produto milenar na cultura japonesa, podendo ser obtido através da condensação da fumaça derivada da queima da madeira (carbonização), durante a produção de carvão vegetal. É constituído, segundo Schnitzer et al. (2010), de 0,8 a 0,9 dm³ de água e por cerca de 200 componentes químicos diferentes, sendo predominantes o ácido acético, o metanol, a acetona e os fenóis, podendo ser utilizado como fertilizantes para adubação de arroz, melão, cana-de-açúcar, sorgo e batata-doce. Segundo Silva (2011), o ácido pirolenhoso é obtido por meio da decomposição térmica de matéria orgânica na ausência de oxigênio ou presença controlada, podendo ser utilizado na proteção do bambu ao ataque de carunchos. Segundo o mesmo autor, a queima da matéria orgânica forma três fases distintas: sólida, líquida e gasosa, sendo que na fase líquida há formação do ácido pirolenhoso ou extrato pirolenhoso

O ácido pirolenhoso é um preservativo que possui o intuito de prolongar a vida útil do bambu aumentando sua resistência à deterioração por insetos e fungos, possuindo grande potencial para proteger materiais lignocelulósicos da biodeterioração (MATSUOKA & BERALDO, 2014). Ainda segundo os autores, em experimentos com imersão de toletes de bambu em solução de ácido pirolenhoso diluído em água destilada, nas concentrações de 0%, 5%, 10%, 20% e 30%, durante 15, 45, 90 e 180 minutos, em temperatura de ebulição, após 16 semanas foi

encontrado uma tendência de influência positiva na resistência dos toletes a fungos e insetos até a concentração de 20% da solução. Muito usuários, imediatamente após a colheita do bambu, cortam o colmo em tamanhos pequenos, geralmente 2 m de comprimento, e mergulham a base em um balde com ácido pirolenhoso, com a finalidade de preservar o vegetal contra fungos e carunchos.

1.7.4 Banho quente-frio

Neste método, segundo Silva (2011), o bambu é imerso em um tanque com água aquecida a 90°C durante 30 min e após, ele é imerso em água fria por algumas horas. Neste caso, o amido é decomposto devido à elevação da temperatura, sendo eliminado no processo. Este procedimento é muito utilizado na produção de papel de bambu. Após o procedimento, a secagem do bambu dever ser efetuada na sombra e em locais secos, onde o mesmo deve ser apoiada em madeira tratada, travessas de tijolos ou concreto ou outro material que não apodreça, evitando contato com o solo, onde existem fungos que poderiam atacá-lo enquanto ainda está úmido. A secagem do bambu à sombra deve levar de dois a quatro meses (GALVÃO et al., 2004). Ainda, segundo os autores, no caso de estacas rachadas ao meio, longitudinalmente, a secagem das mesmas deve levar 15 dias em época de estiagem e 30 dias em épocas chuvosas. Se ocorrer durante a secagem, ataques do *D. minutus*, o bambu deverá ser submerso por um período de três minutos em solução preservativa a ser definida pelo usuário.

1.7.5 Utilização do fogo

Este método é ideal para colmos de bambus de pequeno diâmetro, onde as mesmas são queimadas na fogueira, com maçarico, carvão ou gás de cozinha, sempre de uma extremidade a outra, no mesmo sentido das fibras, degradando desta maneira, o amido armazenado (SILVA, 2011; BARBOZA et al., 2008). O inconveniente é que o colmo, após o método da utilização do fogo, pode adquirir uma coloração diferente no processo, além de ocorrer a impermeabilização do bambu devido ao derretimento da cera presente nas camadas externas do colmo, podendo prejudicar assim, sua utilização para determinado fim (SILVA, 2011).

1.7.6 Pincelamento, aspersão ou pulverização

São métodos com eficiência duvidosa, onde se utilizam pincéis, pulverizadores ou aspersores para aplicar o preservativo no bambu. Pelo fato do colmo do bambu apresentar uma epiderme impermeável (cuticular), o preservativo somente penetraria com eficiência nas extremidades cortadas do colmo e, nas regiões onde foram removidos os ramos laterais (SILVA, 2011). Em experimentos, Cardoso Junior (2000) relata que colmos de bambu foram tratadas, por pincelamento, com Pentoxin e óleo Diesel. Constatando, após algum tempo, que algumas peças foram atacadas por cupim, indicando a insuficiência do tratamento por pincelamento.

1.7.7 Defumação

Neste método, os colmos de bambu são perfurados e colocados em recipientes fechados, onde são queimados resíduos vegetais. A fumaça liberada impregna tanto a parte interna como externa do colmo de bambu, podendo provocar a degradação do amido, minimizando assim, o ataque do caruncho (LIESE, 2004b). Este método também altera a cor do bambu, enegrecendo-o. Ainda segundo Liese (1985), no Japão, o tratamento com fumaça é realizado durante 20 minutos, com temperatura variando de 120 a 150 °C. Porém, o inconveniente nesse tipo de tratamento é a possibilidade de ocorrência de rachaduras no colmo do bambu. Nomura et al. (2002), também cita que este método foi desenvolvido no Japão para aumentar a estabilidade dimensional do bambu, pois a carbonização superficial forma uma camada superficial protetora e enegrecida devido a adesão da fuligem e de outros componentes químicos da pirólise, desta forma, evita-se a utilização de preservativos químicos.

Sobre esses métodos de influência tradicional, é necessário lembrar que os relatos podem ser efetivos em relação aos efeitos, mas na maioria das vezes, são falhos em relação as causas. Por exemplo, considerar que o amido seja “degradado” pela ação do calor é uma afirmação errônea, face ao fato de que sob ação do calor, o amido muda de forma física, mas mantém sua estrutura química de carboidrato complexo. Submetido à temperatura acima de 100°C, o amido seco desdobra-se em dextrinas, que caramelizam em compostos escuros (BeMILLER, 1997).

1.7.8 Controle biológico

Quanto ao combate do *D. minutus*, a literatura cita principalmente produtos químicos, mas o efeito sobre agentes de controle biológico também tem sido avaliado. Porém a literatura dispõe de poucas informações a respeito deste método.

Rees (1991) utilizou o predador *Teretriosoma nigrescens lewis* (Coleoptera: Histeridae) no combate ao caruncho do bambu, conseguindo redução de até 91% na população desta praga. Oliveira et al. (2002), relataram efeito do ácaro *Acarophenax lacunatus*, parasita de ovos do *D. minutus*, com redução de em 76,7% das perdas ocasionadas pelo caruncho em mandiocas fermentadas e secas.

Oliveira et. al (2002), relataram o parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) em ovos de *D. minutus*. Segundo os autores, o crescimento das populações de *D. minutus* infestadas pelo ácaro *A. lacunatus* foi muito inferior ao das populações não-infestadas (controle) sendo que, o número de larvas e adultos do caruncho sofreu reduções de 45,5% e 59,7%, respectivamente, em relação à testemunha. Em experimentos, Haines (1988) identificou o ácaro *Nodele mu* provocando diminuição de populações de *D. minutus*.

1.8 Tratamento e conservação do bambu através de procedimentos físicos

1.8.1 Autoclave

É um método adequado para bambus secos, com teor de umidade abaixo de 20%. O inconveniente é que, apesar de ser eficiente, colmos roliços de bambu podem apresentar ruptura, gerando problemas estruturais e econômicos (CARDOSO JUNIOR, 2000). Para a utilização deste método, os colmos devem ser desidratados e após isso, perfurados em seus diafragmas para não estourarem no início do processo, quando o bambu é submetido ao vácuo (SILVA, 2011).

1.8.2 Método Boucherie modificado

Segundo Kumar & Dobriyal (1993), o Método de Boucherie, também denominado “tratamento por gravidade”, é utilizado em bambus recém-colhidos.

Este método consiste em substituir a seiva por substâncias preservativas através do uso de pressão, podendo-se aumentar a eficácia do tratamento considerando a espécie de bambu, idade, época de corte, comprimento do colmo e teor de umidade, da concentração e quantidade da solução do colmo e da intensidade da pressão utilizada. As substâncias utilizadas no Método de Boucherie podem ser o borato de cobre cromatado ou uma combinação do ácido bórico com o bórax (um sal à base de boro), ou até mesmo, aplicação de sulfato de cobre. Ambas as substâncias devem ser aplicadas em ambientes fechados, pois podem ser lixiviados, podendo gerar degradações ambientais.

Liese e Kumar (2003), caracteriza os métodos de preservação do bambu em pressurizado e não pressurizado. Os métodos não pressurizados envolvem extratos químicos sintéticos e/ou naturais. Dos métodos pressurizados, utiliza-se o autoclave, sendo o mais conhecido e aplicado, o método Boucherie modificado. Segundo Oliveira (1980), este método surgiu, após Pierre Boucherie (1873-1948), aprimorar a técnica da substituição da seiva do bambu por preservativos com o uso da pressão, diminuindo, desta forma, o tempo necessário para se realizar o tratamento.

O tratamento consiste em utilizar a pressão hidrostática para estimular a penetração, por exemplo, do sulfato de cobre pela extremidade do bambu, expulsando desta maneira, a seiva, com a finalidade de ocupar seu lugar. Uma luva de borracha é acoplada na extremidade do colmo do bambu, após a retirada de ramos e folhas, enchendo a mesma com produto químico. Após este procedimento, fecha-se a outra extremidade do bambu, colocando o mesmo na posição vertical, de tal forma que a luva de borracha fique na parte superior, permitindo que o sulfato de cobre penetre no interior do colmo por pressão hidrostática (OLIVEIRA, 1980).

1.8.3 Ultrassom

Este método visa a caracterização de materiais tais como aço, concreto e madeira sem a necessidade de destruir a matéria prima. De acordo com Espelho (2007), fatores como a presença de defeitos, falhas naturais ou decorrentes do ataque de organismos xilófagos, podem influenciar na velocidade do pulso ultrassônico (VPU). Em relação ao bambu, esta VPU pode apresentar valores diferenciados de acordo com a posição (Tabela 4).

Ainda segundo o autor, ao se utilizar ultrassom em um bambu seco e detectar-se uma diminuição da VPU à medida que as ondas passam pelo mesmo, pode se concluir que há um indício de degradação de fibras parenquimáticas.

Tabela 4 – Valores médios da velocidade do pulso sônico (VPU) através do bambu desidratado.

Velocidade do pulso ultrassônico (m/s)	
Posição	Bambu desidratado
Radial	2500
Tangencial	1700
Longitudinal	5000

Fonte: Espelho (2007).

1.9 Tratamento e conservação do bambu através de procedimentos químicos

1.9.1 Tratamentos químicos diversos

Existem diversos produtos químicos utilizados na repelência do caruncho, contudo estes causam danos ao meio ambiente natural, a saúde humana e encarecem o uso da matéria prima. Além do alto custo da utilização destes produtos, o uso contínuo destes produtos pode acarretar uma série de consequências indesejáveis, como a seleção de insetos resistentes a esses produtos, contaminação do lençol freático e intoxicação do operador. Produtos naturais de plantas nativas podem substituir produtos químicos comerciais, minimizando assim, os impactos ambientais (TEIXEIRA, 2006).

Existem dois tipos de preservativos químicos que podem ser utilizados em tratamentos do bambu: hidrossolúveis e oleossolúveis. Segundo Liese (2004a), a escolha do tipo de preservativo dependerá das condições físicas em que se encontram os colmos e taliscas do bambu (teor de umidade, destinação do produto e de equipamentos e materiais disponíveis) Ainda segundo o autor, os preservativos hidrossolúveis são mais utilizados, pois podem penetrar nos colmos ainda verdes e recém-coletados, penetrando totalmente no tecido parenquimático.

Segundo Liese (2004a), os preservativos oleossolúveis, como por exemplo, o creosoto de hulha, exigem que o bambu esteja desidratado. Desta forma, podem ser aplicados sob pressão para uma melhor penetração nos tecidos do bambu. Porém, podem provocar dano ambiental caso atinjam o solo ou o meio aquático.

Plank (1950), relata a injeção de sulfato de cobre (CuSO_4) no bambu pelo método de escalonamento, com eficácia de 93% na redução do ataque. O mesmo também injetou ácido clorídrico (HCl) para hidrolisar o amido que, além de não impedir ou minimizar o ataque do *D. minutus*, inutilizou o bambu. Outra técnica utilizada pelo mesmo autor, foi a aplicação de DDT (5% em combustível diesel) em colmos de bambu, durante uma imersão de 10 minutos, reduzindo a infestação em 98% após três meses, e 91% aos doze meses, ficando ainda ativo, porém em baixa toxicidade, após três anos da aplicação.

Alguns compostos secundários (fenólicos) foram relatados em bambu Mosso (*Phyllostachys pubescens*), sugerindo efeitos protetores contra carunchos e fungos. Sabe-se que este grupo de compostos apresentam diversas funções biológicas de acordo com o vegetal de origem, como propriedades sensoriais (características organolépticas), crescimento, processo germinativo de sementes, efeitos alelopáticos, mecanismo de defesa vegetal, entre outras (LIMA & MORAES, 2008). Para algumas espécies de plantas, há relatos de efeito repelente, regulador de crescimento e antialimentar sobre várias espécies de coleópteros, lepidópteros, homópteros, heterópteros e dípteros (KOUL et al., 1991; MARTINEZ, 2002).

Em experimentos para avaliação inseticida do boro, quando impregnado em *B. tuldaoides*, Colli et al. (2006), observaram que amostras tratadas não foram atacadas pelos cupins *Coptotermes gestroi* e *Nasutitermes sp*, apresentando grande eficiência inseticida.

1.9.2 Plantas inseticidas

Na busca por controle dos insetos, tem-se avaliado extratos de plantas com potencial repelente e/ou inseticida. Diversas plantas do cerrado apresentam efeito repelente natural, com vantagem de baixa toxicidade para o ambiente (WEINZIER et al., 1991; PINTO et al., 2002). Ainda segundo os autores, as plantas apresentam defesas que as protegem de insetos fitófagos, herbívoros e de outras plantas. Estas substâncias são compostos químicos secundários resultantes do metabolismo da própria planta, denominadas aleloquímicos ou fitotoxinas.

Diversas pesquisas demonstram que os princípios ativos dos inseticidas botânicos são substâncias secundárias do metabolismo das plantas. Estas são acumuladas nos tecidos parenquimáticos dos vegetais, podendo ser utilizadas na

defesa contra ataques de insetos. Segundo Castro (2007), o interesse pela utilização dessas substâncias vem crescendo, pois é considerada uma alternativa mais segura ambientalmente, por ser biodegradável e economicamente viável, em substituição aos inseticidas sintéticos. Para Vendramim (1997), os princípios ativos de plantas consideradas inseticidas podem ser utilizados de várias maneiras como, por exemplo, na forma de pó, extratos aquosos e não aquosos, bem como na forma de óleos. Ainda, segundo o autor, a melhor opção é a utilização na forma aquosa devido a facilidade de obtenção e aplicação. Também, para Roel (2001), a utilização de produtos químicos naturais para o controle das pragas tem sido apresentada com vantagens quando comparado ao emprego de produtos químicos sintéticos, pois são obtidos de recursos renováveis sendo rapidamente degradados, além de apresentarem baixo custo de produção e tornar mais lenta a seleção de insetos resistentes.

Para Yanwen et al. (1996), carunchos *D. minutus* adultos apresentam forte resistência a pesticidas. O fato sugere que a opção mais viável, portanto, é impedir o acesso destes aos toletes desidratados. Esse é o papel dos repelentes que, segundo Fradin (1998), caracterizam-se por apresentar eficácia de até oito horas, ser atóxico, liberar poucos odores, ser resistente à água e economicamente viável.

1.9.3 Exemplos de plantas inseticidas

1.9.3.1 Castanha de Caju (*Anacardium occidentale*)

A espécie *A. occidentale*, vulgarmente conhecida como cajueiro, pertence à família Anarcadiaceae (CORREIA et al., 2006) e é muito cultivada no Brasil na produção in natura da fruta da castanha e de sucos.

O fruto do cajueiro, popularmente conhecido como castanha de caju, é um aquênio de comprimento e largura variáveis, casca coriácea lisa, mesocarpo alveolado. O mesocarpo é repleto de um óleo escuro quase preto, cáustico e inflamável, o qual é conhecido como óleo da castanha de caju ou líquido da castanha do caju (LCC), cujo princípio ativo majoritário é o ácido anacárdico (ácido 2-hidroxi-6-pentadeca-benzólico), utilizado por indústrias químicas como componente de produtos inseticidas (MAZZETO et al., 2009; VIEIRA, 2011). O LCC também pode

ser utilizado em indústrias de produção de cimentos, tintas, vernizes, polímeros e resinas (PARAMSHIVAPPA et al, 2001; MENON et al., 1985).

Ainda, segundo Mazzeto et al. (2009), o LCC é uma das fontes mais ricas de lipídeos fenólicos não-isoprenoides de origem natural e contém uma grande quantidade de ácido anacárdico ($C_{22}H_{30}O_3$), substância com ação inseticida e repelente. Estes lipídeos fenólicos apresentam o núcleo do ácido salicílico e uma cadeia lateral de 15 carbonos, que pode conter uma, duas ou três ligações insaturadas. Relatam ainda que, embora este extrato seja muito utilizado em indústrias, é muito pouco explorado em áreas como ciências biológicas e farmacêuticas, como é o caso da produção de inseticidas, repelentes, agrotóxicos e/ou medicamentos.

Hemshekhar et al. (2012) relatam pesquisas sobre a ação repelente do LCC contra pulgões, ácaros, *Trypanosoma cruzi* e caruncho da batata (*Leptinotarsa decemlineata*). Schultz et. al. (2006), em pesquisas com larvas deste mesmo caruncho, encontraram resultados significativos para a ação repelente do líquido da castanha de caju (LCC) em dietas tratadas com 2,5 mg/mL de LCC. Ainda, nesta mesma concentração, ocorreu mortalidade de larvas após 12 dias do início de cada repetição, sendo que geralmente, o estágio larval completo, leva entre 14 e 21 dias para esta espécie de inseto.

Segundo Prates & Santos (2000), os repelentes com maior eficiência devem apresentar ação por ingestão e/ou contato físico e ação fumigante. Os lipídios fenólicos como o ácido anacárdico apresentam propriedades tóxicas e irritantes. Essas substâncias penetram no corpo dos insetos via sistema respiratório (efeito fumigante), pelo sistema digestório (efeito de ingestão) e através da cutícula quitinosa (efeito de contato).

1.9.3.2 Citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor)

A citronela pode ser comercializada como Capim-citronela, Cidró-do-Paraguai, Citronela-de-Java e Citronela-do-Ceilão. A mesma é originária da Índia, Ásia, Indonésia e Sri Lanka. Segundo Makhaik et al. (2005), a Citronela (*Cymbopogon winterianus*) apresenta atividade repelente a insetos. Os principais princípios ativos identificados no óleo de citronela, foram os monoterpenos oxigenados: citronelal

(23,59%), geraniol (18,81%) e citronelol (11,74%), que podem ser extraídos do caule e das folhas (Oliveira et al., 2011).

Em experimentos realizados por Carroll (1994), com a utilização de óleo de citronela em discos de papel de filtro, foi observado uma ação deterrente dessa substância em fêmeas de ácaros vinte e quatro horas após o início dos testes e, ação repelentes entre 30 a 120 minutos após a colocação dos ácaros. Labinas e Crocomo (2002), em testes com óleo de citronela a concentração de 1%, encontraram mortalidade superior a 80% sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*. Colpo et al. (2014), em experimentos com mariposa-oriente (*Grapholita molesta*), encontrou efeitos satisfatórios da ação inseticida do óleo da citronela nas concentrações de 0,5%, 1% e 5%, provocando mortalidade, respectivamente, de 62%, 74% e 81%, inferindo grande potencial para o controle deste inseto. Também, Andrade et al. (2013) relatam a ação repelente e inseticida da citronela sobre fêmeas de pulgão (*Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)). Os autores observaram diminuição na produção de ninfas desse pulgão em 92%.

1.9.3.3 NIM (*Azadirachta indica* A. Juss)

A espécie vegetal *Azadirachta indica* é popularmente conhecida como NIM e pertence à família das Meliáceas e subfamília Melioidea, sendo originária da Índia, vêm sendo muito estudada como repelente e inseticida, além de ser utilizado na produção de madeira (MARTINEZ, 2002). Esta espécie cresce muito bem em áreas de clima tropical e subtropical, com porte podendo variar de 15 a 20 m de altura, com tronco semireto a reto, de 30 a 80 cm de diâmetro, relativamente curto e duro, com fissuras e escamas, de coloração marrom-avermelhada (MOSSINI & KEMMELMEIER, 2005). Ainda, segundo os autores, o NIM apresenta a capacidade de proteger vegetais contra grande número de pragas por meio de uma grande quantidade de compostos bioativos. Vem sendo utilizado há séculos no Oriente Médio como planta medicinal, atuando no tratamento de infecções virais, anti-inflamatórios, hipertensão, febre, micoses, como planta de sombra, repelente, matéria prima para construção, combustível, lubrificante, adubo e mais recentemente como praguicida (MOSSINI & KEMMELMEIER, 2005). Ainda segundo os autores, afeta o desenvolvimento das larvas de insetos e atrasam seu

crescimento, reduz a fecundidade e a fertilidade nos adultos, interfere na ecdise, atua na redução de ovos depositados e provoca diversas anomalias.

O principal componente ativo presente no NIM é a azadirachtina entre outros ingredientes presentes. Quando o inseto adulto se alimenta com produto tratado com NIM, seus órgãos detectam o alimento impalatável e, no caso das larvas destes insetos, quimiorreceptores fazem com que eles não se alimentem. Outras atividades também são observadas como interferência no crescimento e metamorfose dos insetos, fazendo com que não ocorra a ecdise, ou ainda, a consequente redução de ovos depositados pelos insetos que se alimentam desta planta (LUNTZ & NISBET, 2000). Produtos à base de NIM são utilizados como pesticidas contra insetos fitófagos, afetando insetos Orthopteras, Heteropteras, Homopteras, Thysanopteras, Hymenopteras, Coleopteras, Lepidopteras e Dipteras, segundo Schmutterer (1990).

Rahman et al. (2001) relatam experimentos com a aplicação do NIM com finalidade repelente contra mosquitos dos gêneros *Aedes culex*, *Anopheles*, demonstrando segurança e eficácia nas aplicações. Também foram avaliadas as propriedades antimaláricas e a padronização do uso de tabletes de NIM em ratos, sendo encontrados a existência de atividade antimalária em tabletes preparados a partir da casca e folhas desta espécie vegetal (ISAH et al., 2003). Para Penteado (1999), o NIM é considerado atualmente a mais importante planta inseticida em todo o mundo, sendo que esta atividade já foi referida para mais de 400 espécies de insetos, das quais mais de 100 ocorrem no Brasil.

1.9.3.4 Pimenta Malagueta (*Capsicum frutescens* L.)

Pimentas do gênero *Capsicum*, Solanaceae, conhecidas internacionalmente como plantas chili, são nativas de regiões tropicais da América e possuem princípio ativo com ação repelente em insetos, a capsaicina. Este composto é produzido como um metabólito secundário, provavelmente como barreiras contra os herbívoros (GUERRA, 1985). A pimenta malagueta é cultivada para ser utilizada como condimento nos alimentos mas, também, muito conhecida por seu elevado conteúdo de alcalóides nas frutas maduras. Estas substâncias têm efeito como inseticida e repelente e, controlando larvas de lepidópteros, pulgões e vírus (BRECHELT, 2004). Segundo Eshbaugh (1970), a pimenta malagueta (*C. frutescens* L.) é originária da Amazônia, sendo difundidas em regiões tropicais e subtropicais. Procópio et al.

(2003) encontraram efeito repelente sobre o caruncho de grãos *Sitophilus zeamais* através da utilização do pó de folhas desta espécie de pimenta.

Oliveira (2013), em experimentos com pimenta malagueta, identificou que a mesma apresenta compostos químicos com potencial efeito inseticida e acaricida. Venzon et al. (2006), também constataram eficiência de 76% no controle do ácaro *Polyphagotarsonemus latus* com a utilização desta espécie de pimenta.

