



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE IPAMERI
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal



RESISTÊNCIA DE VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa*) AO ATAQUE DE *Sitophilus oryzae* E *Sitophilus zeamays* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

DIANA CRISTINA DA SILVA COSTA

MESTRADO

**Ipameri-GO
2014**

DIANA CRISTNA DA SILVA COSTA

**RESISTÊNCIA DE VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa*) AO
ATAQUE DE *Sitophilus oryzae* E *Sitophilus zeamays* (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE)**

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri-GO
2014

Costa, Diana Cristina da Silva.

Resistência de variedades de arroz (*oryza sativa*) ao ataque de *sitophilus oryzae* e *sitophilus zeamays* (coleoptera: curculionidae)/ Diana Cristina da Silva Costa, Jesus, Flavio Gonçalves. - 2013. 44 f.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, 2014.

1. Ciências Agrárias. 2. Agronomia. 3. Resistência de variedades de arroz (*oryza sativa*) ao ataque de *sitophilus oryzae* e *sitophilus zeamays* (coleoptera: curculionidae) . I. Título.

DIANA CRISTNA DA SILVA COSTA

**RESISTÊNCIA DE VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa*) AO
ATAQUE DE *Sitophilus oryzae* E *Sitophilus zeamays* (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE)**

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri-GO
2014

*A meus pais, Virgilio e Isabel,
meu esposo Carlos Henrique e minha princesa Ana Clara,
com todo o meu amor
Dedico!*

Agradecimentos

A Deus por me conceder a graça de mais uma conquista!

Aos meus pais pelo amor incondicional e ensinamentos, por serem exemplos de vida, humildade, honestidade. Agradeço.

A meu esposo pelo carinho, por ser para mim exemplo de perseverança e coragem, e principalmente por tornar a minha vida mais completa e feliz.

A meus irmãos Tânia e André pela confiança e apoio incondicional em todos os momentos.

Obrigado por tê-los sempre comigo, amo vocês!

Ao professor Dr. Flávio Gonçalves de Jesus, pela orientação, amizade e confiança e por compartilhar seus conhecimentos.

Ao Professor Dr. Nei Peixoto pela amizade, carinho, conselhos e incentivos.

A minha querida amiga Daiane Marques pela amizade, pelos momentos de descontração e alegria, pelos conselhos e incentivos. Obrigada amiga vencemos mais essa!

Aos funcionários da Universidade Estadual de Goiás Unidade de Ipameri, pela simpatia e por fazerem da instituição um lugar mais agradável.

Ao Instituto Federal Goiano de Urutai pela estrutura e colaboração para realização desse projeto.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse projeto !

Muito Obrigada!!!

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
1. INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. O ARROZ (<i>Oryza sativa</i>).....	10
2.2. GORGULHO DO ARROZ (<i>Sitophilus oryzae</i>) E (<i>Sitophilus zeamays</i>).....	10
2.3. CARACTERIZAÇÃO E BIOLOGIA.....	11
2.4. DANOS DOS GORGULHOS E MÉTODOS DE CONTROLE.....	11
2.4.1. CONTROLE DO GORGULHO UTILIZANDO CONTROLE DA TEMPERATURA E AERAÇÃO.....	12
2.4.2. CONTROLE QUÍMICO.....	13
2.4.3. CONTROLE COM ÓLEOS ESSENCIAS.....	15
2.4.4. CONTROLE BIOLÓGICO.....	16
2.4.5. CONTROLE DE <i>Sitophilus</i> UTILIZANDO PÓS-INERTES.....	18
2.4.6. USO DE VARIEDADES RESISTENTES.....	19
3. OBJETIVOS.....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1. CRIAÇÃO DE <i>Sitophilus oryzae</i> E <i>Sitophilus zeamays</i>	23
4.2. RESISTÊNCIA DE VARIEDADES DE ARROZ A <i>Sitophilus oryzae</i>	23

4.3. RESISTÊNCIA DE VARIEDADES DE ARROZ A <i>Sitophilus zeamays</i>	24
4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÃO.....	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

RESUMO

Os produtos agrícolas podem sofrer ataque de pragas tanto no campo quanto nas unidades armazenadoras. Dentre as pragas dos grãos de arroz, os gorgulhos *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) e *Sitophilus zeamays* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) são os mais importantes, causando redução do peso dos grãos, desvalorização comercial do produto, perda do valor nutritivo e do poder germinativo, contaminação por ácaros e fungos dentre outros, devido a estes danos torna-se viável buscar variedades resistentes a estes insetos. Os experimentos foram instalados no Laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, nos meses de julho de 2013 a março de 2014. As variedades de arroz utilizadas foram adquiridas na EMBRAPA Arroz e Feijão. O delineamento experimental utilizados foi inteiramente casualizado com as 22 variedades. A resistência das variedades de arroz ao *S. oryzae* foi avaliada em três períodos de armazenamento aos 30, 60 e 90 dias após o armazenamento dos grãos, realizando-se avaliações para determinar o total de insetos vivos e mortos e a redução na massa de grãos. Para *S. zeamays* foram avaliados as variáveis: número médio de gorgulhos emergidos, massa média de adultos após 24 horas de emergência, longevidade média de adultos, ciclo biológico médio de ovo a adulto e massa seca média de grãos consumidos. Foi analisada também a longevidade dos insetos 35 dias após implantação do experimento. Os dados foram submetidos à análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa de estatística SISVAR. As variedades Bonança, Esmeralda, Rio Verde e Sertaneja mostraram se resistentes ao gorgulho do arroz *S. oryzae* por causar mortalidade deste inseto. As variedades Pepita e Progresso apresentaram suscetibilidades ao gorgulho do arroz *S. oryzae*. As variedades Bonança, Cabaçú, Curinga, Esmeralda, IRGA 22, Monarca, Rio Verde, Sertaneja, Tangará e Vencedora apresentaram resistência ao *S. zeamays* por causar mortalidade deste inseto. As variedades Pepita, Soberana, Carisma, Progresso e Araguaia são suscetível ao *S. zeamays* devido ao alto número de insetos emergidos e maior consumo. A presença ou ausência de fissura nos grãos é uma característica morfológica importante para manifestar ou não à resistência em variedades de arroz.

Palavras-chave: Armazenamento de grãos; Gorgulhos; Pragas do arroz.

ABSTRACT

Agricultural products can be attacked by pests in the field and storage units. From the rice grains pests, the weevils *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) and *Sitophilus zeamays* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) are the main ones, reducing the weight of the grains, causing commercial depreciation of the product, loss of nutritional value and germination strength, contamination by mites and funguses and so forth; because of these damages is practicable to seek varieties which are resistant to these insects. The experiments were conducted at the Agricultural Entomology Laboratory of the Federal Institute of Goiás -Campus Urutaí, throughout the period from July 2013 through March 2014. The varieties of rice used were acquired at EMBRAPA Arroz e Feijão. The experimental design used was completely randomized with 22 varieties. The resistance of rice varieties to *S. oryzae* was evaluated in three storage periods at 30, 60 and 90 days after the storage of the grains, performing evaluations to determine the total of alive and dead insects and the grain's mass reduction. For the *S. zeamays* were evaluated the varieties: average of emerged weevils, average mass of adults after 24 hours of emergency, average longevity of adults, average life cycle from egg through adult and average of dry mass for consumed grains. It also was analyzed the longevity of insects 35 days after the experiment installation. The data were subjected to variance analysis with the averages compared by the Skott Knott test at the probability of 5% using the statistical program SISVAR. The varieties Bonança, Esmeralda, Rio Verde and Sertaneja showed themselves resistant to rice weevil *S. oryzae* for causing death to the insect. The varieties Pepita and Progresso presented vulnerability to the rice weevil *S. oryzae*. The varieties Bonança, Cabaçú, Curinga, Esmeralda, IRGA 22, Monarca, Rio Verde, Sertaneja, Tangará and Vencedora showed resistance to *S. zeamays* for causing this insect's death. The varieties Pepita, Soberana, Carisma, Progresso and Araguaia are susceptible to the *S. zeamays* due to the high number of emerged insects and higher consumption. The presence or absence of crack in the grains is an important morphological characteristic to manifest or not to the resistance in rice varieties.

Keywords: Storage of grains; Weevils; Rice pests.

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) destaca-se por ser um dos cereais mais cultivados do mundo, sendo base na alimentação de boa parte da população mundial (COPATTI et al., 2013). A Ásia é responsável por 88,95% do consumo mundial, seguida das Américas (4,94%), África (4,91%), Europa (1,03%) e Oceania (0,16%). Os países em desenvolvimento são responsáveis por 95,2% do consumo mundial e por 95,9% da produção (EMBRAPA, 2006).

O Brasil é o nono maior produtor mundial e colheu 12 milhões de toneladas na safra 2013/2014. A produção está distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso (MAPA, 2014). Ao que se refere à cultura do arroz de terras altas no Brasil, no início dos anos 90 servia basicamente para a abertura de áreas nas fronteiras agrícolas, com o intuito de implantar pastagens para a pecuária no Centro Oeste e em outras regiões do país (NASCIMENTO, 2008).

A utilização de sementes de baixo rendimento caracterizava uma atividade voltada ao autoconsumo com baixo índice de comercialização, bem como reduzida produtividade e qualidade do grão. O surgimento das primeiras cultivares de arroz de sequeiro, capazes de atender toda demanda nacional, deu condições de competitividade e qualidade ao grão, acarretando uma grande expectativa para a cultura orizícola de terras altas na região Centro Oeste e desta para o Norte e outras regiões do país (VILLAR e FERREIRA, 2005).

O arroz é uma planta monocotiledónea da família das gramíneas (Poaceae), responsável por alimentar mais da metade da população mundial. Devido a sua importância faz-se necessário o emprego de tecnologias de produção e conservação da qualidade dos grãos na pós-colheita e armazenamento. Além de sujeito a perdas quantitativas e qualitativas de acordo com as condições de armazenamento e presença de insetos praga, este cereal pode sofrer ataque de pragas tanto no campo quanto nas unidades armazenadoras. Não adiantarão todos os cuidados e investimentos dispensados para evitar ataques de pragas no campo, se os produtos forem atacados e destruídos nos depósitos. Segundo Fontes et al. (2003), as pragas de produtos armazenados são consideradas pragas severas. Estima-se que as perdas quantitativas anuais causadas por pragas durante o período de armazenamento de grãos são da ordem de 10% da produção mundial (PAIXÃO et al., 2009).

Entre os insetos que se destacam pela ação direta aos grãos de arroz, encontra-se *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). São insetos facilmente reconhecidos pela presença de antenas geniculado-clavadas, além da cabeça se prolongar num rostro. Trata-se de duas espécies de inseto encontrado em todas as regiões quentes e tropicais do mundo e são pragas primárias, podendo infestar os grãos no campo antes do armazenamento (SOUZA et al., 2012).

Os danos ocorrem pela redução do peso dos grãos, além da desvalorização comercial do produto, perda do valor nutritivo e do poder germinativo da semente e contaminação por ácaros e fungos (SOUZA et al., 2012). Os danos causados no campo podem ser compensados pela recuperação da planta danificada ou pelo aumento de produtividade de plantas não atacadas, os prejuízos em grãos armazenados são irrecuperáveis (FONTES et al., 2003).

Os insetos pragas de grãos armazenados possuem características peculiares que justificam sua importância e o tratamento diferenciado que se deve impor no manejo destas pragas. De maneira geral, caracterizam-se por um (GALLO et al., 2002).

Desta forma, o que preocupa é saber quais as melhores condições para manter armazenados esses grãos contribuindo para sua melhor preservação e menor uso de inseticidas, já que, o uso destes produtos químicos podem apresentar riscos para o homem, animais domésticos e meio ambientes, através de resíduos presentes nos produtos, subprodutos e nos alimentos.

Existe um número muito restrito de inseticidas registrados para o controle de pragas de produtos armazenados, o que contribui para o agravamento deste problema, uma vez que nem todos os produtos são recomendados para todas as pragas e para as diferentes formas de armazenamento de grãos encontradas no Brasil (PINTO JUNIOR, 2008).

O controle de insetos em sementes, grãos, rações e alimentos, deve fazer parte de um sistema de manejo integrado envolvendo a amostragem e monitoramento, limpeza de estruturas, utilização de variedades resistentes entre outros procedimentos. (PINTO JUNIOR, 2008).

Entre os métodos de controle que apresentam grande eficiência, destaca-se a utilização de variedades resistentes, que pode ser uma alternativa promissora de controle dessa praga devido à facilidade de utilização, não oneração do produto, ausência de contaminação dos grãos e compatibilidade com outros métodos de controle, além de oferecer menos riscos para a saúde humana e animal (LARA, 1991).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O arroz (*Oryza sativa*)

O arroz está entre os cereais mais consumidos do mundo, sendo cultivado nos cinco continentes, tanto em regiões tropicais como temperadas. O Brasil possui uma área de 2,4 milhões de hectares e colheu aproximadamente 12.221,7 toneladas na safra 2013/2014 (CONAB, 2014).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2008) o arroz é um dos principais componentes da dieta básica da população brasileira e um dos alimentos com maior balanço nutricional. O consumo anual dos brasileiros é em média, 25 quilos por habitante, este alimento é capaz de suprir 20% da energia e 15% da proteína da necessidade diária de um adulto, contém vitaminas, sais minerais, fósforo, cálcio e ferro, portanto, desempenha um papel estratégico tanto no aspecto econômico quanto social, além de ser uma cultura extremamente versátil, que se adapta a diferentes condições de solo e clima, é considerada a espécie que apresenta maior potencial para o combate a fome.

