



# **Populações de insetos numa fábrica de arroz e milho. Competição interespecífica como fator regulador.**

**Tiago Filipe Afonso Louro**

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em  
**Engenharia Alimentar – Qualidade e Segurança Alimentar**

Orientadora: Doutora Maria Otília de Almeida Carvalho

Coorientadora: Professora Doutora Margarida Gomes Moldão Martins

Coorientador: Engenheiro Luís Filipe Belo Marques

**2015**

## Agradecimentos

À minha orientadora, a Doutora Maria Otília Carvalho, do Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) pela ajuda preciosa que me deu, na realização desta tese, mostrando-se sempre disponível para me ajudar.

À minha coorientadora, Professora Doutora. Margarida Moldão Martins, do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, pela colaboração na conclusão desta tese.

Ao meu coorientador, Eng. Luís Marques, da Atlantic Meals, pela ajuda, incentivo e apoio tanto na realização desta tese, como também, nesta nova etapa da minha vida profissional.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio máximo, pela insistente ajuda e persistência que sempre me deram.

A todos eles, o meu muito obrigado.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo identificar as pragas-chave numa fábrica de arroz e de milho; os locais e períodos de maior risco, na fábrica, da presença dos insetos nocivos (estimativa do risco) e o efeito da competição interespecífica das pragas-chave em milho, em determinadas condições ambientais.

Para a estimativa do risco, foi implementado um programa de amostragem na fábrica com armadilhas com atrativo alimentar, que foram observadas semanalmente e os insetos identificados e contados.

Para a competição interespecífica no milho, foram comparadas, em laboratório, as populações  $F_1$  e  $F_2$  de *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera, Curculionidae) e *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrichidae), duas pragas primárias, em ambientes tanto isolados como em competição, com temperaturas e humidades controladas.

Para a análise dos dados, utilizou-se a ANOVA e teste de Tukey (R), para um intervalo de confiança de 95%.

Na fábrica, as pragas-chave foram *S. zeamais* e *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae). Verificou-se não haver diferenças significativas entre as suas populações. *T. castaneum* acompanhou as flutuações sazonais de temperatura e relativamente a *S. zeamais*, foi registado elevado número de capturas em períodos menos favoráveis à sua atividade. Os locais de maior risco foram as Secções do “Moinho” e “Armazenamento de farinhas”.

No milho, a praga primária dominante foi *S. zeamais*, à temperatura de  $26^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  e  $68\%\pm 0.5\%$  HR. Na presença das duas espécies em competição, *S. zeamais* reduziu a sua população 83,8% e *R. dominica* 50%, podendo a presença de ambas agir como um fator regulador das suas populações.

**Palavras-chave:** *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, arroz, milho, armazenamento.

## ABSTRACT

The present work aimed to identify the key pests of a mill factory that processes rice and maize, for risk assessment, and the effect of the interspecific competition between two primary pests in maize.

For risk assessment, data were collected from a previously implemented sampling program, using traps with kairomone. The traps were observed weekly and the insects identified and counted.

For interspecific competition in maize, bioassays were carried out in laboratory, and compared  $G_1$  and  $G_2$  of the two primary pests *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera, Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrichidae), in both isolated and competition environment of temperature and r.h.

ANOVA and Tukey tests were used for data analyses.

At mill factory, the key-pests were *S. zeamais* and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae). There was not meaningful differences between both populations. Although *T. castaneum* follow the temperature fluctuations while *S. zeamais* might be present when the environmental conditions are not favorable for its activity.

Bioassays on maize showed that *S. zeamais* was the dominant species. When growing in competition the presence of both species might reduce the populations between 50% (*R. dominica*) and 83, 8% (*S. zeamais*), developing a regulatory factor on insects population.

**Key Words:** *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, rice, maize, storage

## EXTENDED ABSTRACT

Rice is one of the most consumed plants over time, so it's complicated to determine the precise time that the cultures of rice began to grow.

The genus *Oryza* includes the main species of rice that are used for food: *Oryza sativa* L. and *Oryza glaberrima* Steur. The types more produced are the Japanese and the Indian types, from *Oryza sativa* L.

Corn is, in our agricultural context, the most important field crop. It involves most farms, estimating their number at more than 80,000 production units and occupying about 170,000 hectares of cultivated area, North to South. It is undoubtedly at the present time, the most "national" crops.

To prevent infestations, managers of mills and warehouses often use many insecticides to combat insects.

This work was done in a factory that processes and storage rice and maize. The pattern of infestation and its growth of populations is important to help the management of pests in stored grain.

*Sitophilus zeamais* Mots (Coleoptera, Curculionidae), and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae). and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrichidae) were the key-pests that we observed at the factory (and studied at the laboratory)

A sampling program, traps with attractive food for crawling insects, was implemented at the factory. The traps were observed weekly and the insects identified and counted.

For risk assessment, data were collected from a previously implemented sampling program, using traps with kairomone. The traps were observed weekly and the insects identified and counted.

For interspecific competition in maize, bioassays were carried out in laboratory, and compared  $G_1$  and  $G_2$  of the two primary pests *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera, Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrichidae), in both isolated and competition environment of temperature and r.h.

ANOVA and Tukey test were used for data analyses.

At mill factory, the key-pests were *S. zeamais* and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae). There was not meaningfully differences between both populations. In total, we captured 3452 insects: 1740 *S. zeamais* and 1712 *T. castaneum*. At the sections of storage and flour's mill, the biggest risk of infestation by *S. zeamais* was observed in May; while on the packing section it was observed in June. On infestations by *T. castaneum*, it was observed a peak of risk in June. Although *T. castaneum* follow the

temperature fluctuations while *S. zeamais* might be present when the environmental conditions are not favorable for its activity.

Bioassays on maize showed that *S. zeamais* was the dominant species. When growing in competition the presence of both species might reduce the populations between 50% (*R. dominica*) and 83, 8% (*S. zeamais*), developing a regulatory factor on insects population.

## Índice

ÍNDICE DE QUADROS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
Introdução .....	10
1. Revisão Bibliográfica.....	12
1.1 O arroz.....	12
1.2 Milho.....	16
1.3 Armazenamento.....	19
1.4 Pragas do milho e arroz armazenados .....	20
1.5 Métodos de amostragem .....	23
1.6 Tomada de decisão .....	24
2 Avaliação de populações de insetos numa fábrica de arroz e milho .....	26
2.1 Materiais e métodos .....	26
2.2 Resultados e discussão .....	28
3 Considerações Finais.....	33
4 Referências bibliográficas .....	34
ANEXOS .....	36

## Índice de quadros

Quadro 1- Total de adultos, *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, capturados por mês na fábrica durante 2012 e 2013.....29

Quadro 2 - Competição interespecífica: desenvolvimento médio de *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* em milho. Total de adultos F1 e F2 isoladamente e em competição.....32

## Índice de figuras

Figura 1 - <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch .....	21
Figura 2 - <i>Rhyzopertha dominica</i> (F.) .....	22
Figura 3 - <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) .....	23
Figura 4 - Síntese das ações recomendadas para a proteção de estruturas de armazenamento e arroz armazenado em Portugal .....	25
Figura 5 – Corte transversal de uma armadilha PHERO-CONTROL Multi-Beetle-Trap .....	26
Figura 6 – Planta das Secções [Moinho], [Embalamento e armazém de produto acabado] e [Armazém de farinha], identificando a azul o local das armadilhas .....	27
Figura 7 – Total de adultos <i>Sitophilus zeamais</i> capturado por mês durante 2012 e 2013 .....	29
Figura 8 – Total de adultos <i>Tribolium castaneum</i> capturado por mês durante 2012 e 2013 .....	30
Figura 9 – Total de adultos <i>Sitophilus zeamais</i> capturados por Secção, e por mês durante 2014 .....	30
Figura 10 – Total de adultos <i>Tribolium castaneum</i> capturados por Secção, e por mês durante 2014...31	
Figura 11 - Competição interespecífica: desenvolvimento médio de <i>Sitophilus zeamais</i> e <i>Rhyzopertha dominica</i> em milho. Total de adultos F1 e F2 isoladamente e em competição.....	32

## Introdução

O arroz é um dos cereais consumidos há mais tempo sendo muito difícil determinar com exatidão a época em que se começou a cultivar (Maurici, 1999).

O género *Oryzae* inclui as principais espécies de arroz produzidas para a alimentação: *Oryza sativa* L. (de origem asiática) e *Oryza glaberrima* Steur (de origem africana). Os tipos de arroz, *Oryza sativa* L, mais produzidas são do tipo Japónica (Grão curto longo) e tipo Índica (Grão longo fino). (Linares, 2002)

É um dos cereais mais cultivados do mundo, constituindo a base de alimentação de 2/3 da população mundial (Sousa, 1995). O arroz também é utilizado para a produção de álcool, amido, fécula, ácido acético, vinagre, acetona, óleo, produtos farmacêuticos, alimentos vitaminados, entre outros. A casca do arroz serve de combustível e as cinzas como fertilizante. O farelo e a farinha são utilizados na alimentação e a palha na cama dos animais (Murillo, 1989).

O milho constitui, no nosso contexto agrícola, a mais importante cultura arvense, e é destacadamente, a que mais explorações agrícolas envolve, estimando-se o seu número em mais de 80.000 unidades produtivas e ocupando cerca de 170.000 hectares de área cultivada, de Norte a Sul do país. É, sem dúvida, no momento atual, a mais “nacional” das culturas arvenses. (Ampromis, 2014)

Quer associada à produção de silagem, quer à produção de grão, a cultura do milho afirma-se hoje como um dos casos demonstrativos das potencialidades produtivas da agricultura portuguesa de regadio, gerando, a montante e a jusante, importantes contributos para a vitalidade das economias regionais e nacional. (Ampromis, 2014)

A cultura do milho aparece, em Portugal, intimamente ligada ao regadio, aproveitando as potencialidades edafo-climáticas que o posicionamento geográfico proporciona, mas também porque esta localização torna a rega um contributo imprescindível ao desenvolvimento vegetativo da cultura. (Ampromis, 2014)

Como a maioria dos alimentos processados na indústria, o arroz e o milho são favoráveis ao ataque de pragas associados aos cereais armazenados, desde a colheita ao consumo (Ashamo, 2010), provocando não só estragos no produto, como criam condições propícias ao desenvolvimento e dispersão de fungos produtores de micotoxinas (Carvalho *et al.*, 2003).

