

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO

CURSO DE AGRONOMIA

**CRIAÇÃO DE CARUNCHO DO EM LABORATÓRIO EM CONDIÇÕES
"IN VITRO" E AVALIAÇÃO DE SUA PREFERÊNCIA ALIMENTAR
POR VISÃO COMPUTACIONAL.**

ACADÊMICA: Laís Cristina da Silva

ORIENTADOR (A): Prof^ª. Dr^ª. Marney Pascoli Cereda

CO-ORIENTADOR: Prof^º. Dr^º. Hemerson Pistori

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Católica Dom Bosco como parte das exigências para obtenção do Grau de Engenheira Agrônoma.



CAMPO GRANDE - MS

Agosto de 2010

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO

CURSO DE AGRONOMIA

**CRIAÇÃO DE CARUNCHO DO BAMBU EM LABORATÓRIO EM
CONDIÇÕES "*IN VITRO*" E AVALIAÇÃO DE SUA PREFERENCIA
ALIMENTAR POR VISÃO COMPUTACIONAL.**

LAÍS CRISTINA DA SILVA

Orientador: Prof. Prof^ª. Dr^ª. Marney Pascoli Cereda

Co -Orientador: Prof^º. Dr^º. Hemerson Pistori

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Católica Dom Bosco como parte das exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo.

CAMPO GRANDE - MS

Agosto de 2010

MISSÃO SALESIANA DE MATO GROSSO
UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
INSTITUIÇÃO SALESIANA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
CURSO DE AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

ACADÊMICA: Laís Cristina da Silva

ORIENTADORA: Marney Pascoli Cereda

CO-ORIENTADOR: Hemerson Pistori

Aprovação pela Banca Examinadora em / / 2010

Banca Examinadora

Nome Completo e titulação:

Nota:

Nome Completo e titulação:

Nota

Nome Completo e titulação:

Nota

Exemplar definitivo entregue em: / Agosto /2010

- Coordenador do Curso-

- Professor responsável pela Disciplina -

CAMPO GRANDE - MS

Agosto de 2010

A ao meu maior espelho, meu maior orgulho e minha maior inspiração...

Agradeço a Deus por ter você em minha vida, a Senhora é e sempre foi a minha maior incentivadora, a pessoa que sempre me fez acreditar em mim mesma, e que me ensinou que a perseverança, fé e honestidade são os maiores exemplos que uma mãe deixa á um filho.

Mãe, por você este sonho se realiza, saiba que a senhora é a peça fundamental em mais essa conquista.

...DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que tenho nele.

Ao meu pai Carlindo e minha mãe Nina, ao meu irmão Jean Carlos, que com muito apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. Amo vocês

A Professora Fabricia Zimmermann Vilela Torres, grande incentivadora e pessoa que muito admiro, pelo exemplo como profissional e pessoa, pelas horas de conversa que sempre me tiravam muitas dúvidas, por todo o conhecimento que a mim repassou, e finalmente por sua dedicação.

Ao Professor Hemerson Pistori, pela paciência, e principalmente pela orientação

Ao Professor Kleber Padovani, sempre prestativo e animado, por sempre me ajudar quando solicitado (uma frequência razoável!) e pela fundamental ajuda na elaboração e execução do projeto. Obrigada!

A Professora Marney Pascoli Cereda, jamais poderia deixar de agradecê-la. Pela paciência na orientação, por acreditar em mim diante de situações desagradáveis, pelas idéias sempre inovadoras e que não poderiam sair da cabeça de outra pessoa, e por sempre fazer com que as coisas pareçam tão simples!

Ao meu namorado, Jader Luís, por ser meu apoio, pela sua amizade, por todo amor dedicado a mim e principalmente por poder sempre contar com você. Te amo

As minhas amigas, Keila Portela e Viviane Sobrinho, pela amizade dedicada, pela parceria e pela grande ajuda na contagem dos insetos. Obrigada!

Ao grande amigo Vitor Hugo, pela ajuda nas análises, e principalmente pelo companheirismo.

Ao colega Jason Brais, pelo empréstimo, muito valioso, do seu manual de entomologia, que para mim foi muito importante. Torço pelo seu sucesso!

Ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica e pelo apoio à pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Perfis do inseto <i>Dinoderus minutus</i> (Fabricius).....	15
Figura 2 Disposição das iscas utilizadas para atrair <i>D. minutus</i>	19
Figura 3 Criação dos insetos adultos em recipientes contendo discos de mandioca desidratada e de larvas em placas de Petri contendo mandioca desidrata e triturada para obtenção de insetos adultos.....	20
Figura 4 Disposição das dietas oferecidas aos carunchos dentro da arena de ensaio.....	21
Figura 5 Sintomas indicativos da infestação de <i>D. minutus</i> em colmos de bambu.....	24

LISTA DE TABELA

	Página
Tabela 1 Consumo (g) das dietas de milho, bambu e mandioca oferecidas aos carunchos (<i>D. minutus</i>) em experimento de determinação de preferência alimentar.....	25

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	Vi
LISTA DE TABELAS	Vii
RESUMO	viii
1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO	11
3 REVISÃO	12
3.1 O Bambu	12
3.2 Amido	13
3.3 O Caruncho-do-Bambu	14
3.3.1 Aspectos bioecologicos.....	14
3.4 O tratamento do bambu após colheita	16
3.5 Visão Computacional	17
4 MATERIAI E MÉTODOS	19
4.1 Metodologia de criação dos insetos	19
4.1.1 Coleta dos insetos	19
4.2 Avaliação da preferencia alimentar do caruncho	20
4.3 Determinação do comportamento de <i>D. minutus</i>	20
4.3.1 Insetos	20
4.3.2 Corpos de prova	20
4.3.2.1 Avaliação da preferência alimentar do caruncho.....	20
4.3.2.2 Delinamento experimental.....	21
4.3.3 Arena de ensaio.....	22
4.3.4 Monitoramento e análise de imagens dos insetos	22
4.4 Análise estatística.....	22
4.4.1 Delineamento experimental	22
4.5 Análise estatística	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Criação dos insetos	24
5.2 Determinação do comportamento	25
5.2.1 Preferência alimentar	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
7 CONCLUSÕES.....	28
8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	29