A área plantada com arroz de sequeiro, em terras altas, fica concentrada na região Centro-Oeste (Mato Grosso e Goiás); Nordeste (Piauí e Maranhão) e Norte (Pará e Rondônia). De acordo com levantamentos da CONAB (2014), Goiás possui uma área plantada de aproximadamente 33,6 mil há e uma produtividade de 2230 kg/ha⁻¹, apresentado uma produção total de 74,9 toneladas em todo o seu território.

As pesquisas atuais priorizam ações para consolidar a presença da cultura em sistemas de produção de grãos nas regiões do cerrado e especialmente, com adaptação ao sistema de plantio direto (MAPA, 2014). Vários são os cuidados que devem ser dispensados a esta cultura tanto em campo quanto na fase pós-colheita durante o armazenamento.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é atacado por diversas pragas, algumas danificam a cultura apenas no campo, outras deterioram os grãos armazenados. Enquanto os danos causados no campo podem ser compensados pela recuperação da planta danificada ou pelo aumento de produtividade de plantas não atacadas, os prejuízos nos armazéns são irreversíveis (FONTES et al., 2003).

A perda média de grãos durante o armazenamento no Brasil está estimada em aproximadamente 10% do total produzido anualmente (IBGE, 2004), tomando como base a

estimativa de 12.221,7 toneladas para a produção de arroz na safra 2013/2014 (CONAB, 2014), considerando-se a perda em qualidade, os valores podem ser ainda maiores, pois a infestação por pragas compromete o valor comercial dos grãos.

Em sementes, a infestação favorece também disseminação de fungos e a formação de bolsas de calor durante o armazenamento e perda do poder germinativo. As principais pragas responsáveis por estes danos são as espécies de insetos, *S. oryzae* e *S. zeamays*.

2.2. Gorgulho do Arroz (*Sitophilus oryzae*) e (*Sitophilus zeamays*)

Acredita-se que esses coleópteros são encontrados nas regiões tropicais e temperadas quentes do mundo inteiro (VILARINHO, 2012). De acordo com Oliveira (2005), a distribuição dos gorgulhos *S. zeamays* e *S. oryzae* é abundante sendo capturada durante o ano todo nos locais de armazenamento de milho, enquanto *S. oryzae* foi encontrado em maior densidade somente quando capturado nos lugares onde o trigo foi estocado com regularidade.

Vários pesquisadores alertaram em seus trabalhos que a espécie de gorgulho *S. zeamays* deve ser considerada a praga mais severa do trigo e do arroz. Isso se deve, segundo Rossetto (1966), às condições quase sempre favoráveis do território brasileiro, já que essa praga tem preferência por clima quente.

O Brasil, além de possuir condições climáticas ideais para o desenvolvimento do gorgulho, é um país que apresenta uma grande produção de grãos, cujo grande potencial ainda não foi plenamente explorado. Junto com o esforço para o aumento da produtividade, necessariamente há que se aprimorar o processo de colheita e as condições de armazenagem de grãos. Uma característica positiva dos grãos é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo, sem perdas significativas da qualidade. Entretanto, o armazenamento prolongado só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem e controle as pragas (EMBRAPA, 2006).

É fundamental que a qualidade dos grãos seja preservada, mantendo-os sadios, limpos e livres de resíduos de agrotóxicos utilizados para combater as pragas que sempre atacam os grãos armazenados. Perdas durante a fase de pós-colheita são geralmente elevadas e irrecuperáveis por se tratar do produto final. As pragas, *S. oryzae* e *S. zeamays* são as mais preocupantes economicamente e justificam a maior parte dos controles praticados nos

armazéns, buscando diminuir as perdas, quantitativas e qualitativas, que por sua vez causam prejuízos consideráveis na economia do país.

2.3. Caracterização e Biologia.

Adultos de *sitophilus* são pequenos besouros castanhos escuro com manchas avermelhadas nos élitros que são densamente estriados. Esses coleópteros são muito semelhantes em caracteres morfológicos e podem ser distinguidos por pontuações no pronoto ou somente pelo estudo da genitália. Medem 3 mm de comprimento e possuem a cabeça projetada á frente em forma de rostró, sendo nas fêmeas mais longo e afilado e nos machos mais curto e grosso. O aparelho bucal é do tipo mastigador, possuindo mandíbulas fortes o suficiente para romper a dureza dos grãos armazenados. (GALLO et al, 2002).

O período de ovo a emergência dos adultos dura em media 34 dias, sendo a longevidade dos adultos cerca de 140 dias. O ciclo reprodutivo começa quando a fêmea utilizando as mandíbulas perfura um orifício no grão, geralmente na região do embrião depositando em seguida um ovo. A eclosão da larva se da após 4 dias. Alimentam-se das partes internas dos grãos desenvolvendo se e passando por 4 instares larvais, transformam-se dentro dos grãos em pupa de coloração branca. Em seguida o inseto atinge a fase adulta que perfuras um orifício de forma irregular para sair do grão acasalando 2 a 3 dias após a saída. (VILARINHO, 2012).

O período para completar o ciclo biológico depende da temperatura, umidade relativa do ar e de características físico-químicas dos grãos, como umidade dureza e disposição de nutrientes. (POTTRICHI, 2005).

2.4. Danos dos gorgulhos e principais métodos de controle

De acordo com Gallo et al. (2002), *S. zeamays* e *S. oryzae*, são consideradas pragas de produtos armazenados, principalmente do arroz e do milho. São importantes pragas primarias de alto potencial biótico, infestações cruzadas, fácil deslocamento pela massa de grãos, elevado número de hospedeiro e por causarem danos tanto na fase larval quanto na adulta. Estes insetos atacam diversos grãos armazenados como: trigo, arroz, milho, cevada e alimentos beneficiados, frutas secas e chocolate. Foi relatado por Botton et al (2005) à

ocorrência desta praga na cultura da videira no Rio Grande do Sul, atacando as bagas em fase de maturação e por Giacobbo et al (2005) em pessegueiros e macieiras também em fase de maturação.

Os insetos do gênero *Sitophilus* estão entre as pragas mais destrutivas no armazenamento. No Brasil, as espécies *S. oryzae* e *S. zeamays*, popularmente conhecidos como gorgulhos destacam-se entre os insetos de maior importância para os grãos de arroz armazenados, provocando perdas quantitativas e qualitativas, levando-se em consideração os danos, pode gerar perdas que atingem até 20 % dos grãos armazenados. (VILARINHO, 2012).

De acordo com Caneppele et al. (2003) e Lorini (2003) essas perdas são classificadas em: redução no teor de massa seca dos grãos, desvalorização do valor comercial e nutricional do produto, perda do poder germinativo das sementes, contaminação por ácaros e fungos, etc, o que acarreta graves quedas na sua classificação comercial, conseqüentemente, a redução do valor de mercado ou até mesmo a condenação de lotes de sementes e/ou grãos para processamento ou consumo. O valor do grão está diretamente relacionado com o nível de contaminação por insetos. Na comercialização de um lote de grãos armazenados se for encontrado um inseto vivo este é desclassificado para consumo humano, o que então passa a ser designado para consumo animal (VILARINHO, 2012).

Estima-se que no Brasil 20% da produção anual de grãos que está em torno de 120 milhões de toneladas, se perde entre a colheita e o armazenamento e que metade dessas perdas, é devido ao ataque de pragas durante o armazenamento (SOUZA, 2012).

Os gorgulhos do arroz destaca-se como principal praga de grãos e sementes armazenados, isso se deve a suas características peculiares e específicas, e à sua capacidade de sobreviver a grandes profundidades e se mover na massa de grãos (MASSARO et al., 2012).

Para o êxito no no no armazenamento é preciso usar medidas de higienização, limpeza e tratamento preventivo ou curativo com o uso de inseticidas, devendo-se considerar o tipo de unidade armazenadora, as condições de aplicação e eficiência do inseticida, o monitoramento das pragas e a resistência da população aos inseticidas em uso (GALLO et al., 2002).

A temperatura e a umidade dos grãos constituem elementos determinantes na qualidade porque influenciam na ocorrência de insetos durante o armazenamento. Uma redução da temperatura da massa de grãos, abaixo de 15°C, tem sido eficiente na redução da

atividade de água dos grãos e assim, na prevenção do desenvolvimento de insetos (OLIVEIRA, 2005).

2.4.1. Controle dos gorgulhos utilizando controle da temperatura e aeração

Dentre as medidas alternativas para o controle das pragas do arroz armazenado em casca, o resfriamento artificial da massa de grãos representa uma ferramenta valiosa na redução da multiplicação dos insetos e na manutenção da qualidade do grão, especialmente em regiões de clima mais quente. O resfriamento artificial consiste na insuflação de grandes volumes de ar produzido artificialmente, a aproximadamente 12° C, e insuflado a baixa velocidade através da massa de grãos. (LAZARRIN et al., 2006).

Segundo Maier & Navarro (2002), o resfriamento artificial de grãos é obtido quando a temperatura é reduzida abaixo da temperatura ambiente, usando um sistema mecânico de refrigeração. Mesmo o grão com conteúdo de água de 16-18% base úmida (bu) pode ser armazenado com segurança por 3-18 meses, reduzindo a temperatura para uma faixa entre 3°-10°C, inibindo o desenvolvimento de insetos e fungos e a perda de germinação de sementes.

Lazarrin et al. (2006) verificou que ao resfriar o silo aonde havia grãos de arroz armazenado as populações de *S. oryzae* e *S. zeamais*, consideradas em conjunto, foram relativamente baixas, mas acompanharam a flutuação da temperatura, reduzindo quando o grão estava resfriado, mas voltando a aumentar gradativa e significativamente quando o efeito do tratamento findou.

A aeração constitui uma operação fundamental para abaixar e uniformizar a temperatura da massa de grãos armazenados (OLIVEIRA, 2005). Pesquisas realizadas com milho por Arthur (1994), utilizando-se de um processo contínuo de aeração, demonstraram que populações de *S. zeamays* e *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) foram significativamente reduzidas nos silos submetidos à aeração e uma das vantagens do controle de insetos pela manipulação da temperatura na massa de grãos é a menor demanda de fumigantes.

2.4.2. Controle Químico

O principal método de controle dos gorgulhos é através do uso de inseticidas, já que esta geralmente é a maneira mais simples, rápida e econômica para conter infestações de pragas de produtos armazenados (SILVA et al, 2013).

O controle químico de *Sitophilus* sp. teve início na década de 50 com o uso do DDT para o controle das pragas do milho em espiga. Seu uso foi proibido devido à persistência no meio ambiente e acúmulo no tecido gorduroso no animal, além de causar resistência nos insetos pragas.

O método mais utilizado no controle dos insetos tanto a granel ou em sacarias é o expurgo com fosfina em pastilhas, no entanto se não for aplicada na concentração recomendada, pode deixar resíduos nos grãos, inutilizando-os para alimentação (GALLO et al., 2002).

Atualmente este tipo de controle tem sido efetuado com a aplicação de inseticidas fumigantes (fosfeto de alumínio e magnésio) e com residuais protetores (piretróides e organofosforados). Os inseticidas protetores são utilizados como principal método de controle preventivo, que tem o objetivo de controlar e proteger os armazéns aos ataques de pragas. Mas apesar de eficazes, podem causar intoxicações aos aplicadores, presença de resíduos tóxicos nos grãos e surgimento de populações de insetos resistentes (LORINI, 2003; VASQUEZ e CASTRO, 2006).

Além do problema residual e de toxidez, o uso intensivo de inseticida tem sido apontado como o principal fator de resistência das populações do gorgulho aos produtos químicos, o que acaba gerando muitas falhas no controle dessa praga (RIBEIRO et al., 2003). A capacidade dos insetos em perceber substâncias inseticidas através de processos sensoriais pode levar a evolução de resistência comportamental a estes produtos, dificultando um bom manejo no controle das pragas (SILVA et al., 2010).

Potrichi (2006) relatou resistência de *S. zeamais* a vários tipos de inseticidas, entre esses destacaram o Lindane e outros clorados, o Malathion e os fumigantes Brometo de metila e fosfina. A fosfina é, atualmente, o fumigante mais utilizado, porém seu uso indiscriminado tem levado ao desenvolvimento de resistência das pragas, em consequência da alta frequência de aplicações de doses incorretas em períodos de exposição inadequados e em ambientes não herméticos (COELHO et al., 2000).

A seleção intensa e a rápida evolução da resistência a inseticidas em populações naturais, têm sido os principais obstáculos a serem superados para tornar eficiente o manejo

de insetos-praga no armazenamento, principalmente quando são considerados os ambientes onde o controle químico é o método mais adequado (RIBEIRO et al., 2003).

Corrêa et al. (2011) avaliando a resistência de 27 populações de *S. zeamais* a piretróides e a mistura de piretróides + organofosforado, observaram que em sua maioria as populações apresentaram resistência a esses compostos.

Essa resistência leva ao uso de doses cada vez mais elevadas, ao aumento do tempo de exposição, aos níveis inaceitáveis de resíduos, à possibilidade de intoxicação dos operadores e, conseqüentemente, ao aumento dos custos sociais, ambientais e de produção (LAZZARI, 2003). Além do que a competição internacional e o mercado têm exigido a produção de alimentos com quantidade, qualidade e menor impacto ambiental, isto tem despertado o interesse dos pesquisadores por métodos alternativos de controle de insetos em produtos armazenados.

2.4.3. Controle com óleos essenciais

Além do uso de inseticidas químicos, a pesquisa têm investigado formas alternativas no controle das pragas dos grãos armazenados. A utilização de extratos vegetais, como inseticida alternativo, é uma forma de controle sem desencadear os problemas provocados pelos inseticidas sintéticos químicos (SOARES, 2009).