1.9.3.5 Barbatimão Tanino (*Stryphnodendron barbatiman*)

Segundo Souza (2013), o barbatimão é muito utilizado para o tratamento de feridas, com ação cicatrizante, anti-inflamatório, anti-infeccioso, analgésico no tratamento da dor, tratamento de gastrite, problemas renais, para tratamento de alergias, para câncer, verminoses e também, ação inseticida.

O barbatimão, pertencente à família Fabaceae, é uma planta muito utilizada para a extração do tanino. É uma árvore típica do Cerrado, encontrada desde o Pará na região Amazônica até o Planalto Central, alcançando o Sudeste (FELFILI, 1999). POTENZA et al. (1999), também realizaram testes em laboratório para avaliar a atividade acaricida de extratos vegetais. Os autores observaram mortalidade de 72,13% do ácaro rajado *Tetranychus urticae* com aplicação do extrato do barbatimão.

O tanino é um composto fenólico de alto peso molecular que já foi identificado como fungicida e bactericida (COSTA et. al., 2008). Como composto fenólico e metabólito secundário, provoca alelopatia, ou seja, confere à planta resistência a insetos e herbívoros. Segundo Mello & Santos (2001), o tanino possui grande interesse econômico e ecológico, por ser biodegradável e atuar como inseticida, além de produzir substâncias fenólicas, utiliza estes compostos na defesa contra insetos, pois as mesmas atuam como atividade anti-alimentar. Outros exemplos de vegetais que produzem substâncias fenólicas: laranjeira-do-mato (*Actnostemon concolor*), Guaricana (*Geonomia shottiana*), Tinge boca (*Palicouria rigida*) e Congonha-de-bugre (*Rudgea viburnoides*).

Vários tratamentos são utilizados para conservar o bambu pós-colheita contra o ataque de organismos. Portanto, faz-se necessário que a busca por tais tratamentos esteja baseada em conter os danos ambientais, onde os custos possam ser compensados pelos benefícios obtidos por estes métodos.

Os três capítulos (artigos) a seguir, foram elaborados e submetidos para revistas científicas. Os mesmos seguiram as normas das revistas:

Capítulo 1: Revista Ciência Rural. ISSN 1797-1803

Capítulo 2: Revista Ciência Rural. ISSN 1797-1803

Capítulo 3: Revista Ceres. ISSN 0034-737X. ISSN 2177-3491

1.10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD. LATIF, M. Effects of age and height on the machining properties of Malaysian bamboo. **Journal of Tropical Forest Science.** v. 5, n. 4, p.528-535, 1993.
- ABOOD, F.; NORHISHAM, A. R.; SHAHMAN, M.; ANDY, A. Sexual identification of bamboo borer *Dinoderus minutus* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). **The Malaysian Forester.** v. 73, n. 1, p. 1-6, 2010.
- ADAMSON, M.; LÓPEZ, D. Socio-Economic Study for the Bamboo Sector in Costa Rica. **International Network for Bamboo and Rattan**, Working Paper, p. 38, 2001.
- AGENDA 21. Instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasil, 2002. Disponível em:
[<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>](http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21)
Acessado em 05 de outubro de 2014.
- ALBERTINI, J. L. A. Cultura de bambu. **Informe de Pesquisa**. Londrina, v. 3, n. 22, p. 1-7, 1979.
- ANDRADE, L. H.; OLIVEIRA, J. V.; LIMA, I. M. M.; SANTANA, M. F.; BREDA, M. O. Efeito repelente de azadirachtina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: phididae) em algodoeiro. UFCE, Fortaleza, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 628-634, 2013.
- ARANDA JUNIOR, M.L. Elaboração de cartilha para montagem de cobertura em bambu em moradias rurais. **Dissertação** (Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade), Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Arquitetura e Geografia, Universidade Federal de mato Grosso do Sul, 2014.
- AZIZ, M. A.; SITARAMAN, N. L. Studies on the *Dinoderus* borer in bamboo: Parte II. Identification of sexes in *Dinoderus* sp. Entomology Group. **Technical Development Establishment Laboratory (Stores)**, Kanpur. p. 102, 1948.
- AZZINI, A.; NAGAI, V.; CIARAMELLO. D. Celulose monossulfito a partir de *Bambusa vulgaris* Schrad. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. único, p. 131-144, 1979.

- AZZINI A.; ARRUDA M. C. Q.; FILHO M. T.; SALGADO A. L. B.; CIARAMELLO, D. Variações dos teores de fibras celulósicas e amido no colmo de bambu. **Bragantia**, Campinas, v. 46, p. 141-145, 1987.
- AZZINI, A., SANTOS, R.L. PETTINELLI JÚNIOR, A. BAMBU: Material alternativo para construções rurais. Campinas, SP, Instituto Agronômico de Campinas, **Boletim Técnico**, n. 171, p. 1-18, 1997.
- AZZINI A.; GONDIM-TOMAZ R.M.A.; ERISMANN N.M. Desfibramento de cavacos laminados de *Bambusa vulgaris* Schrad, visando à extração de amido. **Bragantia**. Campinas, v. 57, n. 1, p. 41-44, 1998.
- BARBOSA, A. C. Bioengenharia utilizando bambus em faixas para o controle de processos erosivos: uma análise quantitativa. **Polibotânica**. México, n. 33, p. 223-243, 2012.
- BARBOSA, A. C.; DINIZ, H. N. Controle de processo erosivo provocado por rompimento de adutora na Serra da Mantiqueira, SP, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 691-702, 2010.
- BARBOZA, A. S. R.; BARBIRATO, J. C. C.; SILVA, M. M. C. P. Avaliação do uso de bambu como material alternativo para a execução de habitação de interesse social. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 115-129, 2008.
- BARRICHELO, L. E. G., FOELKEL, C. E. B. Produção de celulose sulfato a partir de misturas de madeira de *Eucalyptus saligna* com pequenas proporções de cavacos de *Bambusa vulgaris* var. *vittata*. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**. p. 93-99, 1975.
- BeMILLER, J.N. Starch modification: challenges and properties. **Stach/Stärk**, v.49, n.4, p.127-131, 1997.
- BERTI FILHO, E. Coleópteros de importância florestal: 1 – *Scolytidae*. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 39, p. 39, 1979.
- BORGEMEISTER, C.; SCHAFER, K.; GOERGEN, G.; AWANDE, S.; SETAMOU, M.; POEHLING, H. M.; SCHOLZ, D. Hostfinding behavior of *Dinoderus bifoveolatus* (Coleoptera: Bostrichidae), an important pest of stored cassava: the role of plant volatiles and odors of conspecifics. **Journal Annals of th Entomological Society of America**. v. 92: p. 766-771, 1999.
- BRECHELT, A. O Manejo Ecológico de Pragas e Doenças. **Rede de Ação em Praguicidas e suas Alternativas para a América Latina**, p. 23–24, 2004.

- BRITO, C. H.; MEZZOMO, J. A.; BATISTA, J. L.; LIMA, M. S. B.; MURATA, A. T. Bioatividade de extratos vegetais aquosos Sobre *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, n. 71, p.41-45, 2004.
- BRITO, J. O.; FILHO, M. T.; SALGADO, A. L. B. Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 36, p. 13-17, 1987.
- CALEGARI, L.; HASELEIN, C. R.; SCARAVELLI, T. L.; SANTINI, E. J.; STANGERLIN, D. M.; GATTO, D. A.; TREVISAN, R. Desempenho físico-mecânico de painéis fabricados com bambu (*Bambusa vulgaris* Schr.) em combinação com madeira. **Cerne**, v. 13, n. 1, p. 57-63, 2007.
- CÂNDIDO, J. F., RIBEIRO, J. B. Culturas florestais (algaroba - aroeira - bambu). **Embrapa Amazônia Ocidental**. Viçosa, MG: p. 44, 1991.
- CARDOSO JUNIOR, R. Arquitetura com bambu. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura), Universidade Anhanguera, Uniderp, p. 37, 2000.
- CARRIO, J. M. Patología de cerramientos y acabados arquitectonicos. **Editorial Munilla-Leria**. 2 ed., p. 399, 1997.
- CARROLL J. F. Feeding deterrence of northern fowl mites (Acari: Macropyssidae) by some naturally occurring plant substances. **Pesticide Science**, v.41, n.3, p.203–207, 1994.
- CARVALHO, A. A.; HENNEN, J. F.; FIGUEIREDO, M. B. Primeira constatação do teleomorfo da ferrugem (*Kweilingia divina*) do bambu (*Bambusa vulgaris*) nas Américas. **Summa Phytopathologica**. v. 27, p. 260-263, 2001.
- CASTRO, M. J. P. Potencial inseticida de extratos de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre a fase larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). UFPI. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, p. 1-2, 2007.
- CERRI, C. O Rei do Oriente. **Revista Globo Rural**. p.58, 1991.
- CHUJO, M. Insects of Micronesia - Coleoptera: Bostrichidae. **Insects of Micronesia**. v. 16, n.2, p. 85-104, 1958.
- CIARAMELLO, D. Bambu tem mil e uma possibilidades. **Coopercotia**. p. 38, 1968.
- COLLI, A.; NASCIMENTO, A. M.; XAVIER, L. M.; RUBIM, I.B. Propriedades físico-mecânicas e preservação, com boro e tanino, do *Bambusa tuldaoides* (Munro). **Floresta e Ambiente**. v.14, n.1, p. 56 - 64, 2006.

- COLPO, J.F.; JAHNKE, S.M.; FÜLLER, T. Potencial inseticida de óleos de origem vegetal sobre *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). UFRS. Porto Alegre – PR. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.16, n.2, p.182-188, 2014.
- CORREIA, S. J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1287-1300, 2006.
- CORREIA, V. C. Produção e caracterização de polpa organossolve de bambu para reforço de matrizes cimentícias. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. p.24, 2011.
- COSTA LIMA, A. M. Insetos do Brasil. 8h tomo. Rio de Janeiro. **Escola nacional de agronomia. Série didática**, n. 9, 1953.
- COSTA LIMA, A. M. Insetos do Brasil. 9h tomo (Coleopteros). Rio de Janeiro. **Escola Nacional de Agronomia**. p. 289, 1955.
- COSTA, C.; VANIN, S. A; CASARI-CHEN, S. A. Larvas de Coleoptera do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo: **FAPESP**, 1988.
- COSTA, C.T.C.; BEVILAQUA, C.M.L.; MORAIS, S.M.; VIEIRA, L.S. Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.10, n.4, p. 116, 2008.
- COSTA, T. M. S. Estudo da viabilidade técnica do emprego do bambu da espécie *Bambusa vulgaris schard*. Como carvão vegetal. **Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Materiais)**, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, SP. p. 74, 2004.
- CUSACK, V. Bamboo world - the growing and use of clumping bamboos. **East Roseville: Ed. Kangoroo Press**, p. 46, 1999.
- DOBIE, P., HAINES, C.P.; HODJES, R. J.; PREVETT, P. F. Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification: a training manual. UK, **Tropical Development and Research Institute**. p. 273, 1984.
- DRAKE, J.; JAYANETTI, D.L.; FOLLET, P.R. Control of beach erosion using bamboo. International Bamboo. **Congress, International Bamboo Workshop**. São José, Costa Rica, 2002.
- DUNKELBERG, Klaus. Bamboo as a building material, in: IL31 Bambus, **KarlKrämer Verlag Stuttgart**, 1992.
- ESHBAUGH, W. H. A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum*

- (Solenaceae). **Brittania**, v. 22, p. 32-33, 1970.
- ESPELHO J. C. C. Tratamento químico de colmos de bambu pelo método de Boucherie modificado. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. p. 130, 2007.
- ESPELHO, J. C. C.; BERALDO, A. L. Avaliação físico-mecânica de colmos de bambu tratados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.6, p.645–652, 2008.
- ETOH, T. Breeding and testing of *Dinoderus minutus* Fabricius. **Wood Preservation**, v.22, p.17-31, 1996.
- FANTI, S. C.; PERES, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L. seeds. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p.49-56, 2003.
- FELFILI, J.M.; DA SILVA JÚNIOR, M.C.; DIAS, B.J.; REZENDE, A.V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Botânica. Brasil**, v.22, p. 83-90, 1999.
- FILGUEIRAS, T.S. Bambus nativos do Distrito Federal, Brasil (Gramineae: Bambusoideae). **Revista Brasileira de Botânica**. v. 11, p. 47-66, 1988.
- FILGUEIRAS, T.S.; SANTOS-GONÇALVES A.P. A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil. **Bamboo Science and Culture**, v. 18, p. 7-18, 2004.
- FILGUEIRAS, T.S. 2011. *Bambusa* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2011. Disponível em:
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011/FB086783> Acessado em 01 de março de 2015
- FISHER, W. S. A revision of the North American species of beetles belonging to the family Bostrichidae. **National Agricultural Library**. p. 23, 1950.
- FLECHTMANN, C. A. H.; TEIXEIRA, E. P.; GASpareto, C. L. Altura de voo de Bostrichidae (Coleoptera) em *Pinus caribaea* v. *hondurensis* em Agudos, SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, p. 19-26, 1997a.
- FLECHTMANN, C. A. H.; TEIXEIRA, E. P.; GASpareto, C. L. Influência da Cores na Atração de Bostrichidae (Coleoptera) em Área de Pinheiro Tropical em Agudos, SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, p. 1-17, 1997b.
- FRADIN, M. S. Mosquitoes and mosquito repellents: a clinician's guide. **Annals of Internal Medicine**, v.11, p.931-940, 1998.

- GALLO, D., NAKANO, O., SILVERA NETO, S., CARVALHO, R. P. L., BERTI FILHO, E., BATISTA, G. C., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B., VEDRAMIM, J. D. Manual de entomologia agrícola. São Paulo: **Agronômica Ceres**, p. 649, 1988.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA N. S., CARVALHO, R. P. L., BERTI, F. E., GORSKI, R. Evaluation of the effectiveness of natural essential oils in the monitoring of the occurrence of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). **Jornal of Plant Protection**, p. 393-397, 2003.
- GARCIA, C. M. Management of Powder-post Beetles, *Dinoderus minutus* F. in Freshly Cut Bamboo. **Oregon State University**. p. 3, 2005.
- GARLET, J. Levantamento populacional da entomofauna em plantios de *Eucalyptus* spp. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, p. 16-17, 2010.
- GALVÃO, A. P. M.; MAGALHAES, W. L. E.; MATTOS, P. P. Processos Práticos para Preservar a Madeira. Embrapa Florestas. **Colombo**. p. 39-40, 2004.
- GILLOTT, C. Entomology. **Dordrecht: Springer**. 3 ed., p. 831, 2005.
- GROSSER, D.; LIESE, W. The anatomy of Asian bamboos, with special reference to their vascular bundles. **Wood Science Technology**, v. 5, p. 290 – 312, 1971.
- GUERRA, M.S. Receituário caseiro: alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos. Brasília – DF: **Embrater**, p. 166, 1985.
- HAINES, C.P. A new species of predatory mite (Acarina: Cheyletidae) associated with bostrichid beetles on dried cassava. **Acarologia**. v. 29, p. 361-375, 1988.
- HANKS, L.M., PAYNE, T. D., MILLAR, J.G. Host species preference and larval performance in the wood boring beetle *Phoracantha semipunctata* F. **Oecologia**, n.95, p.22-29, 1993
- HELL, K.; LAMBONI, Y.; HOUNDEKON, T.; ALIDOU, M. G.; Augmented release of *Teretrius nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) for the control of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in stored cassava chips. Estados Unidos, **Journal of Stored Products Research**, v. 42, n. 3, p. 367-376, 2005.
- HEMSHEKHAR, M.; SANTHOSH, M. S.; KEMPARAJU, K.; GIRISH, K. S. Emerging Roles of Anacardic Acid and Its Derivatives: A Pharmacological Overview. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, v. 110, n. 2, p. 122–132, 2012.
- HICKIN, N. E. The Insect Factor in Wood Decay. **Associated Business Programmes London**. 3 ed., 1975.

- HIDALGO-LÓPEZ. Bamboo: the gift of the gods. Colômbia: **D'Vinni Ltda, Part.** v. 4, p. 142 -153, 2003.
- HSING, T. Y.; PAULA, N. F. Produção e caracterização de carvão ativado de quatro espécies de bambu. **Ciência & Tecnologia:** FATEC-JB, Jaboticabal, v.3, 2011.
- IBAMA. Roteiro Metodológico para a Gestão de Área de Proteção Ambiental – APA. **Brasília - DF**, 2001.
- INBAR - International Network for Bamboo and Rattan.** Disponível em: <<http://www.inbar.int>> Acessado em 05 de maio de 2014.
- JANSSEN, J. J. A. Designing and building with bamboo. In: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). Beijing, China, **Technical report**. n. 20, 2000.
- JIANG, Z.H.; MING, Y.Y. Prospects for substituting bamboo-based products to wood in Yunnan. **X World Forest Congress**, Paris, v. 6, p. 479-483, 1992
- JUDZIEWICZ, E. J.; CLARK, L. G.; LONDONO, X.; STERN, M. J. American Bamboos. Washington: **Smithsonian Institution Press**. p. 392, 1999.
- KALEY, V. Venu Bharati, a comprehensive volume on bamboo. **Maharashtra**, Índia. p.189, 2000.
- KIRKPATRICK T.; SIMONDS N.W. Bamboo borer and the moon. **Tropical Agriculture**, Trinidad, p. 299-301, 1958.
- KLEINE, H. J. Bambu – Uma Fibra Excepcional. **O Papel**. Pacaembu-SP, p. 52-54, 2004.
- KOUL, O.; ISMAN, M.B.; KETKAR, C.M. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. **Journal Botanic**, v.68, p.1-11, 1990.
- KUMAR, S.; DOBRIYALI, P. B. Tratability classification of hardwoods. **Wood and Fiber Science**, v.25, n.2, p.192-197. 1993.
- KUMAR, M. Field identification key to native bamboos of Kerala. **Kerala Forest. Research institute**, p.38, 2002.
- LABINAS, A.M.; CROCOMO, W.B. Effect of java grass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1401-1405, 2002.
- LANCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Garios, **RIMA Artes e Textos**, p. 69-182, 2000.
- LAWRENCE, J. F.; BRITON, E. B. Australian Beetles. Carlton: **Melbourne University Press**. p. 192, 1994.

- LEE, A.W.C.; BAL, X.; PERALTA, P.N. Physical and mechanical properties of strand board made from Moso bamboo. **Forest Products Journal**, v. 46, n. 11/12. p. 84-88, 1996.
- LENGEN, J. V. Manual do arquiteto descalço. Rio de Janeiro: **Livraria do Arquiteto**, 4 ed., 2004.
- LIESE, W. Bamboos: biology, silvics, properties, utilization. **Eschborn: GTZ**. p. 132, 1985.
- LIESE, W. The anatomy of bamboo culms. **INBAR – International Network for bamboo and rattan**. China. p. 204, 1998.
- LIESE, W. Protection of bamboo in service. **World Bamboo and Rattan**. China, v.1, n.1, p. 30-33. 2003.
- LIESE, W.; KUMAR, S. Bamboo preservation compendium. Centre for Indian **Bamboo Resource and Technology**, New Delhi, 2003.
- LIESE, W. Preservation of a bamboo culm in relations to its structure. In: **Simpósio International Guadua. Anais**. 2004a.
- LIESE, W. Preservation of bamboo structures. Ghana. **Journal Forestry**, p. 40-48, 2004b.
- LIMA, J. D.; MORAES, W. S. Potencial alelopático de *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação de alface e tomate. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 30, n. 3, p. 409-413, 2008.
- LIMA NETO, M. C.; NETO, E. B.; BARRETO, L. P.; SILVA, J. A. A. Exportação de macronutrientes em cultivos comerciais de bambu no tabuleiro costeiro do estado da Paraíba. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.34, n.2, p.251-257, 2010.
- LOBOVIKOV, M.; BALL, L.; GUARDIA, M. World bamboo resources. **Food & Agriculture Organization**. p. 13 – 18, 2007
- LONDOÑO, X. La Subtribu Guaduinae de América. **Simpósio Internacional Guadua Pereira**, Colômbia, 2004.
- LOPEZ, O.H, Bambu - su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, Arquitectura, Ingeniería, Artesanic. Colombia, **Estudios Técnicos Colombianos Ltda**, p.41,1974.
- LOPEZ, O. H. Manual de construcción com bambu. Bogotá, **Estúdios Técnicos Colombianos Ltda**, Universidad Nacional de Colombia. p. 71, 1981.
- LOPEZ, O. H. Bamboo the gift of the gods. Bogotá. **Editorial DVINNI**. 1 ed, p. 553, 2003.

- LUNTZ, A.J.M.; NISBET, A.J. Azadirachtin from the neem tree *azadirachta indica*: its action against insects. **Anais Sociedade Entomologia**. v. 29, n. 24, p. 615-632, 2000.
- MAKHAIK, M.; NAIK, S. N.; TEWARY, D. K. Evaluation of anti-mosquito properties of essential oils. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v.64, n.2, p.129-33, 2005.
- MARÇAL, V. H. S. Testes de compressão em corpos de prova cilíndricos da espécie *Dendrocalamus giganteus*, testes de sistema conectivo bambu- aço e patologias em estruturas de bambu. **Editora UnB, DF**, 2011. Disponível em:
<http://xa.yimg.com/kq/groups/1853519/1363977443/name/PROJETO%20FINAL%20BAMBU.pdf>. Acessado em 30 de outubro de 2013.
- MARQUES, O. M.; GIL-SANTANA, H. R. Bostrichidae (*Insecta: Coleoptera*) em um agroecossistema cacauceiro da região sul do estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 3, p. 301-304, 2008.
- MARTINEZ, S.S. O nim: *Azadirachta indica*, natureza, usos multiplus e produção. Londrina: **IAPAR**, 2002.
- MATOSKI, S. L. S. Comportamento de *Dinoderus minutus* Fabricius (1775) (Coleoptera: Bostrichidae) em Lâminas Torneadas de Madeira. Curitiba, **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2005.
- MATOSKI, S. L. S.; ROCHA, M. P. da. Influência do fotoperíodo no ataque de *Dinoderus minutus* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) em lâminas torneadas de espécies tropicais. **Floresta**. Curitiba, PR, v. 36, n. 3, 2006.
- MATSUOKA, J. H.; BERALDO, A. L.. Avaliação do tratamento preservativo de taliscas de bambu com ácido pirolenhoso. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 11 - 20, 2014.
- MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 732-741, 2009.
- MISCEVIC Z. Dependence of the flight of sandflies (Diptera, Phlebotomidae) in artificial light on the temperature and relative humidity. **Acta Veterinary (Beograd)**. v. 31, p. 32-39, 1981.

- MELLO, M. H. S. H; SILVA, E. A. A.; NATAL, D. Abelhas africanizadas em área metropolitana do Brasil: abrigos e influências climáticas. **Revista Saúde Pública**. v. 37, n. 2, p. 237-241, 2003.
- MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C; SIMOES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P. Farmacognosia: da planta ao medicamento. **Editora UFSC**. Porto Alegre; 3 ed., 2001.
- MENON, A. R. R.; PILLAI, C. K. S.; SUDHA, J. D.; MATHEW, A. G. Cashew nut shell liquid-its polymeric and other industrial products. **Journal of scientific and industrial research**, v. 44, p. 324-338, 1985.
- MEREDITH, T. J. Bamboos for Gardens. **Portland: Timber press**, p. 406, 2001.
- MOHMOD, A.L.; KHOO, K.C.; ALI, N.M. Carbohydrates in some natural stand bamboos. **Journal of Tropical Forest Science**, v.4, p.310-316, 1991.
- MORITA, S. Relation between the hot-water extracts of bamboo culm (*Phyllostachys pubescens* Mazel) and the attack of insect (*Lyctus brunneus* Stephens). **Bamboo Journal**. v. 3, p. 77-81, 1985.
- MOSSINI, S. A. G., KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. **Acta Farmaceutica Bonaerense**. Maringá, PR. p. 140, 2005.
- MUIR, J. F. A. Systems approach to aquaculture and environmental management. In: BAIRD, J. D.; BEVERIDGE, M. C. M.; KELLY, L. A.; MUIR, J. F. Aquaculture and Water Resource Management. London: **Blackwell Science**, p. 19-49, 1996.
- MYERS, J. G. The Arthropod Fauna of a Rice-Ship, Trading from Burma to the West Indies. **The Journal of Animal Ecology**, England, v. 3, n. 2, p. 146-149, 1934.
- NAIR, K. S. S.; MATHEW, G. Dried tapioca tuber for laboratory rearing of the bamboo borer, *Dinoderus minutus* Fabr. (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal Material und Organismen**. v. 19: p. 49-54, 1984.
- NHUNG, P. H.; THU, T. A.; NGOC, L. H.; OHKUSU, K.; EZAKI, T. Epidemiology of Fungal Keratitis in North Vietnam. **Clinical & Experimental Ophthalmology**. p. 3-7, 2012.
- NOMURA, T.; KUMAR, A.; RAO, I. V. R.; SASTRY, C. Effects of smoke drying as a pretreatment for bamboo. In: Bamboo for Sustainable Development. **INBAR**, p. 465-480, 2002.
- NORHISHAM, A. R.; ABOOD, F.; RITA, M.; HAKEEM, K. R. Effect of humidity on egg hatchability and reproductive biology of the bamboo borer (*Dinoderus minutus* Fabricius). **Springer Plus**, v. 2, n. 1, p. 1-6, 2013.

- OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A. T.; LEPAGE, E. S.; CARBALLERA LOPEZ, G. A.; OLIVEIRA, L. C. S.; CANEDO, M. D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, v.1, p. 99-279, 1986.
- OLIVEIRA, C. R. F.; FARONI L. R. D. A.; PALLINI A.; GONÇALVES J.R. Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) sobre *Dinoderus minutus* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). **Neotropical Entomology**, Londrina – Paraná. v. 31, p. 245-248, 2002.
- OLIVEIRA, E. G. Bambu: investigação de novos em pregos na construção civil. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. p. 154, 1980.
- OLIVEIRA, W.A.; PEREIRA, F. O.; LUNA, G. C. D. G.; LIMA, I. O.; WANDERLEY, P. A.; LIMA, R. B.; LIMA, E. O. Antifungal activity of *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex bor against *Candida albicans*. Brazilian, **Journal of Microbiology**, v.42, p. 433-441, 2011.
- OLIVEIRA, J. M. Potencial de extratos vegetais no controle de *Polyphagotarsonemus latus*, *Tetranychus urticae* e *Myzus persicae*. **Dissertação**. (Mestrado em Magister Scientiae), Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, 2013.
- PADOVAN, R. B.; O Bambu na arquitetura: Design de conexões estruturais. **Dissertação** (Mestrado em Design), Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade do Estado de São Paulo. 2010.
- PANDALAI, R. C.; SEETHALAKSHMI, K. K.; MOHANAN, C. Nursery and silvicultural techniques for bamboos. **Kerala Forest Research Institute**, p.41, 2002.
- PARAMSHIVAPPA, R.; PHANI KUMAR, P.; VITHAYATHIL, P. J., SRINIVASA RAO, A. Novel Method for Isolation of Major Phenolic Constituents from Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nut Shell Liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 2548-2551, 2001.
- PEDROSA - MACEDO, J.H. Risco da não utilização de resíduos florestais. In: curso de atualização sobre sistema de exploração e transporte florestal. Curitiba. **Anais. FUPEF**, p. 40-49, 1984.
- PENTEADO, S.R. Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável. Campinas: **Cati**, 1999.
- PEREIRA, M.A.R.; Bambu, Espécies Características & Aplicações. **Editora UNESP**.

- Campus de Bauru. p. 58, 2001.
- PEREIRA, M. A. R.; BERALDO A. L. Bambu de corpo e alma. Bauru, SP: Canal 6 **Projetos Editoriais**. p. 240, 2007.
- PEREIRA, P. R. V. S.; FURIATTI, R. S.; LAZZARI, F. A.; PINTO JUNIOR, A. R. Avaliação de Inseticidas no Controle de *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) e *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae) em arroz armazenado. **Sociedade Entomológica Brasileira**. v. 26, n. 2, p.285-290, 1997.
- PINTO, A. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. D.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R. A. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Supl. 1, 45-61, 2002.
- PLANK H. K. Biology of the bamboo powder-post beetle in Puerto Rico. **Bulletin 44**. Puerto Rico, USDA. p.29, 1948.
- PLANK, H. K. Studies of factors influencing attack and control of the Bamboo powder-post beetle. **Federal Experiment Station in Puerto Rico**. n. 48, p.39, 1950.
- PLANK, H. K., HANGEMAN, R. H. Starch and other carbohydrates in relation to powder-post beetle harvested bamboo. **Journal of Economic Entomology**. v.44, n.1, p. 73-75, 1951.
- PRATES, H. T.; SANTOS, P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. Campinas: **Instituto Bio Genezis**, p. 443–461, 2000.
- POTENZA, M.R.; TAKEMATSU. A.P.; BENEDICTO, L.H. Avaliação do controle de *Tetranychus urticae* (koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) através de extratos vegetais, em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.66, n.2, p.91-97, 1999.
- PROCÓPIO, S. O.; VENDRAMIM, J. D.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; SANTOS, J. B. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação à *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, p. 1231-1236, 2003.
- RAHMAN, M.M.; HOSSAIN, M.I.; M.U. AMEEN. Evaluation of *Azadirachta indica* extracts against *Culex quinquefasciatus* larvae. Dhaka University, **Journal of Biological Science**. v. 29, p. 29-36, 2001.
- REES, D. P. The effect of *Teretriosoma nigrescens lewis* (Coleoptera: Histeridae) on three species of storage Bostrichidae infesting shelled maize. **Journal Stored Product Research**, v. 27, n.1, p. 83-86, 1991.
- RELATORIO BRUNDTLAND. Nosso futuro comum. **Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. ONU**, 1987.

- RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. Encyclopedia of Insects. Orlando: **Academic Press**. p. 1266, 2003.
- RIMOLI, A. O.; ARRUDA, E. J.; RIMOLI, J. BUENO, N. R.; COSTA, R. B. Biodiversidade, Biotecnologia e Conservação Genética em Desenvolvimento Local. **Revista Interações**. Editora UCDB. v. 1, n. 1, p.21-30, 2000.
- ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Interações**, v. 1, n.2, p. 43-50, 2001.
- ROSA, C. A. M.; SANTINI, E. J.; MELO, R; R. de; HASELEIN, C. R.; STANGERLIN, D. M. Eficiência do tratamento preservativo de três espécies de bambu com CCB. Campina Grande-PB, **Anais II Congresso Nordestino de Engenharia Florestal**, 2009.
- RUTLEDGE L. C.; ELLENWOOD D. A. Production of plebotomine sandflies on the open forest floor in Panama: The Species. **Environmental Entomology**. v. 4, p. 71-77, 1975.
- SACHS, Ignacy. Ecodéveloppement, Stratégies de Transition vers le XXIe siècle. Paris, **Syros**, 1993.
- SALGADO, A.L.B.; AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; MACEDO, E.L.; SALGADO, A.L. Instruções técnicas sobre o bambu. **Boletim técnico**. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, São Paulo. p.44, 1994.
- SALVADORI, J. R.; PARRA, J. R. P. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *Pseudaletia sequax* (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 25, n. 12, p. 1693-1700, 1990.
- SARLO, H. B. Influência das fases da lua, da época de corte e das espécies de bambus sobre o ataque de *Dinoderus minutus* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000.
- SCHAFFER, K. GOERGEN, G. BORGEMEISTER, C. An illustrated identification key to four different species of adult *Dinoderus* (Coleoptera: Bostrichidae), commonly attacking dried cassava chips in West Africa. **Journal of Stored Products Research**. v. 36, p. 245 – 252, 2000.
- SCHMUTTERER, H. Properties and Potential of Natural Pesticides From The Neem Tree, *Azadirachta Indica*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto. v. 35, p. 271-297, 1990.

- SCHULTZ, D.J.; OLSEN, C.; COBBS G.A.; STOLOWICH, N. J.; PARROT, M. M.; Bioactivity of anacardic acid against colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) Larvae. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 54, n.20, p. 7522-7529, 2006.
- SCHWARZBACH, L. L. C. Bambus e taquaras: avaliação e perspectivas de uso sustentável. Curitiba. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, 2008.
- SCHNITZER, A. P.; FARIA, R. T.; VENTURA, M. U. SORACE, M. Substratos e extrato pirolenhoso no cultivo de orquídeas brasileiras *Cattleya intermedia* (John Lindley) e *Miltonia clowesii* (Orchidaceae). **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 139-143, 2010.
- SEDDON, D. A.; FAIZOOL, S. A new lease of life for bamboo in Trinidad. Trinidad and Tobago. **Gott**, p.7, 1993.
- SILVA, F.A. Tenacidade de materiais compósitos não convencionais. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005.
- SILVA, R. M. de C. **O Bambu no Brasil e no mundo**, 2005. Disponível em: <http://www.embambu.com.br/imagens/bambu_brasil_mundo.pdf>. Acessado em 13 de julho de 2013.
- SILVA, R. G. Tratamento do bambu com ácido pirolenhoso contra a deterioração por brocas. Campinas, SP. UNICAMP. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PPEA, Universidade Estadual de campinas, 2011.
- SILVEIRA NETO, S.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; NOVA, N. A. V. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: **Agronômica Ceres**, p. 419, 1976.
- SIMÃO S. Conservação do bambu. **ESALQ-USP**, Piracicaba, v. 14/15, p.152-160, 1957.
- SINGH, P.; BHANDARI, R. S. Insect pest of bamboos and their control. **Indian Forester**, n.10, p. 670-683, 1988.
- SITTICHAYA, W.; BEAVER, R.A.; LIU, L.; NGAMPONG, A. An illustrated key to powder post beetles (Coleoptera, Bostrichidae) associated with rubberwood in Thailand, with new records and a checklist of species found in Southern Thailand. **Zookeys**, v. 26, p. 33-51, 2009.

- SOUZA, D. R. O conhecimento sobre fitoterápicos no tratamento de feridas. Campina Grande, PB, **Editora UEPG**, 2013.
- SPILMAN, T. J. – False Powderpost Beetles of the Genus *Dinoderus* in North América (Coleoptera, Bostrichidae). **The Coleopterists Bulletin**. Comut, v. 36, n. 2, p. 193-196, 1982.
- STOKES, A.; LUCAS, A.; JOUNEAU, L. Plant biomechanical strategies in response to frequent disturbance: uprooting of *Phyllostachys nidularia* (Poaceae) growing on landslide-prone slopes in Sichuan. China. Amer. **American Journal of Botany**, v. 7, n. 94, p. 1129-1136, 2007.
- TARGA L. A; BALLARIN A. W. Características e Potencialidades de Uso do Bambu como Material de Construção no Meio Rural. CONBEA, Piracicaba. Jaboticabal: **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.1, p. 54-59, 1990.
- TEIXEIRA, A. A. Painéis de bambu para Habitação Econômica: Avaliação do Desempenho de Painéis Revestimento com Argamassa. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, p.176, 2006.
- TOMBOLATO, A. F. C.; GRECO, T. M.; PINTO, M. M. Dez espécies de bambus exóticos mais comuns no paisagismo no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 18, n.2, p. 105-114, 2012.
- TOMKIN, J. Sustainability: A Comprehensive Foundation. Rice University, Houston, Texas, **Connexions**, p. 472-474, 2013.
- UEDA, K. Studies on the physiology of bamboo with reference to practical application. **Resources Bureau Science and Technics Agency Minister`s Office**. Tokyo, Japan, n. 34, 1960.
- VASCONCELLOS, R. M. Bambúes en Brasil, una Visión Histórica y Perspectivas Futuras. **Bambu Brasileiro**. Rio de Janeiro, 2006.
- VENDRAMIM, J. D. Plantas inseticidas. XVI Congresso Brasileiro de Entomologia. Resumos. SEB, Cruz das Almas: **Embrapa-CNPMF**, p.10, 1997.
- VENZON, M.; ROSADO, M. C.; PINTO, C. M. F., DUARTE, V. S.; EUZEBIO, D. E.; PALLINI, A. Potencial de defensivos alternativos para o controle do ácaro branco em pimenta “Malagueta”. **Horticultura Brasileira**, p. 224, 2006.
- VIEIRA, L.; OLIVEIRA, J. E. M.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A. Efeito do óleo de castanha de caju na mortalidade do curequequê-do-algodoeiro *Alabama argillacea*, Huebner, 1818 (Lepidóptera: Noctuidae). Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Biologia e Criação de Insetos. **Editora UNESP**, 2011.

- WEINZIERL, R.; HENN, T. "Alternatives in insect management: biological and biorational approaches". North Central Regional Extension Publication 401. **Cooperative Extension Service**, University of Illinois at Urbana-Champaign. p. 73, 1991.
- YANWEN, L.; QIN Y.; JINDENG T. Major pests infesting bamboo woods and their control. **Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology**, v. 23, n. 41, p.55-56, 1996.
- YU, D.; BARAK, A. V.; JIAO, Y.; CHEN, Z. ZHANG, G.; CHEN, Z.; KANG, L. YANG, W. Sulfuryl Fluoride as a Quarantine Treatment for *Chlorophorus annularis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Chinese Bamboo Poles. **Journal of Economic Entomology**. v. 103, n. 2, p. 277-283, 2010.
- ZANUNCIO, J.C., BRAGANÇA, M.A.L.; LARANJEIRO, A.L.; FAGUNDES, M. Coleópteros associados à eucaliptocultura nas regiões de São Mateus e Aracruz. Espírito Santo. **Revista Ceres**, v.41, n.232, p.584-590, 1993.
- ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. Composition and functional properties of rice. International. **Journal of Food Science and Technology**. v. 37, p. 849-868, 2002.

CAPÍTULO 1

Influência de fatores ambientais, cor e altura de instalação de armadilhas na captura do caruncho do bambu.

Influence of height, color traps, temperature and rainfall in the attractiveness of bamboo borer in the field.

**Edilson Soares da Silveira^{1,3}, Rudieli Machado da Silva², Antonia Railda Roel^{1,2}
e Marney Pascoli Cereda^{1,2}**

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Av. Tamandaré, 6000, JD Seminário, CEP 79117-900, Campo Grande, MS, Brasil. ²Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). ³Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Avenida Júlio de Castilho, 4960, Panamá, CEP 79113-000, Campo Grande, MS, Brasil. Email: edilson.silveira@ifms.edu.br

RESUMO

O caruncho *Dinoderus minutus* é considerado a principal praga pós-colheita do bambu. A literatura aponta a cor e altura como elementos capazes de influenciar na captura deste inseto. Para avaliar essas hipóteses, foram construídas 30 armadilhas nas cores amarela, preta, branca, azul e transparente. As armadilhas foram instaladas a 1,5 m e 2,5 m de altura, em uma touceira de *Bambusa vulgaris*. Foram cortados toletes (25 cm x 4 cm x 1 cm) de *B. vulgaris*, desidratados em uma estufa a 50±3°C durante 48 h. Em cada armadilha, foi inserido um tolete de bambu desidratado na posição vertical. No período de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, foram capturados 3301 carunchos. Ocorreu correlação positiva quanto ao efeito da pluviosidade, que influenciou na captura de maior número de carunchos. Foram encontradas diferenças significativas na altura de instalação de armadilhas. Não foi detectada influência da cor das armadilhas na captura de carunchos, tampouco da interação entre cor e altura de instalação das mesmas.

PALAVRAS -CHAVE: *Bambusa*, cor, *Dinoderus minutus*.

ABSTRACT

The bamboo borer *Dinoderus minutus* is considered the main postharvest pest of bamboo. The literature shows the color and height as factors capable of affecting the capture this insect. To evaluate these hypotheses, were built 30 traps in the colors yellow, black, white, blue and transparent. The traps were placed at 1,5 m and 2,5 m high, in a clump of *Bambusa vulgaris*. Stalks were cut (25 cm x 4 cm x 1 cm) from *B. vulgaris*, dried in an oven at 50 ± 3 °C for 48 h. In each trap was inserted into a bamboo stalk dehydrated upright. In the period from November 25 to December 20, 2012, were captured beetles 3301. There was a positive correlation of the effect of rainfall, which influence the capture of more beetles. There were significant differences in the height of traps installation. There was no influence of color traps in capturing borers, nor the interaction between color and height of installation of the same.

KEY WORDS: *Bambusa*, color, *Dinoderus minutus*.

INTRODUÇÃO

O bambu apresenta elevada suscetibilidade ao ataque de insetos, principalmente do caruncho *Dinoderus minutus*, Fabricius (1775) (Bostrichidae), conhecido como caruncho do bambu (SEDDON & FAIZOOL, 1993). Este inseto, pertence à família Bostrichidae, que apresenta em torno de 520 espécies descritas, das quais, mais de cem podem ser encontradas entre o sul da América do Norte e a América do Sul (OLIVEIRA et al., 1986). Dependendo das condições de armazenamento, o bambu pode ser atacado pelo *D. minutus* podendo reduzir os colmos a pó, em poucos meses. A sua durabilidade é variável dependendo da espécie, tratamento e idade, porém, exige diversos cuidados, em especial para proteção contra o ataque de pragas (SARLO, 2000).

Segundo PLANK (1948), o *D. minutus* é mais ativo em baixa luminosidade. Ainda, segundo o autor, tanto as larvas como os adultos penetram em bambus armazenados usando feridas ou as extremidades cortadas, realizando túneis perpendiculares às fibras parenquimáticas em torno dos colmos, onde os ovos são depositados.

Para CALEGARI et al. (2007), além de ser considerado um excelente sequestrador de carbono, o interesse pela utilização do bambu tem aumentado em nível mundial por ser um recurso perene, renovável, de rápido crescimento, grande produtividade por área, baixo custo e diversidade na utilização. Em áreas de armazenamento de colmos cortados de bambu, o *D. minutus* pode tornar-se numeroso a ponto de causar sérios danos, reduzindo o bambu a pó ou fibras (SINGH e BHANDARI, 1988).

AZZINI et al. (1998) indicam ser o elevado teor de amido dos colmos maduros do bambu, o atrativo para o ataque do caruncho. Essa influência seria explicada por FLECHTMANN et al. (1997a), que lembram que os insetos Bostrichideos passam a ser atraídos por fatores químicos e/ou físicos quando estão próximos de seus hospedeiros. PLANK (1951) também afirma existir uma relação entre o teor de amido encontrado no bambu e o ataque do *D. minutus*. Essa atração explicaria ataques de intensidades diferentes às partes do colmo.

Segundo LIESE (2004), o nó do *Bambusa vulgaris* é a parte do colmo com maior durabilidade em comparação com as partes central e do ápice. Para o autor, a explicação estaria no fato de que a região interna do colmo contém maior concentração de amido armazenado que a região externa. AZZINI et al. (1987), também citam a predominância de tecido parenquimático rico em amido na região interna do colmo do *B. vulgaris*.

NORHISHAM et al. (2013) afirmam que as mudanças climáticas devem ser consideradas para a captura destes carunchos, pois, o clima influencia o desenvolvimento dos mesmos, com relatos de efeito da umidade relativa do ar (UR) na eclosão dos ovos. Os autores relatam que os ovos se desidratam quando em baixa UR, o que ocasiona o encolhimento, tanto do embrião como do córion, impedindo a liberação larval. Por outro lado, a UR próxima a 85% resulta em mortalidade dos ovos. Para WILLIANS & SINGH (1951), além da UR, o fotoperíodo também exerce influência sobre o comportamento do *D. minutus*.

Os olhos compostos desses insetos podem perceber diferentes intensidades de cores, desde que estas se situem dentro do seu campo de visão monocromática MARANHÃO (1976). FRAGA et al. (2011) relatam que os insetos são atraídos ou repelidos por comprimentos de ondas luminosas, mas a literatura entra em contradição com a relação à radiação luminosa que mais atrai os insetos.

Segundo KIRK (1986), os insetos voadores são capturados com maior facilidade por armadilhas de uma cor específica, enquanto outros podem ser atraídos por várias cores. NIEMEYER (1985) explica que quando a cor se destaca em relação ao meio em que se encontra, apresentará grande influência na atratividade de alguns insetos.

Para CARVALHO (1986) os insetos são atraídos por radiações luminosas distintas da visão humana e, FLECHTMANN et al. (1997a) relatam que as cores preta, marrom e verde exercem influência mínima na atratividade de insetos bostrichídeos, enquanto a ausência de cor (transparência) e as cores branca e amarela, geralmente encontradas em plantas hospedeiras, atuam como atraentes.

HOSKING (1979) demonstrou que o uso de armadilhas para a captura de insetos voadores é essencial no estudo dos insetos. A altura, até certo ponto, é também um fator físico que pode influenciar na captura de insetos. FLECHTMANN et al. (1997b), mostraram que existe uma tendência de insetos Bostrichídeos voarem preferencialmente entre 1,0 m e 2,0 m. PERES FILHO et al. (2012), concluíram que quanto maior a altura de instalação de armadilhas, maior o número de insetos capturados, o que foi comprovado em armadilhas instaladas em *Pinus caribaea v. hondurensis*, onde a 2,0 m de altura foram capturados mais insetos.

Segundo GOMES et al. (1982), o clima da região Centro-Oeste do Brasil apresenta duas estações bem definidas ao longo do ano: inverno e verão. O inverno é seco e o verão quente e úmido. Os sistemas atmosféricos que atuam nesta região são tanto de origem tropical quanto extratropical. O setor mais ao norte sofre influência de sistemas que atuam na Amazônia, já o setor sul (região do estudo) sofre influência de sistemas extratropicais tais como, frentes frias e linhas de instabilidade (REBOITA et al., 2010).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da influência da altura, cor de armadilhas, temperatura e pluviosidade na captura do caruncho do bambu, permitindo a criação massal do mesmo para pesquisas futuras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, na Fazenda Escola, Base de Pesquisa em Ciências Agrárias da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no Centro de Tecnologia e Estudo do Agronegócio (CeTeAgro),

município de Campo Grande – MS. Neste período, o clima correspondeu ao verão quente e úmido. O clima da região de Campo Grande, segundo a classificação de Kopen, pode ser considerado como de transição entre clima subtropical úmido (Cfa), clima Tropical Úmido (Aw) e de Savana (REBOITA et al., 2010).

A espécie *B. vulgaris* foi selecionada por ser citada na literatura como uma das mais atacadas pelo caruncho (OLIVEIRA et al., 2002). Foram coletadas colmos maduros de *B. vulgaris* de uma touceira, com pelo menos 20 anos de plantio, com coordenadas geográficas 20° 23' 14" S e 54° 36' 29" W, a 532 metros de altitude. Os colmos foram cortados em 150 toletes (25 cm de altura x 4 cm x 1 cm). Em seguida, os toletes foram colocados em uma estufa com renovação e circulação de ar, ajustada a 50±3°C por 48 horas.

Foram fabricadas 30 armadilhas entomológicas de toletes de bambu, utilizando garrafas transparentes de polietileno treftalato (PET), que foram cortadas transversalmente, 20 cm acima da base. A parte superior foi descartada. Foram realizada três perfurações de 12 mm na base de cada armadilha para evitar acúmulo de água, em caso de chuvas. Cada armadilha foi totalmente revestida, externamente, com adesivo nas cores amarela, branca, azul, preta ou transparente.

Estas armadilhas foram instaladas na mesma touceira de onde foram retiradas os toletes de bambu, em posição vertical e sentido norte-sul. As alturas selecionadas foram de 1,5 m e 2,5 m em relação ao solo (Figura 1), por incluir o intervalo citado por FLECHTMANN et al. (1997b), ou seja, entre 1,0 m e 2,0 m, com 0,5 m de amplitude. Em cada altura foram instaladas 15 armadilhas coloridas, distanciadas 40 cm entre si. Cada armadilha colorida foi repetida três vezes em cada altura e a ordem das mesmas, foi obtida por sorteio. Em seguida foi introduzido em cada armadilha, um tolete de *B. vulgaris* desidratado na posição vertical.



Figura 1 - Distribuição das armadilhas coloridas em duas alturas (1,5 e 2,5m) no sentido norte-sul da touceira de *Bambusa vulgaris* para avaliar a captura de *Dinoderus minutus* em campo, de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS.