RESUMO

O bambu é uma gramínea com características agronômicas e tecnológicas que o fazem matéria-prima alternativa à vários setores da indústria. Em condições de armazenamento apresenta grande suscetibilidade a ataques de insetos dentre esses o caruncho (*Dinoderus minutus* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Bostrichidae) apresenta-se como a principal praga, sendo atraído pelos grânulos de amido presentes nas células de reserva do bambu. O objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia de criação e determinar o comportamento alimentar de *D. minutus*. A criação foi estabelecida no setor de Biotecnologia Aplicada a Indústrias do Centro de Tecnologia e Análise do Agronegócio da UCDB, Campo Grande, MS, no período de agosto de 2009 a junho de 2010. Foi necessário atrair os carunchos com iscas dispostas em ambientes onde já havia sido registrada a presença soa mesmos. trinta dias após a instalação das iscas foram constatados os sintomas indicativos do ataque do caruncho. A criação foi feita em ambiente controlado e com temperatura média de $22 \pm 1^\circ\text{C}$. Os insetos foram instalados em três dietas: (A) discos de mandioca; (B) grãos de milho amarelo; (C) pedaços de bambu da espécie *Bambusa vulgaris* var. *vitatta* com aproximadamente 7 cm. Os discos de mandioca e o bambu foram desidratados em estufa de circulação à 105°C até massa constante. Para determinar a preferência alimentar os mesmos materiais foram usados como dieta. Cada dieta continha 8 repetições num total de 24 parcelas, e foram dispostas em uma arena de vidro nas dimensões de 1,48 x 1,48 x 0,15m e monitorada 24h por um sistema de visão computacional. A mandioca desidratada mostrou-se um alimento adequado para a multiplicação dos insetos, pois nas rações de milho e bambu obteve-se certa dificuldade em recuperar os insetos adultos e as larvas e houve aumento de mortalidade dos insetos. Em relação à preferência alimentar de *D. minutus*, pode-se concluir nas condições em que o experimento foi realizado, mesmo na presença de fontes alternativas de energia com maiores quantidades de amido, o inseto optou por consumir as substâncias presentes no bambu.

Palavras-chave: Bambu, Carunchos, *D. minutus*, Amido, Armazenamento.

1 Introdução

O bambu pode ser considerado uma alternativa as necessidades humanas devido as suas características de adaptabilidade e versatilidade, além de ser um recurso renovável, que oferece alto nível de qualidade com baixo custo econômico, podendo ser utilizado desde a construção cível até preservação ambiental.

Como gramínea apresenta alta velocidade de crescimento, podendo proporcionar varas passíveis de uso comercial a partir de 7 anos do plantio.

O bambu apresenta características agronômicas e tecnológicas que o tornam capaz de fazer frente às demandas emergentes de diversos setores da indústria de base florestal. Países da Ásia, Colômbia e Equador, por exemplo, são os pioneiros na utilização desta matéria-prima, em diversos setores da indústria.

Apesar deste potencial o bambu apresenta problemas quanto a sua conservação devidos a sua vulnerabilidade ao ataque de insetos. Em condições de armazenamento ou uso o inseto que se caracteriza como principal praga da cultura do bambu é o caruncho-do-bambu (*Dinoderus minutus* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Bostrichidae)).

Há várias hipóteses para explicar a atração do caruncho pelo bambu, mas as informações dos usuários e produtores é de que seriam atraídos pela presença de amido no colmo do bambu, preferencialmente em certas épocas do ano. O ataque ocorre após o corte e em poucos meses os colmos são reduzidos a pó. Esse ataque é preocupante, principalmente quando os colmos do bambu são empregados na construção civil. Há vários relatos de uso de repelentes ou inseticidas para evitar ou reduzir o ataque dos insetos, mas as informações são imprecisas e pouco reproduzíveis.

Pouco se sabe sobre a biologia e o comportamento desses insetos. Há necessidade de estabelecer métodos “*in vitro*” e “*in vivo*” sob condições controladas, para conhecer o comportamento e hábitos do inseto.

Para poder evitar o ataque é necessário conhecer melhor as características do material bambu e principalmente sobre o comportamento da praga.

2 Objetivo

Estabelecer uma metodologia para criação de *D. minutus* em laboratório e avaliar sua preferência alimentar com o apoio da visão computacional.

3 Revisão de literatura

3.1 O bambu

O bambu, apesar de sua importância e multiplicidade de usos, tem sido alvo de pouca pesquisa, notadamente em condições brasileiras e especialmente para a Região Centro-Oeste.

Os bambus pertencem à família das gramíneas (Poaceae) e subfamília Bambusoideae, que por sua vez se divide em duas grandes tribos: bambus herbáceos e bambus lenhosos (SILVA, 2005).

Apesar de fazer parte da paisagem rural brasileira, a maior parte dos gêneros e espécies de bambus encontrados no Brasil é de origem asiática, tendo sido trazidos por colonos portugueses (*Dendrocalamus* ssp. e *Bambusa* ssp.) e, a mais recentemente por imigrantes asiáticos (*Phyllostachys* ssp.). Apenas algumas espécies de bambu ocorrem naturalmente no Brasil, sendo denominados de forma geral por taboca (BERALDO et al., 2003). A denominação popular das espécies pode variar de acordo com a região do país onde ele é encontrado.

