CARLOS CANEPPELE

QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) DA PRÉ-COLHEITA AO ARMAZENAMENTO, MÉTODOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE INSETOS

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Sonia Maria N. Lazzari

Co-orientador: Prof. Dr. Flavio Antonio Lazzari

CURITIBA

2003

CARLOS CANEPPELE

QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) DA PRÉ-COLHEITA AO ARMAZENAMENTO, MÉTODOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE INSETOS

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Sonia Maria N. Lazzari

Co-orientador: Prof. Dr. Flavio Antonio Lazzari

CURITIBA
2003

CARLOS CANEPPELE

"QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO, *Zea mays* (L.), DA PRÉ-COLHEITA AO ARMAZENAMENTO, MÉTODOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE INSETOS."

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Profa. Dra. Sonia Maria Noemberg Lazzari (Orientadora)

UFPR

Prof. Dr. Adriano Divino Lima Afonso

UNIOESTE/PR

Prof. Dr. Valdecir Antoninho Dalpasquale

UEM/PR

Prof. Dr. Airton Rodrigues Pinto Júnior

PUC/PR

Prof. Dr. Edilberto Possamai

UFPR

Curitiba, 15 de julho de 2003.

A Deus

À minha esposa Cida

Aos meus filhos Laís, Daniel e André

Aos meus irmãos e pais

A todos os meus amigos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Dra. Sonia Maria Noemberg Lazzari e Dr. Flávio Antonio Lazzari, pela orientação, apoio e amizade nesse período de aperfeiçoamento.

Aos meus colegas do curso de Pós-graduação em Entomologia pelo convívio e bons momentos passados juntos, pelos momentos alegres e difíceis.

À Coordenação e aos professores, técnicos do Curso de Pós-Graduação pelos ensinamentos, profissionalismo, amizade e apoio.

Às bibliotecárias e ao secretário do Curso de Pós-Graduação em Entomologia Sr. Jorge Luiz Silveira dos Santos pela disposição no atendimento quando solicitado.

A todos os meus familiares pelo apoio e oportunidade para realizar este curso com ânimo e dedicação.

Ao Departamento de Zoologia, Ciências Biológicas da UFPR, pela disponibilidade dos materiais, equipamentos e apoio técnico.

À Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico Econômico Ltda, COODETEC e à Empresa PIONEER Sementes, pelo fornecimento das sementes de milho para a realização desta pesquisa.

À Fazenda Colina em Apucarana-PR, em nome do Engº Agrº José Aparecido de Oliveira e de todos os empregados desta, pelo entendimento, paciência e na cooperação para a realização da pesquisa.

À Empresa de processamento de milho Kowalski Alimentos Ltda., pelo financiamento e por ter permitido a realização da pesquisa, ao Sr. Nelson e Sérgio Kowalski, Éderson, Edson, Aldemiro, Celso, Josuel, Silmara, João e demais funcionários que auxiliaram muito para a realização desta pesquisa.

À Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, pela liberação para a realização do curso de doutorado e apoio financeiro através da bolsa de estudo CAPES/PICDT/UFMT.

Ao Núcleo de Tecnologia em Armazenagem da UFMT, Laboratório de Semente e a os professores e funcionários da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária que nos incentivaram e apoiaram de alguma forma na realização do curso.

À minha esposa Cida, colega de turma e companheira em todos os momentos, aos meus filhos Laís, Daniel e André, pela alegria, pelo amor e pela compreensão durante a realização do curso.

A todas as pessoas que de uma forma outra participaram durante estes quatro anos de estudo.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS iv
LISTA DE FIGURAS x
LISTA DE TABELAS xii
RESUMO xvi
ABSTRACT xviii
INTRODUÇÃO GERAL 1

CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DAS PERDAS QUANTITATIVAS E DA QUALIDADE FÍSICA E SANITÁRIA DO GRÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) DA COLHEITA ATÉ A SECAGEM.

RESUMO 6
ABSTRACT 8
1. INTRODUÇÃO 9
2. MATERIAL E MÉTODOS 12
2.1 – Local e condições do cultivo 12
2.2 – Colheita e avaliação da perda de massa 12
2.2.1 – Perdas na pré-colheita 13
2.2.2 – Perdas na plataforma de corte 13
2.2.3 – Perdas no sistema de trilha 13
2.2.4 – Perda total 14
2.3 – Secagem de grãos 14
2.4 – Análises da qualidade sanitária e física dos grãos 14
2.4.1 – Percentual de grãos carunchados 14
2.4.2 – Número de insetos 14
2.4.3 – Percentual de grãos danificados por fungos 15
2.4.4 – Grãos trincados 15

2.4.5 – Impurezas e matérias estranhas..... 15

2.4.6 – Peso hectolítrico (PH)..... 15

2.5 – Delineamento e análise estatística..... 16

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 17

3. 1 – Perda de massa da pré-colheita à trilhagem dos grãos..... 17

3.2 – Grãos carunchados..... 19

3.3 – Número de insetos..... 20

3.4 – Grãos danificados por fungos..... 21

3.5 – Grãos trincados..... 22

3.6 – Impurezas e matérias estranhas..... 23

3.7 – Peso hectolítrico..... 25

4. CONCLUSÕES..... 27

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 28

6. APÊNDICES..... 32

CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO *(Zea mays* L.) AO ATAQUE DE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1855 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).

RESUMO..... 35

ABSTRACT..... 37

1. INTRODUÇÃO..... 38

2. MATERIAL E MÉTODOS..... 40

2.1 - Teste com chance de escolha..... 40

2.2 - Teste sem chance de escolha..... 41

2.2.1 – Nível de infestação interna..... 42

2.2.2 – Perda de massa..... 42

2.2.3 – Germinação..... 42

2.2.4 – Teor de umidade..... 43

2.2.5 – Análises químicas..... 43

2.2.6 – Delineamento e análises estatísticas 43

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 44

3.1 - Testes com chance de escolha..... 44

3.2 - Testes sem chance de escolha..... 45

4. CONCLUSÕES..... 52

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 53

CAPÍTULO III: TÉCNICAS PARA O MONITORAMENTO DE INFESTAÇÕES DE INSETOS NO MILHO *(Zea mays* L.) A GRANEL E NA UNIDADE DE ARMAZENAMENTO.

RESUMO..... 57

ABSTRACT..... 59

1. INTRODUÇÃO..... 60

2. MATERIAL E MÉTODOS..... 62

2.1 – Local e condições do experimento..... 62

2.2 – Técnicas de Monitoramento..... 63

2.2.1 – Armadilhas tipo gaiola..... 63

2.2.2 – Armadilhas tipo calador..... 64

2.2.3 – Peneiramento de grãos..... 64

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 66

3.1 – Capturas com armadilha tipo gaiola..... 66

3.2 – Capturas com armadilhas tipo calador..... 69

3.3 – Amostragem por peneiramento de grãos..... 72

4. CONCLUSÕES..... 81

5 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 82

6 . APÊNDICES..... 86

CAPÍTULO IV: MÉTODOS QUÍMICOS E FÍSICOS PARA O CONTROLE DE INSETOS EM MILHO (*Zea mays* L.) ARMAZENADO A GRANEL.

RESUMO..... 90

ABSTRACT..... 92

1. INTRODUÇÃO..... 94

2. MATERIAL E MÉTODOS..... 97

2.1 – Avaliação de inseticidas e de terra de diatomácea..... 97

2.2 – Avaliação do resfriamento artificial em larga escala..... 100

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 101

3.1 – Inseticidas e terra de diatomácea..... 101

3.2 – Resfriamento artificial de grãos..... 109

4. CONCLUSÕES 113

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 114

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 117

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DAS PERDAS QUANTITATIVAS E DA QUALIDADE FÍSICA E SANITÁRIA DO GRÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) DA COLHEITA ATÉ A SECAGEM.

Figura 1 – Área da lavoura de milho (A); Colheita mecanizada (B); Unidade de armazenagem da fazenda (C) e Danos mecânicos em grãos (D); Apucarana–PR, 2002..... 16

CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO *(Zea mays* L.) AO ATAQUE DE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1855 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).

Figura 1 – Arena com 12 frascos com sementes de híbridos de milho e compartimento central para a liberação dos insetos para testes de preferência alimentar 41

CAPÍTULO III: TÉCNICAS PARA O MONITORAMENTO DE INFESTAÇÕES DE INSETOS NO MILHO *(Zea mays* L.) A GRANEL E NA UNIDADE DE ARMAZENAMENTO.

Figura 1 – Locais das armadilhas tipo gaiola para amostragem de insetos, em uma unidade armazenadora de Apucarana – PR..... 62

Figura 2 – Armadilha tipo gaiola com isca alimentar utilizada para monitorar insetos nas áreas externas aos silos, em empresa de processamento de milho, Apucarana - PR, 2002..... 63

Figura 3 – Posição das armadilhas em silo metálico (A); armadilha tipo calador (B) e sonda (C) utilizada para introduzir as armadilhas na massa de grãos, Apucarana - PR, 2002..... 64

Figura 4 – Calador tipo janela para a coleta de grãos (A) e peneiras para separar os insetos coletados (B), em silo metálico de empresa de processamento de milho, Apucarana - PR, 2002..... 65

Figura 5 – Número de insetos capturados em sete armadilhas tipo gaiola com isca alimentar, colocadas em unidade de processamento de milho, comparado com a temperatura e a umidade relativa do ar em Apucarana - PR, 2002..... 68

Figura 6 – Mapa das áreas de risco de infestações por insetos determinadas pelo número de insetos capturados com armadilhas tipo calador no silo e tipo gaiola na estrutura de armazenamento de milho de uma empresa de processamento Apucarana - PR, 2002..... 80

CAPÍTULO IV: MÉTODOS QUÍMICOS E FÍSICOS PARA O CONTROLE DE INSETOS EM MILHO (*Zea mays* L.) ARMAZENADO A GRANEL.

Figura 1 – Bombonas com milho pulverizado (A); Coleta de amostras (B); Frascos de vidro com os insetos (C); e a disposição dos frascos na câmara de armazenagem (D)..... **99**

Figura 2 – Máquina insuflando ar frio em um silo de capacidade de 6000 t de milho em uma empresa de processamento de milho em Apucarana – PR, 2002..... **100**

Figura 3 – Variação da temperatura no processo de resfriamento artificial da massa de grãos, em silo metálico, em dois testes na empresa de processamento de milho, Apucarana – PR..... **111**

Figura 4 – Número de insetos capturados com 18 armadilhas tipo calador em duas profundidades, em um silo de 6000 t em uma empresa de processamento de milho Apucarana - PR, 2002..... **112**

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DAS PERDAS QUANTITATIVAS E DA QUALIDADE FÍSICA E SANITÁRIA DO GRÃO DE MILHO (*Zea mays L.*) DA COLHEITA ATÉ A SECAGEM.

Tabela 1 – Produção e rendimento de grãos de três híbridos de milho cultivados na Fazenda Colina, na safra 2001/02, Apucarana - PR..... 17

Tabela 2 – Teor médio de umidade dos grãos de três híbridos de milho, antes da colheita, após a colheita mecanizada e após a secagem, Apucarana - PR, safra 2001/02..... 18

Tabela 3 – Percentagem média de perdas de massa de grãos de três híbridos de milho antes da colheita, na plataforma de corte e no sistema de trilha; Apucarana – PR, safra 2001/02..... 19

Tabela 4 – Percentagem de grãos carunchados em amostras de grãos de três híbridos de milho, antes e após a colheita e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02..... 20

Tabela 5 – Número médio de insetos em amostras de grãos de três híbridos de milho antes e após a colheita e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02..... 21

Tabela 6 – Percentagem média de grãos danificados por fungos (mofados, ardidos, deteriorados, aquecidos e/ou queimados), em amostras de grãos de três híbridos de milho; antes e após a colheita e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02..... 22

Tabela 7 – Índice médio de danos mecânicos nos grãos de três híbridos de milho antes e após a colheita e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02..... 23

Tabela 8 – Percentagem média de impurezas e matérias estranhas em amostras de grãos de três híbridos de milho, na colheita mecanizada após a limpeza e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02..... 24

Tabela 9 – Peso hectolítrico médio de grãos de três híbridos de milho antes e após colheita e após a secagem, Apucarana – PR, safra 2001/02..... 25

CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO *(Zea mays* L.) AO ATAQUE DE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1855 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).

Tabela 1 – Características de sementes de híbridos de milho utilizados para testes de resistência a *Sitophilus zeamais,* a 27±2ºC, 70±5% UR e 12 horas de fotofase..... 40

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Sitophilus zeamais* registrados a cada 24 h, em sementes de híbridos de milho, em teste com chance de escolha (Número inicial de insetos por tratamento = 120)..... 44

Tabela 3 – Número médio de sementes de milho infestadas com 20 adultos de *Sitophilus zeamais* em 100 sementes nos períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenagem, a 27±2ºC, 70±5% UR e 12 horas de fotofase..... 46

Tabela 4 – Perda de massa (%) de sementes de híbridos de milho infestadas com 20 adultos de *Sitophilus zeamais*, nos períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenagem, a 27±2ºC, 70±5% UR e 12 horas de fotofase..... 47

Tabela 5 – Teor de umidade (%) de sementes de 12 híbridos de milho infestados com 20 adultos de *Sitophilus zeamais,* nos períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenagem, a 27±2ºC, 70±5% umidade relativa e 12 horas de fotofase..... 48

Tabela 6 – Percentagem média de germinação de sementes de híbridos de milho infestado com 20 adultos de *Sitophilus zeamais,* nos períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenagem, a 27±2ºC, 70±5% umidade relativa e 12 horas de fotofase..... 49

Tabela 7 – Resultados médios das análises químicas de sementes de 12 híbridos de milho para a avaliação de resistência a *Sitophilus zeamais*..... 50

CAPÍTULO III: TÉCNICAS PARA O MONITORAMENTO DE INFESTAÇÕES DE INSETOS NO MILHO *(Zea mays* L.) A GRANEL E NA UNIDADE DE ARMAZENAMENTO.

Tabela 1 – Número de insetos capturados em sete armadilhas tipo gaiola com isca alimentar, em unidade armazenadora de milho, durante o período 12 meses, em 2002, Apucarana - PR..... 67

Tabela 2 – Número de insetos capturados em 18 armadilhas tipo calador em um silo com milho armazenado, durante o período 12 meses, em 2002, Apucarana - PR..... 69

Tabela 3 – Número médio de insetos capturados com nove armadilhas calador, em duas profundidades, durante 12 meses, em um silo metálico com milho armazenado, Apucarana – PR, 2002..... 70

Tabela 4 – Número médio de insetos capturados em nove armadilhas tipo calador, presas a cabos termométricos, em duas profundidades, durante 12 meses, em um silo metálico com milho armazenado, Apucarana – PR, 2002..... 71

Tabela 5 – Número de insetos capturados em 18 amostras de milho em um silo, durante o período 12 meses, em 2002, Apucarana - PR..... 72

Tabela 6 – Número médio de *Oryzaephilus surinamensis* capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades, em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002..... 73

Tabela 7 – Número médio de *Sitophilus zeamais* capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades, em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002..... 74

Tabela 8 – Número médio de *Cryptolestes ferrugineus* capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002..... 75

Tabela 9 – Número médio de *Tribolium castaneum* capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades, em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002..... 76

Tabela 10 – Número médio de outros insetos capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades, em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002..... 78

CAPÍTULO IV: MÉTODOS QUÍMICOS E FÍSICOS PARA O CONTROLE DE INSETOS EM MILHO (*Zea mays* L.) ARMAZENADO A GRANEL.

Tabela 1 – Especificações dos inseticidas e terra de diatomácea aplicados em grãos de milho armazenados em bombonas de 50 kg, para a avaliação da eficiência no controle de insetos, Apucarana - PR, 2002..... 98

Tabela 2 - Mortalidade (%) de adultos de *Sitophilus zeamais* expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, e armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR..... 102

Tabela 3 - Mortalidade (%) de adultos de *Tribolium castaneum* expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra diatomácea, e armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR..... 104

Tabela 4 - Mortalidade (%) de adultos de *Oryzaephilus surinamensis* expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, e armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR..... 105

Tabela 5 - Mortalidade (%) de adultos de *Rhyzopertha dominica* expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR..... 107

Tabela 6 - Mortalidade (%) de adultos de *Ephestia* spp. expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, e armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR..... 108

Tabela 7 - Teor de umidade do grão de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, armazenados por diferentes períodos, Apucarana – PR..... 110

QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO, (*Zea mays* L.) DA PRÉ-COLHEITA AO ARMAZENAMENTO, MÉTODOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE INSETOS

RESUMO

Para atender às exigências dos mercados consumidores, as indústrias de processamento de milho buscam preservar a qualidade da matéria prima e aprimorar seus processos visando à obtenção de produtos e subprodutos de melhor qualidade. Os objetivos desta pesquisa foram: avaliar as perdas qualitativas e quantitativas do grão de milho, da pré-colheita à secagem, em indústria de moagem a seco; avaliar a resistência de híbridos ao ataque de *Sitophilus zeamais* e avaliar técnicas de monitoramento e controle químico e físico de insetos no armazenamento. O maior índice de perdas de peso e infestação pelo gorgulho-do-milho, na colheita, ocorreu no híbrido que ficou mais tempo no campo, com teor de umidade em torno de 18% na colheita. Contudo, pelo fato deste estar mais seco que os demais, sofreu menor perda no sistema de trilha e apresentou menos impurezas de restos de sabugo. Por outro lado, este mesmo híbrido teve um desempenho pior quanto ao número de grãos carunchados e danificados por fungos. Nos testes com e sem chance de escolha foi possível identificar que os híbridos H3069, H3063 e H30F45 apresentaram-se mais resistentes ao ataque de *S. zeamais,* enquanto que os materiais HOC705, H30F44 e H30F33 foram considerados suscetíveis. As análises químicas não indicaram diferenças significativas entre os compostos analisados nos diferentes híbridos que poderiam estar conferindo a resistência. A espécie *Oryzaephilus surinamensis* representou 69,6% do número de insetos capturados nas armadilhas tipo gaiola, seguida por *S. zeamais* (14,4%) e *Cryptolestes ferrugineus* (7,1%). As capturas com essas armadilhas colocadas fora dos silos, na estrutura do armazém, mostraram que o local de maior infestação foi no túnel do silo devido ao acúmulo de poeira e resíduos de grãos. As armadilhas caladores, inseridas na massa de grãos, indicaram que as infestações são maiores a 0,30 m superficiais do que a 0,80 m. Devido à mobilidade da maioria das espécies presentes na massa de grãos, as armadilhas caladores coletaram mais insetos que pelo método de peneiramento. O número de insetos aumentou a partir de setembro até dezembro, em função da

temperatura, do tempo de armazenamento e da movimentação de lotes infestados em um silo próximo. As misturas de inseticidas, particularmente a de fosforados com piretróides, apresentaram uma eficiência superior aos mesmos produtos aplicados isoladamente sobre os grãos, sendo que sua eficiência reduziu-se significativamente aos 150 dias. As formulações de terra de diatomácea apresentaram eficiência abaixo de 80%, em função do curto tempo de exposição dos insetos aos grãos tratados, mas mantiveram uma ação constante e duradoura até os 210 dias, sem diferença significativa entre as duas marcas aplicadas. O resfriamento artificial através da insuflação de ar frio pelo sistema de aeração não atingiu, em duas aplicações, a meta de manter a temperatura da massa de grãos em 15ºC, que é um limite seguro para a supressão do desenvolvimento das populações. O fato foi devido ao excesso de grãos quebrados e impurezas e falta de nivelamento dos grãos na superfície do silo, que são condições que afetam o fluxo de ar através da massa. O acompanhamento e regulagem dos equipamentos nos processos de colheita, secagem e armazenamento; a seleção dos híbridos de melhor desempenho na pós-colheita; a utilização de técnicas de monitoramento de insetos para direcionar o manejo; e a seleção dos produtos e métodos mais adequados são elementos importantes que devem ser considerados para reduzir perdas e manter a qualidade do grão de milho para os processos industriais.

QUALITY OF CORN (*Zea mays,* L) FROM HARVESTING TO STORAGE, INSECT MONITORING AND CONTROL METHODS.

ABSTRACT

In order to attend to the market demands, corn-processing industries are improving the raw matter quality and industrial processes to obtain products and by-products of better quality. The objectives of this research were: to evaluate quantitative and qualitative losses of corn kernels, from pre-harvesting to grain drying for dry-milling industry; to evaluate resistance of several corn hybrids to the attack of maize weevil, *S. zeamais*, and to evaluate insect monitoring and control techniques in stored corn. The highest weight losses and maize weevil infestation, at harvesting, were registered for the hybrid that stayed longer in the field, with grain moisture at about 18%. This material also presented a higher number of damaged kernels by weevils and fungi, before drying. On the other hand, this same hybrid, because it had lower moistures content, it presented lower losses during grain threshing and lower level of residues than the other hybrids. The results of no choice and multiple choice tests showed that the hybrids H3069, H3063 and H30F45 were more resistant to the attack of *S. zeamais*, while hybrids HOC705, H30F44 and H30F33 were considered susceptible. Chemical analyses did not show statistical differences among grain components in the kernels, which could be responsible for resistance. The saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis*, represented 69.6% of the species captured with the baited cage traps, followed by the maize weevil (14.4%) and the rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (7.1%). Data from the cage traps placed on the floor outside the silos showed that the tunnel had the highest insect infestation due to accumulation of dust and grain residues. Probe traps inserted into the grain mass indicated that insects are distributed mainly at the upper 0.30 m than at 0.80 m deep into the mass. Because of mobility of the main species registered in the grain mass, a higher number of insects were collected with probe traps than by grain sieving. Insect number increased from early spring, in September, until middle summer because of increasing air temperature, longer storage period, and continuous infested grain lots handling in a nearby silo. Mixtures of insecticides, especially

pyrethroids and phosphorates, showed a control efficiency higher than the same products applied separately, but all of them had their efficiency significantly reduced by the 150th day after application. Formulations of diatomaceous earth had efficiency below 80% because of short exposure time of insects to treated grain. However, their action was more constant and last longer (210 days) than the chemicals. There was no significant difference between the two products tested. Artificial cooling by cold air insufflation through the aeration system did not attain the goal of cooling down the grain mass to 15^{o}C, which is a safe limit to suppress population development. It was due to high levels of broken kernels and dust affecting normal airflow through the grain mass. In order to reduce losses and to maintain grain quality for industrial processes, several measures should be taken: selection of good post-harvesting performance and resistant hybrids; machinery adjustment and following up of harvesting, drying and storage processes; adoption of insect monitoring techniques for control decision; and selection of adequate insect control measures.

INTRODUÇÃO GERAL

O milho é um dos cereais mais cultivados no mundo e de grande importância, direta ou indireta, na alimentação humana. É um cereal utilizado como matéria prima na formulação de rações que, consumidas pelo animal, será transformada em carne e leite para o consumo humano.