Foram realizadas cinco coletas de carunchos, com intervalos de cinco dias entre elas. No intervalo entre as coletas, as armadilhas eram inspecionadas para limpeza e manutenção. Para cada experimento, foram utilizados 30 toletes de bambu, totalizando 150 durante todas coletas. Ao final de cada coleta, os carunchos foram retirados dos toletes no laboratório de entomologia da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), manualmente, com auxílio de uma lupa manual e bisturi. Em seguida os mesmos foram inseridos em recipientes de vidro de 100 mL. A temperatura máxima e mínima, bem como a pluviosidade média foram obtidos de uma estação meteorológica local, modelo Vantage Pro2.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em Esquema Fatorial 5 x 2 (cinco tratamentos (cores) e duas alturas) com três repetições de cada cor por altura. Os dados foram analisados pela análise da variância paramétrica (ANOVA), utilizando o software Assistat 7.7 Beta, a fim de avaliar se as médias diferiam entre si. Também foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson para

avaliar a correlação da temperatura e a pluviosidade com a quantidade de carunchos capturados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Influência da pluviosidade

Em relação às condições climáticas na época do experimento, a temperatura mínima variou de 23,4ºC a 19,2ºC, enquanto a temperatura máxima variou de 32,9ºC a 22,3ºC e a pluviosidade, variou de 0 a 49,0 mm. Essas condições climáticas correspondem ao verão quente e úmido, típicas das regiões de Cerrado da região Centro-Oeste que, segundo PLANK (1948), favorecem o aumento populacional de carunchos.

Dentre as cinco coletas realizadas, a segunda foi a que apresentou maior captura de carunchos, com 1783 indivíduos, correspondendo aos dias com maiores temperaturas e índices pluviométricos. A relação entre a quantidade de carunchos capturados e as condições ambientais favoráveis foi também relatada por BOUSQUET (1990), com maior ocorrência natural de *D. minutus* em coletas realizadas em regiões com temperatura e pluviosidades mais elevadas.

As duas últimas coletas apresentaram menor número de carunchos capturados, coincidindo com a ausência de pluviosidade no período. Considerando que ocorreu um pico de quantidade total de carunchos capturados, na segunda coleta, o período sobressaiu bastante em relação às demais coletas, onde a quantidade total de captura foi relativamente homogênea (Tabela 1), portanto este período foi o melhor para a análise dos dados.

Tabela 1 - Variação das temperaturas mínima, máxima e média ($^{\circ}\text{C}$), pluviosidade média (mm) e número de carunchos *Dinoderus minutus* capturados, no local do experimento ($20^{\circ} 23' 14''\text{S}$ e $54^{\circ} 36' 29''\text{W}$), de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS.

Data	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			Pluviosidade média (mm)	Número de carunchos capturados
	Mínima	Máxima	Média		
25/11/2012	21,1	30,3	25,7	0,0	-
26/11/2012	20,5	30,7	25,6	0,0	-
27/11/2012	21,2	30,2	25,7	0,0	-
28/11/2012	20,6	32,6	26,6	0,0	-
29/11/2012	20,4	31,3	25,8	25,0	-
30/11/2012	19,2	29,3	24,2	29,4	577
01/12/2012	21,2	28,8	25,0	49,0	-
02/12/2012	20,6	30,4	25,5	28,0	-
03/12/2012	21,2	31,6	26,4	23,0	-
04/12/2012	21,8	31,1	26,4	3,4	-
05/12/2012	22,4	31,2	26,8	23,8	1783
06/12/2012	22,8	31,1	26,9	2,0	-
07/12/2012	22,6	31,3	26,9	22,2	-
08/12/2012	23,4	32,4	27,9	0,2	-
09/12/2012	21,8	32,9	27,3	0,4	-
10/12/2012	22,8	32,7	27,7	0,0	441
11/12/2012	21,7	31,5	26,6	0,0	-
12/12/2012	22,7	31,3	27,0	0,0	-
13/12/2012	20,4	30,2	25,3	0,0	-
14/12/2012	20,5	28,2	24,3	0,0	-
15/12/2012	21,2	28,1	24,6	1,0	259
16/12/2012	21,2	27,1	24,1	0,0	-
17/12/2012	20,0	22,3	21,1	0,0	-
18/12/2012	19,7	29,8	24,7	0,0	-
19/12/2012	21,9	30,8	26,3	0,0	-
20/12/2012	23,0	31,6	27,3	0,0	241

Para confirmar a hipótese de que temperatura e umidade elevadas favorecem a captura de carunchos, foi estabelecida a correlação simples (Tabela 2). Esta análise indicou que houve um correlação positiva ($r=0,60$) entre a captura de carunchos e a pluviosidade, com resultados estatisticamente significativos, porém o mesmo não foi encontrado para a temperatura.

Tabela 2 - Correlações entre a quantidade de carunchos capturados e as temperaturas mínima, máxima, média e pluviosidade média, segundo Coeficiente de Correlação de Pearson, de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS.

Variável	Média	Correlação (r)
Temperatura mínima	21,72	0,09
Temperatura máxima	30,58	0,18
Temperatura média	26,12	0,16
Pluviosidade média	10,84	0,60

Influência da altura de instalação das armadilhas

Considerando as duas alturas em que foram instaladas as armadilhas, durante todo o experimento foram capturados 3301 carunchos. Observou-se que armadilhas na altura de 1,5 m capturaram em média 53 carunchos de um total de 1337 capturas. Na altura de 2,5 m, ocorreu maior captura com uma média de 78 carunchos de um total de 1964 capturas. Sendo assim, comparando somente as alturas, independente das cores das armadilhas, os resultados apresentaram diferenças estatísticas a 5% de probabilidade pela análise de variância (ANOVA), de modo que um maior número de insetos foi encontrado nas armadilhas instaladas a 2,5 m do solo (Tabela 3).

Tabela 3 – Média de número e respectiva significância de carunchos *Dinoderus minutus* capturados em armadilhas entomológicas coloridas instaladas a 1,5 m e a 2,5 m de altura (média de cinco coletas), de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS.

Altura	Quantidade de carunchos capturados		
	Total	Média	Erro Padrão (\pm)
1,5 m	1337	53,48	1,58
2,5 m	1964	78,56	2,14
F			6,10
p			0,0181*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pela análise de variância (ANOVA).
(Transformação utilizada = $1/\ln$ (quantidade de carunchos coletados))

Estes resultados corroboram com a afirmação de FLECHTMANN et al. (1997b) e PERES FILHO et al. (2012), de que a altura influencia na quantidade de insetos bostrichídeos capturados em campo com maior incidência em alturas elevadas. A altura de 2,5 m é a que mais se aproxima da altura citada por FLECHTMANN et al. (1997b), que em experimentos com armadilhas coloridas instaladas entre 0,5 m e

10,0 m de altura, em *Pinus caribaea v. hondurensis*, capturou maior número de insetos Bostrichidae na altura de 2,0 m.

Um dos motivos de maior captura a 2,5 m é que, provavelmente, o encontro dos parceiros sexuais deve ocorrer nessa faixa de altura do bambu. Faz-se necessária a determinação se há ou não liberação de feromônios de agregação ou sexual desta espécie nesta faixa de altura. Caso seja encontrado, os odores do tolete devem atrair ainda mais carunchos quando incorporados com feromônios sexual ou até mesmo sintético.

Influência das cores das armadilhas

Analizando os fatores: cor das armadilhas, altura de instalação, assim como a interação entre a cor das armadilhas com a altura de instalação das mesmas, não foram encontradas diferenças significativas para a influência das cores das armadilhas nem para a interação entre as cores e as alturas de instalação.

Considerando somente as cores das armadilhas, os resultados também não foram significativos, pois foi observado que a quantidade de carunchos capturados é semelhante em todas as armadilhas coloridas (Tabela 4). Estes resultados diferem dos relatados por AZEREDO (2006) em avaliações de capturas de insetos-praga associados à jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*) com armadilhas coloridas, onde a coloração branca foi uma das mais eficazes na atração. A literatura tem comprovado a influência da cor da armadilha na captura de vários grupos de outros insetos, porém, neste trabalho isto não foi possível verificar. É importante destacar, porém, que todas as armadilhas coloridas capturaram carunchos.

Tabela 4 – Média de número e respectiva significância de carunchos *Dinoderus minutus* capturados em armadilhas entomológicas coloridas (média de cinco coletas), independente da altura de instalação, de 25 de novembro a 20 de dezembro de 2012, Campo Grande, MS.

Cor	Quantidade de carunchos capturados	
	Média de 5 coletas	Erro padrão (\pm)
Branco	75,50 ^a	2,16
Transparente	70,70 ^a	1,72
Preto	63,30 ^a	1,52
Azul	65,20 ^a	1,52
Amarelo	55,40 ^a	1,79

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela análise de variância (ANOVA).

Em experimento de captura com uso de armadilhas coloridas, GORSKI (2003) e KIM et al. (1999), comprovaram que para a mosca branca (*Bemisia tabaci*) a cor amarela apresentou maior número de insetos capturados. O mesmo resultado foi observado por OTT et al. (2006), com armadilhas adesivas para captura de cigarrinhas em pomares de laranja. Na captura de *D. minutus* em armadilhas coloridas, as de cor amarela não diferiram das demais em número de carunchos capturados. Este resultado foi semelhante ao encontrado por FLECHTMANN et al. (1997b), que, em experimentos de captura de insetos Bostrichideos com armadilhas coloridas, as cor amarela além apresentarem menor número de insetos capturados.

Os resultados obtidos indicam que a utilização dessas armadilhas, independente da cor, pode constituir um método alternativo de captura de *D. minutus*, quando instaladas na altura de 2,5 m em touceiras de bambu *B. vulgaris*. Desta forma, é possível a obtenção de maior número de indivíduos para criação massal em laboratório, que podem ser utilizados em pesquisas futuras.

CONCLUSÃO

Quanto maior a pluviosidade maior foi a quantidade de carunchos capturados. Armadilhas instaladas na altura de 2,5 m, favoreceram maior captura. Apesar de não ter sido encontrado diferenças significativas, todas as armadilhas capturaram carunchos. O emprego de armadilhas a 2,5 m em períodos chuvosos sugeriram maior captura do caruncho do bambu para criação massal do mesmo em laboratório, para eventuais pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, E.H. Comparação e eficiência de cores em armadilha modelo extrato-etanóico com aletas na captura de insetos-praga associados à *Myrciaria jabuticaba* (Berg) (Mirtaceae). **Revista Universidade Rural**, v.26, n.2, p.54-67, 2006.
- AZZINI, A. et al. Variações dos teores de fibras celulósicas e amido no colmo de bambu. **Bragantia**, v.46, n.1, p.141-145, 1987. doi: 10.1590/S0006-87051987000100015.

AZZINI, A. et al. Desfibramento de cavacos laminados de ***Bambusa vulgaris*** Schrad, visando à extração de amido. **Bragantia**, v.7, n.1, p.41-44, 1998. doi: 10.1590/S0006-87051998000100005.

BOUSQUET, Y. **Beetles associated with stored products in Canadá: An identification guide**. Canadá: Canadian Cataloguing in Publication. 215p. 1990.

CALEGARI, L. et al. Desempenho físico-mecânico de painéis fabricados com bambu (***Bambusa vulgaris*** Schr.) em combinação com madeira. **Cerne**, v.13, n.1, p.57-63, 2007.

CARVALHO, J.P. **Introdução à entomologia agrícola**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. 361p.

GOMES, I.A. et al. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS; EPAGMIG, 1982. 526p. (Boletim de Pesquisa, 1).

FRAGA, D.F. et al. Atratividade de ***Dora luteipes*** às armadilhas coloridas na cultura do milho. **FAZU em Revista**, n.8, p.15-19, 2011.

PERES FILHO, O.P. et al. Altura de voo de bostrichideos (Coleoptera: Bostrichidae) coletados em Floresta Tropical Semidecídua, Mato Grosso, **Pesquisa Floresta Brasileira**, v.32, n.69, , p.101-107, 2012. doi: 10.4336/2012.pfb.32.69.101.

FLECHTMANN, C.A.H. et al. Influência das cores na atração de Bostrichidae (Coleoptera) em área de pinheiro tropical em Agudos, SP. **Revista Instituto Florestal**, v.9, n.1, p.1-17, 1997a.

FLECHTMANN, C.A.H. et al. Altura de voo de Bostrichidae (coleóptera) em ***Pinus caribaea* v. *hondurensis*** em Agudos, SP. **Revista Instituto Florestal**, v.9, n.1, p.19-26, 1997b.

HOSKING, G.P. Trap comparison in the capture of flying Coleoptera. **New Zealand Entomologist**, v.7, n.1, p. 87-92, 1979.

KIM, J.K. et al. Implementation of yellow sticky trap for management of greenhouse whitefly in cherry tomato greenhouse. **Journal of Korean Society Horticultural Science**, v.40, n.5, p.549-553, 1999.

KIRK, W.D.J. Ecologically selective coloured traps. **Ecological Entomology**, v.9, p.35-4, 1986.

LIESE, W. Preservation of bamboo structures. **Ghana Journal of Forestry**, v.15, p.40-48, 2004. doi: 10.4314/gjf.v15i1.36900.

MARANHÃO, Z.M. **Entomologia geral**. São Paulo: Nobel, 1976. 96p.

NIEMEYER, H. Field response of *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae) to different trap structures and white versus black flight barriers. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.99, n.1, p. 44- 51, 1985. doi: 0,1111 / j.1439-0418.1985.tb01958.x.

NORHISHAM, A.R. et al. Effect of humidity on egg hatchability and reproductive biology of the bamboo borer (*Dinoderus minutus* Fabricius). **Springer Plus**, v.2, n.9, p.1-6, 2013. doi: 10.1186/2193-1801-2-9.

OLIVEIRA, C.R.F. et al. Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) sobre *Dinoderus minutus* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.245 – 248, 2002. doi: 10.1590/S1519-566X2002000200011.

OLIVEIRA, A.M.F. et al. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. p.99-279.

OTT, A.P. et al. Monitoramento de cigarrinhas com armadilha adesiva amarela em pomares de laranja valênciia nos vales do Cai e Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia.** v.1, n.1, p.1157-1160, 2006.

PLANK, H.K. **Biology of the bamboo powder-post beetle in Puerto Rico.** Porto Rico: Bulletin Porto Rico Agricultural Experiment Station, 1948. 29p. (Boletim técnico, 44).

PLANK, H.K.; HANGEMAN, R.H. Starch and other carbohydrates in relation to powder-post beetle harvested bamboo. **Journal of Economic Entomology.** v.44, n.1, p.73-75, 1951. doi: 10.1093/jee/44.1.73.

REBOITA, M.S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v.25, p.185-204, 2010. doi 10.1590/S0102-77862010000200004.

SARLO, H. B. Influência das fases da lua, da época de corte e das espécies de bambus sobre o ataque de *Dinoderus minutus* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). **Tese.** Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000.

SEDDON, D.A.; FAIZOOL, S. A new lease of life for bamboo in Trinidad. Trinidad and Tobago: **Gott**, 1993.

SINGH, P.; BHANDARI, R.S. Insect pest of bamboos and their control. **Bamboos Current Research,** n.14, p.190-194, 1988.

WILLIANS, C.B.; SINGH, B.P. Effect of moonlight on insect activity. **Nature,** v:167, n.4256, p.853, 1951. doi: 10.1038/167853a0.

CAPÍTULO 2

Líquido da castanha de caju (LCC) como repelente do caruncho do bambu

Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) as a repellent of bamboo borer

**Edilson Soares da Silveira^{1,2}, Antonia Railda Roel¹, Alexandre Alves Machado³,
Silvio Favero⁴, Marney Pascoli Cereda¹**

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Av. Tamandaré, 6000, JD Seminário, CEP 79117-900, Campo Grande, MS, Brasil. ²Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Júlio de Castilho, 4960, JD panamá, CEP 79113-000, Campo Grande, MS, Brasil. ³Curso de Graduação em Farmácia da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Av. Tamandaré, 6000, JD Seminário, CEP 79117-900, Campo Grande, MS, Brasil. ⁴Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, da Universidade Anhanguera – Uniderp, Rua Ceará, 333, Bairro Miguel Couto, CEP 79003-010. Email: edilson.silveira@ifms.edu.br.

RESUMO

Foi investigado a ação repelente do líquido da castanha de caju (LCC) *Anacardium occidentale* sobre o caruncho *Dinoderus minutus*. Colmos maduros de *Bambusa vulgaris* foram coletados de uma touceira local. Destes foram obtidos doze toletes colocados para secar em estufa a $50\pm3^{\circ}\text{C}$ por 48h. Em seguida foram impregnados durante 24h em concentrações de 0,03; 0,05 e 0,09 mg/mL de LCC. A testemunha foi impregnada somente com água destilada. Após as impregnações, os toletes foram desidratados em uma estufa durante 12h a $50\pm3^{\circ}\text{C}$ e distribuídos aleatoriamente em uma arena de acrílico instalada em uma sala de 27 m³. O experimento foi repetido durante cinco dias consecutivos durante 24h cada. Em cada repetição foram liberados no centro da arena 60 carunchos adultos para avaliar a atratividade ou repelência dos mesmos em relação aos toletes. A avaliação contabilizou os carunchos que não conseguiram penetrar nos toletes de bambu. Os resultados mostraram redução significativa do número de carunchos no interior dos toletes de bambu impregnados com LCC em comparação com a testemunha. A

dose de 0,03 mg/mL repeliu 56 carunchos diferindo da testemunha, mas as doses 0,05 e 0,09 mg/mL não diferiram entre si. Os resultados sugerem que doses inferiores a 0,1 mg/mL devem ser avaliados para encontrar a dose mais eficiente.

PALAVRAS- CHAVE: Anacardiaceae, Plantas inseticidas, *Dinoderus minutus*.

ABSTRACT

The repellent action of cashew nut shell líquid (CNSL) *Anacardium occidentale* on the borer *Dinoderus minutus* was investigated. *Bambusa vulgaris* mature culms were collected from a local clump. These were obtained twelve stalks placed to dry in an oven at 50 ± 3 ° C for 48 hours. They were then impregnated for 24 hours at concentrations of 0.03; 0.05 and 0.09 mg/mL CNSL. The witness was impregnated only with distilled water. After the impregnation, the stalks were dried in an oven for 12 h at 50 ± 3 °C and randomly distributed in an acrylic cage installed in a 27 m³ room. The experiment was repeated for five consecutive days every 24 hours. In each repetition were released in the center of the arena 60 adult beetles to assess the attractiveness or repellency of the same in relation to the stalks. The evaluation recorded the beetles that could not penetrate the bamboo stalks. The results showed significant reduction in the number of beetles inside the impregnated bamboo stalks with CNSL compared to the control. The dose of 0.03 mg / mL repelled 56 beetles differed from the control, but the doses 0.05 and 0.09 mg / mL did not differ. The results suggest that doses lower than 0.1 mg / ml should be evaluated to find the most efficient dose.

KEY WORDS: Anacardiaceae, Insecticides plants, *Dinoderus minutus*.

INTRODUÇÃO

O bambu é classificado como uma gramínea pertencente à Família Poaceae (Gramineae), subfamília Bambusoideae. No continente americano estão descritas cerca de 360 espécies de bambu, distribuídas em 38 gêneros. O Brasil registra 234 espécies distribuídas em 34 gêneros, sendo considerado o país com a maior diversidade das Américas (FILGUEIRAS & SANTOS-GONÇALVES, 2004). Segundo o International Network for Bamboo and Rattan (IMBAR, 2013), a área total de bambuzais no Brasil pode chegar a oito milhões de hectares sendo que apenas no

Nordeste brasileiro encontram-se quarenta mil hectares cultivados da espécie *Bambusa vulgaris* para a produção de 72.000 toneladas/ano de pasta celulósica.

O bambu vem sendo alvo de estudos no mundo todo e em diversas áreas do conhecimento, como alternativa na aplicação de estruturas nas construções e na confecção de produtos, substituindo materiais convencionais como aço ou concreto que geram, na sua grande maioria, resíduos de difícil decomposição no meio ambiente natural. Na extensa lista de usos reconhecidos dos bambus, constam os setores de papel e celulose, construção civil e artesanato (PEREIRA NETO et al., 2009). Além de ser considerado um excelente sequestrador de carbono, o interesse nesta cultura tem crescido em nível mundial por ser um recurso perene, renovável, de rápido crescimento, grande produtividade por área, baixo custo e diversidade na utilização (CALEGARI et al., 2007).

SEDDON & FAIZOOL (1993) afirmam que o maior impedimento para o uso de *B. vulgaris*, espécie muito abundante em áreas tropicais e subtropicais, é sua elevada susceptibilidade ao ataque pelo caruncho *Dinoderus minutus* Fabricius (1775) (Bostrichidae), conhecido vulgarmente como caruncho do bambu, o que resulta em perdas irrecuperáveis dos materiais usados em artesanatos ou na construção civil.

Em áreas de armazenamento de colmos cortados de bambu, o *D. minutus* pode tornar-se abundante a ponto de causar sérios danos, reduzindo o bambu a pó ou fibras (SINGH & BHANDARI, 1988). AZZINI et al. (1998), apontam para o alto teor de amido dos colmos maduros como responsável pela susceptibilidade do bambu ao ataque do caruncho. Os colmos jovens, colhidos antes de emitirem ramos e folhas, não seriam atacados pelo caruncho devido a sua baixa reserva de amido, mesmo apresentando as mesmas dimensões de colmos maduros.

Embora a literatura aponte o amido como principal atrativo para o caruncho, não foram encontradas informações que permitam elucidar definitivamente esta questão. Além disso, as variáveis climáticas também devem ser consideradas, pois o clima influencia o desenvolvimento deste inseto, com relatos de efeito da umidade relativa do ar na eclosão dos ovos. De acordo com NORHISHAM et al. (2013), quando em baixa umidade relativa, os ovos se desidratam, o que leva ao encolhimento tanto do embrião como do córion, impedindo a liberação larval. Por outro lado, a elevada umidade relativa do ar, próxima a 85%, resulta em mortalidade dos ovos. Para WILLIANS & SINGH (1951), o fotoperíodo também exerce influência

sobre o comportamento do *D. minutus*, além da umidade relativa, pois este caruncho possui hábito crepuscular, sendo mais ativo na ausência de luz.

Na busca por controle dos insetos, tem-se avaliado extratos de plantas com potencial repelente e/ou inseticida. Diversas plantas do Cerrado apresentam efeito repelente natural, com a vantagem de apresentar baixa toxicidade para o ambiente (WEINZIER et al., 1991; PINTO et al., 2002). Entre essas, é citada a espécie *Anacardium occidentale*, pertencente à família Anarcadiaceae, vulgarmente conhecida como cajueiro, que é o seu representante mais conhecido (CORREIA et al., 2006).

O fruto do cajueiro, popularmente conhecido como castanha de caju, é um aquênio de comprimento e largura variáveis, casca coriácea lisa, mesocarpo alveolado, repleto de um óleo escuro, quase preto, cáustico e inflamável, cujo princípio ativo é o ácido anacárdico (ácido 2-hidroxi-6-pentadeca-benzóico), conhecido como líquido da castanha do caju (LCC), de fórmula molecular $C_{22}H_{30}O_3$ (MAZZETO et al., 2009). Ainda segundo o autor, o LCC é uma das fontes mais ricas de lipídeos fenólicos não-isoprenoides de origem natural com ação inseticida e repelente. Estes lipídeos fenólicos apresentam o núcleo do ácido salicílico e uma cadeia lateral de 15 carbonos, que pode conter uma, duas ou três ligações insaturadas. Relatam ainda que, embora este líquido seja muito utilizado em indústrias químicas, é muito pouco explorado em áreas como ciências biológicas e farmacêuticas, como é o caso da produção de inseticidas, repelentes, agrotóxicos e/ou medicamentos. O LCC também pode ser utilizado em indústrias de produção de cimentos, tintas, vernizes, polímeros e resinas (PARAMSHIVAPPA et al., 2001; MENON et al., 1985).

Segundo CORREIA et al. (2006), além da repelência, outras atividades são relacionadas com a ação do ácido anacárdico. Em experimentos com bactérias gram-positivas (*Streptococcus mutans*, *Brevibacterium ammoniagenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* e *Propionibacterium acnes*) foi constatada considerável atividade inibitória no crescimento destes procariontes. Segundo PRATES & SANTOS (2000), os repelentes com maior eficiência devem apresentar ação por ingestão e/ou contato físico e ação fumigante. Os lipídios fenólicos como o ácido anacárdico apresentam propriedades tóxicas e irritantes. Essas substâncias penetram no corpo dos insetos via sistema respiratório (efeito fumigante), pelo

sistema digestório (efeito de ingestão) e através da cutícula quitinosa (efeito de contato).