Os gestores de fábrica e armazéns recorrem frequentemente à aplicação de inseticidas para combater os insetos. Estas práticas não devidamente controladas e aplicadas podem constituir fatores de risco para a saúde pública e para o meio ambiente. A fim de reduzir os

tratamentos químicos é essencial identificar os agentes nocivos recorrendo à implementação de programas de amostragem e assim detetar no tempo e no espaço as infestações presentes (estimativa do risco) e ajudar à tomada de decisão de tratar quando e onde é necessário. O padrão da infestação e o crescimento das populações das pragas-chave em presença de outras espécies de insetos no mesmo patamar da cadeia alimentar é importante para ajudar à gestão de pragas nos cereais armazenados. (Carvalho *et al.*, 2003).

## I. Revisão Bibliográfica

### 1.1 O arroz

O arroz pertence à família Poaceae (Gramineae) e ao género *Oryza* que é constituído por duas espécies cultivadas e 22 espécies silvestres distribuídas nos trópicos e sub-trópicos. As duas espécies cultivadas de arroz são *O. sativa* e *O. glaberrima*, sendo a primeira originária da Ásia e estando a segunda circunscrita à África Ocidental. A espécie *O. sativa* apresenta duas subespécies, *O. sativa* ssp. *japonica* e *O. sativa* ssp. *indica*. A subespécie japónica estabeleceu-se na região da floresta tropical húmida e mais tarde expandiu-se para zonas de temperaturas mais amenas. A subespécie índica teve origem na região das florestas de Monção onde as temperaturas são elevadas com chuvas de Monção nas terras altas durante o verão e chuvas de Monção flutuantes nas terras baixas (Tsunoda & Takahashi, 1984). As variedades da subespécie japónica (tipo japónica) têm grãos mais curtos e de maior diâmetro do que as variedades da subespécie índica (tipo índica), produzindo plantas mais altas e vigorosas e com folhas largas (Webster & Gunnel, 1992). O arroz cultivado nas regiões de clima temperado é habitualmente da subespécie japónica, podendo apresentar em termos de grão comportamento de arroz do tipo índica.

Há estudos genéticos que referem que foi o arroz selvagem (*Oryza rufipogon*) que deu origem ao arroz asiático que se julga ter surgido nos Himalaias iniciando, devido às diferenças climáticas, duas subespécies diferentes: *Oryza sativa* var. *indica* do lado indiano e *Oryza sativa* var. *japonica* do lado chinês. (Sun et al 2001)

O arroz de sequeiro foi introduzido no Japão e na Coreia cerca de 1000 a.C.. A cultura alagada intensiva chegou à Coreia em 850-500 a.C. e ao Japão cerca do ano 300 a.C. (Novarroz, 2014)

Na Europa, o arroz somente foi conhecido depois da expedição de Alexandre Magno à Índia (Vianna e Silva, 1969). Os árabes trouxeram-no para a Península Ibérica na altura da sua conquista em 711. Em meados do século XV chegou à Itália e depois a França, propagando-se esta cultura pelo resto do mundo em virtude das conquistas europeias. Em 1694 chegou à Carolina do Sul e no início do século XVIII à América do Sul. (Novarroz, 2014)

A produção de arroz em Portugal começou a ser documentada nos primeiros anos do século XVIII. Embora se cultivasse muito antes nas regiões do Sul e como herança dos Muçulmanos, só a partir desta data houve registos da presença do cereal nas zonas limítrofes do estuário do Tejo. (Novarroz, 2014)

No ano de 1900, a cultura do arroz era, em Portugal, limitada às “terras alagadiças dos vales do Vouga, Mondego, Sado, Mira e Guadiana”. Meio século depois, com o

incremento verificado, o seu cultivo é efectuado em múltiplos municípios. (Novarroz, 2014)

A expansão da cultura do arroz teve lugar por volta de 1909, após se ter elaborado um conjunto de regras para a preparação dos terrenos e da gestão da água, proporcionando, assim, o cultivo de diferentes variedades de arroz. (Novarroz, 2014)

Uma grande percentagem do arroz produzido em Portugal corresponde a variedades de grão arredondado, que é o carolino e suas principais variedades são Aríete e Euro, mas também se produz arroz Agulha, de grão caracteristicamente alongado. (Novarroz, 2014)

### **Arroz em Portugal e no mundo**

O arroz é o alimento base nos países pouco desenvolvidos, sendo 90% deste cereal produzido e consumido no continente asiático. Estima-se que, em 2025, a população mundial exceda os 8 biliões de pessoas e necessite de mais de 765 milhões de toneladas, sendo necessário elevar a produção nos próximos anos (Cuevas, 2004).

A cultura do arroz tem uma elevada importância sobre os ecossistemas onde se insere, influenciando a qualidade da água, o controlo da salinidade do solo e a biodiversidade (Cuevas, 2004).

A nível mundial, a cultura do arroz ocupa aproximadamente 159 milhões de hectares, com uma produção de 696 milhões de toneladas. A Ásia é o continente com maior produção mundial. A Índia é o país produtor com maior área, 42 milhões de hectares, seguida da China com 30 milhões de hectares, no entanto, a China é o maior produtor mundial com 197 milhões de toneladas (FAO, 2010).

A produção de arroz em Portugal começou a ser documentada nos primeiros anos do século XVIII. Embora se cultivasse muito antes nas regiões do Sul e como herança dos Muçulmanos, só a partir desta data houve registos da presença do cereal nas zonas limítrofes do estuário do Tejo (referencia).

Séculos mais tarde, e por causa do risco de malária, proibiu-se a sementeira mas, pouco a pouco, foram sendo vencidas as reticências iniciais. No século XIX, já pode falar-se em cultivo sistemático e de um interesse manifesto e concreto da agricultura portuguesa na produção de arroz. Até então, a cultura de arroz era considerada ilegal, mas era tolerada. Deste modo inicialmente clandestino, os arrozais começaram a estender-se pela bacia dos rios e o governo começou a ponderar a viabilidade da produção de arroz, estabelecendo paulatinamente as condições que deviam presidir ao seu cultivo (referencia).

No início do século XX, estabeleceram-se as bases para a produção de arroz em Portugal. Nos anos 30, os arrozais cresceram significativamente e as zonas de cultivo estenderam-se a outras regiões do país (Novarroz, 2014).

Portugal produz cerca de 150 000 toneladas/ano, provenientes sobretudo dos vales dos rios Tejo, Sado e Mondego. Estão hoje em cultura cerca de 30 mil hectares, tendo em 2011 sido destinados 22 mil hectares à produção de arroz do tipo carolino, em que as variedades mais produzidas foram “Ariete” (28%), “Ronaldo” (18%) e “Eurosis” (11%).

Através destes dados podemos verificar que o tipo carolino é o que apresenta maior área cultivada (72%) (IFAP, 2012).

Saliente-se que os portugueses são os maiores consumidores de arroz da União Europeia, com um consumo per capita de 16,3 kg/hab, em que 15,7 Kg/hab refere-se a arroz semi-branqueado e branqueado de grão longo (Aguilha) e 0,6Kg/hab a arroz semi-branqueado e branqueado de grão médio e curto (Carolino) (INE, 2014).

### **Morfologia da planta**

A planta de arroz contém órgãos vegetativos (raízes, caules e folhas) e órgãos florais (panículas). A panícula é o conjunto das espiguetas (Portero, 2001).

O sistema radicular característico do arroz é fasciculado, constituído por dois tipos de raízes, as seminais que provêm do embrião ou, mais tardiamente, da parte do caulículo abaixo da inserção dos cotilédones designado por hipocótilo e as adventícias que nascem dos nós inferiores da planta nova, completando assim o raizame (Viana e Silva, 1969).

O caule do arroz é um colmo composto por nós bem marcados, que funcionam como tabiques internos e os entrenós são revestidos pelas bainhas das folhas que os envolvem. Cada planta possui vários colmos e estes estão diretamente dependentes do grau de afilhamento. O número de nós pode ir de três a cinco (Vianna e Silva, 1969). Em condições normais, cada planta pode ter dois a seis filhos férteis (Portero, 2001).

A folha do arroz, com exceção do coleóptilo, é constituída por bainha, lígula e limbo. O colmo principal contém 10 a 20 folhas, conforme as cultivares, mas as inferiores vão murchando ao longo do ciclo ficando no final com 4 a 6 folhas. As bainhas revestem os entrenós do caule e o limbo tem uma forma lanceolada. A lígula é constituída por um prolongamento membranáceo da bainha, região de ligação da bainha ao limbo, e na página interna desta existe um prolongamento membranáceo, designado por pulvino (Vasconcellos, 1953, 1963). Tanto o limbo como a bainha são atravessados por nervuras paralelas (Portero, 2001).

Existem três tipos de folhas: as de crescimento vegetativo - folhas basilares com gema axilar de afilhamento; de transição - folhas sem gema axilar, mas não afastadas por entrenós; e as folhas de crescimento reprodutivo que estão inseridas em nó afastado por entrenó alongado do colmo (Vasconcellos, 1953, 1963).