Um grande número de substâncias derivadas de plantas possui atividades fisiológicas e comportamentais sobre insetos de produtos armazenados (RAJEDRAN e SRIRANJINI, 2008). Essas substâncias naturais são frequentemente oriundas do metabolismo secundário das plantas e podem ser utilizadas de diferentes formas, dentre os metabólitos secundários encontram-se os terpenos, especialmente os monoterpenos e seus análogos, sendo estes componentes abundantes em óleos essenciais de plantas superiores (RESTELLO et al, 2009).

Estes podem reduzir a quantidade de insetos de produtos armazenados, afetando o crescimento, desenvolvimento e reprodução de alguns insetos herbívoros. Os pesticidas naturais baseados em óleos essenciais de plantas podem representar uma alternativa de proteção aos produtos armazenados (ISMAN, 2000).

O uso de substâncias de origem vegetal no controle de pragas de grãos armazenados é muito promissor. Procópio *et al.* (2003) avaliando o fator de repelência de pós de seis espécies vegetais sobre adultos de *S. zeamais*, verificou que a planta que provocou maior repelência aos mesmos foi *Eucalyptus citriodora*. Já em relação à atividade inseticida, a planta que apresentou eficiência foi *Chenopodium ambrosioides* que provocou a mortalidade dos insetos. Rajendran & Sriranjini (2008) estudando o efeito fumigante de óleos essenciais de várias plantas, observaram efeito tóxico sobre ovos e pupas de *T. castaneum*, *Rhyzoperta dominica*, *S. oryzae* e *S. zeamays*.

OJI (1991) estudou a proteção exercida por pó e extrato de *Piper guineense* contra *S. zeamays* em milho armazenado e observou que ambos foram letais ao gorgulho por seis meses. Silva *et al.* (2013) observaram que óleo essencial e folhas secas de *Oeimum kilimandseharieum* apresentam ação repelente sobre adultos de *S. zeamays* e óleos provenientes de plantas cítricas também demonstram atividade inseticida sobre o mesmo. HUANG *et al.* (1997), analisaram a ação tóxica do óleo extraído da semente de noz-moscada contra *S. zeamays*, concluindo que os tratamentos propiciaram proteção contra a praga por contato e fumigação.

Fazolin *et al.* (2007) utilizaram o óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* para o controle de *S. zeamais*, tendo observado que as vias de intoxicação por contato em superfície contaminada e fumigação foram mais eficazes em relação à via de contato tópico. Os autores atribuíram a mortalidade à presença do ácido cianídrico (HCN), composto secundário liberado pela hidrólise da mandelonitrila, cianoidrina derivada do benzaldeído, que geralmente é liberada como mecanismo de defesa de plantas e insetos.

O uso de plantas inseticidas, combinados com resistência de plantas aumenta a eficiência no controle de *S. zeamays* e *S. oryzae*. A combinação dessas técnicas possibilita reduzir as populações do inseto a níveis que não causam danos econômicos, reduzindo também a quantidade de inseticidas utilizados, minimizando riscos de contaminação do ambiente e da expressão de resistência de pragas a estes produtos (GALLO *et al.*, 2002).

2.4.4. Controle Biológico

Vários problemas são ocasionados pelo uso indiscriminado dos produtos fitossanitários, como seleção de população de insetos resistente e o surgimento de novos

insetos pragas. Estas questões fizeram surgir por parte da população uma preocupação com a qualidade dos alimentos consumidos, o que proporcionou a procura por novas técnicas de controle visando o manejo integrado de pragas (SOARES et al., 2009).

Neste contexto o controle biológico apresenta papel fundamental nos programas alternativos que objetivam a redução do uso de agrotóxicos, embora seu uso contra pragas de produtos armazenados ainda seja limitado (ZDÁRKOVÁ et al., 2003).

O controle biológico engloba o uso de predadores, parasitoides ou patógenos para suprimir as populações de pragas. Um programa de controle biológico de pragas de produtos armazenados requer cuidado e planejamento. Como a maioria dos inimigos naturais é específica de certas pragas, torna-se necessário identificar e determinar quais pragas estão causando os maiores danos, para isso, devem ser determinadas as espécies de agentes de controle biológico a ser liberado nas massas de grãos, o número ideal de inimigos naturais e a época mais apropriada de liberação (SOARES, 2009).

A utilização do controle biológico, em massas de grãos armazenados, apresenta certas vantagens como a proteção dos inimigos naturais das condições adversas do ambiente externo, ausência de resíduos químicos nos alimentos e a localização e controle das pragas em espaços da unidade armazenadora que os inseticidas podem não atingir (POTRICH, 2006).

Seu uso pode ser viável e efetivo, principalmente se for utilizado como uma ferramenta de prevenção de pragas nas unidades de armazenamento e no caso de remediação, integrado com outras estratégias de manejo como: atmosfera modificada ou controle químico (GONÇALVES et al., 2002).

Dentre os métodos empregados em controle biológico, os entomopatógenos têm destaque no controle dos insetos pragas de grãos armazenados. Os patógenos isolados de insetos incluem principalmente as classes de bactérias, vírus, fungos e em menor escala protozoários e nematoides. O primeiro patógeno isolado e identificado de uma praga de armazenamento proveniente de *Ephestia kuehniella* foi *Bacillus thuringiensis* (SOARES, 2009).

As vantagens deste controle estão na seletividade e especificidade, sendo que estes mantêm as populações de parasitoides, predadores e polinizadores ao contrario do que ocorre quando se utiliza o controle químico, e podem ser empregados associados a outros métodos de controle e em geral não selecionam populações resistentes, a aplicação não causa poluição ao meio ambiente e não são tóxicos ao ser humano e animais (POTRICH, 2006).

Existem algumas desvantagens associadas ao controle microbiano, uma delas é o espectro de ação, ou seja, a especificidade. Algumas vezes estes são específicos que atuam somente sobre uma espécie de pragas (LORD, 2005). Além do que a ação destes é mais lenta, e a maioria necessita de condições ideais de temperatura, umidade e luminosidade para serem eficientes (SOARES, 2009).

Dentre os entomopatógenos os fungos são os organismo que apresentam maior potencial de uso no controle do *Sitophilus* sp. pois seu modo de ação é baseado principalmente no contato do inseto com os conídios, ao contrario dos vírus e bactérias que atuam após a ingestão (POTRICH, 2006).

Os fungos entomopatogênicos com maior potencial para controle de *Sitophilus* sp. , são *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*. A associação de métodos de controle para a supressão de insetos-praga vem sendo estudada e realizada com sucesso no arroz associado com *B. bassiana* para controle de *S. oryzae* (POTRICH, 2010).

Formulados a base dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, se mostraram eficientes para o controle de *S. zermays* concluindo que sua mortalidade, tanto com Metarril quanto com Boveril aumentou com o período de exposição, independente da concentração (FERREIRA e PIMENTEL, 2012).

O controle biológico de pragas em produtos armazenados deve ser entendido como uma possível medida profilática, não como uma estratégia remediadora e poderá ser mais efetivo quando integrado com outras estratégias de controle, tais como, sanitização, fumigação e aeração (SOARES et al., 2009).

2.4.5. Controle com pós-inertes

Os pós-inertes, além de seguros quanto à utilização devido à baixa toxicidade aguda em mamíferos, não afetam a qualidade dos grãos. As formulações comerciais de pós-inertes disponíveis no mercado brasileiro são à base de terra de diatomáceas e xistos e está registrado como inseticidas de classe toxicológica IV, podendo ser utilizados no controle de pragas em grãos de trigo, milho, arroz, cevada, entre outros. (MARTINS, 2008).

A terra diatomácea é um tipo de pó-inerte proveniente de fósseis de algas diatomáceas, que possuem naturalmente fina camada de sílica e pode ser de origem marinha ou de água

doce. Seu preparo para uso comercial é feito por extração, secagem e moagem do material fóssil, o qual resulta em pó seco, de fina granulometria. É um produto de fácil manuseio, que não necessita de equipamento específico, quando aplicado em pequena escala (LORINI et al. 2003). A terra de diatomácea tem sido estudada por diversos pesquisadores, visando à proteção de grãos armazenados (KORUNIC, 1998).

Os subprodutos do xisto (xisto retortado, finos de xisto, calxisto e cinza de xisto) vêm sendo estudados com grande interesse para o uso na agricultura ecológica no controle de doenças e pragas de grãos armazenados (PAIXÃO et al, 2009). O xisto retortado é um subproduto oriundo da pirólise de pedras de xisto a uma temperatura de aproximadamente 500 °C, que libera óleo e gás. Apresenta em sua composição, considerável teor de matéria orgânica (15%) e elevado teor de silício (52%) entre outros elementos (PEREIRA e VITTI, 2004).

O xisto retortado é um subproduto oriundo da pirólise de pedras de xisto a uma temperatura de aproximadamente 500 °C, que libera óleo e gás. Apresenta em sua composição, considerável teor de matéria orgânica (15%) e elevado teor de silício (52%) entre outros elementos. O fino de xisto é considerado um rejeito por não passar pelo processo de retorta, devido ao tamanho de suas partículas minúsculas. Permanece sob a forma crua, mantendo alta concentração de óleo, o que o difere do xisto retortado (PAIXÃO ET AL, 2009).

Os pós-inertes, além de seguros quanto à utilização devido à baixa toxicidade aguda em mamíferos, não afetam a qualidade dos grãos. Segundo Lazzari (2005) os pós-inertes a base de terra de diatomácea aderem à epicutícula dos insetos por carga eletrostática e atuam por abrasão e adsorção de lipídios epicuticulares, conseqüentemente, os insetos morrem por desidratação quando cerca de 60% de água, ou 30% da massa corporal total é perdida.

Estudos realizados por Massaro Junior et al. (2007) obtiveram 100% de mortalidade de *S. zeamais* em grãos de milho tratados com 1000 g/ton⁻¹ de terra de diatomácea em sete dias de contato após a aplicação do produto. Caneppele et al. (2010) obtiveram 100% de mortalidade de *S. zeamays*, com 750 g/ton⁻¹ de terra de diatomacia aos 21 dias em milho com 14% de umidade. Ceruti et al. (2008), observaram mais de 90% na mortalidade de adultos de *S. zeamays*, quando tratados com 500 g/ton⁻¹ em grãos de milho com 13% de umidade, com umidade relativa de 65% e temperatura de 25 °C.

De acordo com Antunes et al. (2012) a terra de diatomácea deve ser aplicada em grãos com umidade superior a 14%, sendo que a mesma pode influenciar a eficiência do produto que age com retirada de água dos insetos.

2.4.6 Uso de variedades resistentes

O estudo sobre a resistência de plantas a insetos começou por volta do séc. XIX quando a França conseguiu controlar *Phylloxera vitifolia* (Hemiptera: Phylloxeridae) com o uso de porta enxerto resistente. Na década de 40 os Estados Unidos obtiveram três cultivares de trigo resistente à mosca de Hesse e cultivares de alfafa resistente ao pulgão *Therioaphis maculata* (Hemiptera: Aphididae) (LARA, 1991).

Planta resistente é aquela que devido à sua constituição genotípica é menos danificada que outra em igualdade de condições (ROSSETTO, 1969). Existem três tipos de resistência, antibiose, não-preferência e tolerância. Observando-se como uma planta pode resistir ao ataque de um inseto, percebe-se que na maioria das vezes, isto implica em alterações no comportamento ou na biologia do inseto ou ainda da simples reação da própria planta que em nada afeta o inseto que nela se alimenta (LARA, 1991).

O efeito adverso que uma planta exerce sobre a biologia do inseto, pode ser devido à presença de substâncias tóxicas e/ou inibidoras de desenvolvimento (denominadas de antibióticas), ou ainda, devido a um desequilíbrio nutricional e/ou ausência de nutrientes essenciais, este tipo de resistência é denominada de antibiose. Esta é o tipo mais desejável, porque geralmente reduz o número de indivíduos da próxima geração, mantendo a praga em níveis populacionais abaixo do nível crítico (LARA, 1991).

A tolerância é o mecanismo mais difícil de ser quantificado, porque, basicamente envolve comparação de certo número de insetos e o dano subsequente na planta. A não preferência usualmente é determinada permitindo-se que a praga escolha entre diferentes genótipos o mais favorável para seu abrigo, alimentação e oviposição (GALLO et al., 2012).

O uso de cultivares resistentes no manejo integrado do inseto em grãos armazenados, é vista como chave por ser compatíveis com outras táticas de controle e possibilitar a minimização do uso de inseticidas químicos, refletindo na redução de custos de produção e de riscos de impacto (SOUSA et al., 2010)

O uso de plantas resistentes a inseto é considerada um método ideal de controle, pois quando possuem a resistência em seu gene, conseguem manter a densidade populacional da praga inferior ao nível de dano econômico, não causa impactos ambientais, não possui custo adicional e pode ser associada a outros métodos de controle (LARA, 1991).

Visando o controle do *sitophilus* sp. muitos autores têm procurado variedades que apresentem algum grau de resistência a estes insetos, dentre os fatores que conferem esta resistência tem-se a estrutura do grão de arroz, que se encontra envolvida pela pálea e lema, que constituem a casca, sendo que a abertura na casca (fissura) é determinante para que ocorra infestação nos grãos armazenados (RIBEIRO et al, 2012).

Ainda segundo Ribeiro et al, (2012) a abertura na casca dos grãos permitiu a infestação de *S. oryzae* e *S. zeamais* em variedades de arroz e concluíram que essa é uma característica indesejável quando visa a seleção de genótipos com resistência às pragas de grãos armazenados.