HEMSHEKHAR et al. (2012) relatam pesquisas sobre a ação repelente do LCC contra pulgões, ácaros, *Trypanosoma cruzi* e caruncho da batata (*Leptinotarsa decemlineata*). SCHULTZ et al. (2006), em pesquisas com larvas deste mesmo caruncho, encontraram resultados significativos para a ação repelente do líquido da castanha de caju em dietas tratadas com 2,5 mg/mL de LCC. Ainda, nesta mesma concentração, ocorreu mortalidade de larvas após 12 dias do início de cada experimento, sendo que geralmente, o estágio larval completo leva entre 14 e 21 dias para esta espécie de inseto.

Objetivou-se nesta pesquisa, avaliar o potencial repelente do líquido da castanha de caju (LCC) *A. occidentale*, sobre o caruncho *D. minutus* em *B. vulgaris*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de 05 a 09 de dezembro de 2013, na Fazenda Escola, Base de Pesquisa em Ciências Agrárias da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no Centro de Tecnologia e Estudo do Agronegócio (CeTeAgro), município de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul.

O líquido da castanha de caju (*A. occidentale*) de lote A044-11 foi adquirido da Companhia Brasileira de Resinas, onde se encontra em avaliação como repelente de insetos. Este líquido era constituído de 99% de ácido anacárdico.

Para a preparação da massa que foi utilizada na elaboração das concentrações de LCC, foi diluído 12 g de amido de milho comercial em 80% de etanol, sendo posteriormente, adicionado a mais 108 g do mesmo amido comercial. Em seguida, o LCC foi diluído em água destilada, adsorvido na massa preparada de amido de milho comercial, na proporção 1:9 (10% em massa). A partir desta massa, foram elaboradas concentrações de 0,03; 0,05 e 0,09 mg/mL de LCC e um volume de 500 mL somente de água destilada (testemunha).

Foram coletadas colmos maduros de *B. vulgaris* de uma touceira, com pelo menos 20 anos de plantio, com coordenadas geográficas 20° 23' 14" S e 54° 36' 29" W, a 532 metros de altitude. A escolha desta espécie de bambu deve-se à preferência pelo caruncho do bambu por essa espécie (OKAHISA et al., 2006; HAOJIE et al., 1996). Após a coleta, os bambus foram cortados em doze toletes (10 cm x 4 cm x 1 cm) e pesados. Os mesmos foram colocados em estufa com

renovação e circulação de ar, a uma temperatura de secagem ajustada a $50\pm3^{\circ}\text{C}$, durante 48 horas. O peso médio de cada tolete antes da secagem era de 30,10 g. Após a secagem, 10,93 g, correspondendo a 36% de teor de umidade.

Os doze toletes de bambu foram impregnados totalmente, imersos em água destilada (testemunha) e nas concentrações preparadas à base do líquido da castanha de caju (LCC): 0,03; 0,05 e 0,09 mg/mL, durante 24 horas. Após, foram colocados em estufa a $50\pm3^{\circ}\text{C}$ durante 12 horas.

As condições climáticas de $25\pm4^{\circ}\text{C}$ e 75% de umidade foram selecionadas seguindo as indicações de NORHISHAM et al. (2013). A umidade relativa foi ajustada por um umidificador de ar e a temperatura por um condicionador térmico portátil, ambos ligados durante todo o experimento. A sala de experimento com 9 m², continha uma arena de acrílico (Protocolo de patente nº BR 10 2014 027689 0 GRU 0000221406308972.) que media 1,20 m de diâmetro (Figura 1) e estava instalada sobre um tecido branco para destacar os carunchos.

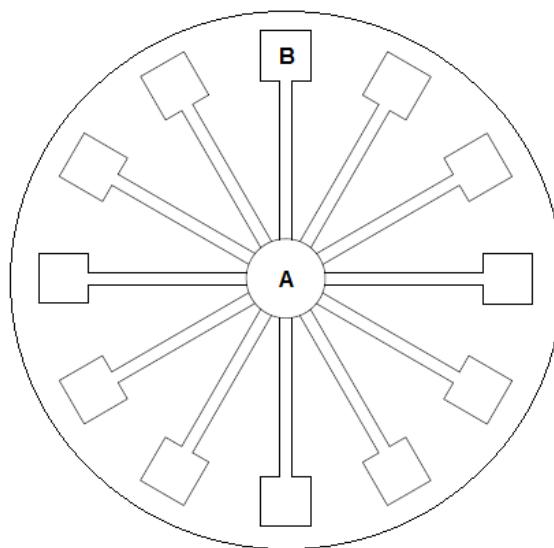


Figura 1 – Esquema da arena em acrílico utilizada no experimento (visão superior).
Legenda: A letra “A” corresponde ao local onde os carunchos eram soltos durante o experimento; a letra “B” representa cada uma das extremidades onde os toletes de bambu impregnados com diferentes concentrações do líquido da castanha de caju (LCC) foram colocados. O ponto central “A” e os ambientes onde os toletes de bambu impregnados “B” podiam ser abertos para colocação ou retirada de material.

Após a secagem, cada tolete de bambu impregnado com LCC, bem como a testemunha impregnada com água destilada, foram dispostas aleatoriamente em cada extremidade da arena de acrílico transparente (“B”). Em seguida, sessenta carunchos foram liberados no centro da arena (“A”), a qual foi posteriormente vedada com uma tampa removível. Cada experimento foi conduzido com 12h de

luminosidade e 12h de escuridão, simulando um fotoperíodo completo de 24h. Após as 24 horas, os toletes foram retirados da arena para a contagem dos carunchos que foram repelidos. O experimento foi repetido durante cinco dias consecutivos. Ao todo foram utilizados 300 carunchos adultos obtidos de uma criação massal com o mesmo bambu desidratado como dieta. Estes foram coletados em campo no mês de outubro de 2013 e criados em cinco recipientes fechados de 500 mL de boca larga, constituídos de toletes da espécie de bambu *B. vulgaris* desidratados (10 cm x 4 cm x 1 cm).

Foram analisados durante todo o experimento, o comportamento dos carunchos, possíveis alterações morfológicas e a repelência dos mesmos. Foram considerados repelidos os carunchos que não penetraram nos toletes de bambu. A repelência foi estabelecida pela subtração do total de carunchos liberados na arena (60) em cada experimento, do número de carunchos não repelidos, encontrados no interior dos toletes de bambu impregnados com uma mesma concentração à base de LCC.

O experimento constou de quatro tratamentos com três repetições por experimento e cinco repetições no tempo. Para avaliação dos resultados, foi utilizado um modelo de Regressão Logística (Logit), onde a variável dependente foi a quantidade de carunchos repelidos e as variáveis independentes, as diferentes concentrações de LCC (0,00; 0,03; 0,05 e 0,09 mg/mL). O teste de significância considerado para o modelo de Regressão Logística (Logit) foi o teste de Wald. Todas as análises foram realizadas no software estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 40 minutos a partir do início de cada experimento foi possível avaliar o comportamento dos carunchos. Dos sessenta carunchos liberados em cada ensaio, 3% permaneceram praticamente imóveis e 97% se deslocaram na arena de maneira aleatória. Entretanto, após 120 minutos de observação, todos os carunchos se encontravam próximos das laterais dos toletes, iniciando o ataque pelo lado interno dos mesmos e realizando perfurações de aproximadamente 3 mm de diâmetro. Segundo PLANK (1948), esta espécie de caruncho penetra no bambu através de feridas ou das extremidades cortadas, fazendo túneis perpendiculares às fibras parenquimáticas, em torno dos colmos, onde os ovos são depositados.

Em nenhuma das repetições ou tratamentos foi observado visualmente qualquer tipo de alteração morfológica nos carunchos como, alteração na cor do exoesqueleto, inchaço, necrose do tecido externo ou, até mesmo, morte. Porém, foi possível observar mudanças comportamentais, tais como agitação durante o deslocamento em direção aos toletes de bambu.

Os resultados observados de repelência são apresentados na Tabela 1, indicando que nas condições do experimento, apenas as concentrações à base LCC de 0,05 e 0,09 mg/mL, apresentaram efeito de repelência sobre os carunchos do bambu, diferindo significativamente da testemunha. Os parâmetros estimados positivos de 0,99 e 2,20, respectivamente para estas concentrações, indicam que as mesmas repelem mais carunchos quando comparadas com a testemunha e com a concentração de 0,03 mg/mL. O efeito de repelência a 0,03 mg/mL de LCC foi equivalente à testemunha e, como o parâmetro estimado para a concentração de 0,09 mg/mL foi maior (2,20), sugere-se ser esta a concentração mais efetiva na repelência do caruncho *D. minutus* (Tabela 1).

Tabela 1 - Regressão Logística (Logit) para a quantidade de carunchos *Dinoderus minutus* repelidos por toletes de *Bambusa vulgaris* impregnados por diferentes concentrações de LCC. Temp. 25 ± 3 °C, 75% de umidade, fotofase de 12 horas.

Concentrações de LCC (mg/mL)	G.L	Parâmetro estimado	Erro padrão (±)	Estatística de Wald	p
Testemunha (0,00)	-	-	-	-	-
0,03	1	0,21	0,19	1,17	0,2803
0,05	1	0,99	0,23	18,52	<.0001 *
0,09	1	2,20	0,35	39,49	<.0001 *

* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Caso houvesse interesse em repelir 100% dos carunchos, a dose necessária seria pouco maior que 0,09 mg/mL, a maior dose avaliada que, entretanto, não diferiu da dose de 0,05 mg/mL, o que mostra que esses valores estavam próximos do máximo possível de repelência com o princípio ativo do LCC.

Para confirmar essa hipótese, foi ajustada uma curva de tendência com os dados obtidos, que permitia avaliar o aumento da repelência mesmo com doses que não foram ensaiadas (Figura 2). A curva exponencial foi a que proporcionou o melhor ajuste, avaliado pelo coeficiente de correlação ($R^2 = 0,9902$) e representada na equação $y = 7,5515\ln(x) + 31,579$. A equação apresentou uma correlação positiva e demonstrou que aumento na concentração de LCC não levaria a um

aumento de repelência significativo. Ou seja, a equação sugere que a maior dose avaliada já se encontrava no patamar máximo para efeito de repelência sobre o *D. minutus*.

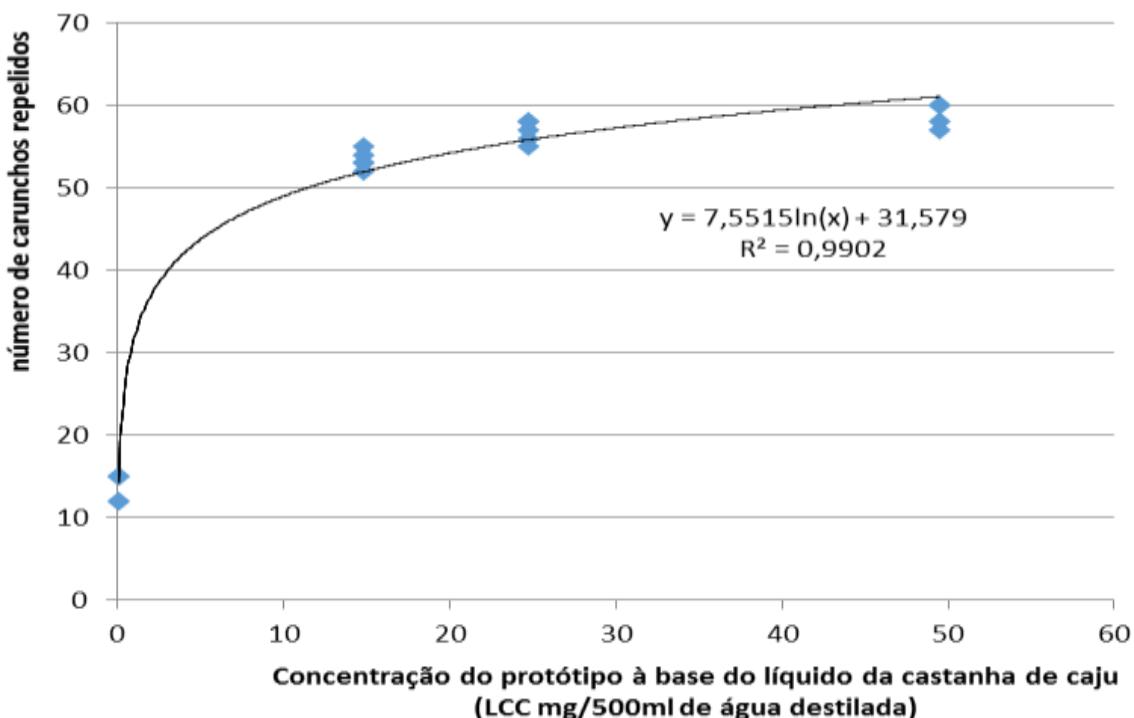


Figura 2 – Equação ajustada para os valores obtidos nas dosagens avaliadas como forma de prever a repelência do *Dinoderus minutus* através de diferentes concentrações de LCC impregnado em toletes de *Bambusa vulgaris*. Temp. $25 \pm 3^\circ\text{C}$, 75% de umidade, fotofase de 12 horas.

Legenda: y é o número de carunchos repelidos e x concentração de LCC.

A curva de dispersão ajustada demonstra que com doses de 0,1 mg/mL, quantidade muito próxima à maior dose avaliada (0,09 mg/mL), o número de carunchos repelidos chegaria em torno de 60 (100%), mas não aumentaria proporcionalmente com o aumento de concentração sendo, portanto, a dose limite. A curva também reforça que a maior diferença entre o efeito de doses ocorreu entre a testemunha e a concentração de 0,03 mg/mL de LCC.

Além do número de carunchos repelidos, haveria necessidade de estabelecer a dose eficiente de menor custo, uma vez que a maior concentração significa também maior custo no uso do produto comercial. Os resultados obtidos indicam que novos experimentos serão necessários para determinar qual a concentração com maior custo/ benefício, pois doses mais baixas reduzirão a possibilidade de seleção de

carunchos resistentes ao produto, além de reduzir custos e minimizar possíveis danos ao meio ambiente natural. Essa hipótese de que seriam possíveis níveis mais baixos de princípio ativo com bom efeito inibidor do caruncho encontra apoio na literatura, embora sejam exemplos com outros insetos, outras espécies de caju e outras situações de aplicação.

Concentrações de 0,001 a 0,000025 mg/mL à base de ácido anacárdico extraído de caju do cerrado (*Anacardium humile*) provocaram eficiência tóxica sobre larvas do *Aedes aegypti*, como relatado por PORTO et al. (2008). Concentração mínima encontrada capaz de produzir mortalidade foi de 4,15 mg/Kg e a toxicidade máxima, com 39,8 mg/Kg. Os autores também descrevem que o ácido anacárdico, extraído de folhas de *A. humile*, provocou 100% de mortalidade em larvas de 4º estádio nas concentrações até 0,000025 mg/mL.

O extrato aquoso de folhas de *A. humile* (ANDRADE FILHO et al., 2010) nas dosagens de 20; 8; 4; e 0,5 mg/mL provocaram o alongamento do ciclo da fase jovem da mosca-branca (*Bemisia tuberculata*) em comparação com a testemunha (13,58 dias). A aplicação foi feita por pulverização do extrato aquoso em plantas de mandioca e as ninfas atingidas se tornaram pupas após 20,76; 21,02; 21,81 e 23,43 dias, respectivamente, nas concentrações de 0,5; 4; 8 e 20 mg/mL.

Ainda com líquido da castanha de caju (*A. occidentale*), BRITO et al. (2004), confirmaram alteração no ciclo biológico da lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)) também com efeito de alongamento do período larval, com resultados significativos. No presente estudo, mesmo tomando por base a dose que potencialmente poderia repelir 100% dos carunchos, o custo do tratamento seria muito baixo, se considerada a informação da Companhia Brasileira de Resinas, de que o preço por Kg do líquido da castanha de caju (LCC) é vendido direto para o consumidor em torno de R\$ 2,04.

Além de avaliação de doses menores, será primordial verificar a durabilidade do efeito de repelência, pois parte do princípio ativo poderá ser volatilizado no ambiente, reduzindo o efeito repelente, uma vez que, segundo BARROSO et al. (1999), o óleo, que é o componente ativo do líquido da castanha de caju (*A. occidentale*), é corrosivo e volátil.

CONCLUSÕES

O aumento da concentração de LCC aumentou o índice de repelência. Os toletes impregnados com 0,09 mg/mL de LCC, apresentaram maiores efeitos de repelência ao caruncho. Ao projetar em curva de tendência o aumento da carga, foi possível estabelecer que a dose de 0,1 mg/mL de LCC seria o limite para repelir todos os carunchos utilizados no experimento. Essa dosagem está próxima da maior dose avaliada (0,09 mg/mL).

REFERÊNCIAS

ANDRADE FILHO, N.N. et al. Toxicidade do extrato aquoso das folhas de *Anacardium humile* para *Bemisia tuberculata*. *Ciência Rural*, v.40, n.8, p. 1689-1694, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782010005000125&script=sci_arttext. Acesso em: 25 set. 2013. doi: 10.1590/S0103-84782010005000125.

AZZINI, A. et al. Desfibramento de cavacos laminados de *Bambusa vulgaris* Schrad, visando à extração de amido. *Bragantia*, v.7, n.1, p.41-44, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051998000100005>>. Acesso em: 15 abr. 2013. doi: 10.1590/S0006-87051998000100005.

BARROSO, G.M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Editora UFV ,1999.

BRITO, C.H. Bioatividade de extratos vegetais aquosos sobre *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, Costa Rica, n.71, p.41-45, 2004.

CALEGARI, L. et al. Desempenho físico-mecânico de painéis fabricados com bambu (*Bambusa vulgaris* Schr.) em combinação com madeira. *Cerne*, v.13, n.1, p.57-63, 2007. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/10-02-2009325v13_n1_artigo%2008.pdf>.. Acesso em: 26 set. 2013.

CORREIA, S. et al. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. *Química Nova*, v.29, n.6, p.1287-1300, 2006. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000600026>>. Acesso em: 26 set. 2013.
doi: 10.1590/S0100-40422006000600026.

FILGUEIRAS, T.S.; SANTOS-GONÇALVES A.P. A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil(Poaceae). **Bamboo Science and Culture**, v.18, n.1, p.7-18, 2004. Disponível em:
<http://bamboo.org/publications/e107_files/downloads/ABSJournal-vol18.pdf>.
Acesso em: 26 set. 2013.

HAOJIE, W. et al. **Insect pests of bamboos in Asia- an illustrated manual**. New Déhli: INBAR, 1996, 200p. Online. Acessado em 25 mai. 2014. Disponível em:
<<http://www.inbar.int/publication/txt/tr13/POSTright.htm>>.

HEMSHEKHAR, M. et al. Emerging roles of anacardic acid and Its derivatives: a pharmacological overview. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, v.110, n.2, p.122–132, 2012. Disponível em:
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22103711>>. Acesso em: 25 mai. 2014.
doi:10.1111/j.1742-7843.2011.00833.x.

INBAR. **International Network for Bamboo and Rattan**. Online. Acessado em: 05 mai.2014 Disponível em:<<http://www.inbar.int>>.

MAZZETTO, S.E. et al. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v.32, n.3, p.732-741, 2009. Disponível em:
<http://quimicanova.sbj.org.br/imagebank/pdf/Vol32No3_732_16-QN09041.pdf>.
Acesso em: 05 mai. 2014.

MENON, A. R. R.; PILLAI, C. K. S.; SUDHA, J. D.; MATHEW, A. G. Cashew nut shell liquid-its polymeric and other industrial products. **Journal of scientific and industrial research**, 44, p. 324-338, 1985.

NORHISHAM, A.R. et al. Effect of humidity on egg hatchability and reproductive biology of the bamboo borer (*Dinoderus minutus* Fabricius). **Springer Plus**, v.2, n.1, p.1-6, 2013. Disponível em:

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3569590/>>. Acesso em: 05 mai. 2014. doi: 10.1186/2193-1801-2-9.

OKAHISA, Y. et al. Seasonal and height-dependent fluctuation of starch and free glucose contents in moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) and its relation to attack by termites and decay fungi. **Journal of Wood Science**, v.52, n.5, p.445-451, 2006. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10086-005-0776-x>>. Acesso em: 06 abr. 2014. doi: 10.1007/s10086-005-0776-x.

PARAMSHIVAPPA, R.; PHANI KUMAR, P.; VITHAYATHIL, P. J., SRINIVASA RAO, A. Novel Method for Isolation of Major Phenolic Constituents from Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nut Shell Liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49, p. 2548-2551, 2001.

PEREIRA NETO, J.S. et al. Aplicação do bambu nas construções rurais. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.24, n.2, p.67-77, 2009. Disponível em: <http://www.abeas.com.br/wt/files/4_2009_2.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2014.

PINTO, A.C. et al. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v.25, n.1, p.45-61, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422002000800009>. Acesso em: 06 abr. 2014. doi: 10.1590/S0100-40422002000800009.

PLANK, H.K. Biology of the bamboo powder-post beetle in Puerto Rico. Porto Rico: Bulletin Porto Rico Agricultural Experiment Station, 1948. 29p. (Boletim técnico, 44).

PORTO, K.R.A. et al. Atividade larvicida do óleo de *Anacardium humile* Saint Hill sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.41, n.6. p.586-589, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822008000600008>. Acesso em: 05 mai. 2014. doi: 10.1590/S0037-86822008000600008.

PRATES, H.T.; SANTOS, P. **Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados.** Campinas: IBG, p.443–461, 2000. Online. Acessado em: 05 mai. 2014. Disponível em:
[<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55467/1/Oleos-essenciais.pdf>](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55467/1/Oleos-essenciais.pdf).

SCHULTZ, D.J. et al. Bioactivity of anacardic acid against colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) Larvae. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v.54, n.20, p.7522-7529, 2006. Disponível em: [<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf061481u>](http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf061481u). Acesso em: 23 mai. 2014. doi: 10.1021/jf0614.

SEDDON, D.A.; FAIZOOL, S. **A new lease of life for bamboo in Trinidad.** Trinidad and Tobago: Gott, 1993.

SINGH, P.; BHANDARI, R.S. Insect pest of bamboos and their control. **Bamboos Current Research**, n.14, p.190-194, 1988. Disponível em:
[<http://www.inbar.int/publications/>](http://www.inbar.int/publications/). Acesso em: 03 jan. 2013.

WEINZIERL, R.; HENN, T. **Alternatives in insect management: biological and biorational approaches.** Illinois: North Central Regional Extension Publication 401, 1991. 73p.

WILLIANS, C.B.; SINGH, B.P. Effect of moonlight on insect activity. **Nature**, v:167, n.4256, p.853, 1951. Disponível em:
[<http://www.nature.com/nature/journal/v167/n4256/abs/167853a0.html>](http://www.nature.com/nature/journal/v167/n4256/abs/167853a0.html). Acesso em: 03 jan 2013. doi: 10.1038/167853a0.

CAPÍTULO 3

Influência de ondas eletromagnéticas emitidas por roteador wireless no comportamento e procriação do caruncho do bambu *Dinoderus minutus* Fabricius (Bostrichidae)

Edilson Soares da Silveira^{1,2}, Bruno Aristimunha Pinto², Matheus Segatto², Thalita Hellen Nunes Lima², Antonia Railda Roel¹ e Marney Pascoli Cereda¹

RESUMO

O bambu da espécie *Bambusa vulgaris* foi selecionado por sua sensibilidade ao caruncho *Dinoderus minutus*. A influência de ondas eletromagnéticas foi avaliada em dois experimentos: ataque sobre toletes e procriação. Para os dois experimentos, foi utilizado um roteador wireless, emitindo ondas com frequência de 2,40 a 2,48 GHz, conectado a um computador. No primeiro experimento realizado em sala climatizada, 4 toletes de bambu desidratados foram distribuídos em uma superfície quadrangular revestido por TNT, formando um semi círculo em relação ao roteador. O experimento foi repetido seis vezes, com intervalo de 12 horas. Nas três primeiras repetições, que serviram como controle, o roteador estava desligado. Em cada repetição foram liberados 100 carunchos na região central do semi círculo. Ao término de cada repetição os toletes foram retirados para contagem dos carunchos. Avaliando o efeito da radiação eletromagnética, foram contabilizados 10 carunchos, em média, que atacaram os toletes, número significativamente menor que os 94 contabilizados no controle. O segundo experimento foi realizado em duas câmaras climatizadas. Em uma delas foi instalado o mesmo roteador enquanto a outra permaneceu como controle. Três toletes de bambu e 20 carunchos foram

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Av. Tamandaré, 6000, JD Seminário, CEP 79117-900, Campo Grande, MS, Brasil.