A inflorescência do arroz é uma panícula de espiguetas unifloras, em geral solitária em cada nó das ramificações da panícula. O eixo principal da panícula ou ráquis situa-se no prolongamento do pedúnculo, que pode ser reto, recurvado ou pendente; este caráter em geral pode estar relacionado com o comprimento do colmo e precocidade. Assim, nas variedades de palha baixa e precoces, por norma é ereto e nas de palha alta e tardias é pendente. Um caráter muito importante é o número médio de ramificações primárias da panícula estar relacionado com a produção que se vai obter. As espiguetas estão inseridas em pedicelos que possuem um comprimento muito variável dentro da mesma panícula. O comprimento da panícula mede-se do nó inferior à ponta da última espiguetas (Vasconcellos, 1953, 1963; Portero, 2001).

A espiguetas está inserida em pedicelos, uniflora, envolvida por duas glumelas, com o perianto reduzido a duas pequenas escâmulas incolores, as lodículas ou glumélulas, seis estames, um ovário com um estilete curto e dois estigmas plumosos. A espiguetas tem na base duas glumas subiguais a protegê-la. A cariopse possui uma semente endospermica (Vasconcellos, 1963; Vianna e Silva, 1969).

### Tipos de grão de arroz

Atualmente podemos encontrar no mercado diversas tipos de Arroz, procurando satisfazer as necessidades de todos os consumidores, não estando restringido aos mais comuns, Agulha e Carolino (referencia):

Agulha – Ao longo dos últimos anos, tem vindo a ganhar alguma preferência por parte dos portugueses é um arroz fácil de cozer que fica solto.

Carolino – Pertence à espécie Japónica é o arroz mais antigo na cozinha tradicional Portuguesa.

Basmati – De origem indiana, apresenta grãos longos, finos e aromáticos.

Integral – Rico em fibras, vitaminas e sais minerais, pode ser encontrado em grãos longos ou curtos.

Vaporizado – Submetido a um tratamento com vapor de água. Arroz firme e dourado, rico em fibra e minerais.

Selvagem – Rico em nutrientes, pouco calórico e geralmente utilizado em misturas



com o Arroz Branco.

## **Classificação**

Tendo em consideração a Legislação aplicável (Decreto-Lei nº 62/2000 de 19 de Abril) podemos classificar o arroz da seguinte forma (referencia):

Quanto ao estado físico do arroz

- Arroz em casca;
- Arroz descascado, em película ou meio preparo;
- Arroz semi-branqueado;
- Arroz branqueado.

Quanto ao comprimento dos grãos de arroz

- Arroz de grãos redondos;
- Arroz de grãos médios;
- Arroz de grãos longos.

Quanto ao tratamento a que o arroz é sujeito:

- Arroz estufado ou vaporizado;
- Arroz pré-cozinhado;
- Arroz glaciado;
- Arroz matizado.

## **1.2 Milho**

Segundo Mary Poll, em trabalho publicado na revista Proceedings of the National Academy of Sciences, os primeiros registros do cultivo do milho datam de 7.300 anos, tendo sido encontrados em pequenas ilhas próximas ao litoral do México, no Golfo do México. Vestígios arqueológicos de milho encontrados na caverna Guilá Naquitz no Vale de Oaxaca (referencia).

Começando por volta de 2.500 antes de Cristo, o cultivo de milho começou a espalhar-se fora da Mesoamérica para outras partes do Novo Mundo. O seu nome de origem indígena caribenha significava "sustento da vida". O milho foi o alimento básico de várias civilizações importantes ao longo dos séculos; os Olmecas, Maias, Astecas e Incas reverenciavam o cereal na arte e religião (referencia)..

O milho era plantado por indígenas americanos em montes, usando um sistema complexo que variava a espécie plantada de acordo com o seu uso. Esse método foi substituído por plantações de uma única espécie. Com as grandes navegações do século XVI e o início do processo de colonização da América, a cultura do milho expandiu-se para outras partes do mundo. Hoje é cultivado e consumido em todos os continentes e a sua

produção só perde para a do trigo e do arroz(referencia)..

O milho (*Zea mays*), também chamado abati, auati e avati, é um conhecido cereal, cultivado em grande parte do mundo. O milho é extensivamente utilizado como alimento humano ou ração animal devido às suas qualidades nutricionais. Todas as evidências científicas levam a crer que seja uma planta de origem mexicana, já que a sua domesticação começou há 7.500 a 12.000 anos atrás na área central da Mesoamérica. É um dos alimentos mais nutritivos que existem, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos, sendo exceções a lisina e o triptofano (Embrapa, 2013).

Tem um alto potencial produtivo e é bastante responsivo à tecnologia. Seu cultivo geralmente é mecanizado, beneficiando muito de técnicas modernas de plantio e colheita. A produção mundial foi de 817 milhões de toneladas em 2009 - mais do que arroz (678 milhões de toneladas) e trigo (682 milhões de toneladas), com 332 milhões de toneladas produzidas anualmente somente nos Estados Unidos. O milho é cultivado em diversas regiões do mundo. O maior produtor mundial são os Estados Unidos (Embrapa, 2013).

O milho é a variante domesticada do teosinto. As duas plantas possuem aparência dissemelhante, o milho com um pedúnculo único, alto e com múltiplas folhas e o teosinto sendo uma planta curta e frondosa. A diferença entre os dois é largamente controlada por apenas dois genes (Embrapa, 2013).

Foi introduzido na Europa pelos descobridores da América, e rapidamente se espalhou pela Península Ibérica e resto da Europa. Pode ser utilizado para pasta de papel (em seco), para forragem, ainda que o principal fim seja a produção de grão, já que é uma boa fonte de hidratos de carbono. É um cereal com uma possibilidade de altos rendimentos, atingindo-se atualmente, entre nós, valores de produção na ordem de 14 a 17 toneladas de grão seco por hectare (Embrapa, 2013).

### **Milho em Portugal e no mundo**

O milho é largamente cultivado em diversas regiões do mundo. Os Estados Unidos respondem por quase cinquenta por cento da produção mundial. Outros grandes produtores são a República Popular da China, a Índia, o Brasil, a França, a Indonésia e a África do Sul. A produção mundial foi de 600 000 000 de toneladas em 2009. O milho é semeado aproveitando-se das chuvas da primavera. O seu sistema de raízes é fraco e a planta é dependente de chuvas constantes, ou irrigação. Nos Estados Unidos, uma boa colheita é prevista tradicionalmente se o milho está "na altura do joelho por volta de 4 de Julho" ("knee-high by the Fourth of July"), embora híbridos modernos frequentemente excedam essa taxa de crescimento. (Ampromis,2014)

O milho utilizado como silagem é colhido enquanto a planta está verde, e o fruto

imaturo. De outro modo, o milho é deixado no campo até ao outono de modo a secar. Às vezes, não é colhido até ao inverno, ou até ao início da primavera. Em outras regiões e circunstâncias são utilizados agrotóxicos para secar o milho mais rápido, e aproveitar altas no preço do grão. Na América do Norte, os campos são frequentemente plantados utilizando a rotação de culturas com uma plantação fixadora de nitrogênio, como feijão ou soja. (Ampromis,2014)

Em Portugal, a área cultivada é de cerca de 200 000 hectares. Os milhos mais semeados são os híbridos, representando cerca de 71,4 por cento da área global da cultura. O cultivo de milho em Portugal faz-se essencialmente no Minho. Tanto que teve influência na arquitetura e paisagem tradicional, existindo os tradicionais espigueiros em toda a região. O milho é semeado entre Março e Junho, sendo a sua colheita em Setembro. (Ampromis, 2014)

### **Morfologia da planta**

O milho possui um sistema radicular fasciculado, de grande crescimento, potente e com raízes adventícias que lhe conferem resistência à acama. O caule é um colmo meduloso, ereto, que termina numa panícula onde se formam os gâmetas masculinos, com número de nós e altura variável com a variedade, técnica cultural e fertilidade do solo. As folhas são compridas, largas, paralelinérvias, de disposição alterna, lanceoladas, sem lígula, de bainha longa, bordos ásperos, glabras ou pubescentes, com nervuras retilíneas-paralelas e uma nervura funda ao meio na página superior. (Ampromis, 2014)

A inflorescência feminina (espiga ou maçaroca) desenvolve-se nas axilas das folhas, envolvida por brácteas solidárias ao pedúnculo e com um eixo carnudo (carolo). A flor fértil madura é constituída por ovário, saco embrionário, duas glumelas e um estilete com pelos estigmáticos que funciona como estigma. As flores masculinas estão agrupadas em espigas que formam a panícula ou bandeira, no ápice do colmo, com duas espiguetas, cada uma com uma flor estéril e outra fértil. O fruto do milho é uma cariopse indeiscente, monospérmico, apocárpico, com semente ligada ao pericarpo e agrupado em infrutescências. (Ampromis, 2014)

### **Tipos de grão de milho**

O milho é um cereal pertencente ao reino Plantae, à divisão das Magnoliophyta, classe das Liliopsida, ordem das Poales, família das Gramíneas, género *Zea* L., sendo uma gramínea monóica (referencia)..

Embora existam muitas subespécies, as de maior valor comercial são:

- *Zea mays tunicata* Larr. – milho vestido
- *Zea mays indentate* Sturt. – milho dentado

- *Zea mays indurata* Sturt. – milho duro ou liso
- *Zea mays everta* Sturt. – milho para pipocas
- *Zea mays amilacea* Sturt – milho mole
- *Zea mays saccharata* Korn. – milho doce

### 1.3 Armazenamento

A massa de grãos armazenada constitui um ecossistema em que estão presentes elementos abióticos e bióticos. Os abióticos são o volume de ar (temperatura, humidade, luz), enquanto os bióticos são organismos tais como o próprio grão, insetos, ácaros, microrganismos, aves e roedores. As técnicas de conservação de grãos fundamentam-se na manipulação dos fatores intrínsecos e extrínsecos à massa de grãos, visando a preservação das qualidades dos produtos armazenados. (Portero, 2010).