A fissura na casca do grão de arroz é uma característica genética de herança simples recessiva e muito influenciada pelo ambiente e a influência do ambiente sobre esta característica também foi evidenciada por Rosseto et al. (1969).

A casca bem fechada pode conferir resistência a pragas dos grãos armazenados e, portanto, deve merecer a atenção dos melhoristas de arroz, sendo que a resistência dos genótipos pode ser definida por meio da avaliação dos grãos quanto à existência de fissura entre a pálea e a lema (RIBEIRO et al, 2012).

Cohen e Russel (1970) obtiveram correlação positiva entre presença de fissura na casca e infestação de *S. cerealella* em estudo com cinco variedades de arroz.

Com a busca constata de fontes de resistência alguns autores tem estudado a adubação em plantas como forma de resistência induzida. Segundo a teoria da trofobiose (CHABOUSSOU 1972), uma planta fica mais vulnerável ao ataque de pragas quando os teores de substâncias solúveis correspondem às exigências da praga na forma de aminoácidos livres, açúcares e minerais solúveis, condições que são favorecidas pela inibição na proteossíntese ou pelo excesso na produção de aminoácidos. Esse excesso pode ser devido ao uso intensivo de adubos nitrogenados, enquanto aquela inibição pode ser atribuída ao uso de agrotóxicos. Sendo assim de acordo com Massaro Junior (2007) após a publicação dessa teoria diversos estudos têm procurado associar o estado nutricional das plantas com o ataque dos insetos.

Conforme demonstrado por Boiça Júnior et al. (1996) os teores de nitrogênio e fósforo também podem influenciar no desenvolvimento do gorgulho-do-milho, *S. zeamais*. Os autores avaliando a infestação dessa praga, a campo, verificaram maior consumo de grãos de milho produzidos em solos que receberam adubação com nitrogênio e fósforo do que de grãos produzidos em solos na ausência desses minerais.

Singaram e Kamalakumari (1999) mostraram que a aplicação de matéria orgânica aumentou o teor de fenólicos em grãos de milho. Os fenólicos são compostos de defesa das plantas contra o ataque de insetos, e diversos estudos já demonstraram que esses compostos têm um papel importante na resistência de grãos de milho ao ataque de *S. zeamais*.

Massaro Junior et al. (2007) em seus estudos relatou que ao observar os índices de suscetibilidade, verificaram-se que de maneira geral, a resistência das cultivares a *S. zeamais* não foi influenciada pelos sistemas de adubação. A principal diferença foi observada na cultivar EMCAPA 201 que se mostrou mais suscetível na ausência de adubação e mais resistente na adubação orgânica.

Outro fator de resistência que também foi estudado por Massaro Junior (2005) foi a relação entre inibidores de amilase em híbridos de milho como fator de resistência a *S. zeamais* e concluiu que o conteúdo de proteínas e carboidratos nos grãos não influencia a resistência dos híbridos ao ataque deste inseto.

O conteúdo elevado de lipídios e a presença dos inibidores de amilase prolongam o ciclo biológico do gorgulho-do-milho e, conseqüentemente, aumentam a resistência dos genótipos. Os inibidores de amilase presentes nos extratos de milho correlacionam-se negativa e significativamente com o índice de suscetibilidade, indicando que a presença desses inibidores contribuem para a resistência dos híbridos de milho a *S. zeamais*.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste trabalho foi avaliar 22 genótipos de arroz buscando fontes de resistência aos gorgulhos *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus zeamays*, gerando informações que possam contribuir com o manejo integrado destas pragas no campo ou no processo de armazenamento dos grãos na cultura do arroz.

3.2 Objetivos Específicos

Verificar a presença de resistência do tipo antibiose ou antixenose nos genótipos estudados, obtendo assim variedades resistentes ao ataque de *S.oryzae* e *S. zeamays*.

Determinar as causas da resistência envolvidas nestas variedades de arroz a *S.oryzae* e *S. zeamays*.

Recomendar variedades resistentes como medida de controle de *S.oryzae* e *S. zeamays* na cultura do arroz.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados no Laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí entre julho de 2013 e março de 2014. As variedades de arroz utilizadas nesta pesquisa foram obtidas junto ao Banco de Germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF/EMBRAPA situado em Santo Antônio de Goiás, GO, Correspondendo a: 1-Aimoré; 2-Araguari; 3-Bonança; 4-Cabaçu; 5-Carisma; 6-Caripuna; 7-Centro-America; 8-Confiança; 9-Curinga; 10-Esmeralda; 11-Irga; 12-Monarca; 13-Pepita; 14-Progresso; 15-Rio Paraguai; 16-Rio Paranaíba; 17-Rio Verde; 18-Sertaneja; 19-Soberana; 20-Tangará; 21-Vencedora; 22-Xingu. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os 22 tratamentos.

4.1. Criação de *S. oryzae* e *S. zeamays*

Os insetos foram criados em recipientes de vidro de boca larga com capacidade para 5 litros, com tampa de rosca, aberta no centro com 7 cm de diâmetro, onde foi adaptada uma tela de “nylon” (ROSSETTO, 1972). Os recipientes contendo grãos de milho do genótipo AG 9010 como substrato, foram mantidos em ambiente controlado, regulado a temperatura de 25 ± 2 °C, fotofase de 12 horas e umidade relativa de 70 %. A troca do substrato foi efetuada a cada geração da praga, aproximadamente 30 dias após a infestação.

4.2. Resistência de variedades de arroz a *S. oryzae*

O experimento foi instalado em recipientes de vidro de 200 mL, cobertos com tecido (*voile*), utilizando - se 4 repetições para cada tratamento. Cada recipiente recebeu 50 g de grãos de cada variedade e infestados com 10 insetos adultos recém emergidos e colocados em ambiente controlado (25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de U.R. e fotofase de 12 horas). A resistência das variedades de arroz a *S. oryzae* foi avaliada aos 30, 60 e 90 dias após o armazenamento dos

grãos, determinando-se o total de insetos vivos e mortos em cada variedade e a redução na massa de grãos ocasionada pela alimentação dos insetos.

4.3. Resistência de variedades de arroz a *S. zeamays*

Para a condução dos testes utilizaram-se 4 repetições com as 22 variedades de arroz. Foram empregados recipientes cilíndricos plásticos de 5,0 cm de altura x 3,8 cm de diâmetro, com tampa com pequeno orifício para aeração, contendo 10 g de grãos, onde foram liberados 20 gorgulhos recém-emergidos (ROSSETTO, 1972).

Os recipientes permaneceram em local controlado (25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de U.R. e fotofase de 12 horas). Após 30 dias de alimentação e oviposição os gorgulhos foram retirados e descartados. Após os 30 dias das infestações, cada recipiente foram observados diariamente e, quando encontrados descendentes adultos, estes foram retirados e quantificados por um período consecutivo, até que não observou nenhuma emergência em cada variedade por um período de 5 dias. Para determinar a relação das variedades suscetível com a porcentagem de grãos danificados, contou-se a porcentagem de grãos com presença de fissura em cada variedade.

Foram avaliadas as seguintes variáveis para verificar os tipos de resistência (não preferência para alimentação e/ou antibiose): número médio de gorgulhos emergidos, massa média de adultos após 24 horas de emergência, longevidade média de adultos, ciclo biológico médio de ovo a adulto e massa seca média de grãos consumidos.

4.4. Análise Estatística

Os dados serão submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa de estatística SISVAR.

Foi realizada análise de agrupamento e distância euclidiana como medida de dissimilaridade, utilizando o software Statistica versão 7.0 para determinar os grupos quanto aos graus de resistências das variedades de arroz em relação aos gorgulhos.

Para determinar a relação das variedades suscetível com a porcentagem de grãos danificados, fez-se uma análise de correlação entre a porcentagem de grãos com fissura e a porcentagem de grãos danificados, utilizando o software Statistica versão 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Resistência de variedades de arroz a *S. oryzae*

O efeito das variedades foi significativo ($P \leq 0,05$) em relação ao total de insetos emergidos e consumo, nos três períodos de armazenamento (30, 60 e 90 dias) evidenciando a presença de variabilidade genética entre as variedades para *S. oryzae* (Tabela 1).

Aos 30 dias verificou-se que o número de insetos mortos foi maior nas variedades Bonança, Sertaneja, Esmeralda e Rio verde, demonstrando característica de resistência nestes materiais. Em relação ao número de insetos vivos, as variedades Cabaçú, Centro América, Pepita, Tangará e Araguaia mostraram-se, favoráveis à sobrevivência dos gorgulhos apresentando maior suscetibilidade a praga. Ao avaliar o consumo dos insetos neste período, a variedade Pepita teve a maior massa de grãos consumida pelos insetos.

Aos 60 dias de armazenamento, as variedades Carisma e Curinga apresentaram a maior mortalidade dos adultos de *S. oryzae* e Confiança, Bonança, Aimoré e Vencedora as menores. Para a emergência de *S. oryzae* nas variedades, destacaram-se Pepita com a maior média de insetos que diferiu também de Carisma e Centro América com os maiores valores. As variedades Rio Verde, Aimoré, IRGA 22, Esmeralda e Bonança destacaram-se das demais por não apresentarem emergência da praga. A massa de grãos consumida foi maior na variedade Pepita que diferenciou estatisticamente das demais.

Aos 90 dias após o armazenamento, as variedades Curinga, Rio Paranaíba, Progresso e Bonança apresentaram os maiores índices de mortalidade de *S. oryzae*. As demais variedades não diferiram entre si com os menores valores. O maior número de insetos emergidos foi verificado na variedade Pepita. As variedades Sertaneja e Rio Paranaíba destacaram-se por não apresentar emergência de *S. oryzae*, porém sem diferir de Xingu, Caripuna, Confiança, Rio Verde, Rio Paranaíba, Bonança, Tangará, Vencedora, IRGA 22, Cabaçú, Esmeralda e Aimoré. O maior consumo foi verificado nas variedades Pepita e Progresso e menores diferiram as demais, exceto, Soberana, Centro América, Carisma, Curinga, Araguaia, Cabaçú e Monarca.

Tabela 1. Total de insetos emergidos, mortos e massa consumida em três períodos de armazenamento (30, 60, e 90 dias) de *S. oryzae*, em vinte e duas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), utilizando 10 insetos e 50g de arroz por recipiente.

Variedades ¹	30 dias			60 dias			90 dias		
	Mortalidade	Emergidos	Consumo	Mortalidade	Emergidos	Consumo	Mortalidade	Emergidos	Consumo
Rio Verde	10,00 a	0,00 b	1,17 b	10,00 c	0,00 d	1,17 c	4,67 b	2,00 c	0,98 c
Carisma	5,00 b	5,00 a	1,17 b	21,33 a	33,33 b	2,30 c	6,67 b	15,00 b	2,63 b
Cabaçú	2,67 b	7,33 a	1,43 b	9,00 c	5,33 d	5,60 b	8,33 b	5,67 c	1,72 b
Sertaneja	9,33 a	0,67 b	1,00 b	10,00 c	0,33 d	1,00 c	0,67 b	0,00 c	0,47 c
Soberana	5,00 b	5,00 a	1,10 b	10,67 c	11,33 d	3,47 c	9,66 a	18,67 b	3,22 b
Progresso	2,67 b	7,33 a	1,33 b	13,00 b	17,67 c	2,10 c	12,00 a	18,67 b	5,30 a
Centro América	2,00 b	8,00 a	1,37 b	8,33 c	32,00 b	2,13 c	1,67 b	24,33 b	2,89 b
Tangará	2,67 b	7,33 a	1,23 b	8,67 c	6,33 d	1,47 c	7,00 b	3,00 c	0,81 c
Araguaia	4,00 b	6,00 a	1,20 b	8,33 c	14,67 c	1,83 c	4,00 b	26,67 b	2,11 b
Caripuna	6,67 a	3,33 b	1,10 b	6,33 c	2,67 d	1,23 c	5,67 b	1,00 c	0,67 c
Confiança	8,33 a	1,67 b	0,67 b	0,00 d	2,33 d	0,87 c	5,00 b	1,00 c	0,30 c
Rio Paranaíba	4,33 b	5,67 a	1,30 b	8,67 c	6,33 d	1,53 c	15,00 a	2,33 c	0,98 c
Xingu	8,00 a	2,00 b	1,57 b	4,00 c	1,00 d	1,43 c	2,33 b	0,67 c	0,77 c
Curinga	7,00 a	3,00 b	1,57 b	24,67 a	27,67 d	2,33 c	19,00 a	14,00 b	2,49 b
Aimoré	8,00 a	2,00 b	1,00 b	3,33 d	0,00 d	1,00 c	1,33 b	6,67 c	0,90 c

Monarca	7,00 a	3,00 b	1,10 b	13,33 b	20,33 c	1,60 c	4,67 b	25,00 b	1,55 b
Rio Paraguai	5,67 b	4,33 a	1,07 b	10,67 c	4,33 d	1,07 c	8,00 b	0,00 c	1,03 c
Vencedora	8,67 a	1,33 b	1,13 b	3,00 d	0,33 d	1,13 c	5,00 b	1,67 c	0,32 c
IRGA 22	8,00 a	2,00 b	1,37 b	6,67 c	0,00 d	1,37 c	2,33 b	2,00 c	0,30 c
Esmeralda	10,0 a	0,00 b	1,30 b	0,00 d	0,00 d	1,30 c	5,67 b	5,00 c	0,46 c
Pepita	3,67 b	6,33 a	1,90 a	16,00 b	113,33 a	9,50 a	5,33 b	238,00 a	5,84 a
Bonança	10,00 a	0,00 b	1,33 b	0,00 d	0,00 d	1,33 c	10,00 a	2,67 c	0,76 a
F (Trat.)	5,82**	3,47**	1,48**	10,25**	39,69**	8,84**	2,61**	115,63**	3,68**
C.V (%)	32,24	33,42	28,40	26,66	30,04	25,35	36,48	32,61	33,27

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scoot Knott. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade. Para análise foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$.