Nove espécies de bambus foram identificadas e descritas no estado nativo na APA (Área de Proteção Ambiental) de São Bartolomeu, Distrito Federal. Das nove espécies encontradas, sete habitavam exclusivamente as matas ciliares: *Guadua paniculata*, *Olyra ciliatifolia*, *Olyra. humilis*, *Olyra. latifolia*, *Olyra. taquara*, *Merostachys multiramea* e *Radiella esenbeckii*. A *Apoclada canavieira* é encontrada exclusivamente no cerrado *sensu strictu* e a *Actinocladum verticillatum* é encontrada no ecótono entre a mata ciliar e o cerrado, ora entre o brejo e a mata ciliar e, mais raramente, em cerrado. A espécie *O. taquara* habita preferencialmente matas ciliares inundadas (FILGUEIRAS, 1988).

De acordo com Londoño (2004) existe um total de 90 gêneros e 1200 espécies de bambus espalhados pelo mundo. Contudo muitas divergências existem com relação a esta diversidade. Kumar (2002) relata a existência de mais de 1575 espécies; Kaley (2000) cita 1200 espécies distribuídas em 75 gêneros e para a NMBA (NATIONAL MISSION ON BAMBOO APPLICATIONS, 2004), existem 111 gêneros e 1600 espécies.

O bambu é uma gramínea que apresenta características agronômicas e tecnológicas que a torna uma matéria-prima alternativa a madeira, capaz de fazer frente às demandas emergentes de diversos setores da indústria de base florestal. Na Ásia, Colômbia e Equador existem produção em grande escala de “parquetes”, painéis, móveis, papel e tecidos provenientes do bambu. Na Índia, China e Colômbia esta planta está inclusa em

vários programas governamentais de fomento e pesquisas relacionados ao seu cultivo e aproveitamento industrial (SILVA, 2005).

Em países como Colômbia, Venezuela e China, o bambu vem sendo proposto como uma das alternativas viáveis para a construção civil. A China é o país que detém o maior conhecimento sobre a industrialização de painéis à base de bambu e a maior produção em volume desse material (GARBINO et al., 2002).

No Brasil existem inúmeras espécies de bambu, atestadas por alguns pesquisadores (GHAVAMI & MARINHO, 2002) como material de grande potencial, baixo custo, fácil de ser trabalhado, caracterizando-se, portanto, como uma opção viável, além de se tratar de recurso auto-sustentável. Entretanto, no Brasil, a exploração do bambu praticamente se restringe aos usos tradicionais como cestaria e elaboração de balaies, tutores na agricultura e construções provisórias. A exceção mais expressiva é a produção de papel cartão duplex de *Bambusa vulgaris*, por uma empresa nordestina com uma capacidade instalada de 72 mil toneladas anual. O uso desta matéria-prima na movelaria, construção civil e indústria ainda se encontra num estágio bastante rudimentar no Brasil (SILVA, 2005).

O uso de bambu em construção de casas populares e residências rurais (assentamentos) poderá ser um instrumento valioso na preservação ambiental e de reservas naturais, uma vez que não há restrições para seu corte, que pode ser realizado por mais de 100 anos.

Se a exploração do bambu como cultura pode durar mais que um século, o mesmo não pode ser dito de seus derivados para usos diversos. A deterioração pode ser causada por insetos, fungos e microrganismos, que atacam a madeira em busca de nutrientes, sendo o amido o mais importante deles.

3.2 Amido

O amido é o produto final do processo fotossintético e constitui a segunda maior reserva de energia das plantas, após a celulose. Sua formação ocorre devido à atividade coordenada de algumas enzimas, tanto nas organelas fotossinteticamente ativas, onde o amido é reserva temporária, quanto nos amiloplastos de órgãos de reserva (CEREDA et al., 2001).

Quando extraído e purificado o emprego do amido se dá pela indústria alimentícia como ingrediente em alimentos processados, mas tem sido considerado um produto de grande potencial também para uso industrial (CEREDA, 2003).

Os principais grupos de plantas utilizadas para extração em razão de acúmulo de amido são os cereais, raízes e tubérculos e as leguminosas. Dos vários tipos possíveis de polímeros, predominam a *amilose*, formada de moléculas de glicose unidas por ligações glicosídicas α -(1,4) que lhe dão configuração retilínea e a *amilopectina*, polímero ramificado com ligações α -1,4 e α -1,6, de maior peso molecular. O amido de mandioca apresenta cerca de 18% de amilose enquanto os amidos de cereais possuem em torno de 22% (CEREDA, 2003).

O amido pode ser considerado como constituído de 100% de glicose, sendo altamente calórico. Entretanto, mesmo que não seja possível sua extração, o amido é encontrado em todos os tipos de plantas em todas ou algumas fases de seu desenvolvimento.

3.3 O caruncho-do-bambu

Em condições de armazenamento o bambu, seja em colmos ou em forma de produtos já acabados, apresenta grande suscetibilidade ao ataque de insetos. Nessas condições, *D. minutus* caracteriza-se como a principal praga do bambu. Entretanto, esse coleóptero já foi encontrado em outras espécies de madeiras estocadas e em grãos armazenados.

3.3.1 Aspectos bioecológicos

Vulgarmente conhecido como caruncho-do-bambu, *D. minutus* é um coleóptero pertencente à família Bostrichidae e sub-Família Dinoderinae.

É um besouro de coloração marrom-escuro que mede aproximadamente 3 mm de comprimento (Figura 1) (GALLO et al., 2002).

Diferencia-se dos demais insetos da família Bostrichidae pelas duas suaves depressões arredondadas no dorso do pronoto, nas extremidades próximas aos élitros (SILVA & FARONI, 1994).