Desta forma, juntamente com o esforço para o aumento da produtividade, necessariamente há que se aprimorar as condições de armazenagem. O nível tecnológico do armazenamento deve ser estabelecido de acordo com o volume a ser armazenado e a disponibilidade de recursos para a construção e para os equipamentos que constituirão a unidade armazenadora (referencia)..

As pragas são as maiores causadoras de perdas físicas, além de serem responsáveis pela perda na qualidade dos grãos e dos subprodutos, no momento em que são destinados à comercialização e ao consumo. Existem dois importantes grupos de pragas que atacam esses grãos no armazenamento, que são os coleópteros e as traças. Nos coleópteros encontra-se a maioria das pragas-chave por causarem os maiores estragos e justificarem a maior parte do controlo preventivo. Os principais são o “besourinho” dos cereais (*Rhyzopertha dominica*) que ataca o trigo e arroz; os gorgulhos (*Sitophilus oryzae* e *S. zeamais*) que atacam o milho, trigo e arroz; *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum*, que atacam todos os tipos de grão já danificados. As espécies de traças mais importantes são a traça do milho (*Sitotroga cerealella*) e as traças das farinhas que podem também atacar o grão partido (*Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella* e *Ephestia elutella*) (Portero, 2010).

Armazéns inadequados, sujidade nas instalações, poucos inseticidas registados para o controlo de pragas, resistência das pragas aos inseticidas, falta de preocupação e/ou desconhecimento do gestor de armazém da nocividade das pragas, entre outros, têm contribuído para que ocorram elevadas perdas de grãos, tanto na quantidade como na qualidade. Frequentemente observa-se apodrecimento de grandes quantidades de grãos nos armazéns, rejeição de lotes para comercialização devido à presença de insetos,

problemas provenientes da má conservação dos grãos (referencia)..

A solução para essa situação passa pela execução da Gestão Integrada dos cereais armazenados, onde se incluem boas estruturas de armazenamento. O silo pode ser o método mais seguro de armazenamento, permitindo maior controle da qualidade, devido a facilidade de associação com sistemas de secagem (aquecimento) e arrefecimento com ar forçado. No descarregamento dos grãos, o cereal pode ser seco após o enchimento completo do silo (em lotes), ou em camadas. Quando se adota a secagem em lotes (silo cheio) a secagem é lenta e, portanto, a humidade do grão deve ser de, no máximo, 20%. Isto reduzirá o desenvolvimento de fungos pós-colheita. A secagem também pode realizar-se em camadas de massa de grãos, interrompendo o enchimento do silo, até que esta camada esteja seca. Em seguida, é descarregada nova camada de grãos e realizada nova secagem. Isto se repetirá até que se atinja o limite de armazenagem do silo. A secagem de ambos os processos poderá ser com ar natural, ou melhor, em temperatura ambiente, com o ventilador sendo ligado ao mesmo tempo que se realiza o enchimento do silo (Portero, 2010).

Ao associar-se um aquecedor ao ventilador, realiza-se secagem com ar aquecido, acelerando esta etapa do processo, porém correndo-se o risco de secar o milho além do recomendado. A temperatura de secagem para grãos destinados à moagem não pode ultrapassar 55° C, e para os grãos destinados a fabricação de ração não deve ultrapassar 82° C, de modo a não comprometer a qualidade do produto a que se destina (Portero, 2010).

Durante o armazenamento, a massa de grãos tende a ter sua temperatura elevada naturalmente devido a libertação de calor proveniente do processo respiratório. Sempre que exista um gradiente de temperatura superior a 5° C, entre a massa de grãos e a temperatura externa, deve-se proceder à refrigeração, no próprio silo de armazenagem, ou transilagem, que consiste na transferência da massa de grãos para outro silo (Portero, 2010).

#### 1.4 Pragas do milho e arroz armazenados

O conhecimento do hábito alimentar de cada praga constitui elemento importante para definir a importância da entomofauna presente durante o período de armazenamento. Segundo esse hábito, as pragas podem ser classificadas em primárias ou secundárias (Haines 1991):

- a) **Pragas primárias:** são aquelas que atacam sementes e grãos inteiros e, dependendo da parte que atacam, podem ser denominadas pragas primárias internas ou externas. As primárias internas perfuram as sementes e nestas penetram para completar o seu desenvolvimento. Alimentam-se de todo o tecido de reserva da

semente e possibilitam a instalação de outros agentes de deterioração. Exemplos dessas pragas são as espécies *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais*. As pragas primárias externas destroem a parte exterior da semente (tegumento) e, posteriormente, alimentam-se da parte interna sem, no entanto, se desenvolverem no interior da mesma. Há destruição da semente apenas para fins de alimentação (Haines, 1991, Lorini, 2008).

- b) **Pragas secundárias:** são aquelas que não conseguem atacar sementes e grãos inteiros, pois dependem de estes estarem danificados ou quebrados para deles se alimentarem. Essas pragas ocorrem nas sementes quando estão trincadas, quebradas ou mesmo danificadas por pragas primárias, e geralmente ocorrem desde o período de recebimento ao de beneficiamento dos lotes de sementes. Multiplicam-se rapidamente e causam prejuízos elevados. Como exemplo, citam-se as espécies *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum* (Haines, 1991, Lorini, 2008).

A descrição, a biologia e os danos de cada espécie-praga devem ser conhecidos, para que seja adotada a melhor estratégia para evitar os respectivos prejuízos. Apresentam-se as pragas-chave do arroz e milho identificadas na fábrica e sistemas de armazenamento do local estudado.

### ***Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera, Curculinidae)**

Trata-se de uma praga primária muito importante dos grãos inteiros armazenados, capaz de infestar todos os grãos de cereais mostrando preferência por trigo, milho e arroz. (Hill, 1990; Haines, 1991)

Morfologia: Apresentam uma cor castanho-escuro, com quatro manchas castanho-avermelhadas nos élitros e possui pontuações torácicas arredondadas, caracterizam-se por possuírem um rostró e antenas geniculadas. A armadura bucal é trituradora e situa-se na extremidade do rostró. O adulto apresenta um comprimento que vai de 2,4mm a 4,5mm.

Têm longevidade de 4 a 12 meses e voam ativamente e alimentam-se de cereais.



*Figura 1 - Sitophilus zeamais* Motsch.

Ciclo evolutivo. Demora cerca de 25 dias, quando estão reunidas as condições ótimas de temperatura e humidade, 30°C e 70%, respetivamente. O desenvolvimento da larva ocorre no interior do grão quando a temperatura é de 27°C e a humidade relativa de 70%, demorando cerca de 31 a 37 dias. (Hill,1990)

Ovos: São colocados no grão a granel, ou ainda no campo. As posturas podem variar entre 150 e 300 ovos por fêmea. (Hill,1990)

### ***Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrichidae)**

Praga primária de grãos armazenados, atacando também outros produtos alimentícios, originariamente nativa dos trópicos, foi disseminada pelo comércio para todas as partes do mundo (Haines 1001).

Produto: Ataca grande variedade de grãos armazenados, principalmente trigo, arroz e produtos de cereais.

Danos: Tanto o adulto como as larvas alimentam-se do conteúdo dos grãos, destruindo-os completamente. O adulto, nos grãos inteiros, tem preferência pela região germinal. Produtos infestados por *R. dominica* dificilmente apresentam ataque fúngico, parecendo que esta espécie não ocasiona o aumento de humidade que outras espécies de insetos ocasionam, como por exemplo *Sitophilus* spp. (Haines, 1991).



Figura 2 - *Rhyzopertha dominica* (F.)

Ciclo biológico: Cada fêmea deposita de 200 a 500 ovos em cavidades naturais na superfície rugosa das sementes (Lecato & Flaherty, 1974). A oviposição é maior com o aumento da temperatura e pode durar mais de 4 meses. A eclosão das larvas ocorre em 6 a 9 dias, a uma temperatura de 30°C e 70% de HR. A larva é branca e de lados paralelos, tem a cabeça pequena e patas proeminentes, medindo em média 0,3 mm de comprimento.

Quando completamente desenvolvida mede aproximadamente 2,8 mm. O período de pupa ocorre geralmente dentro do grão e dura aproximadamente 3 dias a 34°C e 70% de humidade relativa (Lecato & Flaherty, 1974; United States Department Of Agriculture, 1986; Hill, 1990; Poy, 1991).

O ciclo evolutivo é completado com maior rapidez quando os insetos se alimentam

de grãos, em vez de farinhas, e a temperatura é alta (em torno de 3 - 4 semanas a 34°C e 70% de umidade relativa). Os adultos têm vida longa, alimentam-se intensamente e são bons voadores (USDA 1986; Hill, 1990).

### ***Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae)**

Estão entre as pragas mais importantes em produtos armazenados, principalmente em farinhas e grãos de cereais, causando consideráveis perdas; esta espécie possui os mais altos índices de crescimento populacional registrados para produtos armazenados (Haines 1991).

Produtos: Um grande número de produtos serve de alimento tanto para as larvas quanto para os adultos, incluindo cereais e seus produtos, nozes, especiarias, café, cacau, frutas secas e ocasionalmente oleaginosas.



*Figura 3 - Tribolium castaneum (Herbst)*

Danos: Larvas e adultos são pragas secundárias em cereais e mostram preferência pela região germinal do grão, porém, causam severos danos em produtos farináceos, onde a sua presença deve ser tratada com muita atenção. Estes insetos têm grande mobilidade dentro da massa de grãos (Hill, 1990; Haines, 1991).

Ciclo biológico: Cada fêmea pode colocar de 150 a 600 ovos, a 25°C e 32°C, respectivamente, com uma média de 6 ovos por dia, durante 2 meses (Lecato & Flaherty, 1974). A eclosão das larvas ocorre após 4 dias sob condições ótimas (35°C e 75% de umidade relativa). O período de pupa ocorre após 14 dias da eclosão, sendo completado em 4 a 5 dias e o ciclo evolutivo levando no mínimo 20 dias (35°C e 80% HR) (Hill, 1990).