O índice de preferência de alimentação apresentou diferenças entre o tratamento padrão (Araguaia) (Figura 1). As variedades Carisma, Cabaçú, Soberana, Progresso, Centro América, Curinga e Pepita foram classificadas como estimulantes a alimentação de *S. oryzae*, enquanto as demais foram classificadas como deterrentes.

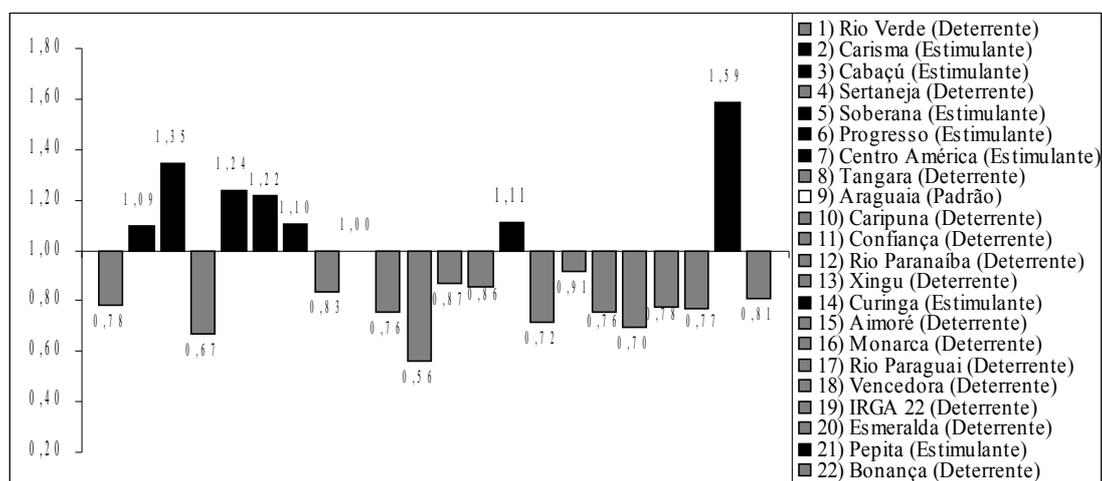


Figura 1. Índice de preferência para alimentação de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes variedades de arroz. (T = 25 ± 2 °C, U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12 h).

A análise de agrupamento hierárquico, baseado em dados do número total de insetos emergidos, mortos e massa consumida nos três períodos de armazenamento dos adultos de *S. oryzae*, mostrou diferença entre as variedades de arroz, separando os grupos de acordo com o grau de semelhança (Figura 2).

As variedades Rio Verde e Sertaneja são as que apresentam maior semelhança no dendograma, por possuírem a menor distância euclidiana, seguidas por Aimoré, Vencedora, Xingu, IRGA 22, Esmeralda, Bonança, Caripuna, Rio Paraguai Monarca e Confiança, formando o primeiro grupo onde apresentam algum fator de resistência ao *S. oryzae* (Figura 2). As variedades Centro América, Tangará, Araguaia, e Curinga formam um segundo grupo das variedades intermediárias e a variedade Pepita forma o último grupo, possuindo a maior distância euclidiana e mantendo-se distinto dos demais grupos formados. Esta variedade juntamente com Curinga possui pouca semelhança em relação aos outros e apresentam alta suscetibilidade a *S. oryzae*.

Assim considerando a distância euclidiana de 3,0 diferentes níveis de resistência podem ser estabelecidos para as variedades de arroz, de acordo com a emergência e consumo de adultos de *S. oryzae*: o primeiro grupo (Pepita e Curinga) altamente suscetível, o segundo (Araguaia, Tangará, Centro America, Rio Paranaíba, Progresso, Soberana, Cabaçu e Carisma) suscetível e o terceiro (Confiança, Monarca, Rio Paraguai, Caripuna, Bonança, Esmeralda, IRGA 22, Xingu, Vencedora, Aimoré, Sertaneja e Rio Verde) moderadamente resistente.

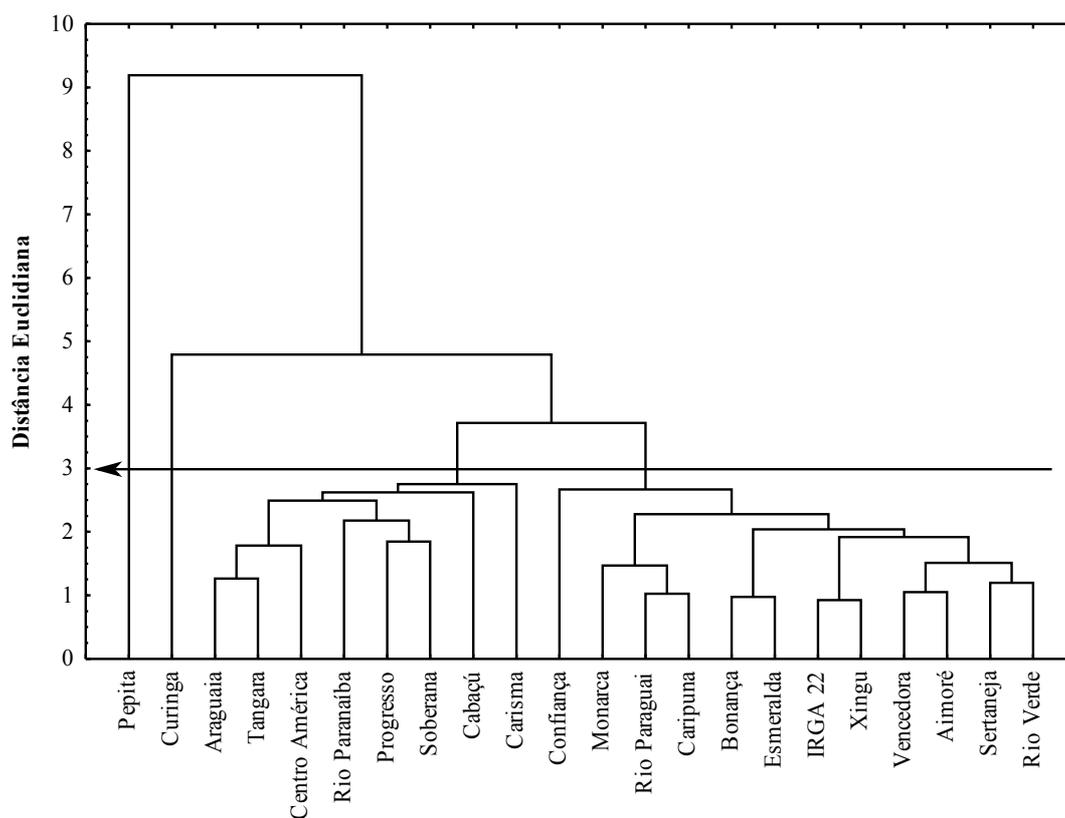


Figura 2. Dendrograma baseado nos dados do número total de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) emergidos, mortos e massa consumida em variedades de arroz em três períodos de armazenamento. A análise de agrupamento hierárquico foi realizada utilizando o método de Ward com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. A seta indica a distância Euclidiana usada para a separação dos grupos (phenon line).

A análise de componentes principais mostrou que as distribuições das variedades formaram grupos semelhantes aos obtidos pelo dendrograma (Figura 3). A variedade Pepita (21) e a mais representativa, isolando-se das demais, evidenciando a maior suscetibilidade em relação às outras, devido ao alto número de insetos emergidos e maior consumo por *S. oryzae*.

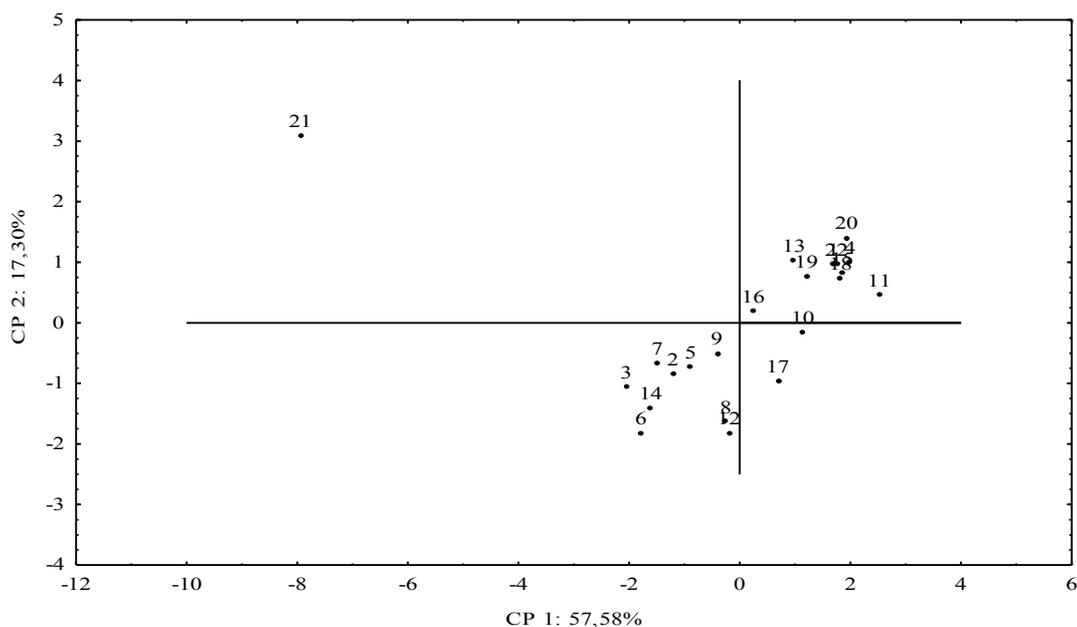


Figura 3. Distribuição das variedades de arroz segundo a análise dos componentes principais, obtidos de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) em três períodos de armazenamento. 1. Rio verde, 2. Carisma, 3. Cabaçú, 4. Sertaneja, 5. Soberana, 6. Progresso, 7. Centro América, 8. Tangará, 9. Araguaia, 10. Caripuna, 11. Confiança, 12. Rio Paranaíba, 13. Xingu, 14. Curinga, 15. Aimoré, 16. Monarca, 17. Rio Paraguai, 18. Vencedora, 19. IRGA 22, 20. Esmeralda, 21. Pepita e 22. Bonança.

De acordo com LARA (1991) o menor número de insetos emergidos em determinada variedade está associado a certo grau de resistência. Estudos conduzidos por RIBEIRO et al (2012) relataram a resistência em genótipos de arroz ao ataque de *S. zeamais* e *S. oryzae*, correlacionada com a presença de fissuras na casca dos grãos de arroz (Figura 4). Em seus estudos os autores afirmam que as variedades que não apresentam fissuras e possuem a casca fechada possuem resistência ao ataque das pragas de grãos armazenados, enquanto as que apresentam algum tipo de fissura são

preferidas pelos gorgulhos. Tais resultados confirmam que esta característica tem grande importância na relação de escolha de *S. zeamais* por variedades de arroz.

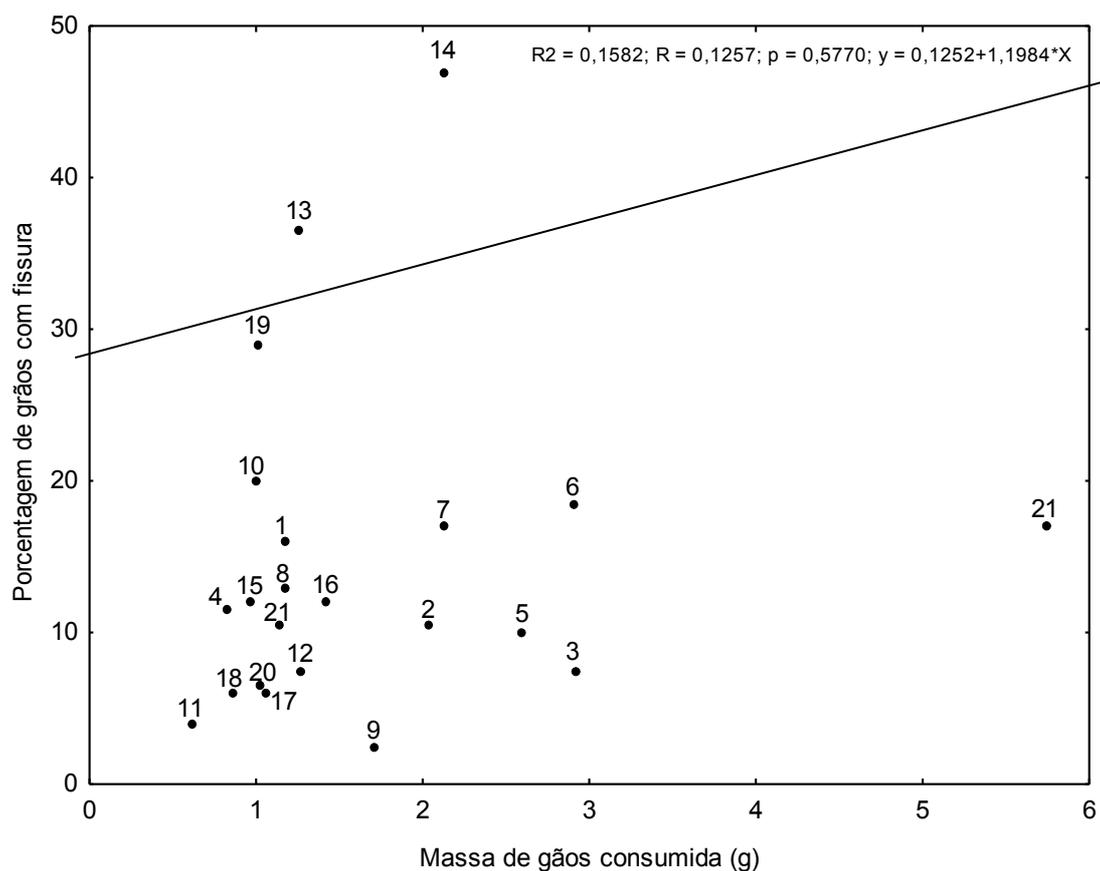


Figura 4. Correlação entre a porcentagem de grãos com fissura na casca e a massa de grãos danificados por *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes variedades de arroz. 1. Rio verde, 2. Carisma, 3. Cabaçú, 4. Sertaneja, 5. Soberana, 6. Progresso, 7. Centro América, 8. Tangará, 9. Araguaia, 10. Caripuna, 11. Confiança, 12.