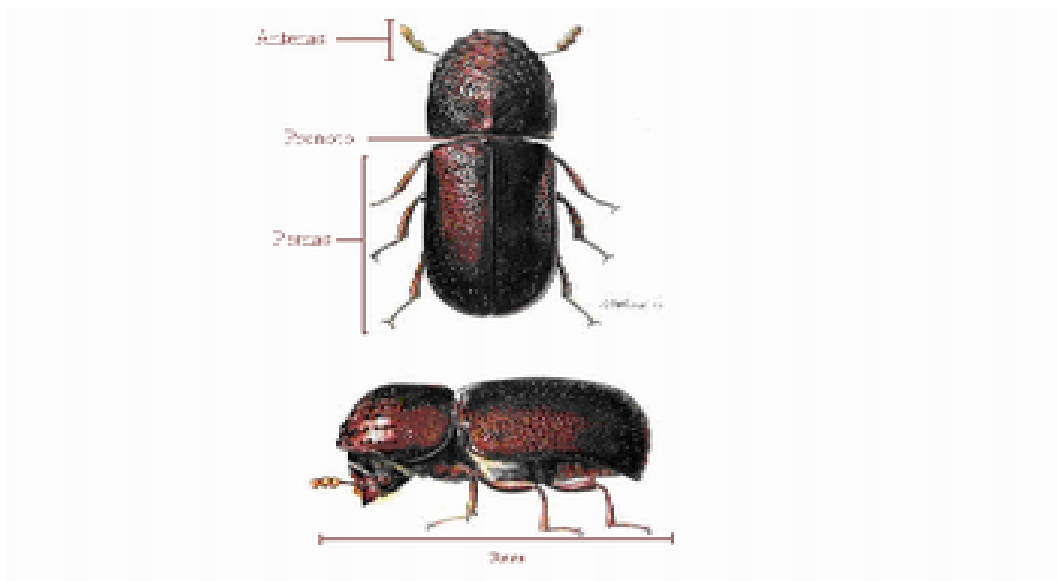


FIGURA 1 – Perfis do inseto *Dinoderus minutus* (Fabricius)

FONTE: Adaptado de Matoski (2005)

A larva de *D. minutus* é branca com cabeça hipognata parcialmente esclerotizada e profundamente retraída. O corpo escarabeiforme em forma de "C", possui comprimento de 3 mm e largura do protórax de 1 mm. As antenas possuem três segmentos (transversal, alongado e curto), pernas protorácicas e abdômen com nove segmentos visíveis com franja de cerdas laterais (MATOSKI, 2005).

Os ovos são postos individualmente nos túneis feitos pelos adultos, em média de 5 a 8 ovos por dia (MATOS Jr., 2004). Não é descrita ou não consta da literatura consultada a diferenciação entre fêmea e macho. Adultos e larvas podem ser encontradas em qualquer época do ano, porém, eles possuem menor atividade no inverno.

De acordo com Sarlo (2000) o ciclo de vida desse coleóptero pode ser assim resumido, o período de ovoposição é de cerca de 41 dias e o tempo médio de vida é de 110 dias podendo ocorrer variação entre fêmeas (79 dias) e machos (128 dias).

Os ovos possuem coloração branca, superfície rugosa e formato alongado. A fêmea produz, em média, cinco ovos por dia e o período médio de incubação varia entre cinco e seis dias. O desenvolvimento larval desse inseto é constituído de quatro ínstaes e ocorre no período aproximado de 42 dias (seis semanas), com alimentação restrita no início, tornando-se mais voraz à medida que as larvas atingem os últimos instares.

A pupação ocorre dentro da câmara preparada pela larva ao concluir sua minação na madeira. O período pré-pupal inicia-se 24 horas antes da última ecdise. A pupa possui cor amarelo-clara, cujo período de pupação é, em média, de quatro dias.

O período da fase de ovo a adulto é de aproximadamente, 52 dias (sete semanas e três dias) os adultos possuem o corpo cilíndrico endurecido e hábito crepuscular, sendo observados mais ativos em condições de baixa luminosidade, voando nos finais de tarde.

Fatores como a luminosidade e a temperatura são críticos na questão da atividade de vôo dos adultos, porém a temperatura exerce influência em menor escala.

A infestação por *D. minutus* caracteriza-se pela presença de pó fino resultante do material infestado. No bambu, o ataque se inicia 24 horas após o corte dos colmos. Os insetos adultos perfuram estes colmos no sentido longitudinal de alguma fratura (SARLO, 2000).

Haojie et al. (1996) citados por Matoski (2005) afirmam que a incidência de ataque por *D. minutus* no bambu tem forte correlação com a abundância de nutrientes, pois o amido, os carboidratos solúveis e as proteínas são nutricionalmente essenciais a estes carunchos. Além disso, os ataques diferenciam-se significativamente entre as diferentes espécies de bambu, local de crescimento (lugares quentes são mais propícios para o ataque destes carunchos), tempo, idade, método de transporte e estoque. Para evitar que os colmos de bambu sejam reduzidos a pó em cerca de 10 meses, deve-se empregar o tratamento adequado.

3.4 O tratamento do bambu após a colheita

O tratamento do bambu pós-colheita é feito com a intenção de reduzir a quantidade de seiva existente em seus colmos, para assim reduzir também o risco de ataque por fungos e principalmente insetos que possam vir a prejudicar a qualidade dos colmos.

Os métodos adotados para uma melhor conservação do bambu após a colheita são descritos por Teixeira (2006) e incluem tratamentos naturais e químicos.

Dentre os naturais pode-se citar a cura na mata (consiste em cortar os colmos e deixá-los apoiados, verticalmente, nos colmos não cortados de 4 a 8 semanas, para que a seiva possa escorrer naturalmente). A cura por imersão (os colmos ficam submersos em água por mais de 4 semanas e quando colocados sob a água, esta penetra no interior dos colmos, dissolvendo a seiva e transferindo-a para a água). Na cura por banho quente e frio o bambu é imerso em um tanque em água a 90°C por 30 minutos e depois é resfriado em outro reservatório. A cura por aquecimento consiste em colocar o colmo de bambu sobre fogo aberto, rodando-o sem queimá-lo, com a finalidade de matar qualquer inseto que se encontre

em seu interior. A secagem ao ar é o processo mais econômico. Nele os colmos são secos em local aberto e empilhados em camadas paralelas, separadas por um colmo transversal para garantir a circulação do ar. Sua secagem atingirá o ponto ideal em torno de 60 dias. A secagem em estufa é o método utilizado para peças já serradas e permite o controle sobre a temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em contato com o bambu. É um método mais rápido e eficiente, porém muito mais caro. Finalmente a secagem por fumigação, onde os colmos do bambu são tratados com fumaça, e as toxinas presentes na fumaça ficam impregnadas na lignina do bambu, matando assim os fungos e insetos.