## **1.5 Métodos de amostragem**

Utiliza-se a amostragem para se fazer inferências sobre populações de insetos, avaliar os locais e períodos de maior risco de presença dos agentes nocivos e ajudar à tomada de decisão de tratar onde e quando necessário (Carvalho & Timlick 2008).

A densidade da população pode ser estimada de várias maneiras, no entanto a classificação mais utilizada foi adaptada por Morris (1955) com estimativas absolutas e

relativas. As estimativas absolutas são expressas como densidade e pode ser o número total de insetos por unidade de produto, por exemplo, um quilo. É o método mais preciso porque nos indica de facto a população real nessa amostra de produto. Os equipamentos que normalmente são utilizados são as sondas metálicas compartimentadas ou não que são inseridas no cereal a para coletar amostras periodicamente. Para ter uma estimativa da população com alguma precisão é necessário retirar números de amostras representativas da massa do cereal armazenado o que requer tempo e muita mão-de-obra (Carvalho & Timlick 2008)..

As estimativas relativas são baseadas em contagens de insetos capturados em armadilhas, por exemplo. Existem vários tipos de armadilhas para insetos armazenados. Insetos voadores: armadilhas adesivas ou de funil com feromona específica. Insetos rastejantes / equipamentos e edifícios armadilhas do tipo Dome, *pitfall*. Para coleópteros de cereais armazenado ou a granel (armazém ou silo) armadilhas sonda e *pitfall* (Carvalho & Timlick 2008).

A sensibilidade das armadilhas é bastante útil pois indicam a presença de insetos logo que as populações iniciam a sua atividade. Para aumentar a sua eficácia pode ser utilizado feromonas específicas e/ou atrativo alimentar. Podem ser utilizadas durante longos períodos, sem serem danificadas, se forem bem aplicadas, contudo, a eficácia da armadilha depende da mobilidade do inseto, que varia de espécie para espécie, como também do produto a monitorizar, do período e local da localização e das condições ambientais (Carvalho & Timlick 2008).

No estudo das populações de insetos a amostragem pode informar a abundância e o padrão espacial dos insetos numa área determinada. Essa informação aliada ao conhecimento dos fatores que influenciam o desenvolvimento e atividade de uma dada espécie pode avaliar os locais e períodos de maior risco de ataque da praga em estudo.

O programa de amostragem, correlacionando o número de insetos capturados e os prejuízos que os mesmos causaram ou poderiam causar ao produto, é outra análise importante para se obterem níveis de tolerância da presença de pragas. Por exemplo, o nível de tolerância do cereal logo após a colheita tem de ser diferente do cereal embalado pronto para consumo onde não existe tolerância à presença de qualquer inseto (Carvalho & Timlick, 2008).

## 1.6 Tomada de decisão

Quanto ao arroz e milho armazenados, a tomada de decisão está diretamente dependente da estimativa do risco e programas de monitorização dos fatores de nocividade (Carvalho et al 2012). Neste caso, só quando se confirmar a presença de infestações evidentes de pragas primárias que provocam estragos, como os gorgulhos de *Sitophilus sp*

e *Rhizopertha sp.*, é que se considera justificável a realização de intervenções corretivas por fumigação, por exemplo (Fig. 4).

Nos casos em que a importância das espécies presente é residual e o armazém considerado estiver em boas condições estruturais e de higiene, não parece justificável o tratamento químico às infraestruturas do armazém. Em alternativa ao tratamento químico, há a frequência das limpezas em intervalos de tempo mais curtos. Também se pode adotar a limpeza por tarara seguida de ventilação para baixar a humidade, sem quaisquer tratamentos químicos adicionais (Carvalho et al 2012).

Para a proteção prolongada do arroz e milho a alternativa ao tratamento químico é o recurso à ventilação no Inverno e à refrigeração no Verão, sempre que possível (Carvalho et al 2012).



Figura 4 - Síntese das ações recomendadas para a proteção de estruturas de armazenamento e arroz armazenado em Portugal

Para um melhor controlo de todo o processo de desenvolvimento/armazenamento do arroz deve-se adotar um registo de toda essa informação detalhada. Essa informação poderá abranger aspetos relativos ao armazém (estado de conservação, anomalias, melhorias introduzidas), ao arroz (variedade, características físicas, intervenções realizadas), aos tratamentos químicos e não químicos realizados (substâncias ativas, dosagens de aplicação, tipos de formulação, técnicas de aplicação, e justificação para os mesmos), procedimentos de limpeza adotados e, outros aspetos relacionados com os próprios condicionalismos locais que no seu conjunto contribuam para a elaboração do historial do arroz armazenado. Este historial poderá vir a ser útil, posteriormente, para facilitar eventuais requisitos de rastreabilidade caso venha ser necessário (Carvalho et al 2012).

## 2. Avaliação de populações de insetos numa fábrica de arroz e milho

### 2.1. Materiais e métodos

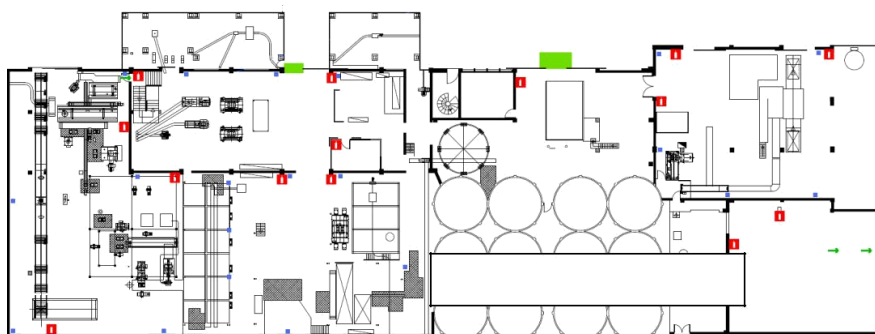
#### a) Arroz: avaliação de populações de *Sitophilus zeamais* Motsch. e *Tribolium castaneum* (Herbst) numa fábrica de arroz e milho

Numa fábrica de arroz, situada na região de Coruche, em Janeiro de 2012 foi implementado um programa de amostragem e foram colocadas 94 armadilhas para insetos rastejantes, com atrativo alimentar (PHERO-CONTROL Multi-Beetle-Trap, Rolão Gonçalves, PT) (Fig. 5) distribuídas pelas secções do moinho (22), do embalamento e armazenamento de produto acabado (41) e no armazém das farinhas (31) (Fig. 6). As armadilhas têm um raio de ação de 4-5 m para capturar insetos que, ao entrarem no interior, ficam imobilizados na base da armadilha com papel de filtro impregnado em óleo. O presente trabalho utilizou os dados de Janeiro de 2012 a Novembro de 2013 e acompanhou o registo dos insetos capturados de Maio de 2014 a Dezembro de 2014.

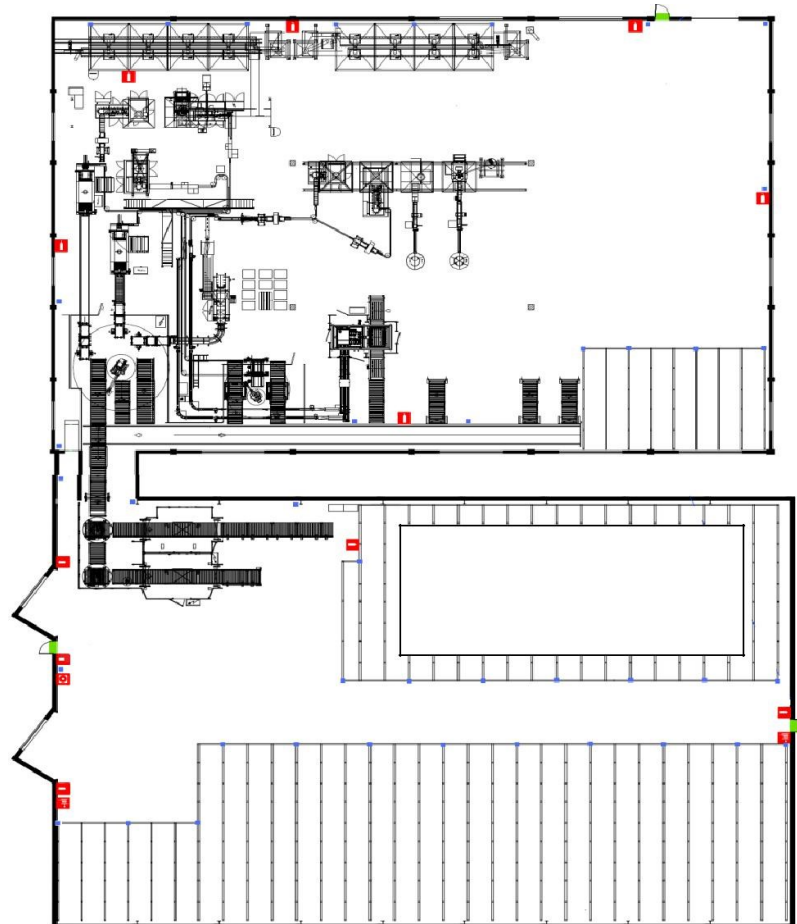


Figura 5 – Corte transversal de uma armadilha PHERO-CONTROL Multi-Beetle-Trap.

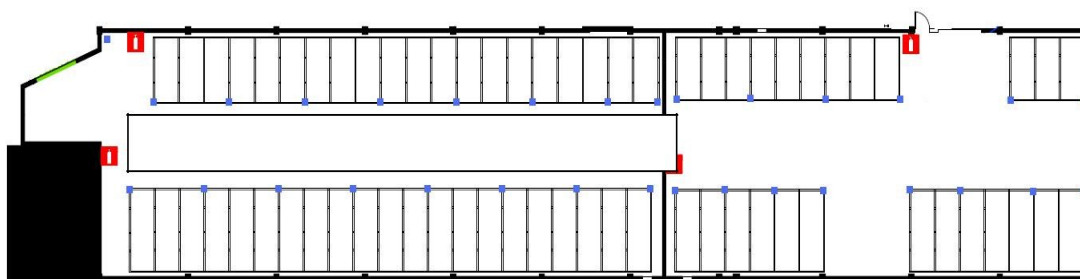
As armadilhas foram observadas semanalmente e os adultos das espécies *S. zeamais* e *T. castaneum* identificados e contados, para avaliação dos períodos e locais de maior risco de infestação.