Rio Paranaíba, 13. Xingu, 14. Curinga, 15. Aimoré, 16. Monarca, 17. Rio Paraguai, 18. Vencedora, 19. IRGA 22, 20. Esmeralda, 21. Pepita e 22. Bonança.

LINK et al (1971) avaliaram a resistência em variedades de arroz ao ataque de *S. oryzae*, *S. zeamais* e *Sitotroga cerealella*, observando que as variedades que apresentaram elevada frequência de grãos com defeitos na casca foram as mais danificadas pelas pragas de grãos armazenados. NUNES (1989) observou resistência a *Sitophilus* sp. nas cultivares de arroz CICA 8, CICA 4 e que quanto maior o potencial de defeitos na casca maior a foi a suscetibilidade das cultivares. SOUSA et al. (2010) observaram resistência nas variedades Agulha e Nenenzinho ao ataque de *S. oryzae*, enquanto a variedade Branco Tardão foi a mais suscetível.

Outro fator associado a esta resistência nas variedades de arroz a *S. oryzae* pode estar relacionado a dureza dos grãos conforme mencionado por MCGAUGHEY et al., 1990 em grãos de trigo. JHA et al. (20012) avaliando as mesmas características em variedades de trigo, observaram menores perdas na massa de grãos e menores emergências de *S. oryzae* nas variedades DDW 12 e C 306, sendo as mais indicadas para o armazenamento.

Com isso, a recomendação de variedades resistentes de arroz, constitui uma das mais importantes medidas para se evitar perdas nos armazéns, principalmente em regiões que têm grandes incidências de pragas de grãos armazenados (RIBEIRO et al., 2012).

5.2 Resistência de variedades de arroz a *Sitophilus zeamays*

O efeito das variedades foi significativo ($P \leq 0,05$) em relação à redução da massa dos grãos, porcentagem de fissuras na casca e porcentagem de grãos danificados nas 22 variedades de arroz, evidenciando a variabilidade genética entre as variedades para *S. zeamais* (Tabela 2).

A redução da massa de grãos foi maior nas variedades Carisma, Pepita e Progresso e menor em Araguaia, Rio Paranaíba, Monarca, Cabaçú, Esmeralda, Vencedora, Aimoré, Bonança, Xingu, Rio Paraguai, Rio Verde, Caripuna, Soberana, Sertaneja e Tangará evidenciando a característica de suscetibilidade nestes materiais. Em relação à porcentagem de fissuras na casca as variedades Progresso e Pepita obtiveram o maior valor, porém a primeira diferindo estatisticamente da segunda e Curinga, IRGA 22, Rio Verde, Sertaneja, Tangará, Bonança, Monarca, Araguaia, Xingu e Cabaçú apresentaram a menor porcentagem de fissuras na casca do grão.

Ao avaliar a porcentagem de grãos danificados a variedade Pepita teve a maior porcentagem seguida por soberana, demonstrando característica de suscetibilidade nestes materiais. As variedades Bonança, Cabaçú, Confiança, Curinga, Esmeralda, IRGA 22, Monarca, Rio Paranaíba, Rio Verde, Tangará e Vencedora Não apresentaram danos causados pelo *S. zeamais*, porém sem diferir das variedades Sertaneja, Caripuna e Rio Paraguai.

As variedades Carisma, Pepita, Progresso e Soberana foram as que apresentaram maior redução da massa de grãos, maior porcentagem de fissura nos grãos e grãos danificados, respectivamente. Este maior dano ocasionado por *S. zeamais* nestas variedades é devido a presença da fissura nos grãos. Esta característica morfológica da justaposição da pálea e lema é determinante na manifestação de resistência em variedades de arroz (COHEN e RUSSEL, 1970; RIBEIRO et al., 2012).

Tabela 2. Redução da massa de grão, porcentagem de fissura na casca e porcentagem de grãos danificados causados por *S zeamais* variedades de arroz (*Oryza sativa* L.).

Variedades	Redução da massa dos grãos	Porcentagem de grãos com fissura	Porcentagem de grãos danificados
Aimoré	0,07 a	16,00 d	2,00 d
Araguaia	0,01 a	10,50 f	4,33 d
Bonança	0,07 a	7,50 f	0,00 e
Cabaçú	0,04 a	11,50 f	0,00 e
Caripuna	0,11 a	10,00 e	1,33 e

Carisma	0,33 c	18,50 d	7,67 c
Centro América	0,23 b	17,00 d	6,33 c
Confiança	0,20 b	13,00 e	0,00 e
Curinga	0,27 b	2,50 f	0,00 e
Esmeralda	0,04 a	20,00 d	0,00 e
IRGA 22	0,29 b	4,00 f	0,00 e
Monarca	0,03 a	7,50 f	0,00 e
Pepita	0,40 c	36,50 b	15,00 a
Progresso	0,40 c	47,00 a	3,00 d
Rio Paraguai	0,08 a	12,00 e	1,33 e
Rio Paranaíba	0,02 a	12,00 e	0,00 e
Rio Verde	0,08 a	6,00 f	0,00 c
Sertaneja	0,12 a	6,00 f	0,67 e
Soberana	0,11 a	29,00 c	11,00 b
Tangará	0,12 a	6,50 f	0,00 e
Vencedora	0,04 a	17,00 d	0,00 e
Xingu	0,07a	10,50 f	2,33 d
F (Trat.)	5,81**	24,68**	38,50**
C.V (%)	1,05	29,84	22,98

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scoot Knott. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade. Para análise as médias foram transformados.

Sousa et al. (2010) estudando a resistência em variedades de arroz concluíram que Agulha e Nenenzinho foram as mais resistentes ao ataque de *S. oryzae* enquanto a variedade Branco Tardão foi a mais suscetível por apresentar grande número de grãos com fissura.

As variedades que apresentaram número elevado de fissura nos grãos foram as mais suscetíveis ao *S. zeamais* sugerindo que a casca bem fechada é uma característica genética que pode conferir resistência a *Sitophilus* sp. e outras pragas de grãos armazenados (MIKAMI et al., 2012).

Outras causas também podem estar envolvidas para conferir os tipos de resistência nestas variedades de arroz a *Sitophilus* sp. como à composição química dos cereais, tais como o teor de proteína (CUNHA et al., 1999) e lipídios (ARNASON et al., 1993), conteúdo de compostos fenólicos (CLASSEN et al., 1990) e inibidores da amilase (MARSARO JUNIOR et al., 2005).

A relação entre a porcentagem dos grãos danificados por *S. zeamais* com os grãos com fissura na casca mostra os maiores danos na variedade Pepita, concluindo que grãos que apresentam fissuras são mais atacados pelo gorgulho do arroz (Figura 4).

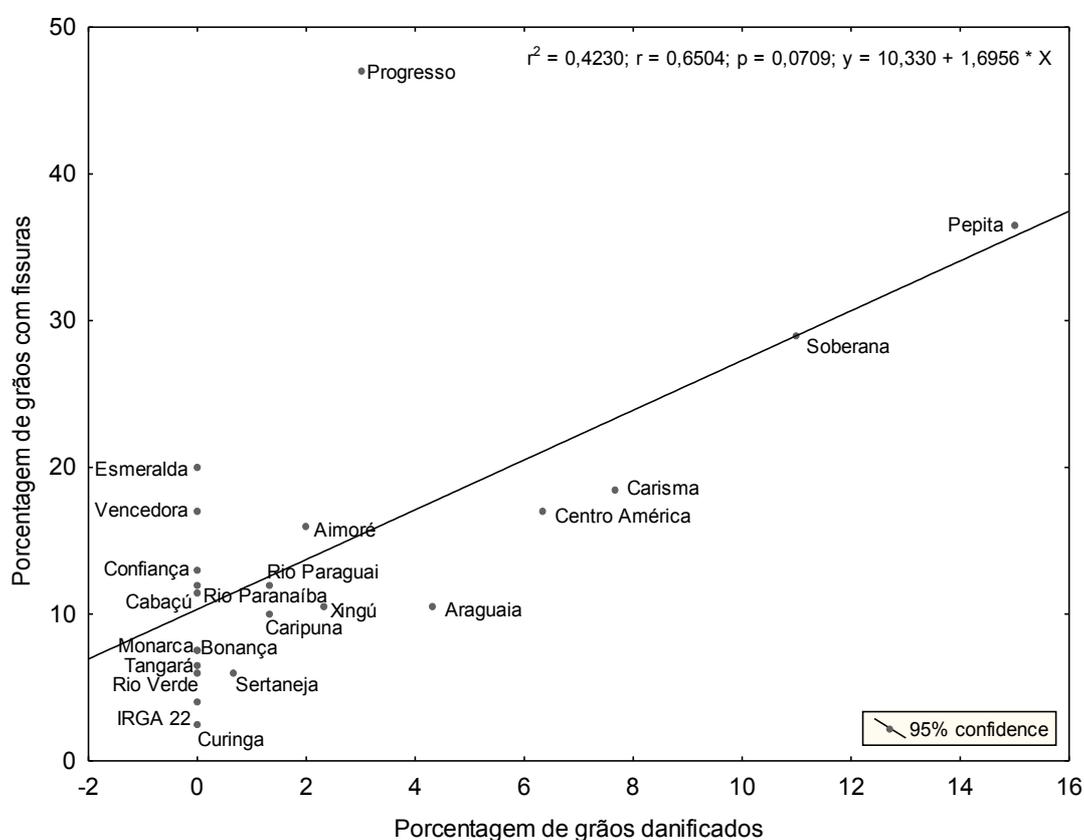


Figura 4. Correlação entre a porcentagem de grãos com fissura na casca e porcentagem de grãos danificados por *S. zeamais* em diferentes variedades de arroz.

Estes dados corroboram com os de Ribeiro et al (2012), que avaliou a resistência de genótipos de arroz e obteve resultados satisfatório para a variedade BRS Curinga que apresentou os menores índices de grãos com fissura confirmando que grãos que

apresentam a casca bem fechada sem fissuras apresentam certa resistência ao ataque de *S. zeamays*.

O efeito das variedades foi significativo ($P \leq 0,05$) em relação à mortalidade, o total de insetos emergidos, peso, ciclo total e longevidade evidenciando a presença de variabilidade genética entre as variedades para *S. zeamays* (Tabela 3).

Tabela 3. Número médio da porcentagem de mortalidade, total de insetos emergidos, ciclo total (dias), peso (mg) e longevidade (dias) de *S. zeamais* em variedades de arroz (*Oryza sativa* L.).

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scoot Knott. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade. Para análise as

Variedades	Mortalidade	Emergidos	Ciclo total	Peso	Longevidade
Aimoré	25,00 b	2,25 c	65,74 a	2,20 c	8,20 a
Araguaia	22,50 b	11,75 b	60,50 b	3,20 b	7,20 a
Bonança	75,50 a	0,25 c	-	-	-
Cabaçú	47,50 a	0,50 c	-	-	-
Caripuna	67,50 a	1,75 c	64,40 a	2,10 c	6,60 a
Carisma	20,00 b	19,00 b	63,74 a	2,88 c	7,00 a
Centro América	67,50 a	16,25 b	65,00 a	2,75 c	8,00 a
Confiança	82,50 a	2,25 c	65,00 a	3,68 b	8,40 a
Curinga	95,00 a	0,25 c	-	-	-
Esmeralda	55,00 a	0,25 c	-	-	-
IRGA 22	80,00 a	0,00 c	-	-	-
Monarca	85,00 a	0,00 c	-	-	-
Pepita	5,00 b	29,00 a	62,60 b	3,53 b	9,00 a
Progresso	12,50 b	11,00 b	61,20 b	4,15 a	6,80 a
Rio Paraguai	87,50 a	1,25 c	64,20 a	2,60 c	6,40 a
Rio Paranaíba	65,00 a	3,50 c	65,80 a	1,60 c	8,80 a
Rio Verde	75,00 a	0,50 c	-	-	-
Sertaneja	92,50 a	0,25 c	-	-	-
Soberana	22,50 b	25,50 a	61,00 b	2,75 c	8,40 a
Tangará	87,50 a	0,75 c	-	-	-
Vencedora	100,00 a	0,00 c	-	-	-
Xingu	65,00 a	1,50 c	67,00 a	2,95 c	10,00 a
F (Trat.)	5,43**	10,70**	1,79*	4,77**	1,83 ^{NS}
C.V (%)	43,72	45 19	5,47	28,21	23,11

médias foram transformados.