Os principais países produtores de milho são os Estados Unidos, China, Brasil, México, França, Argentina e Índia; sendo que os Estados Unidos são responsáveis por 25% da área plantada, 40% da produção, 30% do consumo e 70% das exportações. Os países asiáticos são os maiores importadores (CNA, 2003).

No Brasil, a produção do milho tem aumentado significativamente, tanto em área quanto em produtividade, porém, as exportações são inexpressivas devido ao grande consumo interno: na avicultura (42,9%), na suinocultura (31,9%), na alimentação humana (21,5%) e na bovinocultura (3,7%) (FAO, 2003; SAFRA & CIFRAS, 2003).

De acordo com dados da CONAB (2003), os principais estados brasileiros produtores de milho, somando produção da 1ª e 2ª safra são: Paraná (26,9%), Minas Gerais (12,0%), Rio Grande do Sul (11,8%), São Paulo (11,1%), Santa Catarina (9,5%), Goiás (8,2%) e Mato Grosso (6,2%).

A cultura do milho no Brasil, nos últimos anos, teve um incremento muito elevado em tecnologia, devido ao desenvolvimento de híbridos mais produtivos, manejo de solo, tecnologia de plantio e tratos culturais. Contudo, o milho produzido e comercializado no Brasil ainda não apresenta a qualidade exigida por muitos segmentos do mercado.

Segundo estimativas da Confederação Nacional de Agricultura – CNA (2003), as perdas que ocorrem na cultura do milho, desde o campo até ao consumo, dependendo da tecnologia utilizada, podem variar de 0,5 a 30% do total da produção. Essa perda pode ocorrer por múltiplas causas, desde a escolha do híbrido, tratos culturais, condições climáticas, incidência de insetos e fungos de campo e armazenamento, regulagem e condições de colheita, transporte, secagem e armazenamento.

A redução das perdas no processo de colheita, transporte, secagem e armazenamento são de fundamental importância para melhorar a qualidade final do produto que poderá aumentar a receita anual do produtor de milho.

A perda na colheita poderia ser reduzida com o monitoramento da operação por operadores treinados, regulagem das máquinas e avaliação das condições do produto a ser colhido. Na secagem, as perdas de qualidade podem ser bastante elevadas principalmente quando se processa grandes quantidades de produto em um curto espaço de tempo, aplicando altas temperaturas que resultam em danos mecânicos, além da mistura de lotes infestados com insetos do campo.

No armazenamento, o índice de perda tolerável é de no máximo 0,5% sobre a capacidade de armazenamento, principalmente devido aos investimentos que têm sido feitos na melhoria da estrutura física e adoção de novas tecnologias pelas grandes empresas. A identificação das espécies e a detecção precoce das infestações são de grande importância para definir e orientar as medidas de controle.

O Manejo Integrado da Qualidade (MIQ) no armazenamento tem como princípio aplicar medidas preventivas para o controle de pragas, como aeração, refrigeração e aplicação de terra de diatomácea; a identificação das pragas e de focos de infestação; e até a adoção de medidas curativas, quando se fizerem necessárias (LORINI *et al.*, 2002).

Os principais insetos associados a grãos armazenados estão incluídos nas ordens Coleoptera (besourinhos, carunchos e gorgulhos) e Lepidoptera (mariposas ou traças). Fungos e outros microorganismos também se desenvolvem na massa de grãos, afetando sua qualidade sanitária, física e nutricional (LAZZARI,1997).

Para atender às exigências dos mercados consumidores, as indústrias de processamento de milho buscam aprimorar seus processos, visando à obtenção de produtos e subprodutos de melhor qualidade. Além disso, a pressão dos consumidores tem levado à adoção de programas de certificação de qualidade que permitam o rastreamento desde a prateleira do supermercado até a origem. Porém, para se obter os resultados desejados, são necessárias ações conjuntas envolvendo instituições

públicas, produtores, processadores industriais e comerciantes, atuando em cada etapa do processo.

Esta pesquisa visa fornecer subsídios para programas de manejo integrado na pós-colheita, desde o efeito dos processos de colheita e secagem sobre a qualidade física e sanitária, enfocando as perdas de matéria seca por diversos fatores e a infestação por insetos (Capítulo I); a avaliação do desempenho de híbridos de milho com relação à resistência ao ataque de insetos (Capítulo II); a utilização de técnicas de monitoramento de insetos que forneçam um quadro real sobre a questão das infestações, tanto na massa de grãos, quanto na estrutura de armazenamento, a fim de direcionar as estratégias de controle (Capítulo III); finalizando com uma avaliação de métodos químicos e físicos de controle que possam ser utilizados, de maneira eficiente, para suprimir as populações de insetos e preservar a qualidade física e sanitária do grão de milho para a indústria de moagem a seco (Capítulo IV).

Desta forma, este estudo representa uma contribuição relevante por fornecer subsídios técnicos aos produtores, processadores e consumidores que buscam aprimorar seus processos visando à obtenção de produtos de melhor qualidade. Sabe-se que para obter um produto de qualidade é preciso ter uma matéria prima de excelente qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNA – Confederação Nacional de Agricultura. Disponível em **http:/www.cna-rural.com.br/**. Acesso em abril. 2003.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: **http:/www.conab.gov.br/ politica agrícola – SAFRA. Htm**. Acesso em: maio.2003.

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Disponível em: **http:/www.fao.com.br/politica agrícola – SAFRA. Htm.** Acesso em: abril. 2003.

LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações.** 2ª. ed. Curitiba. ED. Autor, 1997, 134 p.

LORINI, I; MORÁS, A. BECKEL, H. **Pós inertes no controle das principais pragas de grãos armazenados**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Nº. 8. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2002. 35 p.

SAFRA & CIFRAS – Disponível em: **http:/www.safraecifras.com.br./agropecuária /index.html**. Acesso em maio 2003.

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DAS PERDAS QUANTITATIVAS E DA QUALIDADE FÍSICA E SANITÁRIA DO GRÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) DA COLHEITA ATÉ A SECAGEM

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DAS PERDAS QUANTITATIVAS E DA QUALIDADE FÍSICA E SANITÁRIA DO GRÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) DA COLHEITA ATÉ A SECAGEM

RESUMO

No processo de produção, colheita, secagem e armazenamento do milho ocorrem perdas quantitativas e de qualidade física, sanitária e nutricional, reduzindo a oferta do grão para a indústria de alimentos e rações. O objetivo desta pesquisa foi avaliar as perdas quantitativas e qualitativas de três híbridos de milho na pré-colheita, colheita e secagem. Foram avaliados os parâmetros: perda de massa, percentual de grãos carunchados, número de insetos, danos fúngicos, umidade, índice de danos mecânicos, impurezas e matérias estranhas e peso hectolítrico, seguindo as metodologias convencionais. Os ensaios foram inteiramente casualizados e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se uma resposta diferenciada dos híbridos com relação aos parâmetros de qualidade analisados, em função principalmente do teor de umidade da colheita e das características dos materiais. Apesar do híbrido C apresentar perdas significativas antes da colheita (3,0%), as perdas na plataforma e no sistema de trilha foram mais reduzidas (0,43%) porque o grão estava mais seco (18,2% de teor de umidade) e soltou-se mais facilmente do sabugo. As infestações por *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) e os danos fúngicos foram iniciados no campo, notadamente no mesmo híbrido C que permaneceu mais tempo no campo. O índice de trincas durante a colheita também foi maior neste híbrido, porém, durante a secagem executada, foi o que sofreu menos trincas e apresentou os menores índices de impurezas nesta etapa. O peso hectolítrico foi significativamente diferente entre os híbridos no início do processo, mas igualou-se após a secagem. Constatou-se que há uma interação entre os diversos fatores,

resultando em diferenças tanto no desempenho a campo, como também na pós-colheita. A regulagem dos equipamentos; umidade de colheita, presença de insetos e fungos, e até o treinamento de pessoal para o desempenho das funções necessárias ao longo do processo, que poderá afetar a qualidade final do produto.

CHAPTER I

EVALUATION OF QUANTITATIVE LOSSES AND OF PHYSICAL AND SANITARY QUALITY OF CORN (*Zea mays* L.) FROM HARVESTING UNTIL DRYING

ABSTRACT

Significant weight, sanitary, physical, and nutritional losses occur along corn production process, from the field to storage, reducing the offer of grain for food and feed industries. The objectives of this research were to evaluate quantitative and qualitative losses of three corn hybrids before and after harvesting and after grain drying. The parameters evaluated were: weight loss, grain moisture, percentage of insect damaged kernels, number of insects, mold damages, fissures, extraneous materials and corn bulk density, following conventional techniques. The experimental design was in random blocks and the means compared by Tukey test at 5% of probability. The hybrids performed differently in each parameter, mainly in function of grain moisture at harvesting and the intrinsic characteristics of each hybrid. Material C had significant losses before harvesting (3,0%), but losses during harvesting and after threshing were reduced (0,43%) because the grain was drier (18,2%) than the other two hybrids. Infestation by Sitophilus zeamais Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) and mold damages were initiated in the field, especially on hybrid C that was harvested later. The index of fissures on kernels of this hybrid was higher during harvesting, but it suffered fewer injuries and had fewer broken kernels and extraneous materials during drying than the other hybrids. Corn bulk density was significantly different among hybrids in the beginning of the process, but they were about the same after drying. It was verified that there is an interaction among all factors analyzed, and that there are differences among the hybrids in post-harvesting processes. Adjustment of machinery, grain moisture, presence of insects and molds, and even personnel's training along processing may affect grain corn quality for industrial use.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho, no âmbito nacional, pode ser considerada uma das mais importantes, tanto no aspecto econômico quanto no social. Economicamente, destaca-se por apresentar a segunda maior produção brasileira entre os principais grãos e legumes, aproximadamente 42,8 milhões de toneladas, representando 37,2% da produção agrícola brasileira, segundo dados da CONAB (2003). Na importância social, por ser componente básico da dieta, principalmente entre as camadas mais pobres da população e também por ser um produto importante para a subsistência de pequenos produtores rurais (MELO FILHO & RICHETI,1997).

O controle da qualidade do milho é de fundamental importância dentro do contexto das cadeias produtivas. Os produtores competitivos devem adaptar-se às novas exigências impostas pelo mercado. Segundo LAZZARI & LAZZARI (2002), para atender às exigências dos mercados consumidores, há necessidade de se manter a qualidade do grão de milho nas etapas de colheita, secagem e armazenamento.

Para JACKSON (1996), deve-se considerar a finalidade para a qual o milho se destina. Para a alimentação animal, o milho deve produzir grãos sadios e com peso máximo; enquanto que o milho que se destinado à extração de amido, óleo e outros subprodutos, deve fornecer o máximo desses componentes.

O valor do grão para o processamento ou consumo está relacionado com suas qualidades físico-sanitárias e nutricionais, incluindo o nível de contaminação por insetos e seus fragmentos, a perda nutricional e de matéria seca, além da depreciação do produto (JACKSON & WEBLEY, 1994).

O manejo adequado do ecossistema de armazenamento para a manutenção da qualidade física, sanitária e nutricional do grão depende de vários fatores, tais como: tipo de híbrido, tratos culturais, condições climáticas, regulagem da colhedora, condições de secagem e armazenamento, além do destino do grão, se para o consumo animal, humano ou industrial (SINHA, 1995).

Segundo BAKKER-ARKEMA (1994), para avaliar a qualidade dos grãos é necessário considerar as características: teor de umidade, massa específica, percentual de grãos quebrados, percentual de impurezas e/ou matérias estranhas,

suscetibilidade à quebra, características para a moagem via seca e via úmida, conteúdo de proteínas e óleo e a presença de insetos e fungos na massa de grãos.

LAZZARI & LAZZARI (2002) comentam que grãos com trincas ou quebras provocadas pelos equipamentos de colheita, secagem ou no armazenamento, são mais prontamente atacados por insetos, comprometendo a qualidade do produto. Assim, a colheita realizada no momento certo e com regulagem adequada dos equipamentos são medidas importantes para o armazenamento prolongado e seguro. As trincas no tegumento são portas de entrada para os microorganismos, principalmente os fungos (MANTOVANI & FONTES, 1989).

As perdas de grãos devidas à velocidade inadequada de operação da colhedora representam um dos problemas mais graves na produção do milho. A avaliação de perdas na colheita mecânica de grãos em milho pode ser feita de diversas formas, sendo o método de amostragem de área conhecida, o mais utilizados pelos técnicos e agricultores. São considerados basicamente três pontos distintos para a determinação das perdas na área a ser colhida: a) na pré-colheita; b) na plataforma da máquina; e c) no sistema de trilha da colhedora (SANTOS & MANTOVANI, 1997).

Os efeitos da temperatura de secagem sobre o valor nutricional do milho, como alimento humano e animal, têm recebido considerável atenção nos trabalhos de pesquisa. Sabe-se que a secagem inadequada de milho para moagem pode criar problemas, tais como: perda de amido devido à dificuldade de moagem, moagem incompleta e separação incompleta do amido e proteínas nas centrífugas, resultando em baixa recuperação do amido, o qual também será de baixa qualidade (FREEMAN, 1978).

A secagem do milho com temperaturas do ar acima de 90°C pode provocar a supersecagem, reduzindo drasticamente o rendimento na moagem a úmido (SAUER & YESHAJAHU POMERANZ, 1992).

A dureza de diversos grãos de cereais depende, em parte, do tipo de seu endosperma e do teor de umidade do grão. Embora, os grãos mais duros inibam o ataque inicial dos insetos, em especial a postura de ovos pelos gorgulhos, podem ser mais quebradiços, aumentando as possibilidades de rupturas e favorecendo a

atividade dos insetos nos diversos pontos do processo da pós-colheita (FARONI, 1992; SINGH & FINNER,1993).

A infestação por gorgulhos na lavoura é atribuída a fatores como semeadura de cultivares impróprios, colheita tardia e restos de cultura que facilitam a proliferação de insetos no campo, que depois migram para o armazenamento.

Segundo GUEDES *et al.* (1996), os insetos encontrados no campo que afetam o grão armazenado são, principalmente, os gorgulhos *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae), a traça-dos-cereais *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae), e também *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae), geralmente atacando as regiões da ponta e da base das espigas.

O Serviço de Inspeção de Grãos dos Estados Unidos (FGIS) consideram que grãos danificados por insetos são um fator de qualidade importante na classificação de grãos. Assim, FLEMING *et al.* (1990) propuseram a redução do número de insetos vivos tolerados de cinco para um inseto por quilo de grãos de milho.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar as perdas quantitativas e qualitativas de híbridos de milho na pré-colheita, colheita e secagem, bem como os possíveis fatores que podem causar as perdas como o teor de umidade do grão, infestação pelos insetos; presença fúngica, danos mecânicos, índice de impurezas e peso hectolítrico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Local e condições do cultivo

Esta pesquisa foi conduzida na Fazenda Colina, localizada na rodovia Evew Chinderly, Pirapó, Apucarana - PR, com latitude de 23º 51' Sul, longitude de 51º 55' Oeste, altitude média de 746 m (Instituto Tecnológico Simepar). As análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR. A fazenda possui uma área de 1200 ha, com 102 ha utilizados para o cultivo de milho, 250 ha de soja e 400 ha para a pecuária. A fazenda foi escolhida por ser uma propriedade onde foram cultivados três híbridos de milho designados aqui como A, B e C para preservar o nome da empresa fornecedora do material, no mesmo período e nas mesmas condições de cultivo.

Os híbridos foram semeados no período de 02 a 10/10/2001; cultivados de acordo com as seguintes recomendações técnicas: espaçamento entre linhas de 0,9 m com oito plantas/m e numa população média de 85.000 plantas/ha. O talhão 1 era de 40 ha do híbrido A, o talhão 2 com 37 ha do híbrido B e o talhão 3 com 25 ha do híbrido C.

2.2 – Colheita e avaliação da perda de massa

A partir dos 80 dias do plantio, o teor de umidade dos três híbridos foi medido de 15 em 15 dias, coletando-se espigas e fazendo as determinações, até atingir a umidade de colheita.

Após as sementes atingirem o ponto de maturação fisiológica (± 35% de umidade), 100 espigas de cada híbrido foram coletadas manualmente, ao acaso, em 5,0 ha, seguindo um esquema em "Z". As análises de cor (segundo os padrões fornecidos pelos fornecedores) textura, dureza, endosperma vítreo, trincas e presença de insetos foram realizadas no laboratório, posteriormente.

A colheita dos grãos foi realizada com uma colhedora, modelo John Deer 1185, ano 2000, com plataforma de cinco linhas. De acordo com as recomendações de regulagem, foi estabelecida a velocidade de colheita de 1,8 a 2,0 km/h e feitos ajustes com o objetivo de minimizar os danos mecânicos no processo. Também

foram regulados e avaliados os sistemas de trilha e de descarga, inspecionando-se o material debulhado.

Para determinação do teor de umidade para todos os experimentos, foi utilizado o método padrão de estufa, com amostras de 5 g, em três repetições, colocadas em estufa a 105±3°C, durante 24 horas (BRASIL, 1992), sendo os resultados expressos em percentagem base úmida.

2.2.1 – Perdas na pré-colheita

Para a avaliação da perda de grãos, foi utilizada uma armação retangular de madeira e barbante com 5 m de comprimento por 1 m de largura, a qual foi colocada no solo transversalmente às linhas de semeadura. Foram coletadas nove amostras de cada talhão, colocadas em saco de papel e pesadas, posteriormente.

Na determinação da perda de grãos na pré-colheita, a área foi marcada com a armação, e as espigas e grãos soltos no solo dentro do quadro foram coletados manualmente. Fez-se a quantificação através da pesagem e a transformação do resultado em função da área para kg/ha.

2.2.2 – Perdas na plataforma de corte

Foram determinadas parando-se a colhedora, levantando a plataforma de corte e recuando-a por 5 m. Nesse local, marcou-se a área com a armação de madeira e procedeu-se à coleta dos grãos caídos, espigas e pedaços de sabugos que continham grãos. Para obtenção dos resultados, subtraiu-se do peso dessa amostragem o peso das perdas na pré-colheita.

2.2.3 – Perdas no sistema de trilha

Para esta avaliação, foi desligado o mecanismo picador e/ou espalhador da máquina. Foi utilizada a mesma área de amostragem da pré-colheita e da plataforma, procedendo-se à coleta de grãos e/ou pedaços de espigas que passaram pelo sistema de trilha. Os resultados após a pesagem foram subtraídos do valor das perdas na pré-colheita e na plataforma.

2.2.4 - Perda total

A perda total na colheita foi determinada pela soma das perdas de massa dos grãos na pré-colheita, na plataforma de corte e no sistema de trilha para um mesmo teor de umidade. Em função da produtividade das áreas plantadas com cada híbrido, os dados de perdas expressos em kg/ha foram transformados em percentagem.

2.3 - Secagem dos grãos

Foi feita em um secador tipo cascata, em sistema contínuo, com temperatura do ar de aproximadamente 100ºC, aquecido com o uso de fornalha a lenha.

Imediatamente antes e após a secagem, foram coletadas nove amostras de 1 kg de milho de cada híbrido para avaliações posteriores. As amostras antes da secagem eram retiradas após a passagem pela máquina de pré-limpeza e após a secagem, antes da descarga no silo armazenador.

2.4 – Análises da qualidade sanitária e física dos grãos

Foram retiradas nove amostras de 1 kg de cada híbrido antes da colheita, durante a colheita, antes da secagem e após a secagem para as análises descritas a seguir.

2.4.1 - Percentual de grãos carunchados

O percentual de grãos carunchados foi determinado mediante avaliações visuais de nove amostras de cada etapa, de 100 grãos umedecidos em água por 24 horas os quais eram, em seguida, cortados ao meio, longitudinalmente, para verificar a presença de danos por insetos, larvas, pupas ou adultos.

2.4.2 - Número de insetos

Foram identificados e contados os insetos vivos e mortos, encontrados após o peneiramento (peneiras com malha de 1,75 x 0,22 cm), de três amostras de 1 kg de cada etapa. A quantidade de insetos foi representada pelo somatório de todas as espécies vivas ou mortas nos três híbridos avaliados. Os resultados foram expressos em percentagem.

2.4.3 - Percentual de grãos danificados por fungos

O percentual de grãos danificados por fungos foi à somatória de grãos mofados, ardidos, deteriorados, aquecidos e/ou queimados, determinados visualmente em amostras de 1 kg de grãos de cada híbrido. Os grãos atacados por fungos eram removidos do meio dos grãos intactos e contados separadamente.

2.4.4 – Grãos trincados

Foram determinados pela contagem das fissuras internas visíveis por meio da exposição de 100 grãos sobre uma caixa com uma placa de acrílico, iluminada por baixo com lâmpada fluorescente (diafanoscópio). Foram considerados os somatórios dos grãos de milho que apresentavam uma duas ou múltiplas fissuras internas, selecionados das nove amostras obtidas antes e após colheita e depois da secagem para cada híbrido (Figura 1).

2.4.5 – Impurezas e matérias estranhas

Foram pesados 250 g de grãos de cada amostra, submetidos ao peneiramento manual, em peneiras de furos circulares com 5 mm de diâmetro. Os fragmentos de grãos de milho que vazaram na peneira foram pesados e juntados com os fragmentos da planta que ficaram retidas na parte superior da peneira, e considerados como impurezas. Da mesma maneira, todas as matérias estranhas detectadas, foram somadas às impurezas, indicando assim, o percentual total desse material.

2.4.6 – Peso hectolítrico

Foi calculado por meio de balança utilizada para trigo, com volume de recipiente equivalente a 1/4 L, onde foi avaliada a massa de milho, em três repetições, para cada híbrido, antes da colheita, após a colheita e após a secagem. Os valores de pesagem foram transformados para kg/hL, após a pesagem foram ajustados para o mesmo teor de umidade, em percentagem base úmida.

2.5 - Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do Teste F; os dados foram transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$. As médias foram comparadas na forma original pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 1 – Área da lavoura de milho (A); Colheita mecanizada (B); Unidade de armazenagem da fazenda (C) e Danos mecânicos em grãos (D); Apucarana – PR, 2002.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1.- Perda de massa da pré-colheita à trilhagem dos grãos

A produção e rendimento médios de grãos dos híbridos de milho, calculados para um mesmo teor de umidade, estão representados na Tabela 1. Observa-se que o híbrido C, que é um grão semi-duro, apresentou o rendimento mais baixo dos três, sendo as perdas atribuídas às características do material e, em parte, porque foi o último material a ser colhido, 22 dias após os demais, resultando em plantas acamadas e com grãos mais secos, expostos às intempéries. A colheita dos híbridos ocorreu em datas diferentes, sendo que a colheita do híbrido C foi no mês de março, quando ocorreram os maiores índices pluviométricos (Apêndice 1).

O híbrido A também é um grão semi-duro, contudo, foi o que apresentou o melhor rendimento entre os três híbridos.

Tabela 1 – Produção e rendimento de grãos de três híbridos de milho cultivados na Fazenda Colina, na safra 2001/02, Apucarana - PR.