Já os tratamentos químicos não naturais consistem na aplicação apropriada de substâncias químicas ou defensivas, com objetivo de proteger o bambu do ataque de fungos e insetos xilófagos. Espelho (2007) afirma que entre os métodos de tratamento químico, os mais conhecidos e utilizados para o bambu são a transpiração das folhas, pincelamento, aspersão ou pulverização, banho quente-frio com preservativo, autoclavagem, imersão, substituição da seiva (Boucherie e Boucherie Modificado).

Cita-se na literatura a tendência de utilização de dois tipos de substâncias preservativas voltadas para o tratamento químico de colmos de bambu. A primeira delas, embora a solução possa ser produzida de forma artesanal, encontra-se disponível comercialmente, atendendo pela denominação “borato de cobre cromatado” (CCB). A segunda solução empregada visa minimizar a degradação ambiental devido aos metais pesados, pois se baseia na combinação do ácido bórico com o bórax (um sal à base de boro) (ESPELHO, 2007).

3.5 Visão computacional

Para avaliar como ocorre o ataque de caruncho sobre bambu, é necessário a observação.

Jorge, (2005) relata que a implementação de bioensaios manuais é de baixo custo e muitas vezes é a única forma de documentar alguns experimentos. No entanto, um estudo detalhado do comportamento dos insetos é um processo laborioso e sujeito a erros devido à grande subjetividade em que estão envolvidas as conclusões obtidas. O registro preciso e a análise do movimento do inseto realizado em resposta ao estímulo oferecido é difícil, particularmente se taxas de movimento e mudanças na direção forem importantes no estudo.

O autor lembra que um sistema de alta eficiência para monitoramento do comportamento de insetos deve seguir os movimentos destes em tempo real e armazenar todas

as informações possíveis, tais como: tempo de residência em cada área da região monitorada, velocidade, tortuosidade e linearidade com que o inseto caminha quando estimulado. Este tipo de monitoramento é praticamente impossível de ser realizado por observação direta e registro simultâneo, sem a utilização de outro aparelho específico (JORGE, 2005).

De acordo com Souza (2009) a visão computacional, ou visão de máquina, é uma área de conhecimento que se dedica a desenvolver teorias e métodos voltados à extração automática de informações “úteis” contidas em imagens.

Sistemas de visão computacional trabalham com imagens, geralmente capturadas por dispositivos ótico-eletrônicos, como câmeras e filmadoras digitais e buscam produzir descrições úteis das informações contidas nas imagens. Essas descrições podem ser utilizadas, por exemplo, na classificação de objetos. Contudo tarefas relativamente simples de serem realizadas por seres humanos como diferenciar chaves de fenda de chaves alemãs em uma linha de montagem, apresentam-se como grande desafios para sistemas automáticos de visão computacional (SOUZA, 2009).

Para realizar automaticamente tal tarefa, em alguns sistemas, é necessária a utilização de algoritmos para a segmentação, rastreamento e extração de características em imagens. Portanto a visão computacional é a segmentação que separa as informações contidas em imagens, o rastreamento visa o acompanhamento dos objetos ao longo de uma sequência de imagens e a extração de características obtém informações relevantes dos objetos contidos nas imagens para utilizá-las posteriormente para algum fim específico.

4 Material e Métodos

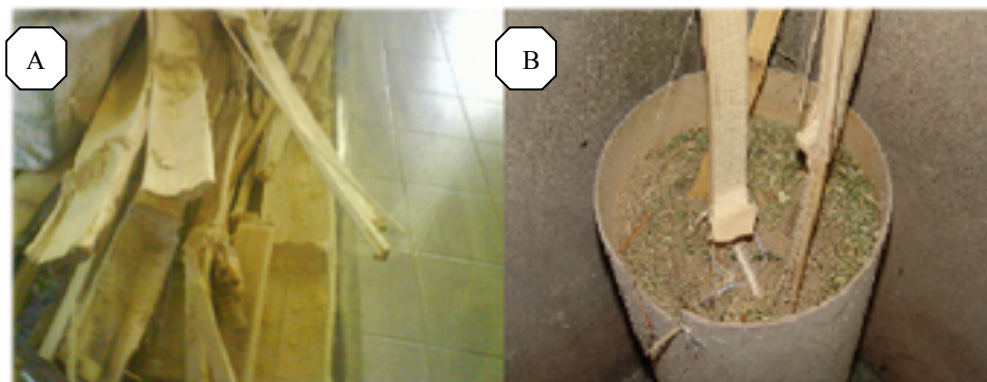
O trabalho foi desenvolvido no ambiente de Biotecnologia Aplicada a Agroindústrias do Centro de Tecnologia e Análise do Agronegócio (CeTeAgro) da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), em Campo Grande, MS, no período de agosto de 2009 a junho de 2010.

4.1 Metodologia de criação dos insetos

4.1.1 Coleta dos insetos

Com o intuito de registrar a presença e capturar o inseto na área pertencente à Fazenda-Escola UCDB, utilizaram-se iscas na forma de taliscas de bambu da espécie *B. vulgaris* var. *vitata*, para atrair o inseto. Essa espécie possui um alto teor de amido justificando-se assim a sua escolha como isca, baseando-se em informações da literatura (SILVA, 2005).

As iscas foram dispostas em ambientes estratégicos, onde já havia sido registrada a presença de carunchos de várias espécies e onde se encontravam armazenados colmos de bambu recém cortados (Figura 2).



Legenda: A: taliscas de bambu da espécie *Bambusa vulgaris* var. *vitata* estocadas na Fazenda-Escola UCDB; B: tambor com restos de grãos armazenados.

Figura 2: Disposição das iscas utilizadas para atrair *D. minutus*.