Ao analisar as médias foi verificado que o número de insetos mortos foi maior nas variedades Vencedora, Curinga, Sertaneja, Rio Paraguai, Tangará, Monarca, Confiança, IRGA 22, Bonança, Rio Verde, Caripuna, Centro América, Rio Paranaíba, Xingu, Esmeralda e Cabaçú, respectivamente, demonstrando característica de resistência nestes materiais. As menores porcentagens de mortalidade foram visualizadas nas variedades Pepita, Progresso, Carisma, Araguaia, Soberana e Aimoré.

As variedades Pepita e Soberana mostraram-se favoráveis à emergência dos gorgulhos com maior valor. As demais variedades apresentaram os menores índices de emergência de *S. zeamais*, exceto Progresso, Araguaia, Centro América e Carisma que apresentaram valores consideráveis para emergência dos adultos do gorgulho.

As variedades Aimoré, Araguaia, Carisma, Centro América Pepita, Progresso e Soberana apresentaram características de suscetibilidade para as variáveis porcentagem de mortalidade e número de insetos emergidos. Nota-se que estas variedades apresentaram alta frequência de grãos danificados, mostrando que esta característica genética é indesejável quando visa a seleção de variedades resistentes a *S. zeamais* (LINK e ROSSETO, 1972).

Souza et al. (2010) estudando a resistência de variedades de arroz ao ataque de *S. oryzae* visualizaram maiores emergências do adulto deste inseto no genótipo Branco Tardão. Estes autores visualizaram também dentro de um grupo de 19 variedades, que este material apresentou alto percentual de grãos defeituosos com presença de fissura.

Ao avaliar o ciclo total de *S. zeamais*, as variedades Xingu, Rio Paranaíba, Aimoré, Centro América, Confiança, Caripuna, Rio Paraguai e Carisma proporcionaram o maior ciclo para *S. zeamais* quando comparadas com as variedades Araguaia, Progresso e Pepita. Insetos provenientes das variedades Progresso, Confiança, Pepita e Araguaia apresentaram o maior peso, quando comparado com as demais variedades que apresentaram os menores. As variedades não influenciaram na longevidade de adultos de *S. zeamais*.

As variedades Xingu, Rio Paranaíba, Aimoré, Centro América, Confiança, Caripuna, Rio Paraguai e Carisma que proporcionaram o aumento no ciclo de *S. zeamais* pode ser devido a composição química dos grãos, tais como baixo teor de proteína (Cunha et al, 1999) e lípido (Arnason et al 1993), o conteúdo de compostos

fenólicos (Classen et al, 1990) ou a presença de inibidores de amilase (Marsaro et al, 2005) ou a dureza dos grãos conforme mencionado por Mcgaughey et al. (1990).

O índice de preferéncia para atratividade apresentou diferenças entre o tratamento padrão (Sertaneja) (Figura 5). As variedades Carisma, Centro América, Confiança, Curinga, IRGA 22, Pepita e Progresso foram classificadas como estimulantes a alimentação de *S. oryzae*, enquanto Aimoré, Araguaia, Bonança, Cabaçú, Esmeralda, Monarca, Rio Paraguai, Rio Paranaíba, Rio Verde, Vencedora e Xingu como deterrentes e Caripuna, Soberana e Tangará como neutro.

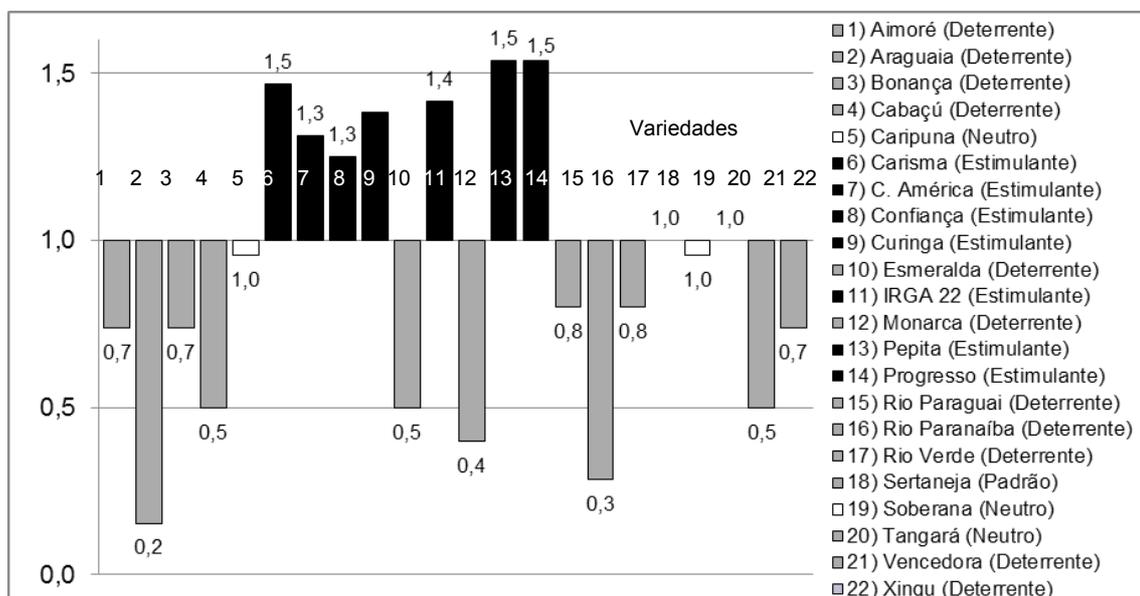


Figura 5. Índice de preferéncia para atratividade de *Sitophilus zeamys* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes variedades de arroz. (T = 25 ± 2 °C, U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12 h).

A análise de agrupamento hierárquico mostrou-se diferente entre as variedades de arroz, separando os grupos de acordo com o grau de semelhança (Figura 6). As análises pelo método de dendrograma indicaram a formação de três grupos distintos, considerando a distância Euclidiana de 2,0, sendo as variedades Rio Verde e Bonança as primeiras a se agruparem.

A variedade Aimoré, Araguaia, Progresso Carisma, Soberana e Pepita, formando o primeiro grupo onde apresentam algum fator de suscetibilidade ao *S. zeamays*. A variedade Caripuna, Rio Paranaíba, Rio Paraguai, Confiança, Xingu e Centro América formam um segundo grupo das variedades intermediárias e o terceiro grupo formado pelas variedades Bonança, Rio Verde, IRGA 22, Monarca, Tangará, Curinga Sertaneja, vencedora, Cabaçú e Esmeralda apresentando certa resistência ao *S. zeamays*.

Assim considerando a esta distância euclidiana, diferentes níveis de resistência podem ser estabelecidos, de acordo com as variáveis analisadas: o primeiro grupo das variedades de arroz altamente suscetível ao *S. zeamays*, o segundo as suscetíveis e o terceiro as variedades moderadamente resistente.

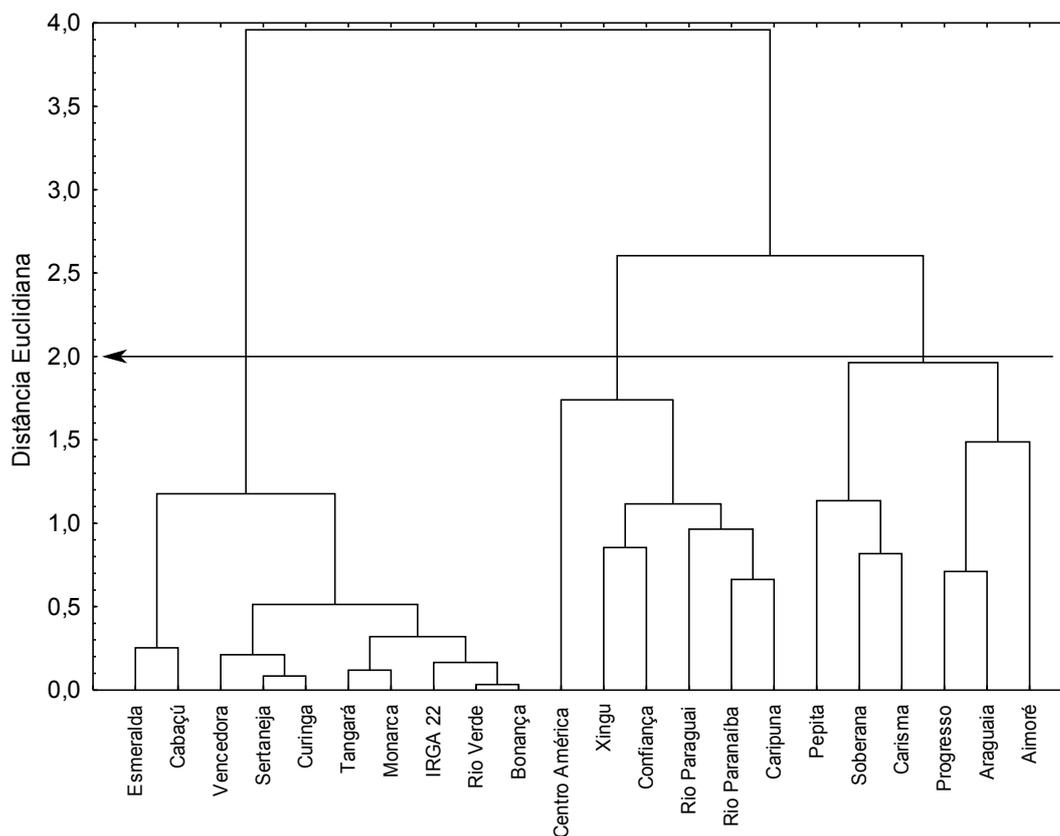


Figura 6. Dendrograma baseado nos dados da redução da massa dos grãos, porcentagem de fissuras na casca, porcentagem de danos nos grãos, mortalidade dos insetos, total de insetos emergidos, ciclo total e peso de adultos de *S. zeamays* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes variedades de arroz. A análise de agrupamento hierárquico foi realizada utilizando o método de Ward com a distância euclidiana como medida de

dissimilaridade. A seta indica a distância Euclidiana usada para a separação dos grupos (phenon line).

A análise de componentes principais mostrou que as distribuições das variedades formaram grupos semelhantes aos obtidos pelo dendrograma (Figura 7). As variedades Pepita (13), Soberana (19), Carisma (6), Progreso (14) e Araguaia (2) são representativas isolando-se das demais, formando o grupo de maior suscetibilidade em relação às outras, devido ao alto número de insetos emergidos e maior consumo de *S. zeamays*. As variedades Bonança (3), Cabaçú (4), Curinga (9), Esmeralda (10), IRGA 22 (11), Monarca (22), Rio Verde (17), Sertaneja (18), Tangará (20) e Vencedora (21) formam um grupo das moderadamente resistentes, devido a alta mortalidade de *S. zeamays* nestas variedades, impossibilitando determinar o ciclo total, peso e longevidade de adultos de *S. zeamays*.

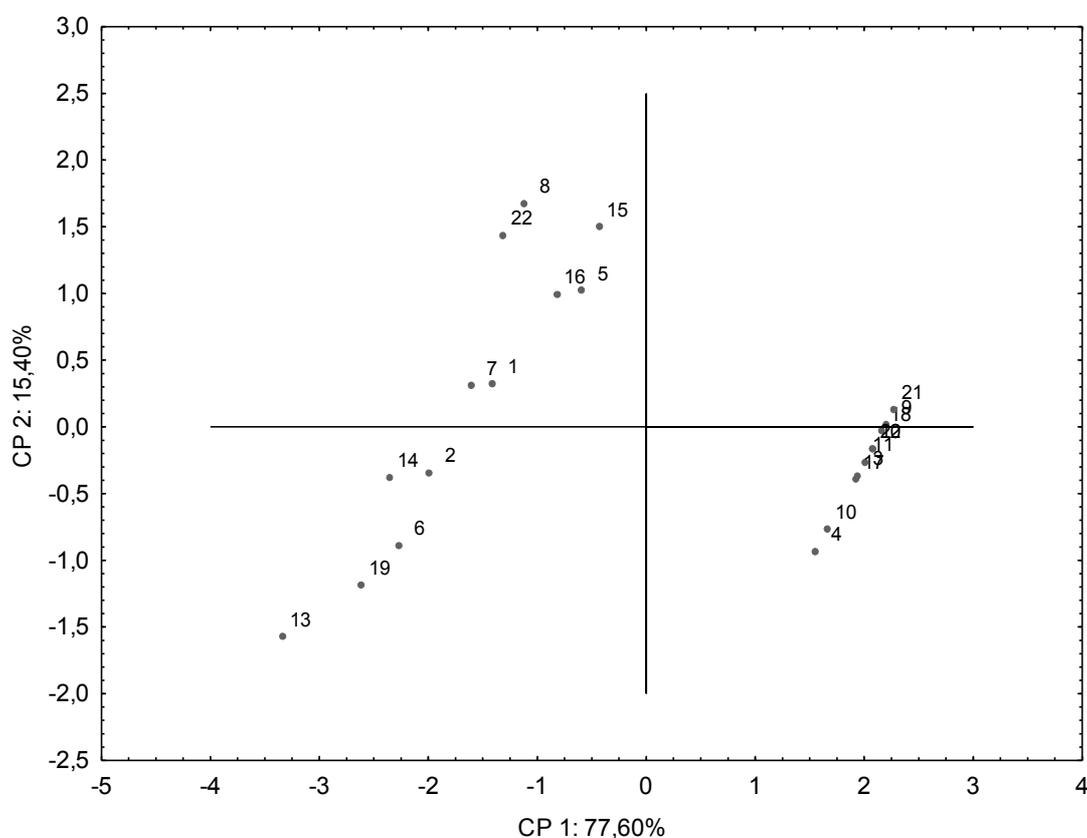


Figura 3. Distribuição das variedades de arroz segundo a análise dos componentes principais, obtidos de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes variedades de arroz. 1. Aimoré, 2. Araguaia, 3. Bonança, 4. Cabaçú, 5. Caripuna, 6. Carisma, 7. Centro América, 8. Confiança, 9. Curinga, 10. Esmeralda, 11. IRGA 22, 12. Monarca, 13. Pepita, 14. Progresso, 15. Rio Paraguai, 16. Rio Paranaíba, 17. Rio Verde, 18. Sertaneja, 19. Soberana, 20. Tangará, 21. Vencedora e 22. Xingu.