Híbridos	Tipo de grão	Área (ha)	Produção (kg)	Rendimento (kg/ha)
A	Semi-duro	40	318.900	7.972,5
B	Duro	37	277.500	7.500,0
C	Semi-duro	25	165.600	7.200,0

Observa-se na Tabela 2 que há diferenças significativas no teor de umidade dos grãos dos três híbridos antes da colheita. No entanto, imediatamente após trilhados, os dois primeiros apresentaram umidade muito próxima, enquanto que o terceiro híbrido estava com umidade média abaixo de 20%. Não houve diferença significativa na umidade após a secagem.

Observou-se, durante a colheita, que a lavoura foi bem conduzida para os três híbridos, os talhões estavam livres de ervas daninhas, com *stand* uniforme de plantas. A diferença de umidade do grão pode ser em função do ciclo da cultura, época de plantio ou retardamento na colheita.

Tabela 2 – Teor médio de umidade dos grãos de três híbridos de milho, antes da colheita, após a colheita mecanizada e após a secagem, Apucarana - PR, safra 2001/02.

Híbridos	Teor de Umidade (%)		
	Antes da Colheita	Após a colheita	Após a secagem
A	26,3 A a	24,8 A a	13,7 A b
B	23,8 B a	24,2 A a	13,6 A b
C	18,2 C a	17,6 B a	13,5 A b
F-[1/]		60,5**	
CV (%)		9,1	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$

Com relação às perdas na colheita mecanizada, observa-se, na Tabela 3, que houve diferença significativa para o híbrido C antes da colheita. Pode-se afirmar que o teor de umidade mais baixo dos grãos na colheita está diretamente relacionado com o número de plantas acamadas, quebradas e de espigas caídas, observadas no campo. No entanto, quando se observa a perda no sistema de trilha, as médias apareceram invertidas com menor perda naquele híbrido que se apresentava mais seco. Resultados semelhantes foram observados por MANTOVANI & FONTES (1989), os quais avaliaram a colheita mecanizada de milho com diferentes teores de umidade.

Comparando-se os resultados das Tabelas 2 e 3, observa-se que houve maiores perdas no sistema de trilha da colhedora quando o milho apresentava teor de umidade mais elevado, e maiores perdas na pré-colheita devido ao retardamento na colheita, ocasionando mais acamamento e maior quebra de espigas. Sugere-se que sejam utilizadas alternativas para reduzir perdas na colheita são: a escolha do híbrido mais adequado para a região, tratos culturais eficientes e a regulagem adequada da plantadora com o mesmo número de linhas da plataforma da colhedora.

Tabela 3 – Percentagem média de perdas de massa de grãos de três híbridos de milho antes da colheita, na plataforma de corte e no sistema de trilha; Apucarana - PR, safra 2001/02.

Híbridos	Perdas (%)		
	Antes da Colheita	Plataforma de corte	Sistema de trilha
A	1,81 A b	0,61 B a	2,27 A b
B	2,16 A b	0,43 B a	1,67 A b
C	3,16 A b	0,43 B a	0,42 B a
F-[1/]		60,7**	
CV (%)		4,3	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$

Segundo SANTOS (2002), na colheita mecanizada de milho no Brasil, as perdas poderiam ser reduzidas ao patamar de 4%. Na Tabela 3 observa-se que as médias das perdas para os três híbridos foram próximas a esse valor; considerando as condições de avaliação nessa propriedade, as perdas são aceitáveis. Segundo SILVA *et al.* (1998), as perdas na colheita, geralmente, são devidas à falta de treinamento dos operadores, regulagem e mal estado de conservação do maquinário, condições climáticas e falta de cuidado no manejo da cultura.

3. 2 – Grãos carunchados

A espécie registrada foi o gorgulho-do-milho, *S. zeamais*, presente nas espigas sob a palha e no interior dos grãos.

Observa-se na Tabela 4 que, antes da colheita, o híbrido C apresentava um número significativamente maior de grãos carunchados em relação aos demais, atribuído ao tempo mais longo que este híbrido ficou exposto no campo, e colhido com um teor de umidade menor. Concordando com as observações de BAKKER-ARKEMA (1994), o qual afirma que o atraso na colheita favorece a incidência de

insetos, como o gorgulho-do-milho e a traça-dos-cereais, além de aumentar as perdas de grãos no campo e elevar o índice de danos mecânicos.

Tabela 4 – Percentagem de grãos carunchados em amostras de grãos de três híbridos de milho, antes e após a colheita e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02.

	Grãos carunchados (%)		
Híbridos	Antes da Colheita	Após a colheita	Após a secagem
A	0,34 B a	0,39 A a	0,34 C a
B	0,66 B a	0,82 A a	1,11 B a
C	2,81 A a	0,59 A b	2,41 A a
F-[1/]	65,1**		
CV (%)	5,5		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
** . significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$

Não foi observada influência da dureza dos híbridos no número de grãos carunchados no híbrido B que pertence ao grupo duro, sendo que a diferença na média de grãos carunchados antes e após colheita não foi significativa quando comparada com a do híbrido semi-duro A (Tabela 4). No entanto, após a secagem, houve diferença estatística entre as médias de grãos carunchados para os três híbridos. Algumas indústrias admitem até 3% de grãos carunchados ou com insetos; enquanto outras exigem tolerância zero em seu padrão de qualidade, mas a legislação não estabelece limites de fragmentos de insetos na classificação do milho.

3.3 – Número de insetos

Este parâmetro tem uma importância muito grande para a avaliação da qualidade sanitária do grão de milho.

Observa-se na Tabela 5 que, de acordo com o retardamento da colheita, a presença de insetos nas amostras de campo tende a aumentar, apresentando

diferença significativa entre os três híbridos, com uma maior incidência no híbrido C, que foi o que apresentou também o maior índice de grãos carunchados.

Tabela 5 – Número médio de insetos em amostras de grãos de três híbridos de milho antes e após a colheita e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02.

Híbridos	Número de insetos		
	Antes da Colheita	Após a colheita	Após a secagem
A	1,22 B b	1,67 C a b	2,45 C a
B	1,25 B b	3,78 B a	4,21 B a
C	2,78 A b	7,01 A a	6,89 A a
F-[1/]	60,6**		
CV (%)	15,2		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$

Nas primeiras observações, não foram encontrados insetos atacando o milho em espiga; somente após o grão estar no ponto de colheita é que o ataque foi detectado. Segundo SANTOS (2002), o bom empalhamento, a dureza do grão e a concentração de ácidos fenólicos são preponderantes para as menores incidências de pragas no campo.

Segundo SUBRAMANYAM & HAGSTRUM (1996), a infestação de insetos em produtos armazenados pode ser favorecida pelos danos mecânicos.

3.4 – Grãos danificados por fungos

Foram observadas diferenças significativas na percentagem de grãos danificados por fungos entre os híbridos, conforme se observa na Tabela 6. Antes da colheita, os três apresentaram diferenças na percentagem de grãos danificados por fungos, sendo maior para o híbrido C. No entanto imediatamente após a colheita, ocorreu um aumento na percentagem de grãos danificados por fungos especialmente no híbrido B devido ao aumento da umidade do grão nesta etapa. Segundo LAZZARI & LAZZARI (2001), a demora no processamento e secagem é o principal fator para o desenvolvimento de fungos, os quais poderão produzir

micotoxinas, tornando o milho impróprio para o consumo humano e/ou animal se o nível dessas toxinas estiver acima dos limites de tolerância. Após a secagem, o índice de grãos danificados por fungos ficou próximo do percentual de antes da colheita, considerado alto para as condições de armazenamento.

Tabela 6 – Percentagem média de grãos danificados por fungos (mofados, ardidos, deteriorados, aquecidos e/ou queimados), em amostras de grãos de três híbridos de milho; antes e após a colheita e após a secagem. Apucarana - PR, safra 2001/02.

Híbridos	Grãos danificados por fungos (%)		
	Antes da Colheita	Após a colheita	Após a secagem
A	1,35 C c	3,69 B a	2,34 B b
B	2,38 B b	6,55 A a	2,43 B b
C	5,06 A b	6,49 A a	3,65 A c
F-[1/]	86,1**		
CV (%)	12,2		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$

3. 5 – Grãos trincados

Os índices de danos mecânicos nos grãos antes da colheita, após a colheita e após a secagem são apresentados na Tabela 7. Observa-se que o número de grãos trincados aumentou significativamente após a colheita e após a secagem para os três híbridos. Como foi observado para diversos parâmetros, o híbrido C, que tinha umidade mais baixa ao ser colhido, apresentou índice maior de grãos trincados. Porém, a secagem causou mais danos aos outros dois híbridos que para aquele.

Segundo SISKA & HURBURG (1994), as dificuldades em conseguir comparar os resultados obtidos por equipamentos utilizados para simular danos mecânicos não são muito confiáveis, pois apresentam variáveis que na realidade

não ocorrem e com isso podem afetar o resultado final e dificultar a comparação de dados.

É importante considerar que os danos provocados nos grãos durante a colheita e secagem podem contribuir para a maior ocorrência de insetos e fungos durante o armazenamento (LAZZARI & LAZZARI, 2002).

Tabela 7 – Índice médio de danos mecânicos nos grãos de três híbridos de milho antes e após a colheita e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02.

Híbridos	Índice de danos (%)		
	Antes da colheita	Após a colheita	Após a secagem
A	2,11 A c	5,89 C b	17,78 A a
B	1,89 A c	8,34 B b	15,89 A a
C	2,01 A c	11,23 A b	13,67 B a
F-[1/]	12,4**		
CV (%)	17,9		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$

3. 6 - Impurezas e matérias estranhas

Na Tabela 8, são apresentadas as percentagens médias de impurezas e matérias estranhas encontradas em amostras nos três híbridos. Observa-se que todos apresentavam valores acima de 15% no momento da colheita. Isto é explicado pelo teor de umidade elevado, dificultando o peneiramento pela máquina e devido à velocidade de colheita e à regulagem do sistema de trilha que provoca menor vibração das peneiras e menor intensidade na corrente de ar. Porém, as impurezas na colheita não afetarão a qualidade final do grão, pois o mesmo passará pelo sistema de pré-limpeza antes e limpeza após a secagem. O importante para o armazenamento de grãos é que os índices de impurezas sejam inferiores a 1%, e com baixa percentagem de grãos quebrados, pois esses fatores podem dificultar o processo de aeração da massa armazenada.

Tabela 8 – Percentagem média de impurezas e/ou matérias estranhas em amostras de grãos de três híbridos de milho, na colheita mecanizada após a limpeza e após a secagem; Apucarana - PR, safra 2001/02.

Híbridos	Impurezas e matérias estranhas (%)		
	Na colheita	Após a limpeza	Após a secagem
A	17,89 A a	5,44 A b	5,01 A b
B	16,33 B a	5,33 A b	3,44 B c
C	16,44 AB a	5,44 A b	3,22 B c
F-[1/]		17,3**	
CV (%)		15,5	

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$

Após a secagem, o híbrido A, colhido com maior teor de umidade, apresentou uma percentagem de impurezas e matérias estranhas maior que os demais (Tabela 8). Os resultados da limpeza estão de acordo com a afirmação de DALPASQUALE (2002), o qual comenta que as máquinas de pré-limpeza podem reduzir ao nível de até 4% as impurezas, e que o sucesso desse equipamento está em função do grau de umidade e do fluxo do produto. Como o índice de impurezas ainda está acima do padrão de comercialização, para que não ocorram descontos (1%), será necessário realizar nova limpeza do produto após a secagem para fins de armazenamento e comercialização. Segundo SINGH & FINNER (1983), a presença de impurezas e matérias estranhas é um fator limitante na exportação de milho.

ARAÚJO (1995) avaliou diferentes velocidades do cilindro debulhador e teores de umidade do milho, e verificou que quanto maior a velocidade do cilindro e menor o teor de umidade do grão, maior será a percentagem de impurezas e matérias estranhas.

Segundo PINHEIRO NETO & GAMERO (2000), a colheita do milho com o teor de umidade dos grãos mais elevada requer uma abertura maior do côncavo da colhedora, o que resulta em maiores perdas pelo sistema de trilha.

3.7 – Peso hectolítrico

Na Tabela 9, observa-se que a diferença de peso hectolítrico (PH) que havia entre os híbridos, deixa de existir após o grão ser submetido à secagem, que pode ser devido ao grão com menor teor de umidade, reduzir seu tamanho e com isso apresentar maior massa de matéria seca.

Apesar de ser utilizado na indústria como um indicador do rendimento no processamento e da qualidade final do produto (MANIS 1992), a determinação do PH não é adotada pelos padrões de classificação e comercialização de milho no Brasil e na Argentina, mas é adotado nos Estados Unidos e Canadá, por exemplo.

Tabela 9 – Peso hectolítrico médio de grãos de três híbridos de milho antes e após colheita e após a secagem, Apucarana - PR, safra 2001/02.

	Peso hectolítrico (Kg/m^3)		
Híbridos	Antes da Colheita	Após a colheita	Após a secagem
A	728,2 B a	749,8 A a	791,1 A a
B	761,8 A b	697,8 B c	788,9 A a
C	761,5 A b	758,7 A b	792,1 A a
$F^{-1/}$		11,6**	
CV (%)		2,2	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
$^{-1/}$ dados transformados para arc sen $\sqrt{(x + 0,5)}$

Sabe-se que o PH depende da percentagem de grãos danificados, quebrados, trincados, carunchados, atacados por fungos, do teor de umidade inicial e final, da temperatura de secagem e da variedade do grão (BROOKER & BAKKER-ARKEMA, 1992). Assim analisando-se conjuntamente o resultado de todos os experimentos, observa-se que há uma interação entre os diversos fatores avaliados sobre a qualidade do grão. Os híbridos podem apresentar uma resposta diferenciada a um ou outro fator e, de uma maneira geral, o híbrido C apresentou os piores resultados para a maioria dos parâmetros, enquanto que o híbrido A mostrou índices mais elevados de qualidade na pós-colheita.

Na colheita do milho, o teor de umidade dos grãos e a velocidade do cilindro e outras regulagens das colhedoras são fatores fundamentais para reduzir perdas de massa. O teor de umidade dos grãos recomendado para a colheita está em torno de 22%, pois nesta umidade ocorre menor perda no campo menos danos mecânicos, maior rendimento, menor infestação por insetos e melhor qualidade para o armazenamento, sendo também o teor de umidade máximo, que é aceito pelas indústrias. Porém, nem sempre é possível controlar todos estes fatores devido ao processo de colheita depender das condições climáticas, podendo resultar em atrasos, como ocorreu com o híbrido C, afetando negativamente a maioria dos parâmetros.

A infestação de insetos, principalmente do gorgulho-do-milho pode ser iniciada a campo quando a colheita é retardada e desenvolver-se no armazenamento. Os danos, tanto por insetos quanto por fungos, podem ser resultantes também dos danos mecânicos na colheita e secagem (SANTOS, 2002).

Para incluir o PH como um parâmetro para a classificação e comercialização do grão de milho, há necessidade de equipamentos com maior precisão para a sua medição, pois foi observado que, na sua determinação, há variações nos valores, principalmente devido a erros nas pesagens e uso do equipamento inadequado, além de acrescentar pouca informação sobre a qualidade do grão de milho.

4. CONCLUSÕES

A perda de massa dos grãos de milho antes da colheita é maior quando o grão está mais seco, mas durante a colheita e trilhagem, a perda é maior no grão úmido.

A regulagem das colhedoras, do sistema de trilha e as condições de secagem são importantes para reduzir a perda de massa, trincas e outros danos físicos que favorecem a infestação por insetos e danos fúngicos;

A infestação por *S. zeamais* inicia-se no campo, principalmente quando há atraso na colheita;

A incidência de grãos danificados por fungos é maior no grão que fica mais tempo no campo;

O índice de trincas durante a colheita é maior no grão mais seco, mas na secagem, com ar aquecido até em torno de 100ºC, nos grãos com menores teores de umidade ocorrem menos trincas;

A percentagem de impurezas e matérias estranhas, após a secagem, é menor nos grãos mais secos;

O peso hectolítrico dos híbridos avaliados não apresenta diferenças significativas após a secagem;

Os híbridos de milho apresentam diferenças significativas com relação aos diversos fatores de qualidade, indicando que se deve selecionar híbridos que apresentem melhor desempenho, não só no campo, mas também na pós-colheita.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ARAÚJO, R. F. **Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas e qualitativas de sementes de milho (*Zea mays* L.).** Viçosa, 1995. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa.

BAKKER-ARKEMA, F. W. Grain quality and management of grain quality standards. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF GRAIN CONSERVATION, nº. 6., 1993, Canela, **Anais...** Porto Alegre,1994. p. 3-11.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365p.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C.H. **Drying and storage of grains and oilseeds.** Westport: AVI, 1992. 450 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http:/www.conab. gov. br/ política agrícola-SAFRA.htm.> Acesso em: 05.abr.2003.

DALPASQUALE, V. A. Procedimentos essenciais de recepção e limpeza de grãos. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (eds.). **Armazenagem de Grãos.** Campinas, Instituto Bio Geneziz , 2002. 1000 p.

FARONI, L.R.D. Manejo das pragas dos grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final. **Rev. Bras. de Armazenamento,** Viçosa, v.17, nº.1-2, p.36-43, 1992.

FLEMING, R.; SCHURLE, B.; DUNCAN, S. **Impact of changes in U.S. grain standards on discounts for insects in stored grain.** Manhattan, Dep. of. Agricultural Economics, Kansa State University, 1990. 10 p.

FREEMAN, J. E. Quality factors affecting value of corn for wet milling. In: **Corn quality conference**, Champaign, University of Illinois, 1978.

GUEDES, R.N.G.; DOVER, B.A.; KAMBHAMPTI, S. Resistance to chlorpyrifosmethyl and malathion in Brazil and U.S. populations of Rhyzopertha dominica (Coleoptera: Bostrichidae). **J. Econ. Entomol,** Lanham, v. 89, p. 27-32. 1996.

JACKSON, D. S. **Introduction to Corn Quality – Corn Characteristics**. Neb guide G92-1115-A, Institute of Agricultural and Natural Resources; University of Nebraska, Lincoln, Nebraska: 1996. 6p.

JACKSON, K.; WEBLEY, D. Effects of dryacide on the physical properties of grains, pulses and oilseeds. In: JACKSON, K (ed.) **International Working Conference on Stored Product Protection, n.6, v.2.** CAB, 1994, Oxon: **Proceedings...** Canberra Austrália. 1994. p.374-386.

LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. Qualidade de grãos: Colheita, Recebimento, Secagem e Armazenamento. In: **A cultura do milho safrinha**, Londrina, Ed. O mesmo, p. 145-172, 2001.

LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. **Colheita, Recebimento, Limpeza, Secagem e Armazenamento de milho.** ABIMILHO. Boletim Técnico, Ed. o mesmo, Apucarana-PR. Brasil, 22 p., 2002.

MANIS, J. M. Sampling, inspecting and grading. In: **Storage of cereal grains and their products.** St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1992. P. 563 – 589.

MANTOVANI, B.H.M.; FONTES, R. A Secagem e armazenamento de milho.In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Colheita mecânica, secagem e armazenamento de milho.** Campinas, 1989. p. 23-35.

MELO FILHO, G. A; RICHETI, A. Aspectos socioeconômicos da cultura do milho. In: **Milho: informações técnicas**. Dourados: EMBRAPA-MS,1997. 222p.

PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Energia na Agricultura,** Botucatu, v. 14 n.1., p. 69-81. 2000.

SANTOS, J. P.; MANTOVANI, E. C. **Perdas de grãos na cultura do milho:** pré-colheita, transporte e armazenamento. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 40 p. (Circular Técnica, 24).

SANTOS, J. P. Métodos preventivos de controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (eds.) **Armazenagem de grãos**, I.B.G. Campinas – SP , 2002. 1000 p.

SAUER, D. B.; YESHAJAHU POMERANZ. Biochemical functional, and nutritive changes during storage. In: SAUER, D.B. (ed.). **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists, 615p., 1992.

SILVA, R. P., CAIXETA, R. V. , SILVA, E. C. **Perdas de grãos ocorridas na pré-colheita e mecanismos de uma colhedora de milho (Zea mays L.)**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Universidade Federal de Lavras. 1998.

SINGH, S. S., FINNER, M. F. A centrifugal impacter for damage susceptibility evaluation of shelled corn. Transactions of the ASAE, St. Joseph. v.26, n.6, p. 1858-1863, 1993.

SINHA, R. N. The stored-grain ecosystem. In: **Stored-grain ecosystems.** Marcel Dekker, Inc., New York. Hong Kong. P 1- 54. 1995.

SISKA, J., HURBURGH Jr., C. R. Prediction of Wisconsin tester breakage susceptibility of corn from bulk density and NIRS measurements of composition. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 35, n.5, p. 1577-1582. 1994.

SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. **Integrated management of insects in stored products**. Marcel Dekker Inc. New York 10016. 1996.

6. APÊNDICES

Apêndice 1 – Dados médios mensais da temperatura média, máxima e mínima, umidade relativa e precipitação pluviométrica mensal total, registrados na área da condução do experimento, Apucarana, PR, 2002.

	Temperatura (°C)			Umidade	Precipitação
Meses	**Máxima**	**Média**	**Mínima**	**Relativa (%)**	**(mm)**
Set/2001	27	23,5	17	71,4	85,2
Out/2001	28	25,8	18	68,2	76,6
Nov/2001	29	26,2	16	85,6	150,2
Dez/2001	27	24,6	17	80,6	172,6
Jan/2002	30	28,2	18	80,2	133,4
Fev/2002	30	27,4	18	83,6	97,4
Mar/2002	29	27,6	18	84,2	131,8
Abri/2002	29	28,4	17	75,8	21,2
Maio/2002	25	23,8	15	80,8	295
Jun/2002	22	20,2	13	80,2	0,4
Jul/2002	22	21,2	12	70,4	104,8
Ago/2002	24	22,0	14	75,3	63,2

Apêndice 2 – Análise de variância (ANOVA) da qualidade de grãos na colheita e secagem, Apucarana - PR, 2002.