As iscas foram instaladas no dia 20 de outubro de 2009 e foram retiradas para constatação da infestação no dia 20 de novembro de 2009.

4.2 Avaliação da dieta de criação do caruncho

Os insetos adultos foram a princípio criados em três diferentes dietas: dieta (A) discos de mandioca desidratada em estufa de circulação à 105 °C em razão de sugestão feita por especialista consultado; (B) milho e (C) pedaços de bambu da espécie *B. vulgaris* var. *vitatta* com aproximadamente 7 cm, desidratados nas mesmas condições dos discos de mandioca.

As larvas retiradas das iscas foram mantidas em placas de Petri e nutridas com mandioca desidratada e triturada (Figura 3).

Respeitando intervalos de uma semana foi feita a manutenção das dietas de criação.



Figura 3: Criação dos insetos adultos em recipientes contendo discos de mandioca desidratada e de larvas em placas de Petri contendo mandioca desidrata e triturada para obtenção de insetos adultos.

4.3 Determinação do comportamento de *D. minutus*.

4.3.1 Obtenção dos insetos

Os insetos para o ensaio em condições “*in vitro*” retirados da criação, sendo utilizados 200 insetos adultos vivos.

4.3.2 Corpos de prova

4.3.2.1 Avaliação da preferência alimentar do caruncho

Foram usados três materiais como corpos de prova: bambu, milho e mandioca.

Bambu: os nós de colmos de bambu utilizados no experimento pertencem a espécie *Bambusa vulgaris* var. *vitatta*. Foram coletados na área da Fazenda-Escola da UCDB em janeiro de 2010 e passaram por processo de desidratação em estufa de circulação de ar a 105 °C até massa constante. Posteriormente os colmos foram serrados e utilizaram-se apenas os nós do

bambu que tinham aproximadamente 9 cm de comprimento.

Milho: foram utilizadas amostras de grãos de milho produzido na Fazenda-Escola que se encontravam debulhados e armazenados em sacos de estopa no laboratório de armazenamento de grãos.

Mandioca: utilizaram-se raízes de mandioca da variedade IAC 90, coletadas na área da Fazenda-Escola. As raízes foram lavadas e cortadas em discos, mantendo toda a sua constituição, ou seja, parênquima e córtex. Posteriormente os discos foram levados para estufa e desidratados nas mesmas condições dos nós de bambu.

4.3.2.2 Delineamento experimental

Cada tratamento foi composto por 8 repetições, totalizando um delineamento experimental de 24 parcelas. As dietas de mandioca e milho foram oferecidas aos carunchos em porções entre de 50g. Já os tratamentos compostos por bambu continha apenas 2 pedaço do nó do colmo com aproximadamente 9cm de comprimento e com média de peso de 33,3g. A disposição das dietas dentro da arena foi feita em um círculo com raio de 60 cm, (figura 4).



Figura 4. Disposição das dietas oferecidas aos carunchos dentro da arena de ensaio.

A comparação entre as dietas foi realizada por diferença de massa. Uma a uma, cada dieta foi retirada da arena e em seguida, sua massa foi determinada através de balança analítica posteriormente a dieta foi colocada em peneiras 30 e 60 malha Mesch e fundo, sendo a mesma submetida à plataforma vibratória por 10 minutos.

Os resultados obtidos foram utilizados como um indicativo da preferência alimentar do inseto.

4.3.3 Arena de ensaio

O ambiente para a realização dos ensaios constou de uma sala de aproximadamente 9 m², onde se instalou uma arena de vidro transparente com espessura de 4 mm, com as seguintes dimensões 1,48 x 1,48 x 0,15 m. O local tinha condições de temperatura controladas, com uma média de temperatura de 22 °C. Para evitar a interferência do reflexo do vidro nas filmagens, e facilitar a locomoção dos insetos, a arena foi forrada com 3 camadas de tecido-não-tecido (TNT) branco.

4.3.4 Monitoramento e análise de imagens dos insetos

Para estabelecer o comportamento dos insetos, que não se encontra perfeitamente esclarecido e também avaliar a preferência alimentar dos insetos em relação às três dietas selecionadas, um sistema de visão computacional foi desenvolvido na UCDB. O sistema foi adaptado do monitoramento de animais e vem sendo utilizado com sucesso em outros projetos. Uma adaptação deste programa permitiu desenvolver um módulo para a captura e o processamento ininterrupto de imagens dos insetos.

O método constituiu na instalação de equipamentos de captura de imagens e iluminação especial que registraram as imagens dos insetos durante os 60 dias estabelecidos de acordo com o tempo disponível para o experimento. Também nesse local, foi instalado um computador, que armazenou as imagens capturadas por esses equipamentos para posterior análise e processamento. Para permitir o acompanhamento ininterrupto de imagens, todos os equipamentos, incluindo o computador, contaram com um *no-break* para casos de falta de energia elétrica.

Para o monitoramento dos insetos em períodos em que houve baixa iluminação, foram acoplados canhões de infravermelho em alguns dos equipamentos de captura citados. Desse modo, com o intuito de simular a iluminação existente no ambiente natural, a iluminação pode ser variada sem prejudicar consideravelmente a detecção dos insetos nas imagens. As imagens dos insetos foram capturadas nos equipamentos fixados em diferentes locais, para proporcionar imagens de ângulos variados. Como os insetos estavam inseridos dentro de um ambiente com paredes de vidro, foram instalados filtros polarizadores para reduzir o reflexo da luz no vidro, que podem interferir negativamente na qualidade das imagens.

4.4 Análise Estatística

Os dados referentes à perda total em massa (g) das dietas oferecidas aos insetos foram submetidos à análise de variância utilizando-se para essa finalidade o programa estatístico

Sisvar (FERREIRA, 2000), e transformados para arco-seno de $\sqrt{x}$ e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5 Resultados e Discussão

5.1 Criação dos insetos

Após 30 dias da instalação das iscas, foi constatada a presença de um pó fino e de perfurações em todo o comprimento das taliscas utilizadas como iscas (Figura 5).