Em relação às análises de agrupamento e componentes principais os dois métodos utilizados foram eficientes na seleção de variedades resistentes, podendo ser complementares à análise univariada (PITTA et al., 2010).

6 CONCLUSÃO

As variedades Bonança, Esmeralda, Rio Verde e Sertaneja mostraram se resistentes ao gorgulho do arroz *S. oryzae* por causar mortalidade deste inseto.

As variedades Pepita e Progresso apresentaram suscetibilidades ao gorgulho do arroz *S. oryzae*.

As variedades Bonança, Cabaçú, Curinga, Esmeralda, IRGA 22, Monarca, Rio Verde, Sertaneja, Tangará e Vencedora apresentaram resistência ao *S. zeamays* por causar mortalidade deste inseto.

As variedades Pepita, Soberana, Carisma, Progresso e Araguaia são suscetível ao *S. zeamays* devido ao alto número de insetos emergidos e maior consumo.

A presença ou ausência de fissura nos grãos é uma característica morfológica importante para manifestar ou não à resistência em variedades de arroz.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, E. G.; et al. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, 2011.

ARNASON, J. T. et al. Is “quality protein” maize more susceptible than normal cultivars to attack by the maize weevil *Sitophilus zeamais*? **Postharvest Biology and Technology**, v. 2, p. 349-358, 1993.

ARTHUR, F. H. Feasibility of using aeration to control insect pests of corn stored in Southeast Georgia: Simulated field test. **Journal Economical Entomology**, v.87, p. 1359-1365, 1994.

BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Avaliação dos efeitos da adubação em genótipos de milho sobre a incidência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. **Cultura Agrônômica**, v.5, p.39-50, 1996.

BOTTON, M. et al. O gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) como praga em frutíferas de clima temperado. **Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária. Circular técnica** 58, 17p. 2005.

CANEPPELE, M. et al. Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 625-630, 2003.

CHABOUSSOU, F. La trophobiose et la protection de la plante. **Revue des Questions Scientifiques**, v.143, p.175-208, 1972.

CHAUHAN P. et al. Influence of wheat varieties on biological activities of rice weevil, **Indian Journal of Entomology**, p. 366–368, 2005.

CLASSEN, D. et al. Correlation of phenolic acid content of maize to resistance to *Sitophilus zeamais*, the maize weevil, in CIMMYT'S collections. **Journal of Chemical Ecology**, v. 16, n. 2, p. 301-315, 1990.

COELHO, E. M. et al.; Eficácia da mistura de dióxido de carbono-fosfina no controle de *Sitophilus zeamais* em função do tempo de exposição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, p. 227-234, 2000.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira Safra 2013/2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em Março/2014.

COHEN, L. M.; RUSSELL, M. P. Some effects of rice varieties on the biology of the angouis grain moth, *Sitotroga cerealella*. **Entomological Society of America**, v. 63, n. 4, p. 930-931 1970.

GUEDES, R.N.C. Insecticide resistance, mixture potentiation and fitness in population of the maize the weevil, *Sitophilus zeamays*. **Crop Protection**, v 30, p.1655-1666, 2011.

COPATTI, C.E.; MARCON, K.R.; MACHADO, M.B. Avaliação de dano de *Sitophilus zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Laemophloeus minutus* em grãos de arroz armazenados, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.855–860, 2013.

COTTON, R.T.; WILBUR, D. A. CHRISTENSEN, C.M. Storage of cereal grains and their products, **American Association of Cereal Chemists**, p.281-318, 1982.

CUNHA, A. A. Níveis de resistência de populações de milho de alta qualidade proteica ao *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 29 p. 43-47, 1999.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária **Cultivo do Milho**. 2008 disponível:

<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm> > Acesso em: 10/03/2014.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária **Produção de Arroz de Terras Altas**, 2006 disponível: [www.sistemasdeprodca.cnptia.embrapa.br/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/ htm](http://www.sistemasdeprodca.cnptia.embrapa.br/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/htm). Acesso em: 18/05/2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores agropecuários 1996-2003**. Coordenação de Agropecuária, 2004.68 p.

FAO Disponível em: < <https://www.fao.org.br/> > Acesso em Abril 2014.

FONTES, L.S.; ALMEIDA FILHO, A.J.; ARTHUR, V. Danos causados por *sitophilus oryzae* (linné, 1763) e *sitophilus zeamais* motschulsky, 1855 (coleoptera: curculionidae) em cultivares de arroz (*oryza satival.*), **Arquivos do Instituto Biológico**, São, v.70, p.303-307, 2003.

GALLO, D.; et al. **Manual de entomologia agrícola**, Piracicaba: ESALQ, 920p. 2002.

GIACOBBO, C., L.; et al. Emprego de diferentes inseticidas para o controle do Gorgulho-do-milho na cultura do pessegueiro Revista. **Brasileira de. Agrocência**, v.11, p. 63-66, 2005.

GONÇALVES, J. R.; FARONI, L. R. D'A.; GUEDES, R. N. C. Pyrethroid-Acarophenax lacunatus interaction in suppressing the beetle Rhyzopertha dominica on stored wheat. **Experimental and Applied Acarology**, v. 26, p. 231-242, 2002.

HUANG, Y.; TAN, J. M. W. L.; KINI, R. M.; HO, S. H. Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Journal of Stored Products Research**, Exeter, v. 34, p. 11-17, 1998.

ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, p. 603–608. 2000.

JHA A N.. Relative susceptibility of *Corcyra cephalonica* (Stnt.) larvae to different cultivars of wheat. **Indian Journal of Entomology**, p 222–224. 2005.

JHA, A.N.; SRIVASTAVA, C.; DHAR, S.; Resistance in wheat genotypes to rice (*Oryza sativa*) weevil (*Sitophilus oryzae*), **Indian Journal of Agricultural Sciences**, 1093–5, 2012.

KORUNIC, Z. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. **Journal of Stored Products Research**, v. 34, p. 87-97, 1998.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas aos insetos**. 2.ed. São Paulo: Ícone, p.336, 2001.

LAZZARI, S. M. N.; KARKLE, A. F.; LAZZARI, F. A. Resfriamento artificial para o controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.50, p.293-296, 2006.

LORINI, I. Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados. 2 ed. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 80 p. 2003.

LORD, J. C., From Metchnikoff to Monsanto and beyond: The path of microbial control, **Journal of Invertebrate Pathology**, V. 89, p. 19-29, 2005.

MAIER, D. E.; NAVARRO, S. Chilling of grain by refrigerated air. p.489–560. 2002.

McGAUGHEY, W. H.; SPEIRS, R. D.; MARTIN, C. R. Susceptibility of classes of wheat grown in the United States to stored-grain insects. **Journal of Economic Entomology**, v. 83, p.1122-1127, 1990.

MARTINS, T. Z. Controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) no milho pipoca (*Zea mays*) tratado com terra de diatomácea. **Campo Digital**, Campo, v.1, p.79-85, 2008.

MAPA: **Ministerio da Agricultura Pecuaria e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em 10/03/2014

MARSARO JÚNIOR, A. L. et al. Inibidores de amilase em híbridos de milho como fator de resistência a *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, p. 443-450 2005.

MARSARO JÚNIOR, A. L. et al. Influence of different fertilization systems on nutritional composition of corn *Zea mays* L. (Poaceae) and the effects to attack of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) to storage product.: **Ciências Agrárias**, v. 28, p. 51-64, 2007.

OJI, O. Use of *Piper guineense* in the protecyion of stored *Zea mays* against the maize weevil. **Fitoterapia**, **Milano**, v. 62, p. 179-182, 1991.

OLIVEIRA, C. N.; **Resistência de grãos de genótipos de milho irradiados e não irradiados ao gorgulho *Sitophilus zeamais* , 1855 (coleoptera: Curcullonidae)**, . Dissertação mestrado. Universidade Estadual Paulista. 65p. 2005.

PACHECO, I.A.; PAULA, D.C. Insetos de grãos armazenados identificação e Biologia. Campinas: **Fundação Cargill**, 228p. 1995.

PAIXÃO, F.M. et al. Controle alternativo do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, em armazenamento com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil, **Revista Brasileira de Agroecologia**: p. 67-75, 2009.

PEREIRA, H.S.; VITTI, G.C. Efeito do Uso do xisto em características químicas do solo e nutrição do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 317-322, 2004.

PIMENTEL, M. A.; FERREIRA, E. G. Toxicidade de produtos formulados à base de fungos entomopatogênicos para o gorgulho-do-milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, p. 209-215, 2012.

PITTA, R.M et al. Seleção de Genótipos Resistentes de Amendoimzeiro a *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) com Base em Análises Multivariadas. **Neotropical Entomology**, p 260-265, 2010.

POTRICH, M. **Associação de variedades resistentes de milho e fungos entomopatogênicos para o controle de *Sitophilus* spp.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 131p. 2006.

PRAKASH M A. et al. Deterioration of seed quality due to *Sitotroga cerealella* (Olivier) infestation in wheat cultivars. **Indian Journal of Entomology**, 191–197, 2004.

PROCÓPIO, S. O. J. D.; VENDRAMIM, J. I.; RIBEIRO JÚNIOR, J. B. S. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação à *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia** 27: p.1231–1236, 2003.

PINTO JÚNIOR, A. R.; et al. 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**, v.38, 2008.

RAJEDRAN, S.; SRIRANJINI, V. Plants products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of Stored Products Research**, p. 126–135, 2008.

RESTELLO, M. R.; MENEGAT C., MOSSI, J. A., Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamays* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae), **Revista Brasileira de Entomologia**, p. 304-307, 2009.

RIBEIRO, B. M.; GUEDES R. N. C., OLIVEIRA, E. E.; SANTOS, J. P. Insecticide resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamays* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**. Vol.39, p. 21-31, 2003.

RIBEIRO, C.S.N.; MARTINS, G.V.; GUIMARÃES, J.F.R. SILVA, E.F. Resistência de genótipos de arroz a pragas de grãos armazenados, **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 183-187, 2012.

ROSSETIO, C. J. Sugestões para armazenamento de grãos no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 18, p. 38-51, 1966.

ROSSETO, C. J. O complexo de *Sitophilus* spp (*coleoptera curculionidae*) no estado de São **O Agrônomo**, v. 28, p.127-148, 1969.

SINGARAM, P.; KAMALAKUMARI, K. Effect of continuous manuring and fertilization on maize grain quality and nutrient soil enzyme relationship. **Madras Agricultural Journal**, v.86, p. 51-54, 1999.

SOARES, M. A. et al. Controle biológico de pragas em armazenamento: uma alternativa para reduzir o uso de agrotóxicos no Brasil? **Unimontes Científica**, v.11, 2009.

SOUZA, et al., Avaliação de resistência em variedades de arroz (*oryza sativa* L.) Ao ataque do *sitophilus oryzae* linnaeus, 1763 (coleoptera: curculionidae), **Nucleus**, v. 7, p. 259 - 266, 2010.

SOUZA, A.R.; SILVA, T.M.; SANTOS, J .F. L. Seleção e desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) em três substratos **Magistra**, v. 24, p. 160-163, 2012.

SILVA, V. A.; SILVA, E. F.; TABOSA, J. N. Comportamento de genótipos de arroz de terras altas na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, p. 1030-1037, 2010.

SILVA, J. F.; PESSOA, E. B.; DANTAS, I. C. Extratos vegetais como alternativa de controle do *sitophilus zeamais*. **Biofar, Rev. Biol. Farm**, v. 9, p. 41-53, 2013.

TAVARES, M. A. G. C. **Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L.(Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col. Curculionidae)**, Dissertação (Mestrado), ESALQ, 59p, 2002.

UTTAM J R. et. al. Reaction of different barley varieties on growth and development of *Sitophilus oryzae* Linn. **Indian Journal of Entomology**, p. 149-152. 2004.

VASQUEZ-CASTRO, J. A. V. **Resíduos de fenitroton e esfenvalerato em grãos de milho e trigo, em alguns de seus subprodutos processados e sua ação residual sobre *Sitophilus oryzae* (L.,1793) *Sitophilus zeamais* Motsch., 1855 (Coleoptera: Curculionidae) e *Rhyzopertha dominica* (Fabr., 1792) (Coleoptera: Bostrichidae)**, Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 213p. 2006.

VILARINHO, M. K. **Inseticidas químicos e extratos vegetais aquosos no controle de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho sob condições de armazenamento**, Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Mato Grosso. 71p. 2012.

ZDÁRKOVÁ, E.; LUKAS, J.; HORÁK, P. Compatibility of *Cheyletus eruditus* (Schrank) (Acari: Cheyletidae) and *Cephalonomia tarsalis* (Ashmead) (Hymenoptera: Bethyilidae) in biological control of stored grain pests. **Plant Protection Science**, v. 39, p. 29-34, 2003.