Fonte de variação	**GL**	**QMR**
Grau de umidade	9	3,15*
Perda	9	2,24*
Grãos Carunchados	9	1,16*
Número de Insetos	9	0,34*
Grãos danificados	9	0,41*
Danos Mecânicos	9	2,08*
Impurezas e/ou Matérias estranhas	9	1,83*
Peso hectolítrico	9	275,63*
Total	72	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.) AO ATAQUE DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae)

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO *(Zea mays* L.) AO ATAQUE DE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

RESUMO

A resistência de plantas a insetos é uma das estratégias de manejo integrado mais permanentes para o controle de pragas e, no caso do armazenamento de milho, o híbrido deve possuir características químicas ou físicas no grão ou semente para conferir tal resistência. O objetivo desta pesquisa foi determinar a resistência de híbridos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* baseando-se em testes com e sem chance de escolha. Para o teste com chance de escolha, com 10 repetições, foi utilizada uma arena com 12 frascos, dispostos em círculo, contendo 100 sementes de 12 híbridos de milho. No frasco central foram liberados 120 adultos, não sexados de S. *zeamais*. As contagens foram realizadas em quatro etapas de 24 horas. O teste sem chance de escolha foi feito em três repetições para cada híbrido, cujas sementes foram colocadas em recipientes com tampa telada, e liberados 20 adultos recém-emergidos, não sexados, mantidos por 10 dias para acasalamento e oviposição, retirados em seguida. O material foi armazenado por 90 dias a 27±2°C, 70±5% UR e 12 horas de fotofase. Após 1, 30, 60 e 90 dias da retirada dos insetos, foram avaliados: a infestação por insetos (adultos, larvas, pupas e grãos furados); perda de peso das sementes; germinação e teor de umidade. No teste com chance de escolha, os híbridos mais resistentes (com menor atratividade para os insetos) foram: H3063, H3069 e H30F45, enquanto que os mais suscetíveis foram: HOC705, H30F33 e H3072. Para o teste sem chance de escolha, os híbridos mais resistentes apresentaram menores infestações e danos, e foram os mesmos do teste com chance de escolha. Enquanto que os mais suscetíveis foram: HOC705, H30F44 e H3072, confirmando que o material HOC705 é o mais suscetível ao ataque de *S. zeamais*. Análises químicas não mostraram diferenças significativas na quantidade de alguns compostos presentes nos híbridos. Na escolha do híbrido, portanto, deve-

se considerar, não só aquele com o melhor desempenho a campo, mas também mais resistente às pragas de armazenamento para garantir a qualidade sanitária do produto e a armazenabilidade.

CHAPTER II

EVALUATION OF RESISTANCE OF CORN HYBRIDS *(Zea mays* L.) AGAINST *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

ABSTRACT

Plant resistance to insect is one of the most permanent strategies in integrated pest management. For stored corn, the hybrid should have either chemical or physical characteristics in the kernel to exert resistance against insects. The objective of this research was to determine the resistance of corn hybrids to the attack of *Sitophilus zeamais* based on choice and no choice tests. For the multiple-choice test, it was used an arena with 12 vials placed in a circle containing 100 kernels of 12 corn hybrids. One hundred and twenty non-sexed adults of *S. zeamais* were released in the center. Evaluations were made in four stages of 24 hours. The no choice test was made with three replicates of each hybrid, which kernels were placed in vials with screen lids, where 20 newly emerged, non-sexed adults were placed for mating and oviposition during 10 days, and then removed. The materials were kept at 27±2°C, 70±5% RH and 12 hours photophase. After 1, 30, 60 and 90 days, the kernels were tested for insect infestation (presence of adults, larvae and pupae and bored grains), weight loss, germination, and moisture content. For the choice test, the most resistant (less attractive) hybrids to insects were: H3063, H3069 and H30F45. While the most susceptible ones were HOC705, H30F33 and H3072. For the no choice test, the hybrids that presented the lowest number of insects and damages were considered resistant, and they were the same determined by the choice test. The most susceptible were HOC705, H30F44, H30F33 and H3072, confirming that the material HOC705 was the most susceptible to *S. zeamais* infestation. A chemical analysis did not show significant differences for some compounds among the hybrids. The choice of a hybrid should, therefore, consider, not only field performance, but also the resistance against storage pests to guarantee sanitary quality and storability.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho apresenta grande importância econômica e social no Brasil, a considerar pela produção, número de pessoas envolvidas em sua cadeia produtiva e pela área cultivada (CONAB, 2003).

Dentre os principais fatores que reduzem a qualidade e quantidade de grãos e sementes armazenadas estão os insetos, ácaros e fungos, além de fatores abióticos e condições inadequadas de armazenamento.

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), é considerado uma das principais pragas de grãos armazenados. É um inseto que apresenta elevado potencial biótico, com ciclo biológico de 28 dias aproximadamente, em condições ótimas de 28ºC e 75% de umidade relativa (PACHECO & PAULA, 1995). Esse inseto é capaz de infestar sementes e grãos tanto no campo como em silos e de sobreviver em grandes profundidades na massa de grãos, provocando perda de peso, redução no poder germinativo, do valor nutritivo e desvalorização comercial (FARONI, 1992).

O controle dessa praga é geralmente realizado com inseticidas, porém, essa prática é limitada devido aos problemas de resistência e à presença de resíduos tóxicos nos grãos armazenados e seus subprodutos. Segundo MAZZONETTO & BOIÇA (1999), a utilização de cultivares resistentes ao ataque de pragas pode representar uma alternativa de controle com baixo custo, prática e compatível com outras estratégias de manejo.

Os aleloquímicos, alcalóides, glicosídeos, cianogênicos, glucosinolatos, ligninas, inibidores de proteínas, taninos, terpenóides e outros compostos podem atuar como atraentes e estimulantes de alimentação ou como repelentes e deterrentes (NORRIS & KOGAN, 1980), tornando as plantas e sementes mais ou menos resistentes ao ataque dos insetos.

ARNASON *et al.* (1993) descreveram como fatores de resistência os aleloquímicos e as substâncias fenólicas, os quais são responsáveis pela melhor conservação de grãos de milho. Em diferentes genótipos de feijão, a proteína arcelina foi a que apresentou resistência do tipo antibiose em ensaios com *Zabrotes subfasciatus (Boh.)* (Coleoptera: Bruchidae), afetando o desenvolvimento e prolongando em até 12 dias o ciclo biológico dos insetos (WANDERLEY *et al.*,

1997). Segundo BARBOSA *et al.* (2000), a maior ou menor preferência de *Z. subfasciatus* por uma determinada cultivar de feijão pode estar relacionada com a presença ou ausência de arcelina nas linhagens.

ORIANI *et al.* (1996), comparando a resistência de genótipos de feijoeiro a *Z. subfasciatus*, observaram diferença significativa na suscetibilidade e/ou resistência moderada aos insetos. Além disso, TOSCANO *et al.* (1999) também observaram fatores de resistência quanto à não preferência para alimentação e/ou antibiose quando foram oferecidos diferentes híbridos de milho a *S. zeamais*.

Visto que diferenças genotípica influenciam na maior ou menor resistência das plantas ao ataque de insetos, esta pesquisa teve por objetivo avaliar a resistência de híbridos de milho ao ataque de *S. zeamais* durante o armazenamento, em testes com e sem chance de escolha e análise química de alguns componentes das sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pragas de Grãos Armazenados Prof. Dr. Armando Antunes de Almeida, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), no período de março a outubro de 2001.

Os insetos foram criados em sementes de milho, em frascos de vidros com tampa telada, mantidos em estufa a 27±2°C, 70±5% UR e 12 horas de fotofase. A resistência dos híbridos de milho foi verificada por meio de testes com chance de escolha e sem chance de escolha, utilizando 12 materiais, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 – Características de sementes de híbridos de milho utilizados para testes de resistência a *Sitophilus zeamais,* a 27±2°C, 70±5% UR e 12 horas de fotofase.

Híbridos	Cruzamentos	Tipo de Grão	Ciclo	Finalidade
H30F44	Simples	Duro Alaranjado	Precoce	Grãos e silagem
H30F45	Simples	Semiduro Alaranjado	Precoce	Grãos
H3021	Triplo	Semiduro Alaranjado	Semiprecoce	Grãos e silagem
H30F80	Simples	Duro Alaranjado	Semiprecoce	Grãos
H30F88	Simples	Duro Alaranjado	Precoce	Grãos
H3072	Simples/Modificado	Duro Alaranjado	Semiprecoce	Grãos
H3071	Triplo	Duro Alaranjado	Precoce	Grãos e silagem
H30K75	Simples	Semiduro Alaranjado	Semiprecoce	Grãos
H30F33	Simples	Duro Alaranjado	Precoce	Grãos
H3063	Triplo	Semiduro Amarelo	Precoce	Grãos e silagem
H3069	Simples/Modificado	Duro Alaranjado	Superprecoce	Grãos
H0C705	Simples	Semiduro Amarelo	Precoce	Grãos

2.1. Teste com chance de escolha

Utilizou-se uma arena de plástico de 30 cm de diâmetro com 12 frascos plásticos de 5 cm de diâmetro, dispostos em círculo e eqüidistantes, e um frasco central para a liberação dos insetos. Os frascos foram fixados no fundo da arena com isopor, e o conjunto foi coberto com uma placa de vidro para evitar a saída dos insetos (Figura 1). Em cada compartimento foram colocadas 100 sementes de milho

de cada híbrido e no frasco central da arena foram liberados 120 adultos de *S. zeamais,* recém-emergidos, não sexados. As contagens do número de insetos em cada frasco foram feitas em intervalos de 24 horas até completar 96 horas da liberação dos insetos, com 10 repetições. Após as contagens, era feito um sorteio para definir a nova posição dos compartimentos, e os insetos eram novamente liberados no centro da arena.

Figura 1 – Arena com 12 frascos com sementes de híbridos de milho e compartimento central para a liberação dos insetos para testes de preferência alimentar.

2. 2. Teste sem chance de escolha

Em recipientes de vidro com tampa telada, foram colocados 400 g de sementes, com três repetições para cada híbrido e para cada parâmetro avaliado foram liberados 20 adultos de *S. zeamais*, recém-emergidos, não sexados, por frasco. Os insetos foram deixados nos frascos por 10 dias para a cópula e

oviposição, sendo os adultos retirados após esse período e descartados. As avaliações foram feitas a 1, 30, 60 e 90 dias, em intervalos de 30 dias, amostrando os seguintes parâmetros: nível de infestação e de danos, perda de massa, germinação, teor de umidade e análise químicas. As amostras permaneceram armazenadas por até 90 dias em estufa a 27±2ºC, 70±5% de umidade relativa e 12 horas de fotofase.

2.2.1. Nível de infestação interna

Foram realizadas duas repetições com 100 sementes de cada híbrido. As sementes foram imersas em água por 24 horas com a finalidade de amolecer para facilitar o corte longitudinal das mesmas. As sementes foram examinadas sob uma lupa de mesa, considerando infestadas as que apresentavam ovo, larva, pupa ou adulto no seu interior, e também as que continham orifícios de saída dos insetos (BRASIL, 1992).

2.2.2. Perda de massa

As amostras das sementes foram pesadas antes e após o período de armazenamento, repetindo-se essa operação após a separação dos insetos e dos resíduos das amostras, por meio do peneiramento. A fórmula usada para a determinação da perda de massa nas sementes de milho atacados por S. *zeamais* foi a utilizada por (ALMEIDA *et al.*, 1995).

$$PP = \frac{(Pa - Pd)}{Pa} x100$$

Onde:

PP = Perda de massa das sementes (%);

Pa = massa da amostra antes da infestação (g);

Pd = massa da amostra peneirada depois do período armazenamento (g).

Os dados utilizados na equação foram transformados para o mesmo teor de umidade em base úmida.

2.2.3. Germinação

O teste foi feito com quatro repetições de 100 sementes sobre papel Germitest® que foram umedecidas com água destilada, em forma de rolos,

colocados no germinador a 25±2ºC, por um período de sete dias, com leituras no quarto e no sétimo dia (BRASIL, 1992).

2.2.4. Teor de umidade

Nessa determinação, foram realizadas três repetições com 5 g para cada tratamento, colocadas em estufa sem circulação forçada de ar, em temperatura de 105 ± 3ºC e retirados após 24 horas (BRASIL, 1992). Os resultados do teor de umidade foram obtidos em percentagem.

2.2.5. Análises químicas

As análises de teor de óleo, proteínas, fibras, cinzas e amido foram realizadas no laboratório de análise da Indústria de Ração da empresa Kowalski Alimentos Ltda, Apucarana - PR, seguindo a metodologia de análises químicas de acordo com as normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

2.2.6. Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 12 tratamentos e três repetições. As análises de variância para os dados de teor de umidade e de germinação foram realizadas com os dados transformados para (arc sen $\sqrt{X/100}$), enquanto que os dados de número de insetos, perda de peso e infestação foram transformados para $\sqrt{X+0,5}$. As médias foram comparadas na forma original pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Testes com chance de escolha

Observa-se, pelos dados apresentados na Tabela 2, que houve diferenças significativas entre os diversos híbridos de milho quanto ao número de insetos presentes nas sementes entre os períodos de 24 a 96 h. Os que se apresentaram mais resistentes aos adultos de *S. zeamais* foram: H3063, H3069 e H30F45, com menos de cinco insetos em média, após 96 horas de exposição; os mais suscetíveis, isto é, com mais de 10 insetos, foram: HOC705, H30F33 e H3072. Observa-se que a maioria dos insetos seleciona o material até 72 horas após a exposição.

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Sitophilus zeamais* registrados a cada 24 h, em sementes de híbridos de milho, em teste com chance de escolha (Número inicial de insetos por tratamento = 120).

	N.º médio de insetos[1]			
Híbridos	**24 h**	**48 h**	**72 h**	**96 h**
HOC705	24,3 A	24,1 A	22,3 A	17,9 A
H30F33	15,0 B	15,7 A B	15,5 A B	12,5 A B
H3072	12,7 B	14,0 B	14,5 B C	11,2 B
H30F44	8,7 B C D	12,8 B	12,8 B C	9,7 B C
H30F80	12,5 B	12,1 B	11,5 B C	8,4 C D
H3021	10,0 B C	10,2 B C D	11,8 B C	8,0 C D
H30F75	10,1 B C	12,3 B C	10,3 B C	8,0 C D
H30F71	7,8 B C D	7,9 B C D	9,1 B C D	6,5 C D
H30F88	8,7 B C D	8,5 B C D	7,3 C D	6,3 C D
H30F45	8,0 B C D	7,2 B C D	7,4 C D	4,2 D E
H3069	2,6 C D	1,2 D	2,5 D	1,8 E
H3063	1,5 D	1,4 C D	1,5 D	1,2 E
F (tratamentos)[2]	18,21**	17,35**	15,22**	19,21**
C.V. (%)	16,25	15,44	17,51	18,87

[1] Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
[2] Valores de F significativos a 1% de probabilidade.

Considera-se que um híbrido apresenta resistência do tipo não-preferência quando ele é menos utilizado para alimentação, abrigo ou oviposição, comparado com outros híbridos, em igualdade de condições (ARNASON *et al.*, 1993).

BOIÇA *et al.* (1997), avaliando 14 genótipos de milho, também registraram híbridos com maior ou menor resistência por não-preferência. Segundo ARNASON *et al.* (1993), a preferência por um híbrido pode estar associada a vários fatores, como a resistência da película do grão, a natureza física e/ou química do pericarpo, a presença de aleloquímicos, substâncias fenólicas e outros; no entanto, estímulos físicos, como a cor, dureza e forma não têm qualquer relação com a atratividade.

3.2 -Teste sem chance de escolha

Sementes de todos os híbridos testados apresentaram infestações de insetos (Tabela 3), mostrando que uma população inicial em condições favoráveis de temperatura e umidade relativa pode desenvolver-se, mesmo em baixas populações, em qualquer dos híbridos avaliados.

Observa-se que após 90 dias de armazenagem, sementes dos híbridos H3063, H3069 e H30F45 apresentaram infestações mais baixas (Tabela 3), confirmando os dados obtidos no teste com chance de escolha, e também menor perda (Tabela 4). Portanto, estes genótipos foram considerados mais resistentes que os demais. Em contraste, os híbridos HOC705, H30F33 e H30F44 apresentaram mais de 50% dos grãos atacados pelos gorgulhos, após 90 dias de armazenamento, o que indica que estes híbridos apresentam algum estímulo favorável ou substâncias químicas atrativas nas sementes, confirmados também pelo teste com chance de escolha.

A partir dos 30 dias, já são observados grãos atacados pelos gorgulhos (Tabela 3), porém, nem sempre aqueles materiais que se apresentavam inicialmente mais infestado mantém o mesmo nível, nas amostragens seguintes.

Ambos os testes sugerem que os híbridos podem ser classificados em três grupos quanto ao grau de resistência, um grupo superior que incluiria os mais resistentes, um médio onde estariam aqueles com um grau intermediário de resistência; e um grupo inferior que inclui os mais suscetíveis ao ataque de *S. zeamais*. Com essas informações pode-se selecionar os híbridos não só pelas

características de bom desempenho a campo, mas também com aquelas que asseguram mais resistência às pragas de armazenamento.

Tabela 3 – Número médio de sementes de milho infestadas com 20 adultos de *Sitophilus zeamais* em 100 sementes nos períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenagem, a 27±2ºC, 70±5% UR e 12 horas de fotofase.

	Dias de armazenagem[1]			
Híbridos	**1**	**30**	**60**	**90**
H30F44	0 C a	12 C bcd	34 B bcd	54 A ab
H30F45	0 B a	9 AB cde	24 A cde	15 AB efg
H3021	0 B a	23 A abcd	28 A cde	36 A bcde
H30F80	0 B a	1 B e	14 AB de	27 A def
H30F88	0 B a	1 B e	38 A abc	44 A abcd
H3072	0 B a	33 A ab	37 A abc	48 A abc
H30F71	0 C a	13 BC bcde	25 AB cde	31 A cdef
H30F75	0 B a	8 B cde	31 A bcde	42 A abcd
H30F33	0 C a	42 B a	58 AB a	58 A a
H3063	0 A a	4 A de	12 A e	0 A g
H3069	0 A a	4 A de	11 A e	14 A fg
HOC705	0 C a	28 B abc	50 A ab	59 A a
F (tratamento)[2]	7,63**			
C.V. (%)	18,59			

[1] Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
[2] Valor de F significativo a 1% de probabilidade.

Os dados de perda de massa (Tabela 4) indicam que os híbridos HOC705, H30F33 e H30F44, que apresentaram as maiores perdas, foram os mesmos que apresentaram as maiores infestações por insetos; da mesma forma, os que sofreram as menores perdas foram os com as menores infestações, tanto no teste com chance de escolha (Tabela 2) quanto no sem chance de escolha (Tabela 3). Comprovando que quanto maior é o nível de infestação em função da preferência do inseto por um determinado híbrido, maiores são as perdas provocadas. As perdas

foram acentuando-se à medida que aumentou o tempo de armazenamento. Os híbridos H30F44, H30F80, H30F33 e HOC70 chegaram a apresentar perdas superiores à 3% após os 90 dias de armazenamento; aos 60 dias foram os híbridos HOC705, H30F80 e H30F44, e aos 30 dias somente o H30F80 (Tabela 4).

Tabela 4 – Perda de massa (%) de sementes de híbridos de milho infestadas com 20 adultos de *Sitophilus zeamais*, nos períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenagem, a 27±2ºC, 70±5% UR e 12 horas de fotofase.

	Dias de armazenagem[1]			
Híbridos	**1**	**30**	**60**	**90**
H30F44	0 B a	2,46 A ab	3,01 A abc	3,18 A ab
H30F45	0 C a	0,70 BC ef	1,18 AB de	1,58 A cd
H3021	0 C a	1,82 B bcd	2,67 A abc	2,83 A ab
H30F80	0 B a	3,37 A a	3,71 A a	3,00 A ab
H30F88	0 C a	2,21 B bc	2,73 AB abc	3,04 A ab
H3072	0 C a	1,22 B cdef	1,99 AB cde	2,59 A bc
H30F71	0 C a	1,44 B bcdef	2,12 AB bcd	2,74 A ab
H30F75	0 C a	1,72 B bcde	2,62 A abc	2,98 A ab
H30F33	0 C a	1,42 B bcdef	1,95 B cde	3,07 A ab
H3063	0 B a	0,57 AB f	0,93 A e	0,00 B e
H3069	0 B a	0,93 A def	1,01 A de	1,42 A d
HOC705	0 C a	0,88 B def	3,14 A ab	3,80 A a
F (Tratamento)[2]	8,63**			
C.V. (%)	8,44			

[1] Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
[2] Valor de F significativo a 1% de probabilidade.

Os teores de umidade das sementes, nos diferentes períodos de armazenamento, não apresentaram médias estatisticamente diferentes entre si, mas houve diferença significativa entre alguns híbridos, sem relação aparente com a maior ou menor resistência ao ataque dos insetos (Tabela 5). Isso pode ser explicado pelo fato de as sementes terem sido armazenadas nas mesmas condições de temperatura e umidade relativa do ar, favorecendo o equilíbrio higroscópico.

Porém, para o híbrido HOC705 que apresentou níveis mais elevados de infestação, o teor de umidade do grão foi significativamente mais alto do que a maioria dos materiais, aos 90 dias.

Tabela 5 – Teor de umidade (%) de sementes de 12 híbridos de milho infestados com 20 adultos de *Sitophilus zeamais,* nos períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenagem, a 27±2°C, 70±5% umidade relativa e 12 horas de fotofase.

	Dias de armazenagem [1]			
Híbridos	**1**	**30**	**60**	**90**
H30F44	10,2 A abc	10,6 A bc	10,6 A abcd	10,3 A bcd
H30F45	10,5 A a	10,5 A bc	10,6 A abcd	10,5 A bc
H3021	10,6 A a	10,5 A bc	10,1 A cd	10,2 A bcd
H30F80	10,6 AB a	10,9 A ab	10,8 AB abc	10,3 B bcd
H30F88	10,8 A a	10,8 A abc	10,5 A cd	10,7 A ab
H3072	10,5 A ab	10,8 A abc	10,5 A cd	10,3 A bcd
H30F71	10,3 B abc	10,9 A ab	10,7 AB abcd	10,8 A ab
H30F75	10,7 A a	10,7 A abc	10,5 A cd	10,3 A bcd
H30F33	9,7 B c	10,2 A c	10,1 AB d	9,8 AB d
H3063	9,9 B bc	10,5 A bc	10,2 AB cd	10,3 AB bcd
H3069	10,2 B abc	11,2 A a	11,3 A a	10,0 B cd
HOC705	9,7 B c	11,1 A ab	11,2 A ab	11,2 A a
F (tratamento) [2]	4,53**			
C.V. (%)	1,21			

[1] Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
[2] Valor de F significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 6, observa-se redução acentuada na germinação das sementes de milho ao longo do período de armazenamento. Essas sementes apresentavam orifícios de emergência de insetos, além do desenvolvimento de fungos durante os testes de germinação, o que contribuiu para a redução do poder germinativo.

Comparando os resultados da Tabela 3 com os da Tabela 6, observa-se que alguns dos híbridos que tiveram maior infestação por insetos (H30F33 e HOC705),

também foram os que apresentaram menor germinação no final do período de armazenamento.

Assim, além da perda de peso, a presença dos gorgulhos também afeta a germinação das sementes, pois estes consomem preferencialmente o embrião que apresenta maior valor nutritivo (PACHECO & PAULA, 1995). De acordo com BARBOSA *et al.* (2000), os danos associados à germinação de sementes são devido ao tamanho da população de insetos e ao período de armazenamento.

Tabela 6 – Percentagem média de germinação de sementes de híbridos de milho infestado com 20 adultos de *Sitophilus zeamais,* nos períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenagem, a 27±2ºC, 70±5% umidade relativa e 12 horas de fotofase.