² Cursos Integrados, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – IFMS, Av. Júlio de Castilho, 4960 – Panamá, CEP 79113-000, Campo Grande, MS – Brasil.

Edilson Soares da Silveira. Email: edilson.silveira@ifms.edu.br (67) 9241 5095

acondicionados em frascos de vidro de 500 mL. Após 70 dias os carunchos foram contabilizados. No controle, o crescimento populacional médio foi de 366 carunchos, porém, nos frascos expostos à ação das ondas eletromagnéticas, o aumento foi significativamente menor. Concluiu-se que a utilização de ondas eletromagnéticas emitidas por roteador wireless foi suficiente para causar alteração do comportamento e redução na procriação do caruncho.

PALAVRAS- CHAVE: *Dinoderus minutus*, controle de pragas, *Bambusa*,

ABSTRACT

Bamboo *Bambusa vulgaris* the species was selected for its sensitivity to rot *Dinoderus minutus*. The influence of electromagnetic waves was evaluated in two experiments: Attack on stalks and procreation. For both experiments, we used a wireless router, sending waves with frequency from 2,40 to 2,48 GHz, connected to a computer. In the first experiment carried out in a room, 4 dried bamboo stalks were distributed in a square surface coated TNT, forming a semi circle in relation to the router. The experiment was repeated six times, at 12 hour intervals. In the first three repetitions, who served as controls, the router was off. In each repetition were released 100 beetles in central semi circle. At the end of each repetition the stalks were removed for counting of beetles. Evaluating the effect of electromagnetic radiation, 10 beetles were recorded on average, which attacked the stalks, significantly fewer than the 94 recorded in control. The second experiment was conducted in two climate chambers. In one of them was installed the same router while the other was the control. Three bamboo stalks and 20 beetles were placed in 500 mL glass bottles. After 70 days the beetles were recorded. In the control, the average population growth was 366 beetles, however, in bottles exposed to the action of electromagnetic waves, the increase was significantly lower. It was concluded that the use of electromagnetic waves emitted by wireless router was enough to change in behavior and reduced breeding borer.

KEY WORDS: *Dinoderus minutus*, Pest control, *Bambusa*.

INTRODUÇÃO

As tecnologias associadas às redes sem fio, embora relativamente recentes, apresentaram forte progresso nas últimas décadas, expondo os seres vivos às ondas eletromagnéticas artificiais. Como exemplo citam-se as redes Global System

for Mobile (GSM), tecnologia de terceira geração (3G), tecnologia de quarta geração (4G), Bluetooth, Wi-Fi, Rádios FM e AM entre várias outras. Segundo Ribeiro (2007), esse aumento da inserção tecnológica modificou e modifica o comportamento social do usuário e suas necessidades. Para Fé (2008) os efeitos dessa expansão tecnológica na vida humana são a mobilidade no trabalho e no círculo social. Por outro lado, existe uma grande preocupação em relação ao efeito das radiações eletromagnéticas emitidas por essas tecnologias. Vilela (2012) lembra que a radiação eletromagnética quando emitida, pode ser em parte absorvida pelos seres vivos, modificando o seu comportamento ou a sua fisiologia. Sabbatini (2006) relata que muitas espécies de animais apresentam sensibilidade distinta em relação à radiação eletromagnética, com maior sensibilidade à radiação percebida pelos organismos que habitam em lugares fechados.

A possibilidade de usar ondas eletromagnéticas para afugentar insetos já é uma realidade. Pinheiro (2011) cita aparelhos eletrônicos que emitem ultra-som para repelir diversos insetos, como por exemplo, os pernilongos. Ainda segundo o autor, as ondas emitidas por tais aparelhos não afetam humanos ou animais domésticos, podendo ser utilizado sem restrições com a possibilidade de instalação em qualquer ambiente, com a vantagem de não produzir de resíduos químicos, serem inaudíveis e permitindo eficácia de até 90% de repelência, dependendo da quantidade de infestação. Essas informações levaram a avaliação da hipótese de que as ondas eletromagnéticas possam interferir no *Dinoderus minutus*, Fabricius 1775 (Bostrichidae) conhecido como o caruncho do bambu.

O bambu é uma espécie pertencente à Família Poaceae (Gramineae), subfamília Bambusoideae, com aproximadamente 45 gêneros e mais de mil espécies espalhadas pelo mundo (Costa, 2004; Hsing & Paula, 2011). Segundo Seddon e Faizool (1993), a espécie *Bambusa vulgaris* apresenta grande suscetibilidade ao ataque pelo *D. minutus*. Lima Neto et al. (2010) informam que esta espécie é muito utilizada para fins comerciais no Brasil, tanto como matéria prima na fabricação de papel cartão por suas longas e largas fibras, como na construção civil.

Os insetos Bostrichideos passam boa parte de suas vidas dentro do hospedeiro (Hanks et al., 1993). A intensidade de sua dieta varia conforme a idade dos colmos e a época do ano (Sarlo, 2000). O ataque ao bambu inicia-se após o corte, com os carunchos adultos perfurando os colmos no sentido longitudinal a partir de alguma

fratura. No entanto, são as larvas do *D. minutus* que causam os maiores danos nos colmos de bambu, pois precisam se alimentar deles para completarem seu ciclo (Matoski et. al., 2006).

O tamanho do caruncho do bambu varia de 3 a 4 mm de comprimento e 1,0 a 1,5 mm de largura, com cor castanho-avermelhada à preto-acastanhada e com um corpo cilíndrico (Gallo et al., 2003). O que o diferencia dos demais insetos Bostrichideos são duas suaves depressões arredondadas no dorso do pronoto, nas extremidades próximas aos élitros (Silva & Faroni, 1994). De acordo com Yanwen et al. (1996), o caruncho *D. minutus* não apresenta reação fotostática em direção à luz e, os adultos possuem uma grande capacidade de tolerância à fome. É cosmopolita, encontrado principalmente em regiões tropicais, onde bambus são cultivados, sendo capazes de se reproduzir durante todo ano, chegando até sete gerações (Sittichaya et. al., 2009).

Segundo Plank (1948), o *D. minutus* é mais ativo em ambientes com pouca intensidade de luz, com período de oviposição de aproximadamente 41 dias e tempo médio de vida de 110 dias, com variação de 79 dias para as fêmeas e 128 dias para os machos. Segundo Oliveira (1999), o controle de insetos tem sido realizado principalmente com o uso de inseticidas em pó, extrato e óleo, provocando mortalidade, repelência, inibição de oviposição e alterações no desenvolvimento larval. Porém, esses tipos de controle podem ocasionar desastres ambientais e nem sempre são eficientes. Salles (1998) relata que os inseticidas podem apresentar elevada toxicidade ao ambiente natural e aumentar a resistência de insetos a estes produtos, com consequências à saúde humana. Devido a exigências do mercado consumidor, muitos produtores utilizam alternativas para reduzir a aplicação de produtos químicos (Azevedo, 2013).

Para Yanwen et al. (1996), os carunchos *D. minutus* adultos apresentam forte resistência a pesticidas, o que sugere que a opção mais viável, portanto, é impedir o acesso destes aos toletes desidratados. Esse papel, exercido pelos repelentes, caracteriza-se, segundo Fradin (1998), por apresentar eficácia de até oito horas, ser atóxico, liberar poucos odores, ser resistente a água e é economicamente viável.

Objetivou-se avaliar as alterações comportamentais e de procriação do caruncho *D. minutus* submetido à ação de ondas eletromagnéticas emitidas por roteador wireless.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento 1

O primeiro experimento foi realizado nos meses de julho e agosto de 2013, na Fazenda Escola, Base de Pesquisa em Ciências Agrárias da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no Centro de Tecnologia e Estudo do Agronegócio (CeTeAgro), município de Campo Grande - MS.

Foram coletadas colmos maduras de *B. vulgaris* em uma touceira com pelo menos 20 anos de plantio, disponível no local da pesquisa. Após a coleta, os colmos foram cortados em 42 toletes (10 cm x 4 cm x 1 cm), suficientes para os dois experimentos. Os mesmos foram colocados em estufa com renovação e circulação de ar e com temperatura ajustada em $50\pm3^{\circ}\text{C}$, durante 48 horas. Para a realização do experimento a mesma espécie de bambu foi usada para estabelecer uma criação massal de carunchos, utilizados depois para avaliação de comportamento e procriação.

Como fonte da radiação foi usado um roteador wireless (TP LINK TL-WR340GD), com frequência variando entre 2,40 a 2,48 GHz, segundo o fabricante. Um computador Aspire E1-571-6601 foi instalado para receber os dados por uma antena wifi, como forma de assegurar a transmissão da onda eletromagnética. Esse procedimento se deu em três passos: o primeiro, a conexão da rede feita pela interface do sistema operacional, o segundo, feito no *prompt* de comando, usando a função *ipconfig* para buscar o endereço *ip* e por último, foram disparados *ping* com o número do *ip-t*, para envio de dados para o roteador wireless.

De acordo com Zhou (2004), as ondas eletromagnéticas são caracterizadas como transversais, isto é, vibram perpendicularmente à direção de propagação. Ainda segundo o autor, elas também são unidimensionais, ou seja, propagam-se em apenas uma direção, independentemente de ser no vácuo ou não, e tem seu grau de ionização classificado principalmente de acordo com sua frequência.

Uma sala de 9 m² foi utilizada com objetivo de avaliar o comportamento do caruncho em relação ao ataque ao bambu. O roteador foi posicionado em uma das arestas de uma arena de vidro (1,48 x 1,48 x 0,15 m). Quatro toletes foram dispostos em círculo sobre a arena (Figura 1), com UR média de 75% e temperatura média de $25\pm3^{\circ}\text{C}$, controladas por umidificador de ar e condicionador térmico Springer SHD-033, ambos ligados durante todo o tempo. Esta mesma UR e temperatura, foram

consideradas ideais por Norshishan et al. (2013), durante criação massal do caruncho do bambu.



Figura 1 - Disposição em semi círculo dos toletes de *Bambusa vulgaris* em relação ao roteador wireless. No centro encontra-se um frasco com 100 carunchos adultos não sexados. Temperatura $25\pm3^{\circ}\text{C}$, 75% umidade, fotofase 12 horas.

O experimento foi repetido seis vezes, como intervalo de 12 horas cada. As três primeiras repetições ocorreram com o roteador desligado (controle). Em cada repetição, 100 carunchos adultos não sexados da criação massal foram liberados no centro do semi círculo. Ao término de cada repetição, os toletes de bambu foram retirados para avaliação. Foram considerados agitados os carunchos que não penetraram nos toletes de bambu. A agitação foi estabelecida pela subtração do total de carunchos liberados na arena (100) em cada repetição, do número encontrado no interior dos toletes de bambu.

Para analisar o comportamento do *D. minutus* com e sem a ação das ondas eletromagnéticas, foi utilizada a classificação de atividades e comportamento padrões, mencionado por Giovanella (2009), descritas como “parados”, “lentos ou moderados” ou “acelerados ou agitados”. Para avaliar estes comportamentos padrões, foram produzidos vídeos com 12 horas de gravação em sequência, através de uma câmera filmadora Sony DCR-SR300 de 6.1 Mega Pixels, lentes Carl Zeiss

Vario-Sonnar, instalada em um suporte com haste, 2,5 m acima da arena, para não influenciar no comportamento dos carunchos. Após isso, foi calculada a média de carunchos que se encontravam “parados”, “lentos ou moderados” e “acelerados ou agitados”.

Experimento 2

O segundo experimento, realizado no laboratório de Entomologia da UCDB, correspondeu à avaliação do efeito da radiação sobre a procriação dos carunchos, utilizando as mesmas condições ideais de temperatura ($25\pm3^{\circ}\text{C}$) e UR (75%), de acordo com Norshishan et al. (2013), ajustadas para duas câmaras climatizadas modelo MA 402.

Na primeira câmara climatizada, foi instalado o roteador, na base da região interna que dispunha de uma tomada de 127 V. A segunda câmara atuou como controle. Seis grupos de 20 carunchos adultos não sexados foram inseridos, separadamente, em seis recipientes de vidro de boca larga, de 500 mL, vedados com gazes para impedir a saída dos mesmos. Em cada recipiente foram inseridos três toletes de *B. vulgaris* (10 cm x 4 cm x 1 cm). Em seguida, foram separados três recipientes para cada câmara e inseridos no interior das mesmas, posicionados na bandeja central (Figura 2).

O segundo experimento constou de dois procedimentos (com e sem emissão de ondas eletromagnéticas) e três repetições no tempo. Considerando que o tempo médio de vida do caruncho desde a fase de ovo, é de 110 dias (Plank, 1948) a duração de cada repetição foi estabelecida como 70 dias, após o qual, todos os toletes para avaliação, que constou na contagem dos carunchos dentro e fora dos toletes. Em ambos os experimentos, o delineamento estatístico foi o de experimento inteiramente casualizado, com dois procedimentos (com e sem emissão de ondas eletromagnéticas). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do software Assistat 7.7 Beta (2014), a fim de avaliar se as médias diferiam entre si.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

Na avaliação do primeiro experimento, observou-se o comportamento dos carunchos liberados na superfície de vidro (Tabela 1). Considerando as três

repetições do controle (sem ondas eletromagnéticas), durante 30 minutos após o início do experimento, 92 indivíduos em média se aproximaram e penetraram nos toletes de bambu, enquanto oito voaram da superfície. Os carunchos se movimentavam sem agitação dentro da região central da superfície de vidro, para se aproximarem em seguida das laterais dos toletes de bambu.

Os ataques iniciaram pelo lado interno provocando perfurações com 3 mm de diâmetro. Segundo Plank (1948), estes insetos penetram no bambu através de feridas ou das extremidades cortadas e fazem túneis perpendiculares às fibras parenquimáticas, em torno dos colmos, onde os ovos são depositados. O mesmo comportamento não foi observado quando o roteador foi ligado, emitindo ondas eletromagnéticas. Neste caso, 10 minutos após o início do experimento e considerando as três repetições, 74 carunchos se orientaram para o lado oposto dos toletes de bambu, comportamento este que poderia ser descrito como tendência ao afastamento (tactismo negativo). Seis carunchos permaneceram imóveis enquanto os demais se deslocaram na superfície de maneira aleatória, porém de forma agitada. Após 30 minutos do início da exposição à radiação, uma média de nove indivíduos penetrou nos toletes de bambu, enquanto 91 já tinham voado da superfície de vidro, de forma aparentemente agitada. Esse fato pode indicar que os carunchos sofreram uma influência de algum elemento externo, provavelmente, da intensidade da ação das ondas eletromagnéticas emitidas pelo roteador *wireless*, provocando agitação.

Aplicando a classificação de atividades de Giovanella (2013) ao comportamento do caruncho, sem a ação das ondas eletromagnéticas (controle), nos primeiros 30 minutos do início do experimento, 3% se encontravam parados e 97% em movimento, sendo que destes, 89% apresentaram atividades lentas ou moderadas e 8% acelerados ou agitados. No entanto, sob a ação das ondas eletromagnéticas, foi observado no mesmo intervalo de tempo, 6% dos carunchos se encontravam parados e 94% em movimento sendo que, destes, 16% apresentaram atividades lentas ou moderadas e 78% acelerados ou agitados (Tabela 1). De acordo com a comparação dos resultados, sugere-se que ocorreu um aumento significativo no comportamento das atividades dos carunchos quando acelerados ou agitados sob efeito da emissão das ondas eletromagnéticas.

Tabela 1 - Distribuição do padrão de comportamento do número médio de carunchos *Dinoderus minutus*, observados durante 30 minutos iniciais, das três repetições sem (controle) e com emissão das ondas eletromagnéticas emitidas pelo roteador em funcionamento contínuo de 12 horas. (100 carunchos por repetição). Temperatura $25\pm3^{\circ}\text{C}$, 75% umidade, fotofase 12 horas.

Atividades	Sem emissão de ondas eletromagnéticas (controle)		Com emissão de ondas eletromagnéticas	
	Número médio de carunchos (%)	Erro Padrão (\pm)	Número médio de carunchos (%)	Erro Padrão (\pm)
Parados	3	0,08	6	0,16
Lentos/Moderados	89	2,43	16	0,43
Acelerados/Agitados	8	0,21	78	2,13
Total	100		100	

Em nenhuma das repetições foi observado algum tipo de dano morfológico nos carunchos submetidos a radiação eletro magnética, tais como inchaço, mudança de coloração ou necrose de tecidos.

Apesar de ter realizado pesquisa com insetos diferentes, Giovanella (2013) obteve resultados semelhantes com campo eletromagnético emitido por eletroímã ao ataque à madeira seca por cupins da espécie *Cryptotermes brevis*, incluindo as três castas sociais. Os ensaios foram realizados em ambiente adaptado para sofrer a mínima interferência eletromagnética externa e condições de clima controlado com temperatura variando de 18°C a 50°C e umidade de 84%. Segundo o autor, foi detectado ausência de mobilidade, com exceção de suas antenas, no deslocamento de alguns indivíduos. Um maior número de cupins (75%) permaneceu parado e um menor número (25%) em movimento de forma aleatória, exibindo comportamentos de agitação com tactismos negativo e/ou positivos, em relação ao eletroímã.

Esses resultados diferem daqueles encontrados por Giovanella (2013), com cupins em madeira. Essa diferença pode ser explicada pela metodologia utilizada que, no caso do autor, ocorreu em um recipiente fechado e, no caso deste experimento, ocorreu em ambiente aberto, do qual os carunchos podiam sair, se necessário. Wajnberg et al. (2010), relataram que os insetos apresentam capacidade de utilizarem o campo magnético ao seu redor para se orientarem. Ainda segundo os autores, estes animais interpretam sinais magnéticos para que possam se movimentar em seus territórios ou quando realizam migração, sugerindo que possuem a capacidade de interpretar sinais magnéticos, denominando esta

habilidade de magnetorrecepção. Talvez seja esta a explicação para o comportamento dos carunchos na presença de radiação eletromagnética do wireless.

Segundo Abraçado (2006), o mecanismo de magnetorrecepção permite a orientação através de campo eletromagnético em animais que possuem sistema nervoso, como é o caso dos insetos. Giovanella (2013) e Abraçado (2006), acreditam na hipótese do mecanismo de ação ferromagnética, que se baseia na premissa que insetos apresentam partículas magnéticas presentes no corpo, atuando como sensores de campos eletromagnéticos.

Segundo Salles et al. (2001), ondas emitidas por aparelhos eletrônicos na frequência de 0,85 GHz, podem provocar efeitos “térmicos” e “não térmicos” em seres vivos. Ainda segundo o autor, os efeitos térmicos são provocados por aquecimento direto dos tecidos biológicos como resultado da absorção da energia eletromagnética, provocando aumento de temperatura destes tecidos, enquanto que os efeitos “não térmicos” geram efeitos bioquímicos ou eletrofísicos causados diretamente pelos campos eletromagnéticos induzidos. Podendo desse modo provocar alterações na coordenação motora de animais, justificando a agitação do caruncho quando submetido a ação de ondas eletromagnéticas.

Em relação ao primeiro experimento, os resultados demonstraram diferença significativa em nível de 1% de probabilidade no efeito do roteador emissor de ondas eletromagnéticas (Tabela 2). No experimento sem emissão de ondas (controle), 94 carunchos, em média, atacaram os toletes de bambu, porém, com emissão de ondas eletromagnéticas, a média de ataque foi de apenas nove indivíduos.

Tabela 2 – Média da contagem de caruncho (*Dinoderus minutus*) em experimentos com e sem emissão de ondas, para avaliação da alteração de comportamento induzidos por radiação eletromagnética emitida por roteador wireless (ondas com frequência de 2,40 a 2,48 GHz), Temperatura 25±3°C, 75% umidade, fotofase 12 h.

Ação do roteador wireless	Comportamento do caruncho	
	Ataque ao bambu	Crescimento populacional
Com emissão de ondas	9,33	20,66
Sem emissão de ondas	94,33	366,00
CV (%)	4,46	9,60
F	2032,03 *	519,00 *
p	< 0,001	< 0,001

* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pela análise de variância (ANOVA).

Experimento 2

No segundo experimento, em relação à influência das ondas eletromagnéticas na procriação do caruncho, também foram encontradas diferenças significativas a 1% de probabilidade. Na câmara climatizada em que não havia emissão de ondas eletromagnéticas (controle), a população aumentou significativamente, pois, descontando a população inicial (20) em cada recipiente, ocorreu aumento de 366 indivíduos, em média. Na câmara climatizada em que havia emissão de ondas, o aumento foi de apenas 20 indivíduos em média (Tabela 2). Comparando os dois procedimentos, as ondas eletromagnéticas influenciaram no crescimento populacional, inibindo o crescimento populacional do caruncho *D. minutus*.

A interferência das ondas eletromagnéticas emitidas pelo roteador wireless ficou evidente, com dois tipos de efeito: agitação do caruncho do bambu e redução populacional. Novos estudos são necessários para determinação de radiação mais eficaz como uma alternativa de controle dessa praga no ataque do bambu desidratado bem como, encontrar os fatores de influência destas ondas nesta espécie de inseto.

CONCLUSÃO

A utilização de ondas eletromagnéticas emitidas por roteador wireless na frequência de 2,40 a 2,48 GHz, provocou agitação do caruncho *D. minutus*, reduzindo o ataque ao *B. vulgaris*. Também, nesta mesma frequência, foram capazes de induzir o retardamento no crescimento populacional destes insetos.

REFERÊNCIAS

- Abraçado LG (2006) Caracterização de material magnético em formigas *Solenopsis interrupta*: magnetometria SQUID e Ressonância Ferromagnética. **Tese de Doutorado**. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Rio de Janeiro, 174p.
- Assistat (2014) Programa estatístico. Universidade Federal de Campina Grande. Versão 7.7 Beta. Disponível em: <http://www.assistat.com/indexp.html>
- Azevedo FR (2013) Inseticidas vegetais no controle de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em pomar de goiaba. **Revista Holos**, 4:77.
- Costa TMS (2004) Estudo da viabilidade técnica do emprego do bambu da espécie *Bambusa vulgaris schard*. Como carvão vegetal. **Dissertação** (Mestrado em

Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Materiais). Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, IPEN, 74p.

Fé ALDM (2008) Tecnologias móveis e vida pessoal: Uma pesquisa sobre o impacto da comunicação sem fio no tempo de trabalho e nas demais esferas da vida social.

Tese de Doutorado. Programa de Comunicação. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP, 65p.

Fradin MS (1998) Mosquitoes and mosquito repellents: a clinician's guide. **Annals of Internal Medicine**, 11:6.

Gallo D, Nakano O, Silveira NS, Carvalho RPL, Berti FE & Gorski R (2003) Evaluation of the effectiveness of natural essential oils in the monitoring of the occurrence of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). **Jornal of Plant Protection**, 43:393-397.

Giovanella R (2009) Uso de Frequências Sonoras no Controle de Cupins de Madeira Seca *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae). **Dissertação de Mestrado**. Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 122p.

Giovanella R (2013) Influência do campo eletromagnético no comportamento de cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). **Tese de Doutorado**. Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 129-141p.

Hanks LM, Paine TD & Millar JG (1993) Host species preference and larval performance in the wood boring beetle *Phoracantha semipunctata* F. **Oecologia**, 95:22-29.

Hsing TY & Paula NF (2011) Produção e caracterização de carvão ativado de quatro espécies de bambu. **Ciência & Tecnologia: FATEC - JB**, 3:2.

Matoski SLS & Rocha MP (2006) Influência do fotoperíodo no ataque de *Dinoderus minutus* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) em lâminas torneadas de espécies tropicais. **Floresta**. Curitiba, PR, 36:385 - 396.