Planta: Secção moinho (22)



**Planta: Secção embalagem e armazém de produto acabado (41)**



**Planta: Secção armazém das farinhas (31)**

Figura 6 – Planta das Secções [Moinho], [Embalamento e armazém de produto acabado] e [Armazém de farinha], identificando a azul o local das armadilhas

**b) Milho: Competição interespecífica de *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* a uma determinada temperatura e humidade relativa**

Foram realizados ensaios em laboratório para avaliação da competição interespecífica de duas pragas primárias do milho armazenado à temperatura de  $26^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  e humidade relativa (HR) de  $68\%\pm 0.5\%$ . Para tal usaram-se 20 frascos de vidro fechado com cambraia

onde se colocaram cerca de 20gr de milho. Do 1º ao 5º frasco foram colocados 20 adultos *S. zeamais* até oito dias de idade; do 6º ao 10º frasco 20 adultos de *R. dominica* até oito dias de idade; do 11º ao 15º frascos 20 adultos de *S. zeamais* e 20 adultos de *R. dominica*, e do 15º ao 20º frasco milho sem insetos que foram utilizados como testemunha.

Os adultos-progenitores foram retirados ao fim de 15 dias do início do ensaio, para que ficassem apenas os ovos, e ao fim de cada 30 dias para posterior contagem de insetos da primeira geração (F1) e da segunda geração (F2).

### c) *Análise de dados*

Na análise de dados para cada variável [arroz e milho] utilizou-se o programa Microsoft Excel para a média aritmética e ANOVA unifactorial. ANOVA foi calculada com um intervalo de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Na competição interespecifica, em milho, para identificar quais as diferenças significativas entre as médias das variedades, realizou-se um teste para comparações múltiplas de médias, o teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), usando o programa R.

## 2.2. Resultados e discussão

### a) *Arroz: avaliação de populações de Sitophilus zeamais e Tribolium castaneum numa fábrica de arroz e milho*

#### **Total de insetos adultos capturados**

No Quadro 1 apresenta-se o número de insetos capturados por mês, em 2012 e 2013 das espécies *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*. No total, foram capturados 3452 insetos: 1740 *S. zeamais* e 1712 *T. castaneum*. Pela ANOVA (Anexo 1) não houve diferenças significativas ( $p= 0,62$ ) na captura das duas espécies. Verificou-se ligeiro aumento, não significativo ( $p= 0,62$ ), de insetos capturados em 2013 quando comparado com o ano de 2012.

Fig. 7 apresenta a evolução das capturas mensais de *Sitophilus zeamais* durante 2012 e 2013. Em 2012 observaram-se dois picos de capturas em Março e Novembro e um pico mais baixo nos meses de Agosto e Setembro. Em 2013 observaram-se máximos de capturas entre Julho e Setembro.

Fig. 8 apresenta a evolução das capturas mensais de *Tribolium castaneum* durante 2012 e 2013. Em 2012 verificou-se um primeiro pico em Fevereiro, desceu em março e recomeçaram a aumentar as capturas em abril com máximos em agosto, outubro e novembro. Em 2013 o maior pico ocorreu em setembro, seguido do de agosto e junho.

Quadro 1- Total de adultos, *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, capturados por mês na fábrica durante 2012 e 2013.

	2012			2013		
	<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	Total	<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	Total
Janeiro	16	15	31	25	26	51
Fevereiro	76	74	150	34	35	69
Março	107	44	151	51	37	88
Abril	64	61	125	74	68	142
Maió	49	65	114	49	86	135
Junho	35	72	107	80	100	180
Julho	44	78	122	246	48	294
Agosto	83	89	172	152	183	335
Setembro	80	52	132	235	281	516
Outubro	38	81	119	53	69	122
Novembro	109	88	197	12	32	44
Dezembro	28	28	56			0
Total = 3452	729	747	1476	1011	965	1976

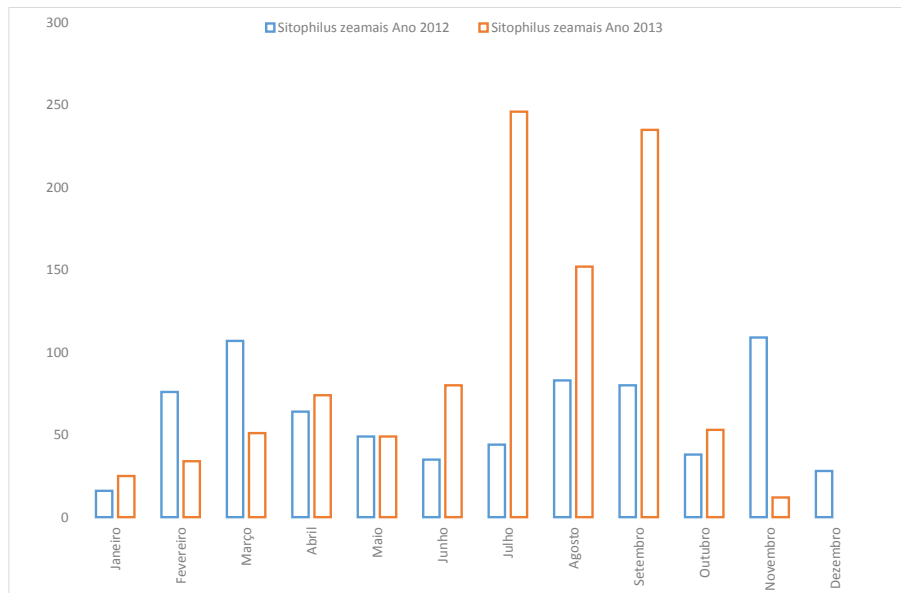


Figura 7 – Total de adultos *Sitophilus zeamais* capturado por mês durante 2012 e 2013

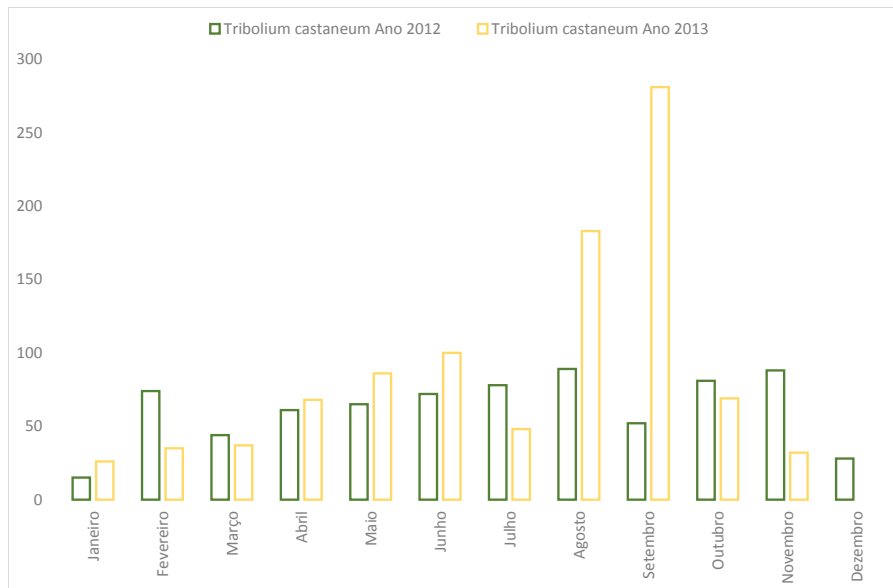


Figura 8 –Total de adultos *Tribolium castaneum* capturado por mês durante 2012 e 2013

### Relação entre as secções da fábrica e a infestação por insectos

As Fig.s 9 e 10 apresentam a densidade média relativa de *S. zeamais* e *T. castaneum* entre maio e dezembro de 2014 nas três secções da fábrica. Foi na Secção do Moinho [M] onde se registraram as densidades mais elevadas, seguida pela Secção Armazém de farinhas [F] e as menos elevadas na Secção de embalagem e armazém de produtos acabados [E].