	Dias de armazenagem[1]			
Híbrido	**1**	**30**	**60**	**90**
H30F44	92 A ab	84 B e	79 C d	81 BC ef
H30F45	89 A bcd	87 A de	87 A abc	85 A cde
H3021	89 B bcd	93 A abc	89 B abc	87 B bcd
H30F80	85 B def	94 A abc	91 A a	91 A ab
H30F88	89 B bcd	96 A ab	87 B abc	88 B abcd
H3072	89 A bcd	91 A bcd	81 A ab	96 A a
H30F71	95 A a	94 A abc	85 B c	83 B de
H30F75	81 C f	98 A a	86 B bc	83 BC de
H30F33	82 A ef	69 C f	75 B d	77 A fg
H3063	90 AB abcd	91 A cd	92 A a	87 B bcd
H3069	87 A cde	90 A cd	90 A abc	89 A abc
HOC705	91 A abc	83 B e	79 C d	76 C g
F (tratamento)[2]	16,71**			
C.V. (%)	2,35			

[1] Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
[2] Valor de F significativo a 1% de probabilidade.

Os resultados das análises químicas dos 12 híbridos de milho avaliados, apresentados na Tabela 7, mostram que a amplitude dos percentuais de proteína

variou de 7,79% (H3072) a 10,79% (H30F33), portanto uma variação superior a 40%, que é considerada bastante significativa no que se refere à nutrição animal. Contudo, não foi possível estabelecer uma relação entre a não preferência pelo inseto em função das qualidades químicas das sementes de milho.

Quanto ao teor de amido (Tabela 7), observa-se que os valores variaram de 68,48% (H30F33) a 75,91% (H30F44). Para fibra ocorreu uma variação de 3,49% (H3021) a 2,34% (H30F33). No teor de óleo as variações foram de 4,52% (H3021) a 3,08% (H30F75). Para cinzas as variações foram de 1,41% (H30F33) a 0,89% (H3021). Resultados estes que também não permitem estabelecer uma correlação com a preferência ou não por um determinado híbrido.

Tabela 7 – Resultados médios das análises químicas de sementes de 12 híbridos de milho para a avaliação de resistência a *Sitophilus zeamais*.

Híbridos	Proteína	Amido	Fibras	Óleo	Cinzas
H30F44	8,78 CDE	75,91 A	2,43 DE	4,21 B	0,97 FG
H30F45	8,96 CD	71,69 CD	2,46 DE	4,20 B	1,02 EF
H3021	8,52 DEFG	74,14 AB	3,49 A	4,52 A	0,89 G
H30F80	9,48 BC	72,08 CD	2,52 D	4,26 B	1,16 BC
H30F88	10,13 AB	72,39 BCD	3,22 B	3,55 E	1,12 BCD
H3072	7,79 G	71,27 D	3,01 C	3,68 CDE	1,11 BCDE
H30F71	8,65 DEF	71,87 CD	3,09 BC	4,21 B	1,05 DEF
H30F75	10,65 A	75,76 A	3,21 B	3,08 F	1,19 B
H30F33	10,79 A	68,48 E	2,34 E	3,76 CD	1,41 A
H3063	8,52 DEFG	72,25 BCD	3,19 B	3,78 C	1,07 CDE
H3069	7,95 FG	72,93 BCD	2,96 C	3,60 DE	1,14 BCD
HOC705	8,01 EFG	73,55 BC	3,20 B	3,79 C	1,13 BCD
F(tratamento)[2]	49,3**	30,9**	171,3**	190,9**	56,3**
C.V. (%)	2,3	1,1	1,4	1,2	2,2

[1] Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
[2] Valor de F significativo a 1% de probabilidade.

Atualmente, a produção de milho está sendo adequada ao seu uso final, isto é, os processadores estão procurando direcionar o melhoramento no sentido de criar híbridos de milho mais adequados ao processamento, seja de moagem a seco, moagem a úmido, produção de rações para aves ou para silagem de planta inteira. Desta forma, o conhecimento dos mecanismos de resistência dos híbridos de milho com relação às pragas de armazenamento é muito importante, tanto para os melhoristas quanto para os produtores, que poderão fazer a seleção desses materiais para o plantio.

4 – CONCLUSÕES

- Há diferenças significativas de resistência, do tipo não-preferência, entre sementes de híbridos de milho à infestação de *S. zeamais*;

- Os híbridos H3069, H3063 e H30F45 apresentam-se mais resistentes ao ataque de *S. zeamais*, enquanto que os híbridos HOC705, H3072 H30F44 e H30F33 são mais suscetíveis;

- A maior infestação de *S. zeamais* nos híbridos mais suscetíveis resulta em perdas significativas de peso e de germinação;

- As infestações e, consequentemente, os danos acentuam-se com o tempo de armazenamento;

- Não se observa relação entre a composição química (proteína, amido, fibras, óleo e cinzas) de sementes de híbrido de milho com a resistência ao ataque de *S. zeamais,* indicando que o mecanismo de resistência pode ser físico ou devido à presença de outros compostos químicos que não foram testados nesta pesquisa.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. A.; MURTA, R. C. C. Variações no peso, na germinação e no teor de umidade de grãos de milho armazenado, provocado por uma geração de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1919) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.39, n.1, p. 95-102, mar. 1995.

ARNASON, J.T.B.; BAUN, J.; GALÉ, J. LAMBERT, J.D.H.; BERGVISON, D.; PHLILOGENE, B.J.R.; SERRATOS, J.A.; MIHN, J.; JOWALL, D.C. Variation in resistance of Mexican landraces of maize to maize weevil *Sitophilus zeamais*, in relation to taxonomic and biochemical parameters. **Euphytica,** v. 74, p. 227-236, 1993.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Danos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contendo arcelina. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 113-121. mar. 2000.

BOIÇA JR., A. L.; LARA, F. M.; GUIDI, F. P. Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky,1855). (Coleoptera, Curculionidae) **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26 , n.1, p. 481–485, dez. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MARA-SNDA/DNDV, 1992. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Instrução Normativa Nº 1 de 27 Jan. 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília – DF; 29 Jan. 1999. Seção 1, p. 132-134, 1999.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/ política agrícola-SAFRA.htm>. Acesso em: 19. fev. 2003.

FARONI, L. R. D'ANTONINO. Manejo das pragas de grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v. 17, n. 1/2, p. 36-43. Jun/Dez. 1992.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. O Instituto: São Paulo, V. 1, 3 ed., 503 p., 1985.

MAZZONETTO, F.; BOIÇA JR., A. L. Determinação dos tipos de resistências de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes Subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n.2, p.307-311, maio. 1999.

NORRIS, D. M.; KOGAN. M. **Biochemical and morphological bases of resistance**. In: Maxwel, F. G.; Jennings, P.R. eds. NORRIS, D. M.; KOGAN. M. Breeding Plants Resistant to insects. New York, p. 23-63. 1980.

ORIANI, M. A. DE G.; LARA, F. M.; BOIÇA, A. L. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 213-216, ago. 1996.

PACHECO, I. A.; PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: Identificação e biologia**. Campinas: Fundação Cargill, p.37-47, 1995.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JR., A. L.; LARA, F. M.; WAQUIL, J. M. Resistência e mecanismos envolvidos em genótipos de milho em relação ao ataque do gorgulho, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1955). (Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n.1, p. 141-145, mar., 1999.

WANDERLEY, S. V.; OLIVEIRA, J. V.; ANDRADE JR., M. L. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris L. a Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 315-320, ago., 1997.

CAPÍTULO III

TÉCNICAS PARA O MONITORAMENTO DE INFESTAÇÕES DE INSETOS NO MILHO (*Zea mays* L.) A GRANEL E NA UNIDADE DE ARMAZENAMENTO

CAPÍTULO III

TÉCNICAS PARA O MONITORAMENTO DE INFESTAÇÕES DE INSETOS NO MILHO (*Zea mays* L.) A GRANEL E NA UNIDADE DE ARMAZENAMENTO

RESUMO

O monitoramento das infestações de insetos em milho armazenado é uma ferramenta básica para orientar as decisões de controle e as medidas mais adequadas para cada situação. A interpretação dos resultados, porém, depende do uso padronizado de metodologias adequadas de amostragem. O objetivo desta pesquisa foi avaliar técnicas de monitoramento de insetos dentro do silo (no grão armazenado) e fora do silo, na estrutura de armazenamento, a fim de gerar informações para o manejo integrado. A pesquisa foi realizada em um silo metálico de 6000 t, em uma unidade de processamento de milho, em Apucarana - PR, quinzenalmente, durante 12 meses. As metodologias utilizadas foram: captura de insetos na estrutura de armazenamento, fora dos silos, com sete armadilhas tipo gaiola com isca alimentar; amostragem de insetos na massa de grãos, em duas profundidades (0,30 m e 0,80 m), com 18 armadilhas tipo calador, presas nos cabos de termometria, e por peneiramento, com peneiras de 6 mm, de amostras de 1000 g de grãos retirados com calador tipo janela nos mesmos 18 pontos dos caladores. As capturas nas armadilhas tipo gaiola mostraram altas infestações de *Oryzaephilus. surinamensis* (69,6%), seguida de *Sitophilus zeamais* (14,4%) e *Cryptolestes ferrugineus* (7,7%). Os locais de maior incidência de insetos foram as áreas próximas ao secador e na de pré-limpeza e nos túneis de descarga dos silos. Estas mesmas espécies também foram as mais numerosas na massa de grãos, com um aumento na ocorrência de *S. zeamais*. O número médio de insetos nas armadilhas caladores foi maior que nas amostras por peneiramento, pois as primeiras ficavam 15 dias diretos na massa de grãos. Os dados indicaram que a concentração de insetos é maior a 0,30 m do que a 0,80 m, na parte central e nos pontos do lado norte do silo. O monitoramento associando os resultados de capturas com armadilhas caladores, na massa de grãos, com os das gaiolas, na estrutura, oferece

informações valiosas para as decisões de controle das populações e manejo das condições de armazenagem.

CHAPTER III

INSECT MONITORING TECHNIQUES TO DETECT INSECT INFESTATION IN BULK CORN (*Zea mays* L.) AND IN THE STORAGE FACILITY

ABSTRACT

Insect monitoring is the basic tool to direct control decisions and to choose the best measures for each infestation case. Correct data interpretation depends on appropriate application of sampling methodologies. The objective of this research was to evaluate insect monitoring techniques, either inside the silo (in the stored grain) or outside the silo, in the storage facility, in order to generate information for integrated pest management. The experiments were accomplished in a metallic 6000 t silo, in a corn processing plant, in the city of Apucarana, in Paraná State, evaluated every 15 days, during 12 months. The monitoring methodologies adopted were: insect capture in the storage facility outside the silos, using seven food baited cage traps; insect sampling in the grain mass, at two depths (0.30 m and 0.80 m), using 18 probe traps fixed to thermocouples; and grain sieving with 6 mm screen sieve, of 1000 g kernels samples taken with a grain trier at the same 18 points of the probe traps. The captures in the cage traps showed high infestations of *Oryzaephilus surinamensis* (69.6%), followed by *Sitophilus zeamais* (14.4%) and *Cryptolestes ferrugineus* (7.7%). The places of larger insect infestations were nearby the drier, in the pre-cleaning area, and in the discharging tunnels. The most numerous insect species in the grain mass were the same ones registered with the cage traps, although *S. zeamais* was more numerous in the grain than it was in the cages. The mean insect number was higher in the probe traps than in the grain samples because the traps stayed 15 days straight in the mass. Data indicated that insects concentrate mainly at 0.30 m than at 0.80 m, in the central part and on the north side of the silo. Monitoring based on probe traps data and cage traps outside the silos provides valuable information for decisions about population control and storage conditions management.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de aves e suínos consome cerca de 85% do volume de milho produzido no Brasil, com um excedente mínimo para a exportação CONAB, 2003. Porém, vale ressaltar que o Brasil apresenta grande potencial para elevar a produção de milho, não só pelo aumento de área, mas principalmente em função de tecnologias que estão sendo incorporadas ao longo da cadeia produtiva para reduzir perdas e incrementar a produtividade e qualidade do produto.

O valor do grão para o processamento ou consumo está relacionado com suas qualidades físico-sanitárias e nutricionais, afetadas principalmente pelo nível de infestação por insetos e contaminações com seus fragmentos, além de fungos e outros microorganismos, que podem causar perdas de matéria seca e de qualidade (ARTHUR, 1996).

O princípio básico do manejo integrado da qualidade (MIQ) é a aplicação de medidas preventivas para o controle de pragas, iniciando pela localização de focos de infestações, identificação e quantificação das pragas, limpeza, aeração e refrigeração, aplicação de terra de diatomácea como uma barreira contra a infestação do grão e, quando necessário, a aplicação de inseticidas e expurgo, assegurando, assim, a preservação da qualidade do grão para as indústrias de ração e alimento (LAZZARI & LAZZARI, 2001).

Nesse contexto, o uso de armadilhas para o monitoramento de pragas de armazenamento é fundamental para detectar os locais e os níveis de infestações para a tomada de decisões sobre medidas de controle e o momento mais adequado para a sua aplicação.

Segundo BARAK *et al.* (1990), há diversos tipos de armadilhas para o monitoramento e captura de insetos em grãos armazenados. Essas armadilhas podem conter feromônios, atrativos alimentares ou outros tipos de iscas ou dispositivos que aumentam a eficiência de captura.

O peneiramento tem sido, na prática, o procedimento mais utilizado para detecção de insetos em produtos a granel. Coletam-se amostras em diversos pontos no silo e procede-se ao peneiramento com a finalidade de se observar a presença de insetos (LORINI, 1998).

As armadilhas tipo calador apresentam diversas vantagens com relação aos métodos de peneiramento, tais como: facilidade de uso, ação contínua e detecção da maioria das espécies, mesmo em baixos níveis de infestação. Segundo PINNIGER (1990) e PEREIRA (1994), o uso dessas armadilhas tem como finalidade a detecção precoce de pragas, antes que exista evidência de danos.

Pelos dados das capturas com armadilhas tipo gaiola, com isca alimentar, pode-se determinar quais as áreas de risco de infestações dentro da unidade de armazenamento ou da indústria, conforme comprovado por STRONG, (1970); PINNIGER (1990); THRONE & CLINE (1994); PEREIRA (1994); SUBRAMANY *et al.* (1994); DUPCHAK (1996); RUPP (1996); PEREIRA (1999); PAULA (2001); e CERUTI (2003). Esses autores demonstraram também que a combinação de técnicas de monitoramento é bastante eficiente para avaliar as condições fitossanitárias tanto dos silos e armazéns, como também do grão. LAZZARI (1997) propõe a utilização de vários métodos de amostragem de insetos em milho e trigo para detectar e quantificar as populações, assim, decidir pelo expurgo ou outras estratégias de controle.

A massa de grãos proporciona alimento abundante para os insetos e um ambiente moderadamente protegido para o seu desenvolvimento (SINHA, 1995). A maioria das espécies de pragas de grãos armazenados está incluída nas ordens Coleoptera (besourinhos, carunchos e gorgulhos) e Lepidoptera (mariposas ou traças).

Segundo GARCIA *et al.* (2000), os insetos de grãos armazenados, principalmente os coleópteros, devido ao seu exoesqueleto rígido e tamanho reduzido, podem movimentar-se pelos espaços intergranulares até grandes profundidades na massa de grãos.

O estudo e desenvolvimento de técnicas de monitoramento para o controle de pragas de grãos armazenados, em diferentes sistemas de armazenagem, é fundamental para determinar e adequar os tipos de armadilhas disponíveis para tal finalidade. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar metodologias para o monitoramento de insetos dentro do silo (no grão armazenado) e fora do silo, na estrutura de armazenamento, a fim de gerar informações para o manejo integrado da qualidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Local e condições do experimento

Este experimento foi desenvolvido em uma unidade processadora de milho, em Apucarana – PR (Figura 1), em um silo com capacidade de 6000 t, onde foram realizadas limpeza e higienização das estruturas antes do recebimento do milho. O silo foi monitorado de janeiro a dezembro de 2002, sendo que nos dois primeiros meses não estava com sua capacidade total.

Os lotes de milho recebidos pela Empresa eram proveniente de diversos produtores e cooperativas da região, portanto com teor de umidade, impurezas e qualidade diferentes entre as cargas recebidas em uma mesma moega, condições diferentes nas etapas de pré-limpeza, secagem e armazenamento do grão (Apêndice 1).

No momento do armazenamento, foram realizadas pulverizações com a mistura dos inseticidas deltamethrina 2,5% (K-Obiol 25 CE®) e fenitrothion (Sumigran 500 CE®), na dosagem de 20 mL/t, sobre os grãos na correia transportadora.

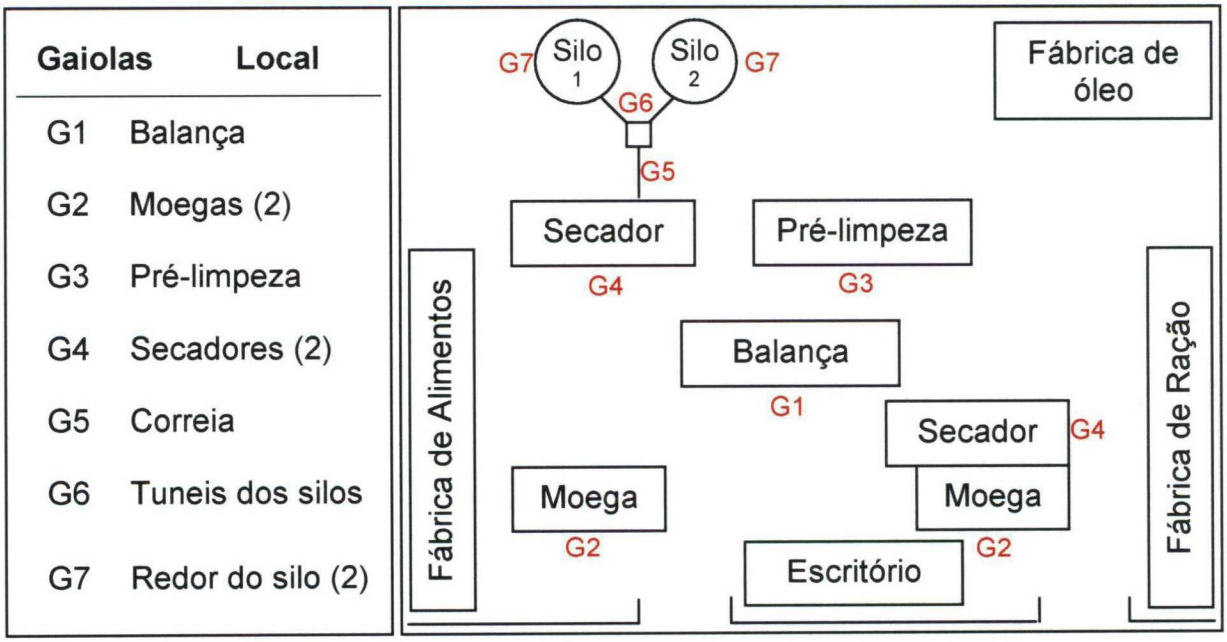


Figura 1 – Locais das armadilhas tipo gaiola para amostragem de insetos, em uma unidade armazenadora de Apucarana – PR.

2.2 – Técnicas de monitoramento

Para o monitoramento dos insetos presentes na estrutura de armazenamento, fora dos silos, foram utilizadas armadilhas tipo gaiola; no milho armazenado no silo, as infestações foram amostradas por peneiramento dos grãos e com armadilhas tipo calador.

2.2.1 - Armadilhas tipo gaiola

Dez armadilhas tipo gaiola foram distribuídas estrategicamente na unidade armazenadora (Figura 1), observando os pontos de maior potencial de infestação. Em três locais: moega, secadores e em volta do silo, foi utilizado a média de captura de duas gaiolas. Nessas armadilhas (Figura 2) foram colocados 250 g de isca alimentar, composta de uma mistura de grãos de milho, trigo, quirera de milho e germe de trigo, na proporção de 1:1:1:1/2, respectivamente. A isca era armazenada em freezer até o momento de uso e trocada quinzenalmente nas armadilhas. Os insetos capturados eram retirados, juntamente com a isca, e colocados em sacos plásticos para triagem, identificação e quantificação das espécies, no Laboratório de Pragas de Grãos Armazenados Prof. Dr. Armando Antunes de Almeida, da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

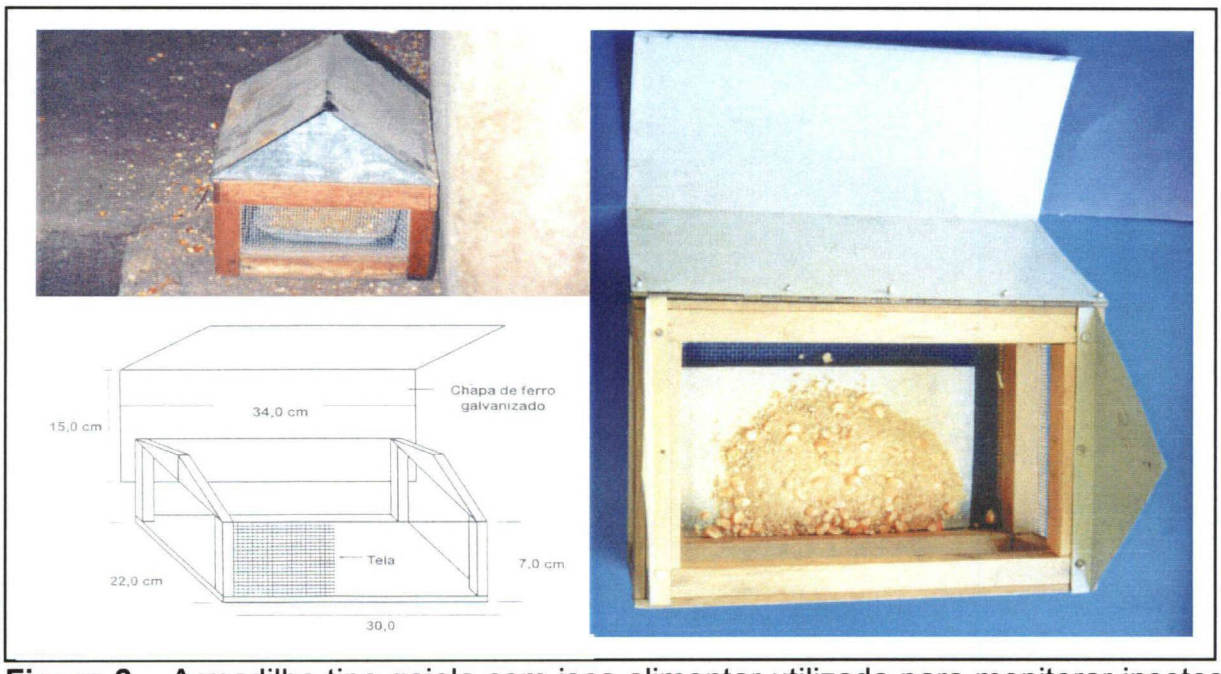


Figura 2 – Armadilha tipo gaiola com isca alimentar utilizada para monitorar insetos nas áreas externas aos silos, em empresa de processamento de milho, Apucarana - PR, 2002.