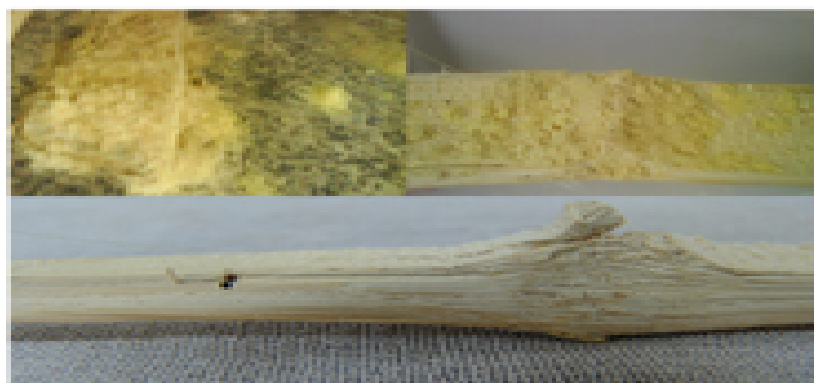


Figura 5: Sintomas indicativos da infestação de *D. minutus* em colmos de bambu.

A mandioca desidratada, mostrou-se um alimento adequado para a multiplicação dos insetos, pois encontrou-se maior dificuldade em capturar os insetos adultos e larvas nas dietas com bambu e milho, fato que aumentou a taxa de mortalidade dos indivíduos. Diante do exposto, optou-se por fazer a criação dos insetos com a dieta de discos de mandioca desidratada, facilitando assim a retirada dos indivíduos que foram utilizados no experimento.

Nair, & Mathew (1984), comparando bambu, junco e mandioca, afirmam que a mandioca mostrou-se um alimento adequado ao inseto e relataram também a dificuldade de recuperar os insetos das outras dietas. Fato relevante, tendo em vista que o processo de retirada dos insetos da criação é uma etapa crítica, onde se deve evitar ao máximo a mortalidade de carunchos.

Vale salientar que para garantir a eficiência da mandioca desidratada como dieta para a criação de *D. minutus*, é necessário que ela deve permanecer com 10 a 12 % de umidade para evitar o desenvolvimento de fungos e bactérias que possam vir a matar a criação de carunchos. Durante a adaptação da metodologia, foi observada a ocorrência de fungos em alguns recipientes, sugerindo que a umidade não estava dentro dos limites já citados.

5.2 Determinação do comportamento.

5.2.1 Preferência alimentar

Tabela 1. Consumo (g) das dietas de milho, bambu e mandioca oferecidas aos carunchos (*D. minutus*) em experimento de determinação de preferência alimentar.

TRATAMENTOS	CONSUMO (g)
Milho	1,00 ± 0,22 A

Mandioca	1,48 ± 0,28 A
Bambu	5,78 ± 0,80 B
CV (%)	30,35

Legenda: Letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

Após os 60 dias de duração do experimento constatou-se que os menores valores de consumo pelos carunchos foi para a dieta milho, que não diferiu estatisticamente da dieta de mandioca.

A mandioca mostrou-se adequada para a criação dos carunchos, porém na presença de bambu o inseto não optou por essa dieta.

Os resultados mais expressivos foram observados nos tratamentos compostos pela dieta de bambu (*B. vulgaris* var. *vitatta*), o que indica maior ataque do inseto e conseqüentemente maior consumo alimentar. Silva (2005) afirma que esta variedade apresenta em suas células parenquimáticas um alto teor de amido, e de acordo com Brito & Cereda (2010) o nó de bambu apresenta maiores teores de amido como carboidrato de reserva que os entrenós. Ainda assim não se pode justificar os maiores valores indicativos de consumo alimentar na dieta composta por bambu, uma vez que se fosse apenas pelo amido o alvo teria sido a mandioca desidratada.

Alguns autores afirmam que o grande atrativo no bambu para o caruncho seja o amido presente em suas células de reserva, porém não existem relatos de que o inseto consuma em seu ataque preferencialmente os grânulos de amido dos colmos e em especial nos nós.

O comparativo feito com milho e mandioca que são fontes de energia maiores que o bambu, mostra que é temerário afirmar que o principal atrativo para *D. minutus* seja o amido de bambu, levantando-se então a hipótese de que existam no bambu outras substâncias que exerçam poder atrativo sobre esse inseto.

Os resultados da pesquisa, quando complementados com a análise por visão computacional poderão elucidar essa hipótese e auxiliar a interpretação deste conhecimento popular.

6 Considerações finais

As imagens dos insetos foram capturadas e serão processadas e analisadas para comprovar e validar os resultados obtidos na pesquisa biológica. Os resultados da perda em massa das dietas mostram que houve consumo diferenciado mas não permitem elucidar como se deu essa preferência alimentar por parte de *D. minutus*.

A preferência pode ter sido inicialmente a atração dos insetos em direção a cada alimento, mas pode ter havido alteração desta preferência com o tempo, entretanto ainda não se obteve sucesso em adaptar as técnicas de segmentação já existentes às condições deste

experimento. A técnica de análise das imagens entretanto também deve ser adaptada e isso leva tempo.

Outros experimentos deverão ser realizados com o auxílio da visão computacional, como forma de esclarecer se a preferência pelos alimentos esta ligada a outros fatores, como os produtos secundários do metabolismo existentes no bambu, que poderiam exercer tal poder de atração sobre o caruncho.

7 Conclusões

A mandioca, como dieta de criação e multiplicação dos insetos, mostrou-se adequada, pois foi nessa dieta que encontrou-se melhores condições para retirar os insetos sem danificá-los.

Em relação à preferência alimentar de *D. minutus*, pode-se concluir nas condições em que o experimento foi realizado, mesmo na presença de fontes alternativas de energia com maiores quantidades de amido, o inseto optou por consumir as substâncias presentes no bambu.