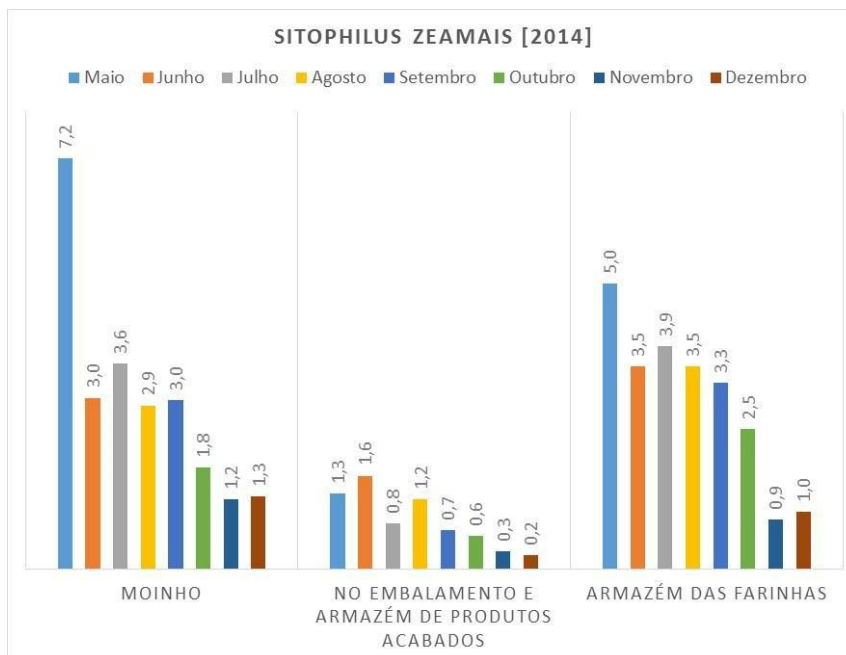


Figura 9 – Total de adultos *Sitophilus zeamais* capturados por Secção, e por mês durante 2014

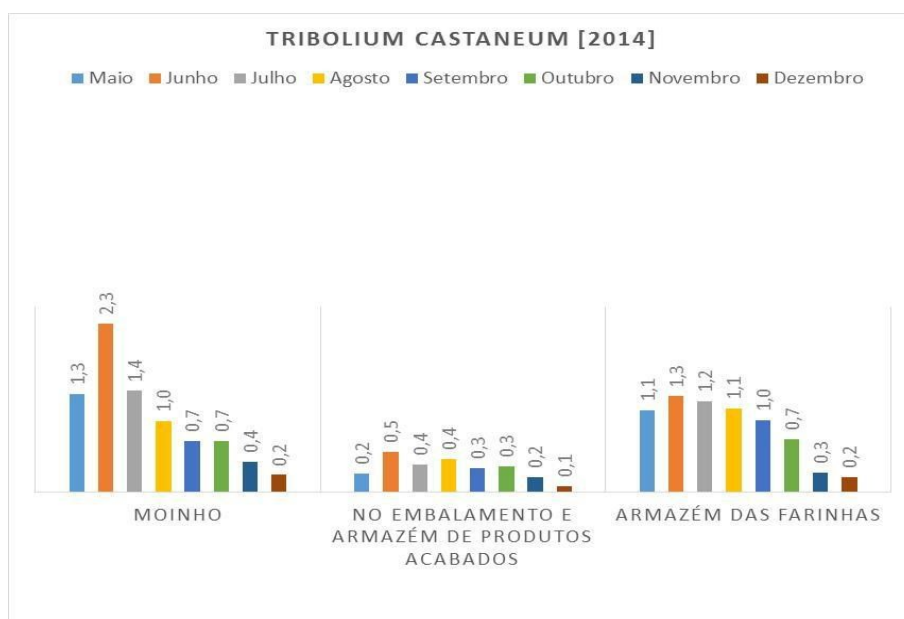


Figura 10 – Total de adultos *Tribolium castaneum* capturados por Secção, e por mês durante 2014

Nas Secções [M] e [F] maio foi o mês de maior risco de infestação de *S. zeamais*, enquanto na Secção [E] foi em junho. Relativamente às populações de *T. castaneum* o mês de junho registou maiores capturas quando comparado com o restante período.

d) *Ensaio biológico de competição interespecífica: desenvolvimento de Sitophilus zeamais Motsch. e Rhyzopertha dominica (F.) em milho a uma determinada temperatura e humidade relativa*

O Quadro 2 e a Fig. 11 apresentam o número médio de adultos de *S. zeamais* e *R. dominica* isoladamente e competindo entre si, nas gerações F1 e F2 e com base em 20 indivíduos parentais.

Nas condições de  $26^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  e  $68\%\pm 0.5\%$  HR a espécie que melhor se desenvolveu foi *S. zeamais*. Pela análise Tukey (Anexo 2 e Quadro 2) há diferenças significativas entre as populações. Nas gerações F1 e F2 quer *S. zeamais* quer *R. dominica* quando em competição apresentam densidades médias de população mais baixa. Na geração F2, a média de adultos *R. dominica* é tão reduzida que não difere significativamente do Controlo (zero). Nestas condições ambientais, *R. dominica* em milho não teve um desenvolvimento satisfatório contrariamente *S. zeamais* que quadruplicou a sua população da geração F1 para a F2. *S. zeamais* na presença de *R. dominica*, e comparando com os resultados F2 sem competição, reduziu 83,8% da sua população. *R. dominica* na presença de *S. zeamais*, e comparando com os resultados F2 sem competição, reduziu 50% da sua população.

**Quadro 2** - Competição interespecífica: desenvolvimento médio de *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* em milho. Total de adultos F1 e F2 isoladamente e em competição (Anexo)

	26°±0.5°C 68%±0.5% HR	Geração F1	Geração F2
Isolado	<i>Sitophilus zeamais</i>	76,4 Aa	361,4 Ab
Em competição	<i>Sitophilus zeamais</i> (vs <i>R. dominica</i> )	38,4 Ba	58,6 Bb
	<i>Rhyzopertha dominica</i> (vs <i>S. zeamais</i> )	3,2 Ca	0,4 Cb
Isolado	<i>Rhyzopertha dominica</i>	5,6 Da	0,8 Cb
Sem insetos	Controlo	0 Ea	0 Ca

Nota: Diferentes letras indicam que existem diferenças significativas entre as médias das variedades;

Legenda: Letra maiúscula ↓ Letra minúscula →

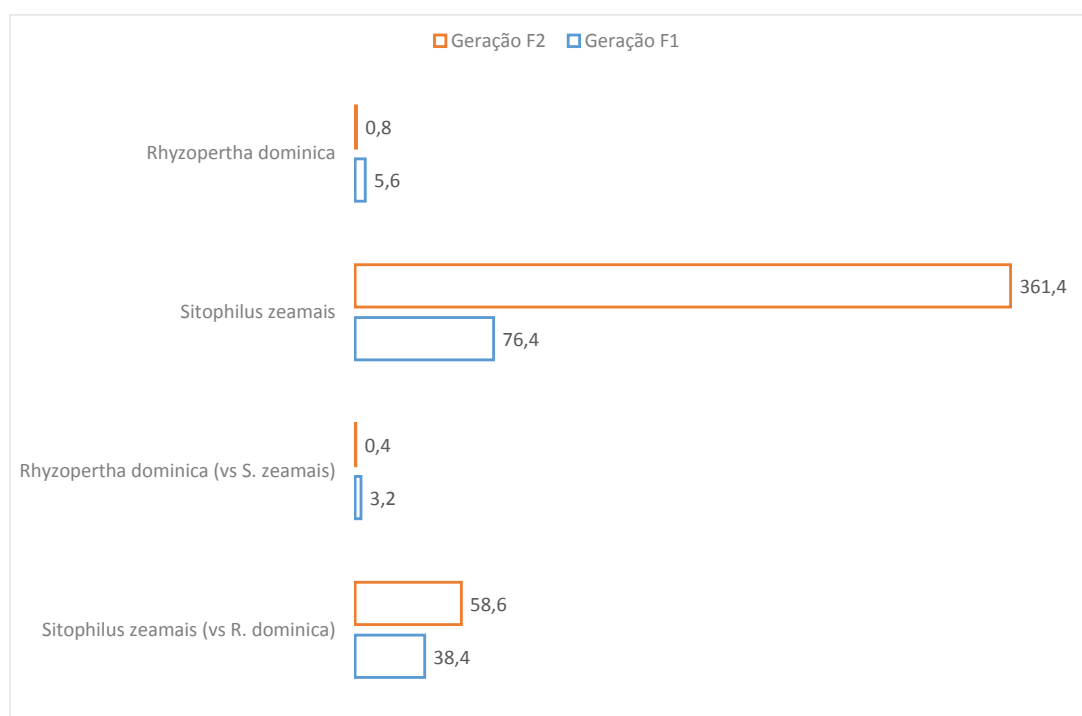


Figura 11 - Competição interespecífica: desenvolvimento médio de *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* em milho. Total de adultos F1 e F2 isoladamente e em competição

### 3. Considerações Finais

A análise dos resultados obtidos permitiu-nos concluir que na fábrica de arroz e milho não houve diferenças significativas na captura das duas espécies *S. zeamais* e *T. castaneum*. A espécie *T. castaneum* teve um aumento significativo nos meses quentes (Verão) em relação aos restantes meses do ano. *S. zeamais* apresentou dois picos de captura, no ano de 2012, nos meses de Março e Novembro, podendo estar ativo mesmo em condições menos favoráveis. Os locais de maior risco da fábrica foram as secções do moinho e o armazém das farinhas, com base na média das populações da praga primária, *S. zeamais*, e analisando o período entre Maio de 2014 a Dezembro de 2014.

A análise do comportamento das espécies primárias *S. zeamais* e *R. dominica*, em competição em milho, a  $26^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  e  $68\%\pm 0.5\%$  HR, mostra que a espécie dominante foi *S. zeamais*. Em ambas as gerações, F1 e F2, *S. zeamais* e *R. dominica* apresentam médias mais reduzidas quando ocorrem em competição pelo alimento, quando se compara o desenvolvimento destas espécies isoladamente. Em competição interespecífica, *S. zeamais* na presença de *R. dominica* reduziu 83,8% da sua população e *R. dominica* na presença de *S. zeamais* reduziu 50% da sua população. Insetos ao mesmo nível da cadeia alimentar ao coexistirem podem ter um efeito regulador das suas populações.