2.2.2 - Armadilhas tipo calador

Foram colocadas 18 armadilhas no interior do silo, em duas profundidades: a 0,30 m e a 0,80 m da superfície da massa de grãos (Figura 3). Os caladores eram fixados nos cabos de termometria e as coletas dos insetos realizadas quinzenalmente, retirando-se os insetos do tubo coletor, e colocando-os em sacos plásticos devidamente etiquetados e levados ao laboratório para triagem, identificação e quantificação das espécies.

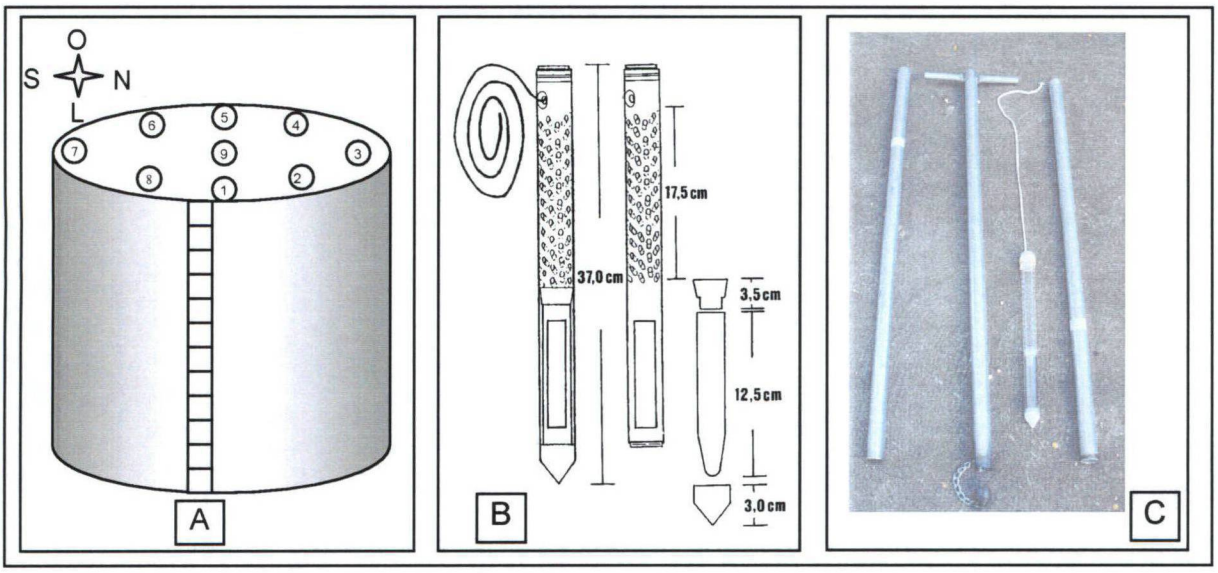


Figura 3 – Posição das armadilhas em silo metálico (A); armadilha tipo calador (B) e sonda (C) utilizada para introduzir as armadilhas na massa de grãos, Apucarana - PR, 2002.

2.2.3 - Peneiramento de grãos

Foram coletadas amostras de 1 kg de grãos com o auxílio de sondas tipo janela, em pontos próximos das armadilhas caladores, nas duas profundidades (Figura 4). As amostras eram peneiradas em malha de 6 mm separando-se os insetos do produto e realizando a contagem e identificação dos insetos vivos e mortos.

Figura 4 – Calador tipo janela para a coleta de grãos (A) e peneiras para separar os insetos coletados (B), em silo metálico de empresa de processamento de milho, Apucarana - PR, 2002.

Durante o período de condução do experimento foram mantidas as medidas básicas de limpeza praticadas na Empresa, incluindo aeração e resfriamento da massa de grãos no silo (Capitulo IV). Foi realizado um expurgo com fosfina no silo experimental no dia 20 de novembro de 2002. De forma, que não havia como controlar as atividades da empresa para ter as condições experimentais ideais.

Os dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar, no período do experimento, foram coletados com o auxilio de psicrômetros instalados na unidade armazenadora (Apêndice 2). A temperatura na massa de grãos foi monitorada com o uso da termometria instalada no silo.

Apesar das armadilhas apresentarem modos diferentes de capturas, os dados de coleta de insetos com as armadilhas tipo gaiola e calador foram comparados para determinar se havia correlação entre a presença de insetos dentro e fora do silo. Baseando-se nos dados das gaiolas, foi estabelecido um mapa das áreas de risco de infestação na unidade armazenadora como um todo.

Foi aplicada a análise de variância; as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, com os dados transformados para log (x+0,5).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Capturas com armadilhas tipo gaiola

A Tabela 1 apresenta a lista das espécies capturadas com as armadilhas tipo gaiola, durante um ano de coleta. Foram capturados 30.646 insetos pertencentes às ordens Coleoptera e Lepidoptera, além de uma baixa percentagem de espécies de Hymenoptera, Diptera e Hemiptera. A espécie registrada em maior número foi *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Silvanidae) (69,6%), particularmente nas gaiolas localizadas no túnel do silo. Os dados estão de acordo com PEREIRA (1999), que também capturou um número elevado desta espécie, confirmando que ela prolifera rapidamente em locais com temperatura alta, presença de resíduos e pó. Apesar de ter sido realizada a limpeza do silo antes do carregamento, houve infestação a partir do silo do lado que utilizava a mesma correia de descarga, onde havia milho armazenado da safra anterior com alta infestação desta espécie de inseto.

A segunda espécie mais capturada nas gaiolas foi *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) (14,4%). Esses gorgulhos podem iniciar a infestação na lavoura, principalmente quando ocorre o atraso na colheita, ou serem provenientes de lotes infestados vindos de outras unidades armazenadoras, justificando a maior captura nas áreas de pré-limpeza e no secador, principalmente nos períodos de movimentação de grãos.

Quanto à distribuição de *S. zeamais,* a maior incidência foi na armadilha próxima ao secador (41,7%), na pré-limpeza (18,33%) e no túnel do silo (18,29%). Enquanto que a menor incidência foi na balança (1,76%), moega (3,57%) e próximo aos silos (4,75%).

As espécies *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Rhyzopertha dominica* Fabricius, 1792 (Coleoptera: Bostrichidae) foram coletadas em números reduzidos nas gaiolas, principalmente no túnel do silo quando havia movimentação de produto do silo próximo. PEDERSEN (1992) comenta sobre a importância de se monitorar essas espécies, pois podem causar elevados danos em

produtos armazenados, por serem capazes de sobreviver em condições desfavoráveis.

Também foram capturadas nas gaiolas, espécies de lepidópteros da família Pyralidae (Tabela 1), que são pragas comuns em processamento de milho. PAULA (2001) também coletou espécimes desta família em armadilhas tipo gaiola em unidade armazenadora de arroz, em Santa Catarina.

As armadilhas tipo gaiola, além de detectar focos de infestação de insetos, indicam quando e onde devem ser realizadas as medidas de limpeza da unidade, pois para o manejo integrado da qualidade é importante o acompanhamento da presença e evolução dos insetos nas estruturas armazenadoras.

Tabela 1 – Número de insetos capturados em sete armadilhas tipo gaiola com isca alimentar, em unidade armazenadora de milho, durante o período 12 meses, em 2002, Apucarana - PR.

Família	**Espécie**	**Nº'de insetos**	**%**
Silvanidae	*Oryzaephilus surinamensis* (L.)	21.384	69,6
Curculionidae	*Sitophilus zeamais* Motschulsky	4.424	14,4
Cucujidae	*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)	2.371	7,7
Tenebrionidae	*Tribolium castaneum (*Herbst)	760	2,5
Bostrichidae	*Rhyzopertha dominica* (F.)	356	1,2
Larvas	-------	266	0,9
Nitidulidae	*Carpophilus* spp.	264	0,9
Outros	Hymenoptera, Diptera, Hemiptera	235	0,8
Trogossitidae	*Lophocateres pusilus* (Klug.)	209	0,7
Cucujidae	*Ahsverus advena* (Waltl)	131	0,4
Anobiidae	*Lasioderma serricorne* (F.)	98	0,3
Tenebrionidae	*Gnatocerus cornutus* (F.)	62	0,2
Tenebrionidae	*Alphitobius* spp.	51	0,2
Pyralidae	*Corcyra cephalonica* (Stainton)	40	0,1
Pyralidae	*Cadra cautella* (Walker)	31	0,1
Total		**30.646**	

Do total de insetos capturados nas gaiolas, apenas 1% eram larvas, que possivelmente foram resultantes de eclosão dos ovos depositados na isca alimentar, demonstrando a importância da utilização dessas gaiolas para a detecção prematura de infestação de insetos na estrutura de armazenamento.

As diferenças observadas no número e espécies de insetos capturados nas armadilhas devem-se, não somente aos focos de infestação por causa de resíduos e grãos derramados, mas também ao conjunto de condições físicas do local específico de cada armadilha, favorecendo o desenvolvimento de determinadas populações. Segundo SUBRAMANYAM *et al.* (1998), a utilização de armadilhas em conjunto com os pós inertes na proteção de grãos podem facilitar os programas de manejo de pragas em produtos armazenados.

Observa-se, na Figura 5, que houve influência direta da temperatura e da umidade do ar na flutuação das populações de insetos nos meses de janeiro, novembro e dezembro, quando ocorreram as maiores capturas de insetos. O pico populacional de janeiro foi, em parte, resultado da falta de limpeza adequada da unidade armazenadora. Já nos meses de novembro e dezembro, o desenvolvimento das infestações foi favorecido pelo recebimento de lotes de milho infestados em outras unidades armazenadoras.

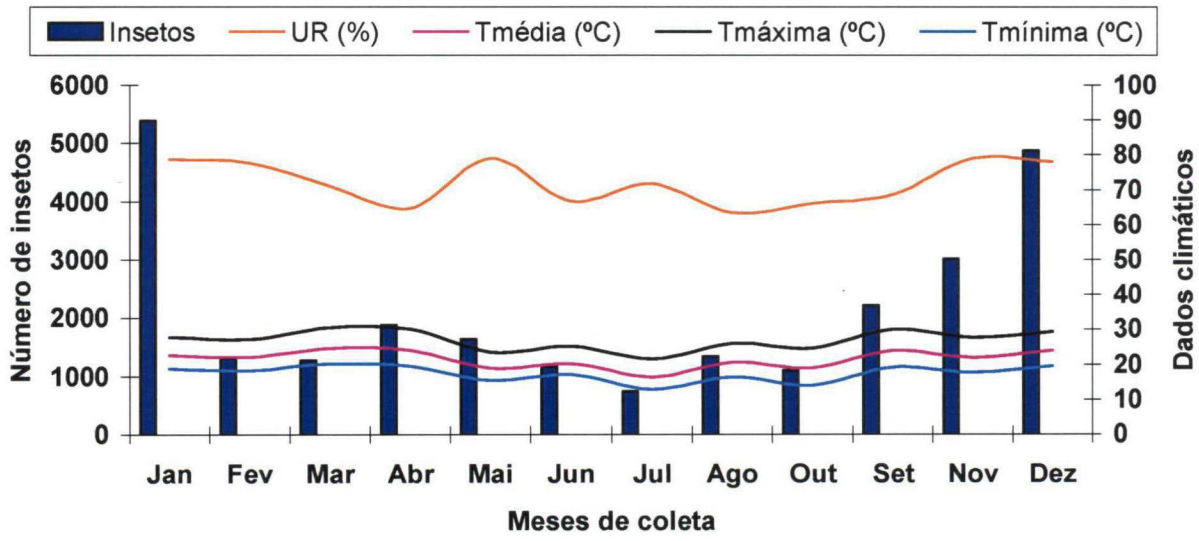


Figura 5 – Número de insetos capturados em sete armadilhas tipo gaiola com isca alimentar, colocadas em unidade de processamento de milho, comparado com a temperatura e a umidade relativa do ar em Apucarana - PR, 2002.

3.2.- Capturas com armadilhas tipo calador

Nas armadilhas tipo calador foram capturados 11.141 espécimes de insetos, sendo a maioria da ordem Coleoptera. As duas espécies predominantes foram *O. surinamensis* com 47,8% e *S. zeamais*, com 27,1% (Tabela 2).

A captura de várias espécies demonstra a eficiência que este tipo de armadilha tem para capturar insetos durante o período de armazenamento no interior da massa de grãos no silo. Sua eficiência foi comprovada por PEREIRA (1999), que a considera uma ferramenta essencial para o monitoramento de insetos em produtos armazenados.

Segundo MILLS (1989), a presença de resíduos de grãos e a alta percentagem de grãos quebrados favorecem a infestação da massa de grãos nos silos, principalmente de pragas consideradas secundárias, confirmando os resultados obtidos nesta pesquisa quanto à presença de *O. surinamensis*.

Tabela 2 – Número de insetos capturados em 18 armadilhas tipo calador em um silo com milho armazenado, durante o período 12 meses, em 2002, Apucarana - PR.

Família	Espécie	Nº'de insetos	%
Silvanidae	*Oryzaephilus surinamensis* (L.)	5.323	47,8
Curculionidae	*Sitophilus zeamais* Motschulsky	3.018	27,1
Cucujidae	*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)	1.631	14,7
Tenebrionidae	*Tribolium castaneum (*Herbst)	626	5,6
Bostrichidae	*Rhyzopertha dominica* (Fabr.)	145	1,3
Outros	Hymenoptera, Diptera, Hemiptera	126	1,1
Trogossitidae	*Lophocateres pusilus* (Klug.)	85	0,8
Tenebrionidae	*Alphitobius* spp.	79	0,7
Nitidulidae	*Carpophilus* sp.	63	0,6
Larvas	-------	45	0,4
Total		**11.141**	

Observa-se, na Tabela 3, que a infestação de insetos na massa de grãos aumentou significativamente a partir do mês de julho e apresentou os maiores picos

em novembro e dezembro. O aumento do número de insetos capturados nos meses mais quentes está de acordo com os resultados obtidos por THRONE & CLINE (1991), que registraram que as maiores migrações e reprodução desses insetos ao redor da unidade armazenadora e também dentro da massa de grãos no silo são influenciadas pelas temperaturas mais elevadas.

Tabela 3 – Número médio de insetos capturados com nove armadilhas calador, em duas profundidades, durante 12 meses, em um silo metálico com milho armazenado, Apucarana - PR, 2002.

Meses de captura	**Nº médio de insetos**
Janeiro	12, 5 c
Fevereiro	12,2 c
Março	12,3 c
Abril	13,0 c
Maio	14,5 c
Junho	24,0 c
Julho	37,7 b
Agosto	40,0 b
Setembro	41,3 b
Outubro	45,9 b
Novembro	66,5 a
Dezembro	64,3 a
F-[1/]	117,18**
CV (%)-[1/]	7,29

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
** significativo a 1% de probabilidade
[1/]- dados transformados para log (x+0,5)

O local do silo onde ocorreram as maiores infestações foi na parte central, onde foram registradas também as temperaturas mais elevadas e os maiores índices de grãos quebrados e impurezas (Tabela 4). No carregamento do silo não se teve o cuidado de utilizar espalhadores de grãos, apesar de o sistema de limpeza de grãos ter sido adequado. Ao redor do terceiro e quarto cabos também foram

registradas infestações elevadas de insetos, pois essas armadilhas encontravam-se no quadrante noroeste, recebendo maior incidência de raios solares e conseqüentemente com temperaturas mais elevadas. Na prática, é comum armazenar impurezas, grãos quebrados (quirera) para ser removida no momento do processamento para obter vantagens no preço, porém, essa prática compromete o fluxo de ar e controle de insetos.

Tabela 4 – Número médio de insetos capturados em nove armadilhas tipo calador, presas a cabos termométricos, em duas profundidades, durante 12 meses, em um silo metálico com milho armazenado, Apucarana - PR, 2002.

Posição	Local	Temperatura (°C)	Quirera + impurezas (%)	Número de insetos (média)
Ponto 1	Cabo na entrada do silo	20	7,4	10,0 d
Ponto 2	2° cabo à direita	24	8,6	15,6 cd
Ponto 3	3° cabo à direita	28	12,3	29,2 b
Ponto 4	4° cabo à direita	26	12,6	28,0 b
Ponto 5	5° cabo à direita	20	7,4	11,6 d
Ponto 6	6° cabo à direita	20	7,8	11,6 d
Ponto 7	7° cabo à direita	18	9,6	19,6 bcd
Ponto 8	8° cabo à direita	27	11,7	28,1 bc
Ponto 9	Cabo central	39	18,5	137,6 a
F-[1/]	268,93**			
CV (%)-[1/]	7,29			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5%.de probabilidade.
** - significativo a 1% de probabilidade.
[1/] dados transformados para log (x+0,5)

Os insetos de grãos armazenados, de um modo geral, têm distribuição agregada dentro da massa de grãos. Assim, há uma grande variabilidade na quantidade de insetos em amostras de um mesmo local ou em diferentes quadrantes. Segundo CUPERUS *et al.* (1990), os insetos locomovem-se aleatoriamente até encontrar um local adequado à sua adaptação, onde então se desenvolvem.

3.3.- Amostragem por peneiramento de grãos

O peneiramento de grãos é uma técnica muito utilizada pelos armazenistas de maneira geral. Este método requer cuidados especiais porque a distribuição dos insetos é agregada, podendo resultar em erros na determinação do nível de infestação.

Tabela 5 – Número de insetos capturados em 18 amostras de milho em um silo, durante o período 12 meses, em 2002, Apucarana - PR.

Família	Espécie	Nº'de insetos	%
Silvanidae	*Oryzaephilus surinamensis* (L.)	4.121	41,7
Curculionidae	*Sitophilus zeamais* Motschulsky	3.753	37,9
Cucujidae	*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)	957	9,7
Tenebrionidae	*Tribolium castaneum* (Herbst)	422	4,3
Bostrichidae	*Rhyzopertha dominica* (F.)	237	2,4
Outros	Hymenoptera, Diptera, Hemiptera	220	2,2
Trogossitidae	Lophocateres pusilus (Klug.)	38	0,4
Tenebrionidae	*Alphitobius* spp.	57	0,6
Nitidulidae	*Carpophilus* sp.	23	0,2
Tenebrionidae	*Gnatocerus cornutus* (F.)	21	0,2
Pyralidae	*Corcyra cephalonica* (Stainton)	22	0,2
Pyralidae	*Cadra cautella* (Walker)	18	0,2
Total		**9.889**	

Observa-se na Tabela 6, que somente a partir de setembro, quando as populações começaram a aumentar em função do aumento da temperatura (Apêndice 3), é que se observou diferença significativa entre as duas técnicas de coleta. A média de insetos coletados pelo peneiramento de grãos para a profundidade de 0,80 m, e a 0,30 m foi numericamente menor que a dos caladores que ficavam 15 dias expostos na massa de grãos a 0,80 m, mas não a 0,30 m, o que é esperado devido à diferença dos tipos de amostragem.

Quando foram comparadas as capturas ao longo dos meses, observa-se diferença entre o número de insetos, independente da técnica de coletas (Tabela 6). Além de existir em maior quantidade, *O. surinamensis* também é um inseto muito ativo dentro da massa de grãos, resultando em maior captura que as demais espécies. Estes resultados estão de acordo com PEREIRA (1994) o qual também coletou esta espécie em maior quantidade em trigo armazenado em silo com armadilhas caladores.

Tabela 6 – Número médio de *Oryzaephilus surinamensis* capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades, em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002.

	Armadilhas Caladores		**Amostragem de grãos**	
Meses	**0,30 m**	**0,80 m**	**0,30 m**	**0,80 m**
Janeiro	43,5 E a	17,5 D a	31,0 E a	9,0 A a
Fevereiro	47,5 E a	23,0 CD a	48,5 E a	18,0 A a
Março	27,5 E a	15,5 D a	49,5 E a	10,5 A a
Abril	31,0 E a	14,5 D a	32,5 E a	10,0 A a
Maio	35,0 E a	17,0 D a	41,5 E a	9,5 A a
Junho	56,5 DE a	27,5 CD a	68,0 DE a	28,5 A a
Julho	88,5 CD a	44,5 BCD a	100,0 CD a	14,0 A a
Agosto	139,0 AB a	70,0 B a	156,0 B a	38,5 A a
Setembro	115,0 BC b	68,5 B a	150,0 C a	15,0 A b
Outubro	150,0 AB a	55,0 BC a	105,0 C b	25,5 A a
Novembro	155,0 A b	142,0 A a	198,5 A a	45,0 A b
Dezembro	155,0 A b	123,0 A a	218,5 A a	35,5 A b
F-[1/]	28,63**			
CV (%)-[1/]	7,05			

As médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas para cada profundidade, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5%.
** significativo a 5% de probabilidade.
[1/] dados transformados para log (x+0,5)

A maior captura de *S. zeamais* com caladores ocorreu no mês de julho para as duas profundidades (0,30 e 0,80 m); enquanto que no peneiramento a maior

coleta foi no mês de novembro para 0,30 m, não havendo diferença na profundidade de 0,80 m entre os meses (Tabela 7). Observa-se que devido ao expurgo realizado no mês de novembro, foram encontrados muitos insetos mortos na massa de grãos pelo peneiramento.

Tabela 7 – Número médio de *Sitophilus zeamais* capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades, em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002.

	Armadilhas Caladores		**Amostragem de grãos**	
Meses	**0,30 m**	**0,80 m**	**0,30 m**	**0,80 m**
Janeiro	15,0 C a	6,0 DE a	6,5 B a	4,5 A a
Fevereiro	10,0 C a	4,0 E a	10,0 B a	2,5 A a
Março	20,0 C a	7,5 DE a	9,0 B b	2,5 A a
Abril	16,0 C a	5,0 DE a	7,5 B a	4,5 A a
Maio	21,0 C a	16,5 BCD a	8,5 B b	2,5 A b
Junho	38,0 C a	24,5 B a	13,5 AB b	8,0 A b
Julho	56,0 A a	38,0 A a	6,0 B b	6,0 A b
Agosto	43.5 B a	13,5 BCD a	9,0 B a	3,5 A b
Setembro	40,5 B a	22,5 BC a	16,0 AB b	3,0 A b
Outubro	37,5 B a	11,5 CDE a	6,0 B b	10,5 A a
Novembro	20,0 C a	16,5 BCD a	21,5 A a	10,0 A a
Dezembro	17,5 C a	9,0 DE a	8,0 B a	3,5 A a
F-[1/]		131,64**		
CV (%)-[1/]		17,13		

As médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas entre as profundidades de cada tipo de armadilhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.
**significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para log (x+0,5)

Segundo HAGSTRUM & FLINN (1995), as armadilhas tipo calador apresentam vantagens sobre o peneiramento porque permanecem dentro da massa de grãos detectando a infestação de insetos, enquanto que para o peneiramento retira-se uma amostra apenas.

Observa-se na Tabela 8 que não houve diferença significativa no número de *C. ferrugineus* capturado com armadilhas caladores nas duas profundidades. Quanto à flutuação populacional, a maior ocorrência foi registrada em novembro em ambas as profundidades. Já o peneiramento de grãos indicou uma diferença significativa entre as duas profundidades a partir de setembro, à medida que as populações aumentaram.

Tabela 8 – Número médio de *Cryptolestes ferrugineus* capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002.