Lima Neto MC, Neto EB, Barreto LP & Silva JAA (2010) Exportação de macronutrientes em cultivos comerciais de bambu no tabuleiro costeiro do estado da Paraíba. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, 34:251-257.

Norhisham AR, Abood F, Rita M & Hakeem KR (2013) Effect of humidity on egg hatchability and reproductive biology of the bamboo borer (*Dinoderus minutus* Fabricius). **Springer Plus**, 2:1-6.

Oliveira JV & Vendramim JD (1999) Repelência de Óleos Essenciais e Pós Vegetais sobre Adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em

- Sementes de Feijoeiro. **Sociedade Entomológica Brasileira**, Piracicaba, SP. 28:549-555.
- Pinheiro CIS (2011) Design e Concepção de Vestuário Funcional para Bebês, com Propriedades de Repelência ao Inseto da Malária. **Dissertação de Mestrado**. Design, Universidade de Beira Interior Engenharia, Covilhã, 39-40p.
- Plank HK (1948) Biology of the bamboo powder-post beetle in Puerto Rico. **Bulletin 44**. Puerto Rico, USDA. 29p.
- Ribeiro EL & Pessoa MB (2007) Os efeitos da radiação eletromagnética na vida do ser humano: uma análise do paradigma ambiental. **Revista tecnologia e sociedade**, 5:15-31.
- Sabbatini RME (2006) Telefonia Celular Móvel e Saúde. **Instituto Edumed para Educação em Medicina e Saúde**. Campinas, 3-4p. Disponível em:
<http://www.sabbatini.com/renato/papers/RadiacaoCelularSaude.pdf>. Acessado dia 15 de setembro de 2014.
- Salles LAB (1998) Principais pragas e seu controle. In: RASEIRA, M. C. B. R. (Ed.) A Cultura do Pessegueiro. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: **Embrapa-CPACT**, 205-242p.
- Salles AA, Fernandez C & Bonadiman M (2001) Potência absorvida na cabeça do usuário de telefone celular portátil. **Revista da Sociedade Brasileira de Telecomunicações**, 16:16-18.
- Sarlo HB (2000) Influência das fases da lua, da época de corte e das espécies de bambus sobre o ataque de *Dinoderus minutus* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). **Tese de Doutorado**, Universidade Federal de Viçosa, 3-8p.
- Seddon DA & Faizool SA (1993) A new lease of life for bamboo in Trinidad. Trinidad and Tobago. **Gott**, 7p.
- Silva AAL & Faroni LRDA (1994) *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae): Uma nova ameaça aos cereais armazenados. **Revista Brasileira de Armazenamento**, 2:28-32.
- Sittichaya W, Beaver RA, Liu L & Ngampong A (2009) An illustrated key to powder post beetles (Coleoptera, Bostrichidae) associated with rubberwood in Thailand, with new records and a checklist of species found in Southern Thailand. **Zookeys**, 26:33-51.

Vilela GP (2012) Transmissões sem fio e campos magnéticos prejudicam a saúde humana: computação móvel. São Paulo - SP. **Instituto de Matemática e Estatística Universidade de São Paulo**, 9p.

Wajnberg E, Acosta-Avalos D, Alves OC, Oliveira JF, Srygley RB & Esquivel DMS (2010) Magnetoreception in eusocial insects: an update. **Journal of the Royal Society Interface**, Disponível em:

http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfls/VF%20_online.2010_01_28_12_04_01.pdf

Acessado dia 20 de janeiro de 2014.

Yanwen L, Qin Y & Jindeng T (1996) Major pests infesting bamboo woods and their control. **Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology**, 23:55-56.

Zhou G, He, T, Krishnamurthy S & Stankovic J (2004) A. Impact of radio irregularity on wireless sensor networks. In: **Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services**. 1^a ed., New York, University of Virginia, 125-138p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas respostas ainda dependem de pesquisas sobre o controle do caruncho do bambu, tais como: Quais são os fatores climáticos que influenciam (desenvolvimento do inseto e/ou ataque)? Por que o mesmo é atraído pelo bambu? Qual espécie de bambu o atrai mais e qual menos? Qual ou quais componentes químicos e/ou físicos (injúrias mecânicas x armazenamento), são responsáveis pela atratividade? Qual ou quais extratos naturais são mais eficientes na repelência do mesmo? Qual a durabilidade do efeito destes extratos naturais? Estas perguntas, caso respondidas, poderiam contribuir para soluções mais eficazes no controle do caruncho do bambu.

No decorrer do desenvolvimento desta tese, além dos três artigos elaborados, foram realizados outros experimentos para tentar responder algumas das perguntas acima citadas, cujos resultados obtidos, encontram-se em fase de redação. Estes experimentos envolveram:

- I - Investigação da influência da dieta alimentar no crescimento populacional do caruncho *D. minutus*, em relação aos bambus *B. vulgaris*, *B. vulgaris* var. *vittata* e *B. multiplex*, bem como análises químicas de metabólitos primários e secundários encontrados nestas três variedades de bambus.
- II - Avaliação da influência das cores na atratividade do caruncho em laboratório;
- III - Ação de extratos de plantas e produtos comerciais sobre o controle sustentável do *D. minutus*
- IV - Análise da relação da durabilidade do efeito de repelência sobre a incidência do *D. minutus* entre toletes de *B. vulgaris* impregnados com concentrado emulsionável com 1% de óleo de *Azadirachta indica* Juss (Meliaceae) e extrato da castanha de caju (*Anacardium occidentale*)

Será necessário estabelecer procedimentos para avaliar o efeito das concentrações de LCC em condições mais próximas da realidade dos usuários, tais como, qual o volume na concentração estabelecida que será necessário para

impregnar 1 m³ de colmos de bambu, o mínimo de imersão e/ou a impregnação e o tempo de duração do efeito.

Entre as maiores dificuldades no início das pesquisas, cita-se a necessidade de desenvolver uma metodologia para estudo da repelência com extratos naturais, que envolvia uma arena aberta de experimentos. Nesta situação, muitos carunchos voavam da arena e poucos atacavam os toletes de bambu. Para resolver esta questão, foi confeccionada e solicitado o depósito de patente de uma arena de acrílico, solucionando o problema.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Descrição do local da pesquisa, bambus pesquisados e criação massal do caruncho *Dinoderus minutus*.

As pesquisas foram realizadas na Fazenda Escola, Base de Pesquisa em Ciências Agrárias da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no Centro de Tecnologia e Estudo do Agronegócio (CeTeAgro), localizado no município de Campo Grande, MS (Figura A1). A região de Campo Grande possui o clima de transição entre clima subtropical úmido (Cfa), clima tropical úmido (Aw) e de savana, segundo a classificação climática Koppen-Geiger. A pluviosidade pluvial anual média é de 1224 mm, sendo que 85% desta se concentram de outubro a março e a temperatura média anual é de 23,3°C, sendo de 17,8°C no inverno e no 28,8°C verão, segundo a fonte Climate Charts (2012). Os sistemas atmosféricos que atuam nesta região são tanto de origem tropical quanto extratropical. O setor mais ao norte sofre influência de sistemas que atuam na Amazônia, já o setor sul (região do estudo) sofre influência de sistemas extratropicais tais como frentes frias e linhas de instabilidade. O solo da área foi classificado como Neossolo Quartizarenico, segundo a Embrapa, apresentando V% = 52,90 e 33,00 kg (ha MS) -1 de matéria orgânica.



Figura A1 – Imagem do local da pesquisa - Fazenda Escola, Base de Pesquisa em Ciências Agrárias da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no Centro de Tecnologia e Estudo do Agronegócio (CeTeAgro), localizado no município de Campo Grande, MS.

Touceiras de bambus utilizadas na pesquisa

Os bambus utilizados nesta tese, foram retirados de touceiras plantadas há mais de 20 anos no local da pesquisa. São três espécies de bambu: *B. vulgaris*, com 23 m de altura e colmos maduros com diâmetro médio de 13 cm, *B. vulgaris* var. *vittata* com 22 m de altura e colmos maduros com diâmetro de 12 cm e *B. multiplex* com 20 m de altura e colmos maduros com diâmetro médio de 6 cm. As Figuras A2, A3 e A4 correspondem às espécies e coordenadas geográficas das touceiras de bambu utilizadas na tese.



Figura A2 - Touceira de *Bambusa vulgaris*, localizada no local da pesquisa com coordenadas geográficas: 20° 39' 38" S e 54° 61' 16" W, a 532 metros de altitude.



Figura A3 - Touceira de *Bambusa vulgaris* variedade *vittata*, localizada no local da pesquisa com coordenadas geográficas: 20° 38' 02" S 54° 60' 43" W, a 532 metros de altitude.



Figura A4 - Touceira de *Bambusa multiplex*, localizada no local da pesquisa com coordenadas geográficas: 20° 40' 59"S e 54° 61' 25" W, a 532 metros de altitude.

Criação massal do caruncho *Dinoderus minutus*

Para os ensaios realizados na tese, foi necessária a criação massal de carunchos em laboratório. Estes foram coletados em campo no mês de dezembro de 2012 e criados em cinco recipientes de 500 mL de boca larga hermeticamente fechados, constituídos de toletes da espécie de *B. vulgaris* desidratados com dimensões de 10 cm de altura, 4 cm de largura e 1 cm de espessura. Em cada recipiente foi inserido um grupo de 200 carunchos.

Os recipientes estavam acondicionados em uma sala de 9 m², localizada no local da pesquisa, controlada com temperatura ambiente de 25±3°C, umidade relativa do ar (UR) em torno de 50% e com ausência de luz. Os toletes eram substituídos a cada trinta dias garantindo a alimentação dos carunchos. Sendo assim, todos os carunchos utilizados em testes no laboratório, foram obtidos desta criação massal iniciada em dezembro de 2012.

APÊNDICE B

Carunchos *Dinoderus minutus* utilizados na pesquisa

Os carunchos adultos utilizados nas pesquisas possuíam um tempo médio de 100 dias de vida, todos descendentes de terceira geração. Os mesmos foram coletados em touceiras de Bambus localizadas na Fazenda Escola, Base de Pesquisa em Ciências Agrárias da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), e criados no laboratório de pesquisas, em recipientes de vidro de 500 mL de boca larga, alimentados com *B. vulgaris*. Os recipientes estavam acondicionados em uma sala de 9 m², localizada no local da pesquisa, controlada com temperatura ambiente de 25±3°C, umidade relativa do ar (UR) em torno de 50% e com ausência de luz. A Figura B1 apresenta um caruncho do bambu adulto e, as Figuras B2, B3 e B4, representam ataques deste inseto ao bambu.



Figura B1 – Caruncho do bambu *Dinoderus minutus* (Bostrichidae).

Fonte: Ashley Sheridan, Charles Darwin Foundation. © 2011 (ICCDRS 5754)



Figura B2 – Perfurações realizadas pelo caruncho *Dinoderus minutus* em toletes de bambu.



Figura B3 – Perfurações realizadas pelo caruncho *Dinoderus minutus* em toletes de bambu e pó produzido pós-ataque.



Figura B4 - Ataque do caruncho *Dinoderus minutus* sobre toletes de *Bambusa vulgaris*.

APÊNDICE C

Desenvolvimento de ferramenta de pesquisa: Arena de experimentos em acrílico

Arena de experimentos em acrílico

Para resultados mais confiáveis, em relação aos experimentos conduzidos em laboratório com o caruncho do bambu *D. minutus*, uma arena em acrílico transparente foi confeccionada para simular experimentos de atratividade, criação, repelência e/ou mortalidade desta espécie de inseto. A mesma apresentava doze prolongamentos simétricos que se ramificavam de uma área central que apresentava uma tampa, cujas extremidades eram constituídas de uma área para o depósito de dietas alimentares e/ou objetos a serem testados, também com tampa para evitar a saída de carunchos. Cada prolongamento apresentava, também, um dispositivo bloqueador de deslocamento para o caso de não ser necessária a utilização do mesmo, permitindo até doze possibilidades de deslocamento em direção à fonte de alimentos e/ou objetos a serem testados.

Toda a arena foi apoiada e fixada com silicone em uma base circular, também de acrílico, de diâmetro de 2,40 m para aumentar a resistência e a sustentabilidade da mesma (Figura C1). Os carunchos foram colocados no centro da arena e as dietas e/ou objetos de testes, nas extremidades dos prolongamentos. Em seguida, as tampas das extremidades e da área central foram fechadas para evitar a saída dos carunchos. Os carunchos, depois de liberados no centro da arena, possuíam a opção de “chance de escolha” em direção a determinado alimento. Esperava-se o tempo de duração do experimento e, após, retiravam-se as dietas e/ou objetos de testes para a contagem de carunchos atraídos, repelidos e/ou mortos.



Figura C1 - Visão superior da arena de experimentos em acrílico apoiada sobre um tecido branco.

O motivo da invenção desta arena, estava relacionada à resolução do problema “acompanhar as atividades de insetos”. Esta invenção permitiu confirmar a resposta à atratividade e/ou repelência ou mesmo a mortalidade do caruncho *D. minutus*, como resposta a um alimento *in natura* e impregnados por produtos químicos naturais. Permitiu também o acompanhamento dos experimentos com carunchos em ambiente controlado, onde os resultados não sofreram interferências externas, permitindo obter observações de comportamento e resultados científicos mais confiáveis.

Inúmeros bioensaios são realizados com a finalidade de estabelecer padrões de comportamentos em insetos, porém ocorrem certas dificuldades em simular situações em ambientes naturais. Uma forma de simular situações comportamentais destes animais, o mais próximo da realidade possível, é utilizar ambientes fechados com temperatura e umidades controladas ou usar pequenas arenas confeccionadas para uma avaliação específica. A dificuldade de analisar estes comportamentos no meio natural, decorre do fato do pesquisador, por diversos motivos, tais como intemperismos por exemplo, não poder acompanhar situações em tempo real durante certo período. Daí um dos motivos da necessidade de simulações em

arenas de experimento. Sendo assim, a construção desta arena em acrílico permitiu a realização de experimentos científicos em condições controladas e em ambiente fechado sem interferências ambientais extremas, simulando situações comportamentais do caruncho, sendo possível a realização de testes tanto em ambiente iluminado como no escuro. Algumas arenas que permitem avaliar a atratividade e/ou repelência ou mesmo a morte de insetos já foram confeccionadas para estes fins. A matéria prima utilizada abrange desde papelão, metal, plástico até acrílico.

Arena de experimentos em acrílico: o depósito de patente e a invenção

Após a confecção da arena em acrílico transparente, a mesma foi submetida para ser patenteada sob solicitação de privilégio com o número de protocolo BR 10 2014 027689 0 GRU 0000221406308972. Esta arena foi confeccionada em acrílico (polimetil-metacrilato) transparente, matéria prima rígida, transparente e incolor, considerado um dos polímeros plásticos mais modernos por sua facilidade de adquirir formas, leveza e ao mesmo tempo apresentar alta resistência. É também denominado vidro acrílico ou simplesmente acrílico. A utilização de acrílico é uma vantagem em relação às arenas confeccionadas em papelão pois, apresentam maior durabilidade, podem absorver odores, são impermeáveis à umidade e, permitem a entrada de luminosidade. É vantajoso também em relação às arenas fabricadas de metal que, além de pesadas, podem correr riscos de oxidações, podendo alterar resultados de bioensaios.

A arena é funcional pois proporcionou bioensaios em ambiente controlado, livre de interferências ambientais, impossibilitando que os carunchos que estão sendo observados, evadissem do local do experimento. A mesma foi avaliada em diversos experimentos, como o estudo da ação repelente do líquido da castanha de caju (*A. occidentale*), também conhecido como LCC e, de um concentrado emulsionável com 1% de óleo de NIM (*A. indica* A. Juss) sobre o caruncho *D. minutus* em *B. vulgaris*. Nestes experimentos, foram utilizados toletes de bambu impregnados totalmente com diferentes concentrações de LCC e do concentrado emulsionável de óleo de NIM, distribuídos aleatoriamente nesta arena de acrílico. Foram liberados sessenta carunchos no centro da arena para que pudesse ter a mesma “chance de escolha” em direção às dietas que se encontravam em cada uma das extremidades da arena.

O mesmo padrão de experimento pôde ser realizado em ensaios sobre a atratividade do caruncho pelas cores e outras opções de alimentos.

O benefício desta invenção está no fato de que a utilização da mesma em experimentos permitiu a utilização de diversos tipos de dietas alimentares para se determinar qual a “preferência alimentar” ou “repelência” a produtos químicos. Sendo assim, foi possível o estudo de qual tipo de dieta permite melhores condições para a criação de determinados insetos, como o caruncho do bambu ou, até mesmo, que tipo de produto químico natural ou não pode ser testado para o desenvolvimento de inseticidas.

Arena de experimentos em acrílico: especificações e descrição

A arena era constituída de doze ramificações simétricas, que partiam de um centro provido de tampa de 12 lados (dodecágono). Cada extremidade final das 12 ramificações também era fechada com uma tampa de 4 lados, que permitia sua remoção para a saída de eventuais gases que poderiam prejudicar os resultados (Figura C2).

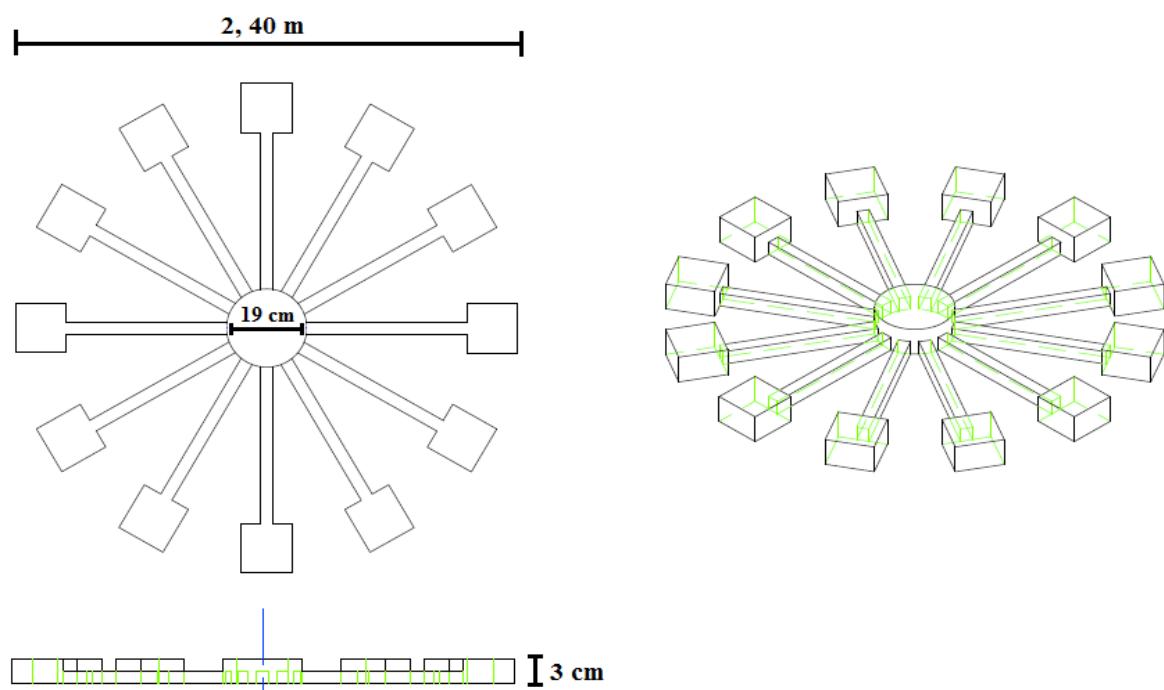


Figura C2 – Medidas da arena de experimentos em acrílico transparente com visões central, lateral e de perfil

O diâmetro total da arena era de 2,40 m e cada ramificação possuía comprimento de 36 cm com largura interna 3 cm (Figura C3). Cada prolongamento possuía um dispositivo para conter o material que seria testado (dieta, produtos químicos, etc.). A região central da arena possuía diâmetro de 19 cm, com tampa, para impedir a fuga dos carunchos. A altura máxima da arena era de 4 cm, medida esta que permitia o deslocamento com mais facilidade dos carunchos. Todos os prolongamentos foram colados em uma base de acrílico, para dar maior sustentabilidade e, também evitar a saída de carunchos. Cada prolongamento também era constituído de um dispositivo bloqueador de deslocamento que permitia controlar o número de provas a serem utilizadas, podendo ser utilizado um único prolongamento, vedando os demais, ou todos ao mesmo tempo, em cada repetição.

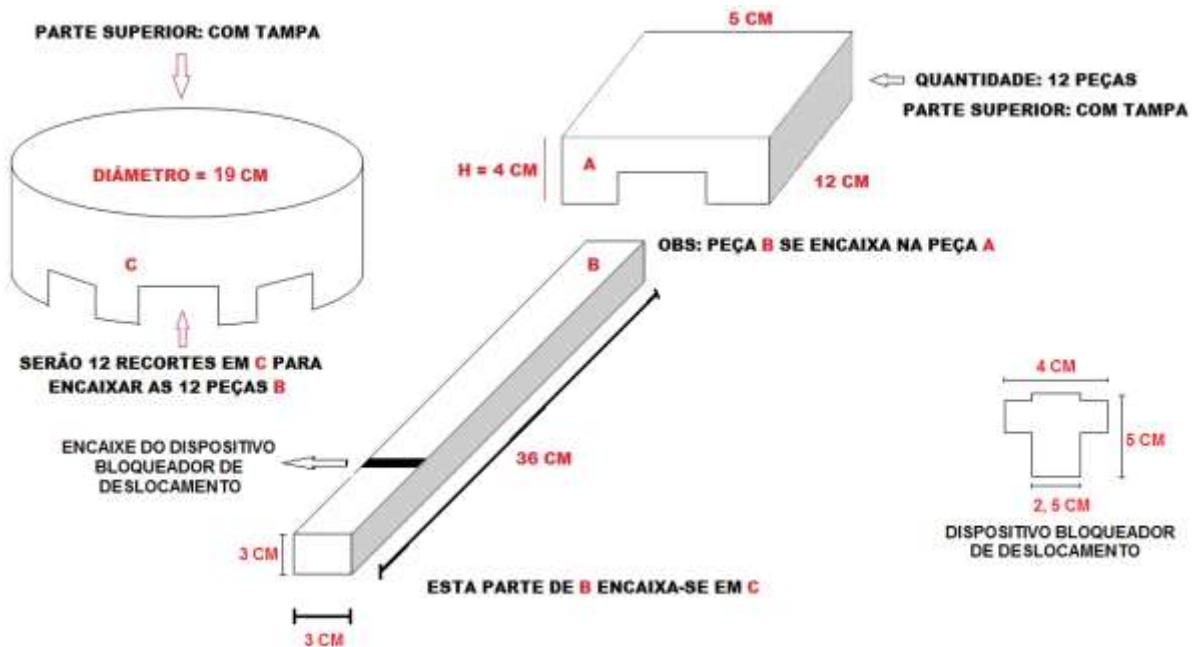


Figura C3 - Especificações métricas da arena de experimentos em acrílico transparente

Utilização de técnicas de visão computacional para acompanhar o deslocamento do caruncho *Dinoderus minutus* na arena de experimentos

A visão computacional é a ciência responsável pelo desenvolvimento de técnicas e metodologias para a captura de informações de uma determinada imagem, extraíndo informações capturadas por câmeras de vídeo, sensores, scanners, entre outros dispositivos. Estas informações permitem reconhecer e

manipular os objetos que compõem uma imagem. A visão computacional utiliza de informações visuais para análise de situações e tomada de decisões. Dentro da visão computacional, a técnica de fluxo óptico permite detectar e rastrear movimentos de objetos de interesse, através da distribuição 2D da velocidade aparente. Sendo possível estimar o movimento em sequências de uma imagem, onde cada pixel no plano da imagem está associado a um único vetor de velocidade.

Existe um grande número de trabalhos que buscam determinar o fluxo óptico na tentativa da melhor representação do que realmente pode ser considerado movimento. O objetivo do fluxo óptico é comparar duas imagens utilizando cálculos correspondendo a objetos movendo-se em diferentes velocidades e direções, concluindo que através dos vetores, será encontrado o movimento dos objetos detectados.