## 4. Referências bibliográficas

- ANPROMIS (s/data). Disponível em [www.anpromis.pt](http://www.anpromis.pt) Acedido: Fevereiro 2014
- ASHAMO, M. 2010. Relative resistance of paddy varieties to *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Slovak Academy of Sciences. 65(2): 333-337.
- CARVALHO, O., BARBOSA, A., MARQUES, A., BARROS, G., TIMLICK, B. and A. MEXIA, 2003. Métodos de amostragem para a detecção e estimativa das populações de insectos associados ao arroz pós-colheita. 6º Encontro Nacional Protecção Integrada, Castelo Branco, (CD-ROM): 279-288.
- CARVALHO MO, PIRES I, BARBOSA A, BARROS G, RIUDAVETS J, GARCIA AC, BRITES C and S. NAVARRO. 2012. The use of modified atmospheres to control *Sitophilus zeamais* and *Sitophilus oryzae* on stored rice in Portugal. *Journal of Stored Products Research, Volume 50: 49-56* (doi:10.1016/j.jspr.2012.05.001) (Impact Factor: 1.491).
- CARVALHO M.O. and B. TIMLICK. 2008. Sampling. In: Romano Mancini, Maria Otilia Carvalho, Blaine Timlick, Cornel Adler (Eds) Contribution for Integrated Mangement of Stored Rice Pests-Handbook: 93-102
- EMBRAPA. 2013. Disponível em [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br) . Acedido: Fevereiro 2014
- HAINES, C.P. 1991. Insects and Arachnids of tropical stored products: Their biology and Identification: A Training Manual. 2nd Ed., Natural Resources Institute, UK.
- HILL, D. S. 1990. Pests of Stored Products and Their Control. Belhaven Press, London, pp. 8–55.
- INE. 2014. Disponível em [www.ine.pt](http://www.ine.pt) Acedido em Abril 2014
- LECATO, G. L. and FLAHERTY, B. R. 1974. Description of eggs of selected species of stored-product insects. *Journal of the Kansas Entomological Society*, v. 47, 308-317.
- LINARES, O. F. 2002. African rice (*Oryza glaberrima*): History and future potential. *The National Academy of Sciences*, 99 (25): 16360–16365, doi: 10.1073/pnas.252604599
- MAURICI, J. 1999. El Arroz: principales enfermedades, plagas y malas hierbas, BASF Española.
- MURILLO, J. 1989. Compendio de agronomía tropical. Vol. 13, p.68. IICA, San José, Costa Rica.
- MORRIS R. F. 1955. The devolpment of sampling techniques for forest insect defoliators, with particular reference to the spruce budworm. *Can. J. Zool.* 33:225-294.
- PORTERO, M. 2010. Producion integrada del arroz en el sur de España. Lince Artes Gráficas. Sevilla.

- PORTERO, M. 2001. Cultivo del arroz en el Sur de España. Lince Artes Gráficas. Sevilha.
- POY, L. F. A. 1991. Ciclo de vida de *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) em farinhas e grãos de diferentes cultivares de trigo. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SOUSA, J. 1995. Enciclopédia agrícola brasileira. Editora USP, São Paulo, Brasil, vol. 3, pp. 251-256.
- SUN, C. Q., WANG, X. K. and Z. C. LI. 2001. Comparison of the genetic diversity of common wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.) and cultivated rice (*O. sativa* L.) using RFLP markers. *Theor Appl Genet.*102: 157-162.
- TSUNODA S. and N. TAKAHASHI. 1984. (Eds). *Biology of Rice. Developments in Crop Science (7)*.Tokyo: Japan Scientific Societies Press and Amsterdam, Elsevier.
- VASCONCELLOS, J. C. 1953. O Arroz (estudo botânico). Ministério da Economia, Comissão reguladora do Comércio do Arroz.
- VASCONCELLOS, J. C. 1963. O Arroz (estudo botânico). Ministério da Economia, Comissão reguladora do Comércio do Arroz.
- VIANNA E SILVA, M. 1969. Arroz. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- USDA.1986. Agricultural Research Service. Stored-grain insects. Washington.

## ANEXOS

**Anexo 1 - Arroz: avaliação de populações de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* numa fábrica de descasque de arroz**

Programa Excel

Anova: factor único

SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Sitophilus zeamais [2012]	12	729	60,75931	8,8409
Tribolium castaneum [2012]	12	747	62,25551	2,2955
Sitophilus zeamais [2013]	12	1023	85,25667	1,841
Tribolium castaneum [2013]	12	997	83,08333	5819,902

ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	6207	3	2069	0,592205	0,623408	2,816466
Dentro de grupos	153723,7	44	3493,72			
Total	159930,7	47				

**Anexo 2- Milho: Competição interespecífica de *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* a uma determinada temperatura e humidade relativa**

<i>Frasco nº</i>	<i>Sitophilus zeamais</i>		<i>Rhyzopertha dominica</i>	
	F1	F2	F1	F2
1	76	260	-	-
2	72	257	-	-
3	63	220	-	-
4	84	270	-	-
5	87	300	-	-
6	-	-	8	2
7	-	-	5	1
8	-	-	6	0
9	-	-	6	1
10	-	-	3	0
11	36	53	1	0
12	35	55	4	1
13	47	66	5	1
14	39	60	4	0
15	35	59	2	0
16	-	-	-	-
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-

Programa “R”;

Tratamento:

- Comparação da população F1 de *S. zeamais* entre os diferentes tratamentos
- Comparação da população F1 de *R. dominica* entre os diferentes tratamentos
- Comparação da população F2 de *S. zeamais* entre os diferentes tratamentos
- Comparação da população F2 de *R. dominica* entre os diferentes tratamentos

Códigos para os tratamentos (variável independente):

- ST – só *Sitophilus zeamais* na geração parental

- RZ – só *Rhizopertha dominica* na geração parental
- STRZ – ambas as espécies na geração parental
- CT – controlo

Códigos para as respostas (variável dependente):

- SZ\_F1 – *Sitophilus zeamais* na geração F1
- RD\_F1 – *Rhizopertha dominica* na geração F1
- SZ\_F2 – *Sitophilus zeamais* na geração F2
- RD\_F2 – *Rhizopertha dominica* na geração F2

Tabela de Dados:

<i>Treatment</i>	<i>SZ_F1</i>	<i>RD_F1</i>	<i>SZ_F2</i>	<i>RD_F2</i>
<i>ST</i>	76	0	260	0
<i>ST</i>	72	0	257	0
<i>ST</i>	63	0	220	0
<i>ST</i>	84	0	270	0
<i>ST</i>	87	0	300	0
<i>RZ</i>	0	8	0	2
<i>RZ</i>	0	5	0	1
<i>RZ</i>	0	6	0	0
<i>RZ</i>	0	6	0	1
<i>RZ</i>	0	3	0	0
<i>STRZ</i>	36	1	53	0
<i>STRZ</i>	35	4	55	1
<i>STRZ</i>	47	5	66	1
<i>STRZ</i>	39	4	60	0
<i>STRZ</i>	35	2	59	0
<i>CT</i>	0	0	0	0
<i>CT</i>	0	0	0	0
<i>CT</i>	0	0	0	0
<i>CT</i>	0	0	0	0
<i>CT</i>	0	0	0	0



**Resultados (resultados a vermelho são significantes para p<0.05)**

## Anova e Tukey para F1 de S. zeamais					
ANOVA					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
datos\$Treatment	3	20084	6695	226.7	2.57e-13 ***
Residuals	16	47230			

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**TUKEY**

Tukey multiple comparisons of means  
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = datos\$SZ\_F1 ~ datos\$Treatment)

\$`datos\$Treatment`

	diff	lwr	upr	p adj
RZ-CT	1.421085e-14	-9.832089	9.832089	1
ST-CT	7.640000e+01	66.567911	86.232089	0
STRZ-CT	3.840000e+01	28.567911	48.232089	0
ST-RZ	7.640000e+01	66.567911	86.232089	0
STRZ-RZ	3.840000e+01	28.567911	48.232089	0
STRZ-ST	-3.800000e+01	-47.832089	-28.167911	0

## ##Anova e Tukey para F1 de R. dominica

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
datos\$Treatment	3	111.2	37.07	24.71	3.02e-06 ***
Residuals	16	24.0	1.50		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tukey

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = datos\$RD\_F1 ~ datos\$Treatment)

\$`datos\$Treatment`

	diff	lwr	upr	p adj
RZ-CT	5.600000e+00	3.3838636	7.8161364	0.0000110
ST-CT	-9.769963e-16	-2.2161364	2.2161364	1.0000000
STRZ-CT	3.200000e+00	0.9838636	5.4161364	0.0039221
ST-RZ	-5.600000e+00	-7.8161364	-3.3838636	0.0000110
STRZ-RZ	-2.400000e+00	-4.6161364	-0.1838636	0.0315227
STRZ-ST	3.200000e+00	0.9838636	5.4161364	0.0039221

## ##Anova e Tukey para F2 de S.zemais

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
datos\$Treatment	3	230820	76940	362	6.55e-15 ***
Residuals	16	3400	213		
---					

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### A. Tukey

Tukey multiple comparisons of means  
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = datos\$SZ\_F2 ~ datos\$Treatment)

\$`datos\$Treatment`

	diff	lwr	upr	p adj
RZ-CT	2.842171e-14	-26.37885	26.37885	1.00e+00
ST-CT	2.614000e+02	235.02115	287.77885	0.00e+00
STRZ-CT	5.860000e+01	32.22115	84.97885	5.14e-05
ST-RZ	2.614000e+02	235.02115	287.77885	0.00e+00
STRZ-RZ	5.860000e+01	32.22115	84.97885	5.14e-05
STRZ-ST	-2.028000e+02	-229.17885	-176.42115	0.00e+00

**##Anova e Tukey para F2 de R. dominica**

**ANOVA**

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
datos\$Treatment	3	2.2	0.7333	2.933	0.0653
Residuals	16	4.0	0.2500		
---					

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Tukey**

Tukey multiple comparisons of means  
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = datos\$RD\_F2 ~ datos\$Treatment)

\$`datos\$Treatment`

	diff	lwr	upr	p adj
RZ-CT	8.000000e-01	-0.1047339	1.7047339	0.0928915
ST-CT	-1.554312e-16	-0.9047339	0.9047339	1.0000000
STRZ-CT	4.000000e-01	-0.5047339	1.3047339	0.5968856
ST-RZ	-8.000000e-01	-1.7047339	0.1047339	0.0928915
STRZ-RZ	-4.000000e-01	-1.3047339	0.5047339	0.5968856
STRZ-ST	4.000000e-01	-0.5047339	1.3047339	0.5968856