	Armadilhas Caladores		Amostragem de grãos	
Meses	**0,30 m**	**0,80 m**	**0,30 m**	**0,80 m**
Janeiro	10,0 C a	6,5 BC a	4,5 D a	2,0 A a
Fevereiro	11,5 C a	3,0 C a	6,0 D a	2,5 A a
Março	16,0 C a	8,0 BC a	6,0 D a	2,5 A a
Abril	19,0 C a	2,5 C a	26,0 BC a	5,0 A a
Maio	13,5 C a	3,5 C a	13,5 CD a	2,5 A a
Junho	12,5 C a	4,5 C a	27,0 BC a	12,0 A a
Julho	45,0 B a	27,5 AB a	11,0 CD b	5,0 A a
Agosto	56,0 B a	19,0 BC a	39,0 B a	7,0 A a
Setembro	49,0 B a	17,0 BC a	28,5 BC b	14,0 A a
Outubro	63,5 B a	11,0 BC a	41,0 B b	10,0 A a
Novembro	97,5 A a	42,5 A a	63,0 A b	5,0 A a
Dezembro	63,5 B a	11,0 BC a	41,0 B b	10,0 A a
F-[1/]		26,46**		
CV (%)-[1/]		16,13		

As médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas entre as profundidades de cada tipo de armadilhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para log (x+0,5).

A redução da população nas armadilhas tipo calador, em dezembro, pode ser devida a um expurgo emergencial realizado em novembro para conter o aumento populacional.

Na Tabela 9, observa-se que o número de *T. castaneum* coletado não apresentou diferenças significativas entre as duas técnicas nem entre as duas profundidades, exceto em dezembro para a amostragem de grãos, com um número elevado a 0,30 m.

Tabela 9 – Número médio de *Tribolium castaneum* capturado com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades, em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002.

	Armadilhas Caladores		Amostragem de grãos	
Meses	**0,30 m**	**0,80 m**	**0,30 m**	**0,80 m**
Janeiro	3,0 C a	1,5 B a	2,5 B a	1,0 A a
Fevereiro	5,0 C a	1,5 B a	2,0 B a	1,0 A a
Março	4,0 C a	2,0 B a	5,0 B a	2,5 A a
Abril	2,0 C a	5,0 B a	9,5 B a	4,0 A a
Maio	10,0 C a	4,5 B a	16,5 B a	7,5 A a
Junho	31,5 BC a	9,5 B a	22,5 AB a	5,0 A a
Julho	25,0 BC a	5,0 B a	10,0 B a	1,5 A a
Agosto	9,0 C a	3,5 B a	11,0 B a	15,0 A a
Setembro	21,5 BC a	9,0 B a	28,0 AB a	5,5 A a
Outubro	37,5 B a	9,0 B a	33,0 AB a	5,0 A a
Novembro	54,5 A a	42,0 A a	30,0 AB a	6,5 A a
Dezembro	116,0 A a	65,0 A a	54,5 A a	5,5 A b
F-[1/]		4,61**		
CV (%)-[1/]		21,08		

As médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas entre as profundidades de cada tipo de armadilhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
-[1/] dados transformados para log (x+0,5)

Como observado para as demais espécies, as populações desses insetos sofreram aumentos significativos a 0,30 m ao longo dos meses, particularmente a partir de setembro quando a temperatura externa começou a aumentar e o grão já estava armazenado há mais tempo, além da adição de lotes infestados no silo próximo ao do experimento.

Segundo BARAK *et al.* (1990), as armadilhas tipo calador em silo de milho, com população conhecida de insetos, capturam mais *T. castaneum* que em amostras de grãos peneiradas, concordando com os resultados obtidos aqui, que, contudo não foram significativos.

Na tabela 10, estão relacionadas todas as demais espécies de insetos coletadas na massa de grãos pelas duas técnicas. Nesse grupo estão incluídos os dípteros, himenópteros e hemípteros. Observa-se que semelhantemente ao registrado para as demais espécies, os insetos concentram-se mais na camada superficial de grãos, a 0,30 m de profundidade. As populações também tenderam a aumentar a partir de setembro, com decréscimo em dezembro devido ao expurgo realizado em novembro, quando as populações atingiram níveis elevados no silo.

A espécie *R. dominica*, importante praga primária de grãos armazenados, ocorreu em baixas populações, tanto nas coletas com os caladores quanto pelo peneiramento. Segundo PEREIRA (1994), a captura desta espécie geralmente é maior pelo peneiramento devido à pouca mobilidade dentro da massa de grãos.

Os insetos *O. surinamensis*, *S. zeamais, C. ferrugineus* e *T. castaneum* são espécies muito ativas, enquanto que *R. Dominica* não se locomove tanto quanto as demais, por isso, apesar de estar presente na massa de grãos não foi capturada em número significativo nas armadilhas tipo calador. Segundo PEREIRA (1994) qualquer fator que influencia o movimento dos insetos poderá afetar na captura.

Segundo SUBRAMANYAM & HAREIN (1989), as armadilhas tipo calador por permanecerem constantemente na massa de grãos capturam mais insetos do que amostras de grãos peneirados. O peneiramento de amostras de grãos indica a presença de espécies de insetos com pouca mobilidade, concentrados em determinados pontos de coleta.

Assim sendo, recomenda-se a utilização constante das armadilhas tipo calador nos silos graneleiros porque representam uma técnica prática e precisa no monitoramento de insetos.

Tabela 10 – Número médio de outros insetos capturados com duas técnicas de monitoramento, em duas profundidades, em um silo com milho armazenado durante 12 meses, Apucarana - PR, 2002.

	Armadilhas Caladores		Amostragem de grãos	
Meses	**0,30 m**	**0,80 m**	**0,30 m**	**0,80 m**
Janeiro	6,0 BCD a	3,5 AB a	14,5 C a	1,5 A a
Fevereiro	3,5 D a	1,0 B a	20,0 BC b	2,5 A a
Março	7,0 BCD a	2,5 AB a	15,0 C a	2,5 A a
Abril	18,0 ABC a	4,0 AB a	10,5 C a	2,5 A a
Maio	6,5 BCD a	1,5 B a	14,0 C a	3,0 A a
Junho	8,0 BCD a	3,5 AB a	15,0 C a	5,0 A a
Julho	7,0 BCD a	2,5 AB a	19,5 BC a	2,0 A a
Agosto	5,0 Cd a	1,5 B a	15,0 C a	3,5 A a
Setembro	19,0 ABC b	10,0 AB a	36,0 A a	5,5 A a
Outubro	22,5 A a	16,0 A a	18,5 BC a	5,0 A a
Novembro	19,5 Ab a	9,0 AB a	30,0 AB a	7,5 A a
Dezembro	13,5 ABCDa	5,0 AB a	10,0 C a	3,5 A a
$F^{-1/}$		5,17**		
CV (%)$^{-1/}$		24,26		

As médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas entre as profundidades de cada tipo de armadilhas não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.
** significativo a 5% de probabilidade.
$^{-1/}$ dados transformados para log (x+0,5)

A Figura 9 mostra um mapa de áreas de risco na unidade armazenadora de milho, baseado nas capturas de insetos com as armadilhas tipo gaiola com atrativo alimentar. Observa-se que nas áreas próximas aos secadores e no túnel dos silos foi onde ocorreram as maiores infestações; as áreas próximas ao silo pulmão e na pré-limpeza as infestações foram consideradas de média infestação; enquanto que

na área da balança foram registrados os menores números de insetos. A comparação entre esses locais são passíveis de erros, pois na prática a distribuição dos insetos nas unidades armazenadoras geralmente não é homogênea, assim é importante estar sempre inspecionando as armadilhas para identificar os focos de infestações.

Segundo PAULA (2001), após a elaboração do mapa de risco em uma unidade armazenadora é possível adotar medidas de sanidade e reduzir o número de insetos que causam danos, com isso reduzir custos para manter a qualidade do produto armazenado.

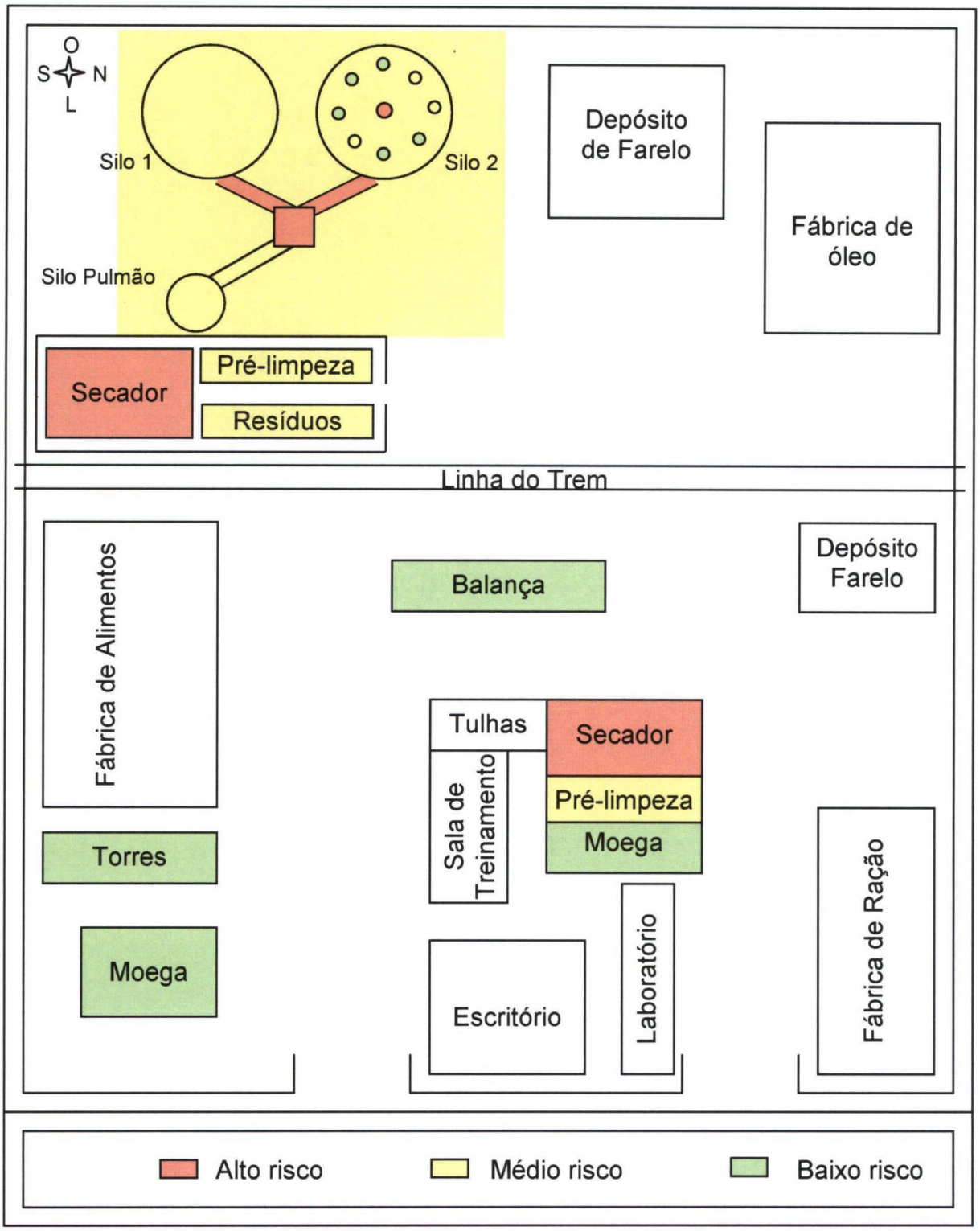


Figura 6 – Mapa das áreas de risco de infestações por insetos determinadas pelo número de insetos capturados com armadilhas tipo calador, no silo, e tipo gaiola, na estrutura de armazenamento de milho de uma empresa de processamento Apucarana - PR, 2002.

4. CONCLUSÕES

As capturas nas armadilhas tipo gaiola e calador e nas amostras de grãos indicam que as espécies mais numerosas no silo e na unidade de armazenamento de milho são *O. surinamensis, S. zeamais e C. ferrugineus*;

Os dados de captura obtidos com as armadilhas tipo gaiola permitem a elaboração de um mapa de risco para direcionar as medidas de controle, indicando que o túnel dos silos e a área dos secadores concentram as infestações mais elevadas de insetos, devido ao acúmulo de poeira e de resíduos de grãos;

As armadilhas tipo calador coletam mais insetos do que a técnica de peneiramento de grãos, pois ficam mais tempo na massa de grãos, capturando as espécies que apresentam maior mobilidade e são mais seletivas;

As capturas com armadilhas tipo calador e o peneiramento de grãos demonstram que os insetos concentram-se mais na camada superficial de grãos, a 0,30 m de profundidade do que a 0,80 m;

As populações de insetos aumentam a partir do mês de setembro devido ao aumento da temperatura ambiente, ao tempo de armazenamento e à mistura ou movimentação de lotes de grãos infestados;

Os dados de monitoramento obtidos pela combinação das armadilhas caladores que capturam insetos na massa de grãos com as gaiolas que ficam externamente na estrutura, fornecem informações precisas e complementares sobre as infestações e para as decisões de controle.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTHUR, F. H. Grain protectants: Current status and prospects for the future. **J. Stored Prod. Res. v. 32:** p. 293-302. 1996.

BARAK, A.V.; BURKHOLDER, W. E.; FAUSTINI, D. L. Factors affecting the design of traps for stored-product insects. **J. Kans. Entomol. Soc. v. 63:** p.466-485. 1990

CERUTI, F. C. **Técnicas de monitoramento e de controle em milho armazenado.** Curitiba, 2003. 93 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http:/www.conab. gov. br/ política agrícola-SAFRA.htm.> Acesso em: 22.abr.2003.

CUPERUS, G.W.; FARGO, W.S.; FLINN, P.W. Variables affecting capture of stored-grain insects in probe Traps. **J. Kans. Entomol. Soc. , v. 63**, p. 486-489, 1990.

DUPCHAK, L.M. **Detecção de sujidades e avaliação de uma formulação de pós inertes para o controle de insetos em grãos e farinha de trigo.** Curitiba. 1996. 44f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

GARCIA, M.J.D.M. & FERREIRA, W.A. & BIAGGINONI, M.A.M. & ALMEIDA, A.M. **Comportamento de insetos em milho armazenado em sistema aerado**, Arq. Inst. Biol. São Paulo, v. 67, n.1. p. 109-116, Jan/jun. , 2000.

HAGSTRUM, D.W.; FLINN, P. W. Integrated pest management of stored-insects. In: SAUER, D.B. (Ed.) **Storage of cereal grains and their products**. Minnesota. 4 ed. American Associates Cereal Chemistry. P. 535-562. 1995.

LAZZARI, F. A. Umidade, Fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. , 2 ed. Curitiba – PR, Ed. Autor, 134 p. 1997.

LAZZARI, F.A. & LAZZARI, S.M.N. **Identificação, quantificação e interpretação de perdas em produtos armazenados.** Revista Granos & Postcosecha Latino americana. Ano VI nº XXV. p.33–40. 2001.

LORINI, I. Controle integrado de pragas de grãos armazenados. **In: Simpósio de proteção de grãos armazenados**, Passo Fundo, RS. **Anais...** EMBRAPA-CNPT. 52p. 1998.

MILLS, R. B. *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) breeding in acorns. **J. Kansas Entomol. Soc. v.62**, p. 416-418. 1989.

PAULA, M. C. Z. de. **Manutenção da qualidade do arroz armazenado: Monitoramento e controle de insetos**. Curitiba. 2001. 74f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PEDERSEN, J. R. Insects: Identification, damage and detection. In: SAUER, D. B. (ed.). **Storage of cereal grains and their products**. 4 ed. Minnesota. American Association Cereal Chemistry. P. 435-489. 1992.

PEREIRA, P.R.V.S. **Comparação entre métodos para detecção de coleópteros adultos (Insecta: Coleoptera) e ocorrência de fungos em trigo armazenado.** Curitiba. 1994. 96 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PEREIRA, P.R.V.S. **Contribuição para o manejo de pragas de produtos armazenados**. Curitiba. 1999. 110 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PINNIGER, D.B. Food-baited traps: Past, present and future. **J. Kans. Entomol. Soc. v. 63**: p. 533-8. 1990.

RUPP, M.M.M. **Detecção de sujidades e avaliação do pó inerte para o controle de insetos em cevada cervejeira e malte armazenados**. Curitiba. 1996. 68 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

SINHA, R. N. The stored-grain ecosystem. **In**: **Stored-grain ecosystems.** Marcel Dekker, Inc., New York. Hong Kong. p. 1- 54. 1995.

STRONG, R.G. Distribution and relative abundance of stored – production insects in California: A method of obtaining sample population. **J. Econ. Entomol.** Clemson, v. 63, p. 591-596. 1970.

SUBRAMANYAM, B.H.; HAREIN; P.K. Insect infesting stored barley on farms in Minnesota. **J. Econ. Entomol**. v. 2, p.1817-1824. 1989.

SUBRAMANYAM, B.H.; C.L. SWANSON; N. MADAMANCHI; S. NORWOOD. Effectiveness of Insecto, a new generation diatomaceous earth formulation, in suppressing several stored-grain insect species. In: International Working Conference in Stores Product Protection (Canberra, Australia). **Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product Protection, vol 2.** CAB, Oxon. Canberra, Austrália. 1994.

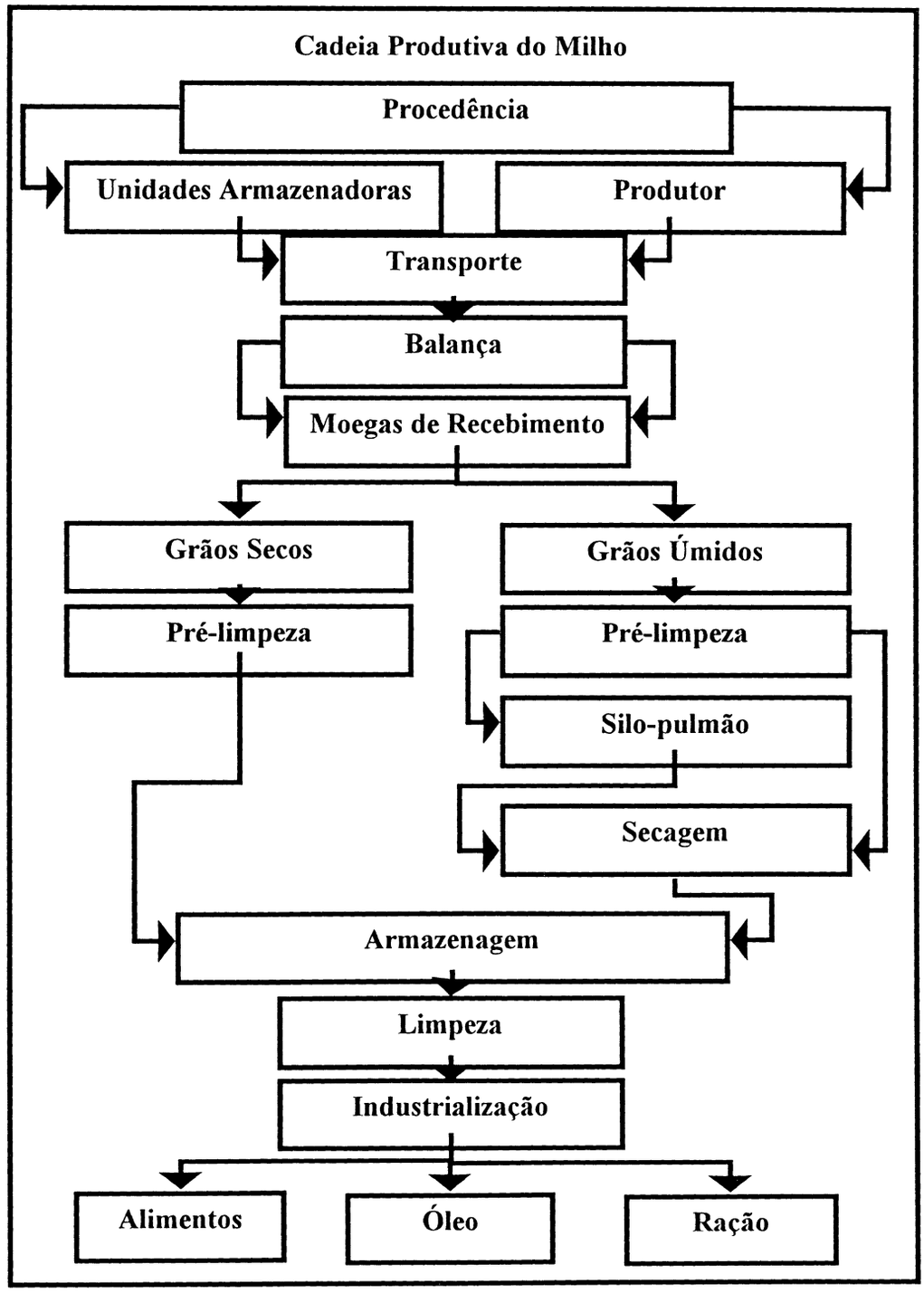
SUBRAMANYAM, B.H.; MADAMANCHI; N.; NORWOOD. S. Effectiveness of insecto applied to shelled maize against stored-product insect larvae. **J. Econ. Entomol. v. 91:** p. 280-286. 1998.

THRONE, J.E.; CLINE, L. D. Seasonal abundance of maize and rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in South Carolina. **J. Agric. Entomol. v.8** p. 93-100. 1991.

THRONE, J.E.; CLINE, L. D. Seasonal flight activity and seasonal abundance of selected stored – product Coleoptera around grain storages in South America. **J. Agric. Entomol.** Clemson, v. 11, n. 4, p.321-338. 1994.

6. APÊNDICES

Apêndice 1 – Fluxograma da matéria prima em empresa de processamento de milho, Apucarana - PR, 2002.



Apêndice 2 – Dados médios mensais da temperatura mínima, média, máxima e umidade relativa Estação Simepar; 23515154, Apucarana - PR, 2002.

		Temperatura (°C)			Umidade
Meses	**Período**	**Mínima**	**Média**	**Máxima**	**Relativa (%)**
Janeiro	1 a 15	19,28	23,03	27,88	76,3
	16 a 31	18,34	22,43	27,80	81,3
Fevereiro	1 a 15	18,27	22,61	28,14	73,6
	16 a 28	18,24	21,63	26,31	82,5
Março	1 a 15	20,66	25,28	31,46	69,6
	16 a 31	19,89	24,30	29,94	72,,4
Abril	1 a 15	19,07	23,98	30,27	66,7
	16 a 30	19,99	24,41	30,13	62,7
Maio	1 a 15	17,14	20,92	26,07	77,8
	16 a 31	14,01	17,18	21,31	79,9
Junho	1 a 15	17,52	21,25	26,19	65,6
	16 a 30	14,61	18,08	22,89	63,6
Julho	1 a 15	12,28	15,74	20,67	73,9
	16 a 31	13,41	17,28	22,31	70,0
Agosto	1 a 15	15,23	20,41	25,29	67,2
	16 a 31	16,78	21,04	26,63	60,2
Setembro	1 a 15	13,59	18,01	23,55	64,7
	16 a 30	14,63	20,05	26,12	67,5
Outubro	1 a 15	16,23	20,41	25,29	67,2
	16 a 31	16,78	21,04	26,63	60,2
Novembro	1 a 15	15,99	20,87	26,81	72,5
	16 a 30	19,55	23,22	28,57	85,6
Dezembro	1 a 15	19,35	23,14	28,36	82,6
	16 a 31	19,89	24,64	30,31	74,0

Apêndice 3 – Dados médios de temperatura (T°C) e umidade relativa (UR%) na indústria, casa de resíduos e em tulhas de grãos, obtidos com higrômetros em Apucarana - PR, ano 2002.