Metodologia para captura de imagens durante o deslocamento do caruncho *Dinoderus minutus* na arena de experimentos

Para acompanhar o deslocamento do caruncho do bambu, em testes realizados na arena de experimentos em acrílico, foram produzidos vídeos com 24 horas de gravação em sequência, através de uma câmera filmadora Sony DCR-SR300 de 6.1 Mega Pixels, lentes Carl Zeiss Vario-Sonnar, com visão noturna através de LED'S infravermelho, instalada em um suporte com haste (Figura C4) acima da arena de acrílico (Figura C5).



Figura C4 - Suporte com haste de sustentação da câmera filmadora Sony DCR-SR300 para captura de imagens do deslocamento do caruncho do bambu em direção aos toletes de *Bambusa vulgaris*, posicionado a 2,5 m acima da arena de acrílico.



Figura C5 – Arena de acrílico apoiada sobre um tecido branco no solo para facilitar a captura de imagens do caruncho do bambu pela câmera filmadora Sony DCR-SR300.

Os testes na arena foram realizados com 12h de luminosidade e 12h de escuro, neste último caso, utilizando-se o infravermelho da câmera para captura da imagem (Figura C6). Cada vídeo era constituído de 588 quadros. Cada quadro foi binarizado semi automaticamente a partir da ferramenta *Color Threshold* do software *Image J*. Na determinação experimental, buscaram-se visualmente, os limiares que permitiam a melhor separação entre os carunchos e o fundo. Com as imagens binarizadas, os centros de massa foram marcados, também semi automaticamente, para servir de referência nos experimentos. Esta marcação se deu com a ajuda do componente chamado “*analisador de partículas*” do *ImageJ*, com correções realizadas manualmente. Este tipo de analisador identifica regiões conexas de imagens binarizadas, respeitando alguns parâmetros como áreas mínima e máxima que cada região deve conter.

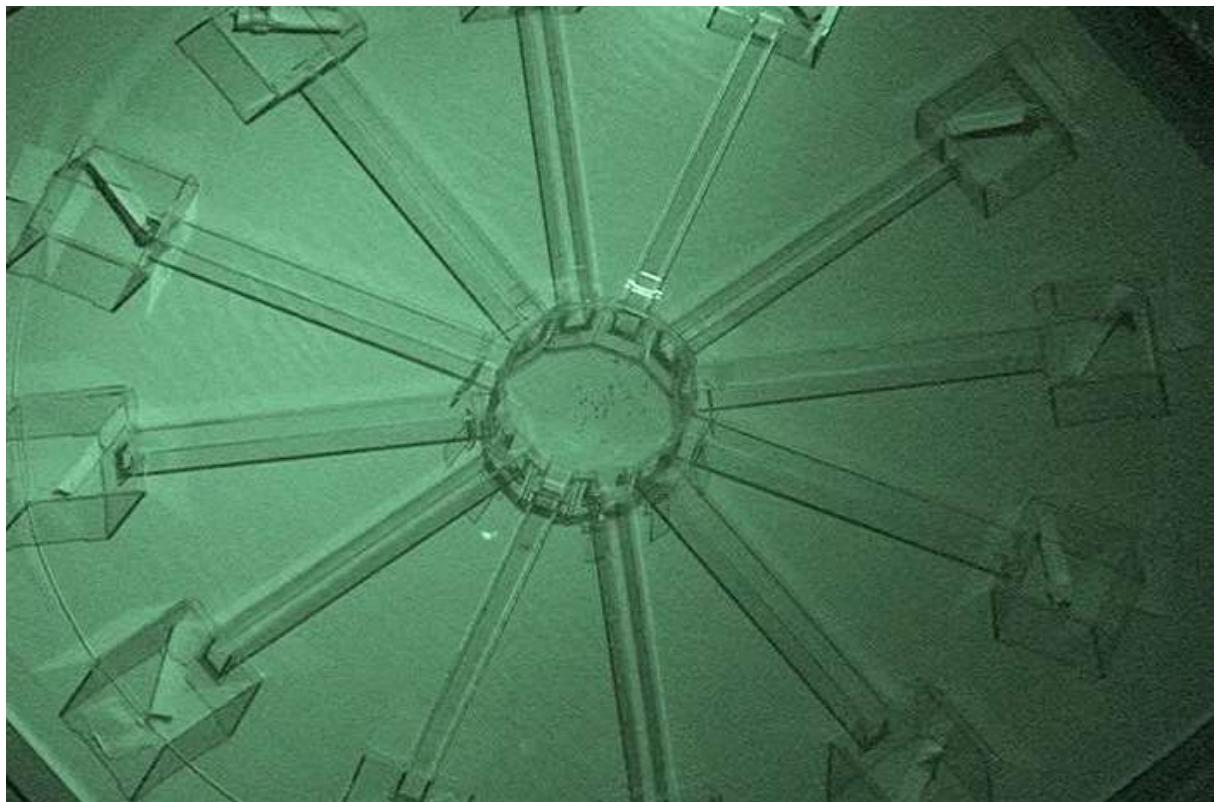


Figura C6 - Imagem da arena em acrílico captura pelos LED'S infravermelhos da filmadora.

Para reduzir o trabalho da marcação manual dos 588 quadros, a mesma distribuição foi utilizada em cada um dos cinco vídeos por experimento, mantendo assim, uma sincronização temporal entre os quadros selecionados em cada vídeo. A Figura C7 mostra um quadro que foi limpo pelo “clear”, deixando só o centro da

arena, para que se possa fazer a contagem, na qual será selecionado pelo filtro de partícula tornando-se uma imagem de referência (Figura C8).

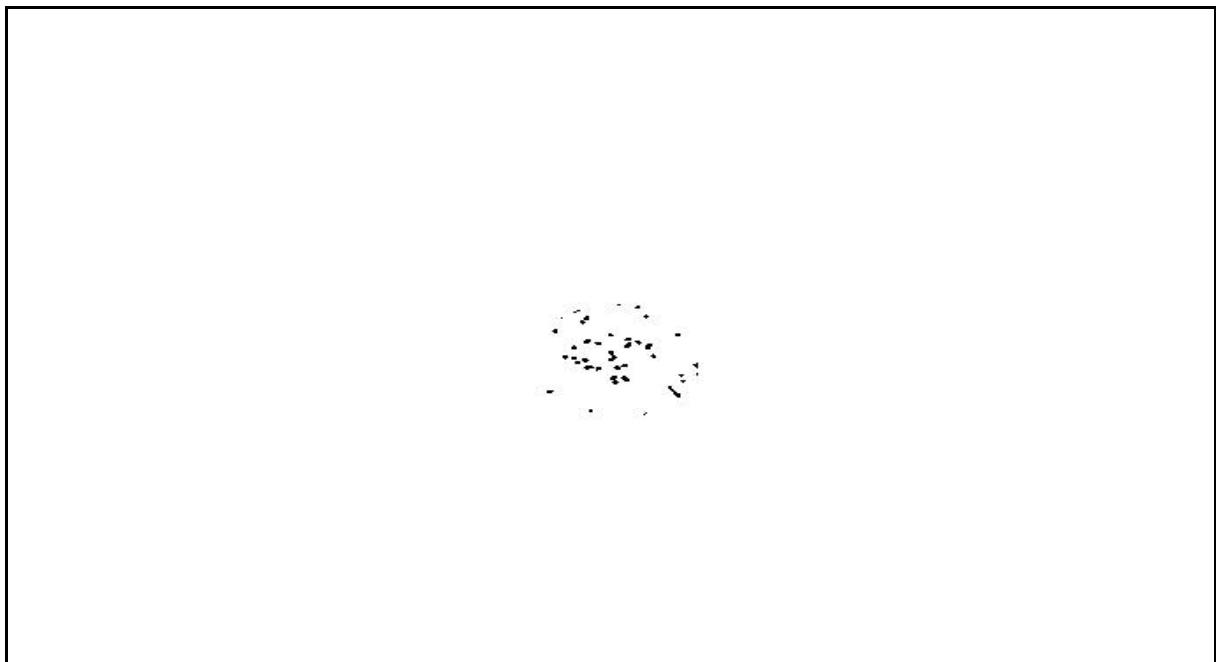


Figura C7 - Imagem da arena em acrílico binarizada limpa, permitindo a visualização dos carunchos.

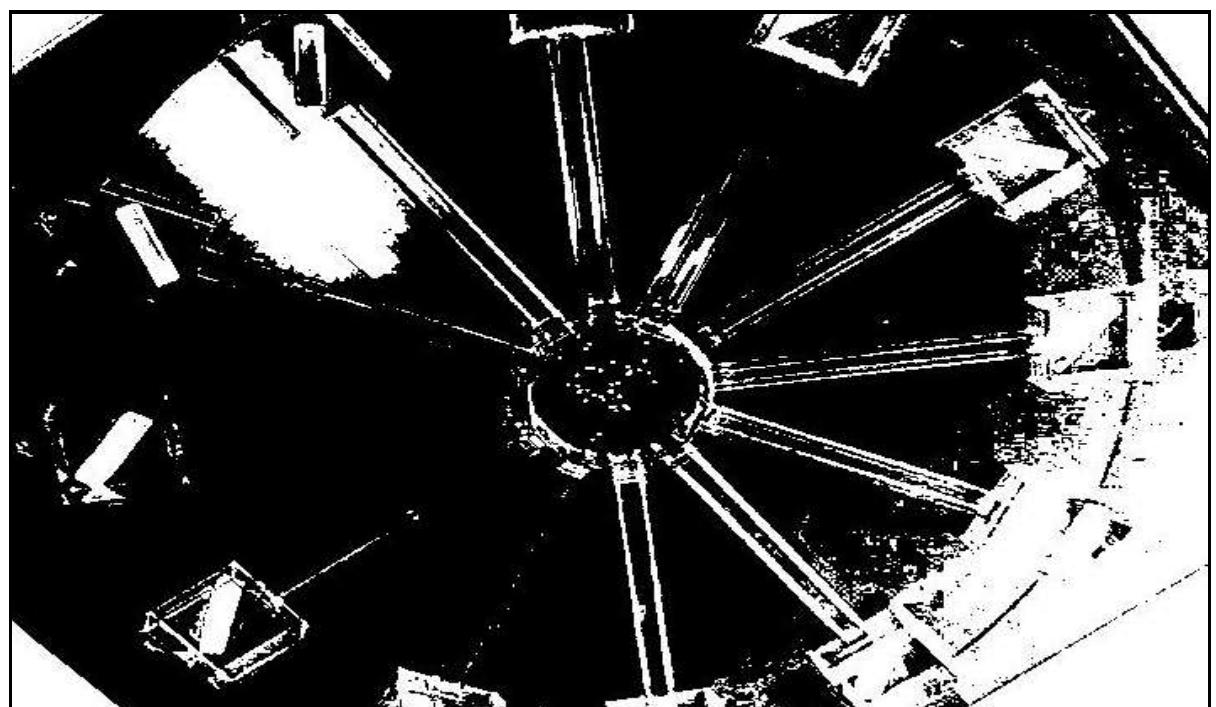


Figura C8 - Imagem da arena em acrílico binarizada pela ferramenta *Color Threshold* do software *Image J*.

Desta forma, através de imagens obtidas por vídeo, foi possível acompanhar e quantificar os carunchos que se deslocaram em direção aos toletes de bambu. A

quantidade de carunchos encontrada através das imagens obtidas pela filmadora, foi comparada com o número de carunchos retirados manualmente dos toletes de bambu atacados pelos mesmos.

NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Revista Ciência Rural

ISSN 1797-1803 – Qualis B1 – Ciências Agrárias I

Endereço eletrônico: <http://coral.ufsm.br/ccrrevista/normas.htm>

Diretrizes para Autores

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados em idioma Português ou Inglês. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras.** Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que **não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico (Modelo doc, pdf) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já**

na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

4. A revisão bibliográfica (Modelo .doc, .pdf) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

5. A nota (Modelo .doc, .pdf) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Wiley, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICHS, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests **Tribolium confusum** (Coleoptera: Tenebrionidae), **Tenebrio molitor** (Coleoptera: Tenebrionidae), **Sitophilus granarius** (Coleoptera: Curculionidae) and **Plodia interpunctella** (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de **Sitophilus oryzae** (L.), **Cryptolestes ferrugineus** (Stephens) e **Oryzaephilus surinamensis** (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel.

Ciência Rural, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008.

Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad).** 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose.** São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico.** São Paulo: Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Artroscopic diagnosis of elbow dysplasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31, 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em:

<http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. **Transgênicos.** Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em:

<http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

10. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

11. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

12. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

13. Lista de verificação (Checklist .doc, .pdf).

14. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

15. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.
16. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.
17. Todos os artigos encaminhados devem pagar a taxa de tramitação. Artigos reencaminhados (**com decisão de Reject and Ressubmit**) deverão pagar a taxa de tramitação novamente.

NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Revista Ceres

ISSN 0034-737X - Qualis B2 – Ciências Ambientais.

Endereço eletrônico:

<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/about/submissions#authorGuidelines>

Diretrizes para Autores

Formatação

O texto deve ser digitado em Microsoft Word (versão 97-2003), justificado, em espaço duplo, fonte Times New Roman, tamanho 12.

O formato da página deverá ser A4, com margens de 3 cm.

As páginas devem apresentar linhas numeradas sequencialmente (a numeração é feita da seguinte forma: layout da página / número de linhas / contínuo).

Paginação

Os artigos devem ter, **no máximo**, 25 páginas, incluindo-se as referências, **figuras e tabelas**.

As comunicações devem ter, **no máximo**, 15 páginas, incluindo-se as referências, figuras e tabelas.

Autoria

Os artigos e comunicações devem ter, no máximo, seis autores. Para trabalhos com mais autores, é necessário que o autor correspondente envie um e-mail para a Revista Ceres (ceres.normas@ufv.br), esclarecendo a contribuição de cada um deles

no artigo. Fica a critério da Comissão Editorial julgar se a justificativa procede, ou não.

Seções de Artigos e Comunicações

Título

Deverá ter no máximo 20 palavras, centralizadas e em negrito. Apenas a primeira palavra com a letra inicial em maiúscula e as demais em minúscula, exceto em casos pertinentes (p. ex., nomes científicos; *Phaseolus vulgaris*). Se necessário, introduzir nota de rodapé, ao seu final, usando algarismo arábico sobrescrito. (veja o item rodapé)

Nomes dos autores

Os nomes dos autores devem ser listados, sem abreviações, em sequência, separados por vírgula, centralizados abaixo do título, aplicando-se itálico, utilizando-se letras maiúsculas/ minúsculas. Para cada autor deverá ser colocada uma nota de rodapé. O autor correspondente será sempre aquele que submeter o artigo.

Exemplo:

Maria Célia da Silva², Antônio José da Silva³, Ana Maria da Silva⁴, Simone da Silva Fonseca⁵

Rodapé

A primeira nota deve fornecer informações sobre o trabalho (se foi extraído de tese, dissertação, etc., e fonte financiadora) e as demais, informações sobre cada um dos autores, obedecendo à seguinte pontuação: formação, titulação máxima. Departamento, instituição, endereço comercial (rua, número, bairro, CEP, cidade, estado, país) e e-mail. A nota referente ao autor correspondente deverá conter, além do e-mail, um número de telefone para contato. Não utilizar abreviações para nenhuma informação do rodapé.

Exemplo:

¹ Este trabalho é parte da dissertação de mestrado da primeira autora.

² Engenheira-Agrônoma, Doutora. Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Campus Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. (31) 3891-0000. maria@ufv.br (autora para correspondência).

Resumo

A palavra "RESUMO" deve ser escrita em letras maiúsculas, alinhada à esquerda e ter aplicação de negrito. Essa seção deve conter no máximo 250 palavras e ter apenas um parágrafo. O texto do resumo deve conter, em linhas gerais, a hipótese, os objetivos, material e métodos utilizados, resultados expressivos alcançados e a conclusão. O resumo deve ser iniciado na linha subsequente ao título dessa seção.

Palavras-chave

As palavras-chave devem ter um número mínimo de três e máximo de seis palavras e devem ser citadas em parágrafo subsequente ao resumo. Devem ser grafadas com inicial minúscula (exceto os nomes científicos) e separadas por vírgula, preferencialmente sem repetir palavras contidas no título do trabalho.

Abstract /Resumen

A palavra "ABSTRACT" deve ser escrita em letras maiúsculas, alinhada à esquerda e ter aplicação de negrito. Na linha subsequente, deve-se inserir o título (em inglês ou espanhol) centralizado e com aplicação de negrito. O Abstract e o Resumen devem corresponder ao resumo.

Key words / Palabras clave

As "Key words" devem ser citadas em parágrafo subsequente ao "Abstract" e ser separadas por vírgula. Devem corresponder às palavras-chave.

Introdução

O título dessa seção, "INTRODUÇÃO", deve ser escrito em letras maiúsculas, alinhado à esquerda. A introdução deve ater-se ao problema do trabalho em pauta, situando o leitor quanto à sua importância, hipótese da pesquisa e os objetivos, estando estes últimos claramente expressos ao final da introdução.

Material e Métodos

O título dessa seção, "MATERIAL E MÉTODOS", deve ser escrito em letras maiúsculas, alinhado à esquerda. A seção "Material e Métodos" deve ser redigida com detalhes suficientes para que o trabalho possa ser repetido. A Revista CERES

requer que estejam especificados no artigo os procedimentos estatísticos, incluindo: o delineamento utilizado, o número de repetições e a técnica estatística empregada. Quando não houver delineamento, o artigo deve descrever claramente como foi feita a condução da pesquisa, e qual a técnica estatística utilizada para a análise dos dados. Quando os tratamentos se constituírem de fatores quantitativos com três ou mais níveis, as variáveis de resposta devem ser submetidas à análise de regressão. Se for de interesse comparar os níveis com o padrão ou testemunha, o teste adotado deve ser o Dunnett. Casos excepcionais serão avaliados pela Comissão Editorial. Trabalhos envolvendo experimentação animal ou humana devem explicitar no primeiro parágrafo o protocolo de aprovação do Comitê e Ética em Experimentação Animal ou Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Resultados e Discussão

O título da seção, "RESULTADOS E DISCUSSÃO", deve ser escrito em letras maiúsculas, alinhado à esquerda. O texto deve ser claro e conciso, apoiado na literatura pertinente. Resultados e Discussão são seções que podem vir juntas ou separadas.

Obs: As seções **Material e Métodos** e **Resultados e Discussão** poderão conter subseções, indicadas por subtítulos escritos em itálico e negrito, iniciados por letra maiúscula e centralizados.

Conclusões

O título da seção "CONCLUSÕES" deve ser escrito em letras maiúsculas, alinhado à esquerda. As conclusões devem ser concisas e derivadas dos dados apresentados e discutidos.

Referências

O título da seção "REFERÊNCIAS" deve ser escrito em letras maiúsculas, alinhado à esquerda. As referências devem ser listadas por ordem alfabética. Seguem os exemplos:

a) Artigos de periódicos:

Anselme KL (2000) Review: Osteoblast adhesion on biomaterials. *Biomaterials*, 21:667-681.

Davies JE & Baldan N (1997) Scan electron microscopy of the bone-bioactive implant interface. *Journal of Biomedical Material Research*, 36:429-440.

Conz MB, Granjeiro JM & Soares GA (2005) Physicochemical characterization of six commercial hydroxyapatites for medical-dental applications on bone graft. *Journal of Applied Oral Sciences*, 13:136-140.

b) Livros:

Orefice RL, Pereira MM & Mansur HS (2006) Biomateriais: Fundamentos e aplicações. 3^a ed. Rio de Janeiro, Cultura Médica. 538p.

c) Capítulos de livros:

Costa EF, Brito RAL & Silva EM (1994) Cálculos e manejo da quimigação nos sistemas pressurizados. In: Costa EF, Vieira RF & Viana PA (Eds.) Quimigação: Aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília, EMBRAPA. p.183-200.

d) Trabalhos em anais de congresso:

Junqueira Netto A, Sediyama T, Sediyama CS & Rezende PM (1982) Análise de adaptabilidade e estabilidade de dezesseis cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em seis municípios do sul de Minas Gerais. In: 1^a Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Goiânia. Anais, EMBRAPA/CNPAF. p.47-48.

e) Teses e dissertações:

Wutke EB (1998) Desempenho do feijoeiro em rotação com milho e adubos verdes. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 146p.

f) CD-ROM:

França MHC & Omar JHDH (2004) Estimativa da função de produção do arroz no estado do Rio Grande do Sul: 1969 a 1999. In: 2º Encontro de Economia Gaúcha, Porto Alegre. Anais, FEE. CD-ROM.

g) Internet:

Darolt MR & Skora Neto F (2002) Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. Disponível em: Acessado em: 23 de abril de 2009.

h) Boletim técnico:

Bastos DC, Scarpare Filho JA, Fatinansi JC, Pio R & Spósito MB (2004) A cultura da lichia. Piracicaba, DIBD/ESALQ. 23p. (Boletim técnico, 26).

i) Programas estatísticos:

R development core team (2010) R: A Language and environment for statistical computing. Vienna, R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: Acessado em: 01 de janeiro de 2012.

SAS Institute Inc. (2002) Statistical Analysis System user's guide. Version 9.0. Cary, Statistical Analysis System Institute. 513p.

Universidade Federal de Viçosa (2007) SAEG: Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas. Versão 9.1. Viçosa, Fundação Arthur Bernardes. CD-ROM.

No texto, citar as referências nos formatos: (Autor, Ano), (Autor & Autor, Ano), (Autor et al., Ano) ou (Silva, 1999; Arariki & Borges, 2003; Santos et al., 2007), sempre em ordem cronológica ascendente. A referência deve ser citada ao final de um período que expresse uma idéia completa. Quando os nomes dos autores forem parte integrante do texto, menciona-se a data da publicação citada entre parênteses, logo após o nome do autor, conforme exemplos: Fontes (1999), Borges & Loreno (2007), Batista et al. (2005).

Citação de citação

Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Entretanto, nem sempre é possível. Nesse caso, pode-se reproduzir informação já citada por outros autores. Pode-se adotar o seguinte procedimento: no texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão citado por e o sobrenome do autor do documento consultado com o ano de publicação; na listagem das referências deve-se incluir a referência completa da fonte consultada.

Comunicação pessoal

Não faz parte da lista de referências, sendo colocada apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão “comunicação pessoal”, a data da comunicação, nome, estado e país da Instituição ao qual o autor é vinculado.

Financiamento e apoio

Os autores devem informar se receberam financiamento ou apoio de instituições de incentivo à pesquisa.

Normas para figuras e tabelas

As figuras e tabelas devem ser posicionadas após as referências, uma em cada página, e ser numeradas com algarismos arábicos, ficando a legenda posicionada abaixo nas figuras e acima nas tabelas.

Figuras e tabelas não devem repetir os mesmos dados. Figuras submetidas em formato eletrônico devem apresentar resolução mínima de 300 dpi, em formato TIFF ou JPG. Toda ilustração que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, dados sobre a fonte (autor, data) de onde foi extraída.

A referência bibliográfica completa relativa à fonte da ilustração deve figurar na seção Referências. As despesas de impressão de ilustrações coloridas correrão por conta dos autores.

Tabela

O termo refere-se ao conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Deve ser construída apenas com linhas horizontais de separação no cabeçalho e ao final da tabela. A legenda recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e é referida no texto como Tabela.

Figura

O termo refere-se a qualquer ilustração constituída ou que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema, etc. Os desenhos, gráficos, etc. devem ser bem nítidos. As legendas recebem inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e é referida no texto como Figura.

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE E CESSÃO DOS DIREITOS AUTORAIS

Esta declaração é de envio obrigatório e deverá ser anexada em “documentos suplementares”. Ela deverá ser impressa, assinada por todos os autores e digitalizada. Caso não seja possível enviar um único documento com as assinaturas de todos os autores, poderá ser enviada uma declaração para cada autor.

Assinaturas eletrônicas não serão aceitas. Modelo da declaração.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao editor".
2. O arquivo da submissão está em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF.
3. URLs para as referências foram informadas quando possível.
4. O texto está em espaço simples; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas estão inseridas no texto, não no final do documento na forma de anexos.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em [Diretrizes para Autores](#), na página Sobre a Revista.
6. Em caso de submissão a uma seção com avaliação pelos pares (ex.: artigos), as instruções disponíveis em [Assegurando a avaliação pelos pares cega](#) foram seguidas.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.