8 Referência bibliográfica

BERALDO, A.L.; AZZINI, A.; GHAVAMI, K; PEREIRA, M. A. R. Bambu: Características e Aplicações. “In”. **Tecnologias e Materiais Alternativos de Construções**. Campinas: UNICAMP, p.253 a 298. 2003.

BOURSIER, B. Applications alimentaires des amidons modifiés. **Industries Alimentaires et Agricoles**, Paris, v. 111, n. 9, p. 583 592, 1994.

BRITO, V.H.S.; CEREDA, M. P. Structural and physicochemical characteristics of bamboo starch (*Bambusa vulgaris*, *B. vulgaris* var. *vittata* e *B. multiplex*). Em redação (2010).

CEREDA, M. P. et al. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, v.1, cap.6, p.101-133, 2001. (Serie: Cultura de tuberosas amiláceas Latino Americanas).

CEREDA, M., P. Polvilho azedo, critérios de qualidade para uso em produtos alimentares. In: CEREDA, M., P.; VILPOUX, O. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas.** São Paulo: Fundação Cargill,, v.3, cap.13, p. 333-354, 2003.

ESPELHO, J. C. C. **Tratamento Químico de Colmos de Bambu pelo Método de Boucherie Modificado.** 2007. 113. Dissertação (Mestrado) em (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - UNIVERSIDADE Estadual de Campinas – UNICAMP, 23 de fevereiro de 2007.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. IN: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. P. 255-258.

FILGUEIRAS, T. S. Bambus nativos do Distrito Federal, Brasil (Gramineae: Bambusoideae). **Revista Brasileira Botânica**, v. 11, p.47-66, 1988.

GALLO, D., O. NAKANO, S.S. NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. BATISTA, E.B. FILHO, J.R.P. PARRA, R.A. ZUCCHI, S.B. ALVES, J.D. VENDRAMIM, L.C. MARCHINI, J.R.S. LOPES & C. OMOTO. 2002. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920p.

GARBINO, L. V.; GONÇALVES, T. T.; PEREIRA, M. A. R. Métodos de ensaio para amostras de bambu laminado. In: EBRAMEM: 8., 2002. **Anais...** Uberlândia-MG: EBRAMEM, 2002.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A.B. **Propriedades mecânicas dos colmos dos bambus das espécies: Mosó e Guadua angustifolia para utilização em engenharia.** Publicação – RMNC - 2 Bambu do Departamento de Engenharia Civil da PUC – Rio de Janeiro, 45p. 02/2002

JORGE, L. A. C.; LAUMANN, R.; BORGES, M.; MORAES, M. C. B.; CRUZ, R. A.; MILARE, B. N.; PALHARES, L. **Software para Avaliação do Comportamento de Insetos.** São Carlos: Embrapa, 2005. 7p. (Circular Técnica 30).

KALEY, V. **Venu Bharati, a comprehensive volume on bamboo.** Maharashtra, 2000. 189 p.

KUMAR, M. **Field identification key to native bamboos of Kerala.** Kerala Forest Research institute. p38, 2002.

LONDOÑO, X. La Subtribu Guaduinæ de América. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GUADUA, Pereira, 2004.

LÓPEZ, O. H. **Manual de construcción com bambu.** Bogotá: Estúdios Técnicos Colombianos Ltda, Universidad Nacional de Colombia, 1981.

MATOS Jr; S.M.S. **Bambus como recurso florestal: suas aplicações, manejo, silvicultura, propagação, entomologia e a situação no DF.** 2004. 50 p. Trabalho Final de Curso (Monografia) apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 30 de junho de 2004.

MATOSKI, S. L. S. **Comportamento de Dinoderus minutus Fabricius (1775) (Coleoptera: Bostrichidae) em lâminas torneadas de madeira.** 2005. 106 p. Dissertação (Mestrado) em (Programa de Pós-graduação) em Engenharia Florestal. - Universidade Federal do Paraná, 2005.

Nair, K.S.S. G, Mathew. 1984. Dried tapioca tuber for laboratory rearing of the bamboo borer, *Dinoderus minutus* Fabr. (Coleoptera: Bostrichidae). Mater. Organ. 19: 49-54.

NMBA. **Processing bamboo shoots Training manual.** New Delhi, 2004 27 p.

PISTORI, H. ; AMORIM, W. P. ; MARTINS, P. S. ; PEREIRA, M. C. ; PEREIRA, M. A. ; JACINTO, M. A. C. Defect Detection in Raw Hide and Wet Blue Leather. In: Tavares; J.; Jorge, N. (Org.). **Computation modeling of objects represented in images**: Fundamentals, methods and applications. 1 ed. London: Taylor & Francis, v. 1, p. 355-361, 2007.

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)*. 2000. 63. Dissertação (Mestrado) em (Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa Viçosa, MG: UFV, 21 de dezembro de 1999.

SERRANO, P.O. *Anelamento e hidrólise enzimática do amido de mandioca*. 2004 83 p. Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos (Programa de Pós-graduação), Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2004.

SILVA, A. A. L. e FARONI, L. R. D'A. *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae): Uma nova ameaça aos cereais armazenados. **Revista Brasileira de Armazenamento**: Viçosa, MG. v. 1/2, n. 18/19, p.28-32, 1994.

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 >. Arquivo capturado em 13 de maio de 2009 às 15h e 46min.

SOUZA, K. P. *Combinação de Modelos de Markov Ocultos e (...) na Classificação de Comportamentos Animais*. 2009. 59 p. Dissertação (Mestrado) em (Programa de Pós-graduação) apresentada ao departamento de computação e estatística do centro de ciências exatas e tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Agosto de 2009.

TEIXEIRA, A. A. *Painéis de Bambu para Habitações Econômicas: Avaliação do Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa*. 2006. 179. Dissertação (Mestrado) em (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, DF, março de 2006.

VIANA, R.; RODRIGUES, R.; ALVAREZ, M. A.; PISTORI, H. SVM With Stochastic Parameter Selection For Bovine Leather Defect Classification. **Lecture Notes in Computer Science**, v.4872, p.17-19, 2007.