Meses	Indústria		Resíduos		Tulhas	
	T°C	UR (%)	T°C	UR (%)	T°C	UR (%)
Janeiro	27,0	71,0	27,6	75,4	28,4	70,0
Fevereiro	27,3	71,3	29,1	75,5	29,1	71,4
Março	27,3	71,4	26,1	75,4	27,7	68,2
Abril	28,7	64,4	30,4	59,1	28,2	62,8
Maio	23,8	73,0	25,5	67,4	24,1	83,1
Junho	24,7	65,6	23,8	78,8	25,9	86,8
Julho	20,1	73,9	20,0	77,0	21,0	83,2
Agosto	25,0	66,8	23,8	76,0	28,1	76,2
Setembro	23,5	68,6	22,1	75,7	23,8	75,5
Outubro	25,8	84,8	27,3	72,1	25,1	85,1
Novembro	25,8	81,6	23,4	84,0	25,6	73,0
Dezembro	26,3	76,5	26,5	79,8	27,4	72,2

CAPÍTULO IV

MÉTODOS QUÍMICOS E FÍSICOS PARA O CONTROLE DE INSETOS EM MILHO (*Zea mays* L.) ARMAZENADO A GRANEL

CAPÍTULO IV

MÉTODOS QUÍMICOS E FÍSICOS PARA O CONTROLE DE INSETOS EM MILHO (*Zea mays* L.) ARMAZENADO A GRANEL

RESUMO

O controle criterioso de insetos de grãos armazenados é um elemento importante dentro do manejo integrado a fim de evitar perdas econômicas durante o armazenamento. Diversos métodos e produtos estão disponíveis, cada qual com suas vantagens e desvantagens e condições necessárias para se obter um controle eficiente. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência de métodos químicos e físicos para o controle de insetos em grãos de milho armazenado a granel. Para os tratamentos químicos foram utilizados quatro inseticidas (bifenthrin, deltamethrina, fenitrothion e pirimiphos methyl), pulverizados isoladamente sobre os grãos e em misturas, combinando-os dois a dois, com metade da dose recomendada para cada um. Os grãos de milho foram tratados em bombonas de 50 kg e armazenado pelo período 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias, quando foram retiradas amostras de 1,5 kg de grãos de cada tratamento e infestadas com 10 insetos adultos das espécies *Sitophilus zeamais, Tribolium castaneum, Oryzaephilus surinamensis, Rhyzopertha dominica* e de *Ephestia* spp. A avaliação do número de insetos mortos era feita 15 dias após a infestação, peneirando-se as amostras. Os tratamentos com as formulações de terra de diatomácea (Insecto® e KeepDry®) foram na dosagem de 1 kg/t, seguindo o mesmo esquema dos inseticidas. O resfriamento foi aplicado com um equipamento que insufla ar na temperatura de 10ºC diretamente pelo sistema de aeração, durante 240 horas contínuas, em silo metálico com 6000 toneladas de milho armazenado. O tratamento foi avaliado pelos dados de captura de 18 armadilhas caladores inseridas na massa de grãos em duas profundidades. No controle de *S. zeamais*, a mistura de fenitrothion + pirimiphos methyl foi eficiente até 210 dias após o tratamento do grão. Para *R. dominica,* somente a mistura do bifentrin + fenitrothion foi eficiente até o término do experimento. A espécie *O. surinamensis* foi a que

se mostrou mais resistente ao controle químico. As misturas, de um modo geral, foram mais eficientes que os inseticidas isolados, com uma eficiência de controle acima de 80% até os 180 dias. As duas formulações de terra de diatomácea não apresentaram diferenças significativas entre si, e apesar de não atingirem, na maioria dos casos 80% de eficiência, devido ao curto tempo de exposição dos insetos, mostraram uma ação mais constante e prolongada que os inseticidas. O resfriamento, apesar de se registrar uma redução na temperatura da massa de grãos, não atingiu o nível de 15° C necessário para suprimir as populações dos insetos. Isto ocorreu porque não foram atendidas às condições necessárias de limpeza e nivelamento do grão que afetam o fluxo do ar. Os métodos físicos apresentam vantagens sobre os inseticidas pelo fato de não selecionarem para a resistência, nem deixarem resíduos de ingredientes ativos nos grão. Porém, para terem um desempenho melhor, precisam ser combinados com outras estratégias de manejo, principalmente a pré-limpeza dos grãos e das estruturas de armazenamento e até com inseticidas ou expurgo, quando necessário.

CHAPTER IV

CHEMICAL AND PHYSICAL METHODS FOR THE CONTROL OF INSECTS IN STORED CORN (*Zea mays* L.)

ABSTRACT

Adequate insect control techniques play an important role in integrated pest management in bulk storage facilities, in order to avoid economic losses due to insect infestations. Several methods and products are available, each one with its advantages and disadvantages and necessary conditions to attain an efficient control. The objective of this research was to evaluate efficiency of chemical and physical methods to control stored corn insects. For the chemical treatments, four insecticides were used (bifenthrin, deltamethrin, fenitrothion e pyrimiphos methyl) sprayed separately on the kernels and in mixtures, combining them two by two, with half of the recommended dose. Corn kernels were treated in 50 kg recipients and stored by 30, 60, 90, 120, 150, 180 and 210 days. After each period, three 1,5 kg samples of kernels of each treatment were removed and infested with 10 adults of *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica* and *Ephestia* spp. Evaluations of the number of dead insects were made by the 15th day after infestation, by sieving grain samples. For diatomaceous earth treatments, two formulations (Insecto® and KeepDry®) were dusted on kernels at the dosage of 1 kg/t, following the same procedure used for insecticides. Artificial cooling was performed with an equipment that insufflates cold air (10°C) through the aeration system, for 240 hours, in a 6000 t metallic silo with corn. The treatment was evaluated based on capture data of 18 probe traps inserted into the grain mass. For *S. zeamais* control, the mixture fenitrothion + pyrimiphos methyl presented the best results and was efficient up to 210 days after treatment. For *R. dominica*, only the mixture bifenthrin + fenitrithion was efficient until the end of the experiment. The species O. surinamensis showed resistance to chemical control. In general, the mixture were more efficient than insecticides alone, presenting at least 80%

efficiency until the 180th day of storage. The two diatomaceous earth formulations did not present significant differences between them and did not reach 80% efficiency in most treatments, because of short exposure time. However, they showed a more constant and lasting action than insecticides. Cooling did not reduce temperature of grain mass to 15°C, which was the goal to suppress insect populations. This happened because necessary cleaning and grain leveling were not observed to facilitate airflow. Physical methods, such as diatomaceous earth application presented some advantages when compared to chemicals because they do not select for resistance, neither leave active ingredient residues. However, physical techniques are more efficient when combined with other management strategies, mainly grain and structural cleaning, and if necessary they can be associate to liquid insecticides and fumigation.

1. INTRODUÇÃO

Os insetos que atacam os grãos armazenados possuem alta capacidade reprodutiva e elevado potencial destrutivo, provocando perdas qualitativas e quantitativas significantes durante o armazenamento (PUZZI, 1986). O controle populacional é geralmente feito preventivamente mediante a pulverização de inseticidas líquidos sobre os grãos na correia transportadora ou, curativamente, na forma de expurgo com fosfina, sem considerar níveis de controle. A pressão seletiva causada por aplicações constantes de inseticidas tem resultado em problemas de resistência, além da presença de resíduos de ingredientes ativos nos grãos e subprodutos.

A utilização de inseticidas no controle de insetos de grãos armazenados tem sido uma preocupação constante dos especialistas da área, pois, em função da resistência e segurança alimentar, apenas poucos ingredientes ativos estão disponíveis para o controle de insetos em armazenamento. ARTHUR (1996) atribui a redução do uso de inseticidas em grãos armazenados ao aumento de populações resistentes e à disponibilidade de outras estratégias de manejo, como o uso de pós-inertes, resfriamento artificial e de novas técnicas de fumigação.

As misturas de inseticidas visam não somente ampliar a eficiência e tornar o controle mais econômico devido à utilização de dosagens menores usadas nas misturas. Não se recomenda fazer misturas de inseticidas sem possuir os conhecimentos sobre segurança, dosagens e princípios ativos a serem utilizados, além dessa prática não ser legalizada no Brasil (STRESSER, 1999).

Métodos alternativos, particularmente o uso de pós-inertes e o resfriamento artificial da massa de grãos têm sido aplicados com sucesso, geralmente combinados entre si e com a limpeza adequada.

Existem cinco grupos básicos de pós-inertes que podem ser diferenciados pela sua composição ou pelo seu nível de ação: pós não silicosos (fosfato de rocha, enxofre moído, calcário e sal comum); areia, cinza e argila; terra diatomácea ou diatomita, sílica aerogel e sílicas (GOLOB, 1997). Este autor afirma que os pós-inertes,

principalmente a terra de diatomácea, vem ampliando a sua utilização na proteção dos grãos contra os insetos em programas de manejo integrado de pragas.

A terra de diatomácea é obtida a partir da moagem de sedimentos de carapaças de algas diatomáceas, constituídas de sílica amorfa hidratada (SiO_2) que fica adsorvida à cera epicuticular dos insetos causando a morte por desidratação (JACKSON & WEBLER, 1994). Apresenta algumas vantagens importante em relação aos inseticidas convencionais como: efeitos residuais duradouro, não deixa resíduos tóxicos nos grãos, tem baixa toxicidade para mamíferos (DL_{50} de 3160 mg/kg); não é tóxica para animais domésticos e operadores; e não causam contaminação ambiental (SUBRAMANYAM, *et al.* 1998). É reconhecida como segura pelo US Food and Drug Administration – FDA e registrada como aditivo alimentar-21 CRF 182,90, 182-1711 (JAYAS *et al.*, 1995).

A eficácia da terra de diatomácea foi comprovada, no Brasil, por diversos autores, e aplicada por polvilhamento ou pulverização contra diversas espécies de insetos em diferentes grãos e sementes a granel. Formulações de terra diatomácea na dosagem de 250 a 1500g/t de grãos foram eficientes para *Sitophilus oryzae, Tribolium castaneum, Oryzaephilus surinamensis* e *Cryptolestes* spp em diversos grãos, conforme resultados de PINTO JR. (1994); PEREIRA, (1994); RUPP (1996), DUPCHAK, (1997); LORINI *et al.* (2002) também observaram que os tratamentos com terra de diatomácea apresentam alta eficácia no controle de *S. oryzae e Cryptolestes* spp., em trigo e cevada cervejeira, sem apresentar diferença significativa com os tratamentos com deltamethrina. As doses de terra diatomácea de 750 a 1000 g/t foram eficazes, segundo LORINI (1998), no controle de *Rhyzopertha dominica.* PINTO JR. (1999) e PEREIRA (1999) constataram a eficiência da terra de diatomácea para o controle de pragas de milho armazenado e em espiga. PAULA (2001) obteve resultados satisfatórios no controle de insetos em arroz em casca, armazenado em larga escala. RUPP *et al.* (1998) testaram com sucesso terra de diatomácea no controle de insetos em sementes de cevada cervejeira, aplicada na forma de pó seco e pó molhável.

O manejo da temperatura da massa de grãos também é uma medida física de controle dos insetos, convencionalmente feito através da aeração com ar frio natural.

Contudo, em muitas regiões do Brasil, o ar atmosférico não é frio o suficiente, nem mesmo à noite, para favorecer o resfriamento dos silos por aeração quando necessário.

O resfriamento artificial pela insuflação forçada de ar frio representa uma tecnologia muito eficiente para reduzir a temperatura da massa de grãos a uma faixa segura de aproximadamente 15°C, que impede o desenvolvimento das populações de insetos, suprimindo-as por um longo período e mantendo a qualidade físico-sanitária do produto.

Esta pesquisa visa a avaliação de estratégias de controle de insetos que possam ser usadas em sistemas de manejo de grãos armazenados, não somente para ser aplicada pelos armazenistas em situações diversas, mas para atender às demandas dos consumidores por grãos e subprodutos de qualidade. Assim, os objetivos foram avaliar a eficácia das seguintes metodologias para o controle de insetos em milho armazenado a granel em silo metálico: 1) - inseticidas líquidos convencionalmente aplicados isoladamente; 2) - misturas de inseticidas utilizadas por armazenistas; 3) - duas formulações de terra de diatomácea; e 4) - resfriamento artificial de grãos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma empresa processadora de milho em Apucarana, PR e no Laboratório de Pragas de Grãos Armazenados Prof. Dr. Armando Antunes de Almeida, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), onde foram criadas e mantidas as populações de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae); *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Silvanidae); *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae) e *Ephestia* spp. (Lepidoptera: Pyralidae), utilizados neste experimento.

2. 1 – Avaliação de inseticidas e de terra de diatomácea

O milho utilizado foi o híbrido 30K75, colhido na Fazenda Colina em Apucarana - PR, com teor de umidade de 25% e secado em secador industrial, tipo cascata, utilizando temperatura do ar de secagem de 100ºC até aproximadamente 13% de teor de umidade do grão.

Para a determinação do teor de umidade do grão foram feitas três repetições de 5,0 g para cada tratamento, colocadas em estufa sem circulação forçada de ar, em temperatura de 105±1ºC, retiradas após 24 horas (BRASIL, 1992). Os resultados obtidos em percentagem foram transformados para base úmida.

Os tratamentos foram feitos com milho limpo e seco, em bombonas plásticas com capacidade de 50 kg, vedadas com "voil" e preso com uma cinta de borracha (Figura 1).

Para a aplicação do inseticida, utilizou-se um pulverizador propulsionado a ar e equipado com bico pneumático, com 0,005 L de calda/kg de milho. A aplicação da terra diatomácea nos grãos foi realizada com equipamento com regulagem e pressão para polvilhamento. Na testemunha, foi aplicada apenas água. Para todos os tratamentos a homogeneização foi efetuada dentro das próprias bombonas.

A cada 15 dias, era retirada uma porção de 1,5 kg de milho de cada bombona, colocada no congelador por seis dias, para depois ser subdividida em três amostras (repetições) de 0,5 kg, acondicionadas em três frascos de vidros com tampa telada, onde eram liberados 10 insetos adultos, não sexados, de cada espécie. Os frascos foram colocados em câmara a 27±2°C, 75% UR e 12 horas de fotofase.

A contagem do número de insetos mortos era feita a cada 15 dias após a infestação, com o peneiramento das amostras, até completar o período de armazenamento de 210 dias.

As especificações dos produtos são apresentadas na Tabela 1, sendo que as misturas foram feitas com a dosagem de cada produto reduzida pela metade.

Tabela 1 – Especificações dos inseticidas e terra de diatomácea aplicados em grãos de milho armazenados nas bombonas de 50 kg, para a avaliação da eficiência no controle de insetos, Apucarana - PR, 2002.

Grupo	Nome Comum	Formulado	Dose Recomendada	Carência
Fosforado	pirimiphos methyl 50%	Actellic® 500CE	16 mL/t	30 dias
Piretróide	deltamethrina 2,5%	K-Obiol® 25 CE	15 mL/t	30 dias
Fosforado	Fenitrothion	Sumigram® 500CE	20 mL/t	14 dias
Piretróide	Bifenthrin	Prostore® 25 CE	16 mL/t	30 dias
Diatomáceas	Insecto®	Pó-Inerte	1 kg/t	-----
Diatomáceas	KeepDry®	Pó-Inerte	1 kg/t	-----
Testemunha	-----	----	S/tratamento.	-----

Foram desenvolvidos os seguintes tratamentos:

1 = pirimiphos methyl 50%; 2 = deltamethrina 2,5%; 3 = fenitrothion; 4 = bifenthrin; 5 = pirimiphos methyl 50% + deltamethrina 2,5%; 6 = pirimiphos methyl 50% + fenitrothion; 7 = pirimiphos methyl 50% + bifenthrin; 8 = deltamethrina 2,5% + fenitrothion; 9 = deltamethrina 2,5% + bifenthrin; 10 = fenitrothion + bifenthrin; 11 = TD insecto®; 12 = TD KeepDry®; 13 = Testemunha (grãos sem tratamento).

Para avaliar a eficiência dos inseticidas no controle das diferentes espécies de insetos foi considerada a mortalidade superior a 80% e com diferença estatística da testemunha.

Figura 1 – Bombonas com milho pulverizado (A), Coleta de amostras (B), Frascos de vidro com os insetos (C); e a disposição dos frascos na câmara de armazenagem (D).

O delineamento experimental aplicado foi inteiramente casualizado, com três repetições, sendo que os dados foram submetidos à análise de variância e à

comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A eficiência relativa dos inseticidas foi calculada segundo a fórmula de ABBOTT (1925).

2.2 – Avaliação do resfriamento artificial em larga escala

O experimento foi realizado em um silo vertical de 6000 t de milho armazenado. O resfriamento foi aplicado com uma máquina que insuflava ar frio, a 10°C, através do sistema de aeração, por um período de 240 horas, nos meses de maio e julho de 2002 (Figura 2).

As avaliações foram realizadas quinzenalmente com 18 armadilhas tipo calador inseridas na massa de grãos a 0,30 m e 0,80 m, conforme descrito no Capítulo III.

A percentagem de quirera e impurezas na massa de grãos foi determinada pelo peneiramento de amostras de milho de 1 kg obtidas em 9 pontos no silo; o material que passou pela peneira de 5 mm foi pesado e considerado como impurezas e quirera.

Figura 2 – Máquina insuflando ar frio em um silo de capacidade de 6000 t de milho em uma empresa de processamento de milho em Apucarana – PR, 2002.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Inseticidas e terra de diatomácea

Todos os tratamentos com os inseticidas químicos mostraram-se eficientes para o controle de *S. zeamais* até 150 dias após a aplicação, com eficiência acima de 80%, com exceção do pirimiphos methyl e da mistura deste com a deltamethrina (Tabela 2), que já aos 90 dias não apresentavam diferenças significativas entre suas médias. GUEDES & SILVA (1992) obtiveram resultados satisfatórios com este inseticida até 90 dias após a aplicação.

Ao final do período de armazenamento de 210 dias, os inseticidas deltamethrina + bifenthrin e fenitrotrion + bifenthrin não apresentaram diferenças significativas entre si, e somente a segunda combinação apresentou eficiência acima de 80% (Tabela 2), concordando com os resultados obtidos por PEREIRA *et al.* (1997) e GUEDES & SILVA (1992).

Conforme se observa na Tabela 2, não houve diferenças significativas entre as duas formulações de terra de diatomácea, cuja eficiência foi próxima de 80% para o controle de *S. zeamais*. Devido ao tempo de exposição dos insetos aos tratamentos que era de apenas 15 dias, a eficácia da terra diatomácea não pode ser comparada plenamente, pois este produto, em função de seu modo de ação, age mais lentamente que os inseticidas químicos. LORINI *et al.* (2002) obtiveram eficiência superior a este tratamento quando o tempo de exposição à terra de diatomácea foi mais prolongado. A eficácia da terra diatomácea está em função das condições que se encontra o produto armazenado, livre de impurezas e com índices reduzidos de danos mecânicos. Segundo FIELDS & KORUNIC (2000), populações de insetos expostas à terra de diatomácea por várias gerações poderão desenvolver resistência. Por outro lado, JAYAS *et al.* (1995) afirmam que as unidades armazenadoras são ecossistemas favoráveis para a proliferação dos insetos, e em locais com muita poeira e impurezas, os inseticidas tornam-se menos eficientes.

Tabela 2 - Mortalidade (%) de adultos de *Sitophilus zeamais* expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, e armazenados por diferentes períodos, Apucarana – PR.

	Dias após a aplicação						
Tratamentos[1]	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**	**210**
1	91,7 a	98,3 a	95,0 a	88,3 ab	76,7 bcd	76,7 abc	45,0 ef
2	93,3 a	100,0 a	95,0 a	85,0 bc	81,7 ab	75,0 abc	36,7 f
3	100,0 a	93,3 a	95,0 a	93,3 ab	81,7 ab	78,3 abc	40,0 f
4	98,3 a	98,3 a	95,0 a	96,7 a	80,0 abc	83,3 a	63,3 bcd
5	100,0 a	98,3 a	96,7 a	93,3 ab	78,3 bcd	81,7 ab	53,3 de
6	98,3 a	96,7 a	98,3 a	93,3 ab	86,7 ab	73,3 abc	55,0 de
7	98,3 a	96,7 a	98,3 a	93,3 ab	83,3 ab	78,3 abc	73,3 ab
8	100,0 a	96,7 a	98,3 a	96,7 a	90,0 a	73,3 abc	73,3 ab
9	96,7 a	98,3 a	96,7 a	95,0 ab	90,0 a	81,7 ab	75,0 a
10	96,7 a	96,7 a	98,3 a	96,7 a	90,0 a	83,3 a	80,0 a
11	78,3 b	75,0 b	80,0 b	76,7 c	70,0 cd	71,7 bc	61,7 cd
12	76,7 b	80,0 b	80,0 b	75,0 c	68,3 d	70,0 c	70,0 abc
13	13,3 c	13,3 c	11,7 c	13,3 d	11,7 e	11,7 d	16,0 g
F				298,23**			
CV (%)				5,26			

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade.
** - Significativo a 1% de probabilidade
[1]Tratamentos: 1 = pirimiphos methyl 50%; 2 = deltamethrina 2,5%; 3 = fenitrothion; 4 = bifenthrin; 5 = pirimiphos methyl 50% + deltamethrina 2,5%; 6 = pirimiphos methyl 50% + fenitrothion; 7 = pirimiphos methyl 50% + bifenthrin; 8 = deltamethrina 2,5% + fenitrothion; 9 = deltamethrina 2,5% + bifenthrin; 10 = fenitrothion + bifenthrin; 11 = TD Insecto®; 12 = TD KeepDry®; 13 = Testemunha.

No controle de *T. castaneum*, todos os tratamentos químicos mostraram-se eficientes até 120 dias após a aplicação (Tabela 3). Aos 150 dias os tratamentos com deltamethrina, fenitrothion e bifenthrin perderam sua eficiência e aos 180 dias, as misturas pirimiphos methyl + deltamethrina e pirimiphos methyl + fenitrothion também

tiveram sua eficiência reduzida. Após 210 dias da aplicação, todos os tratamentos apresentaram eficiência inferior a 80%.

Na Tabela 3 observa-se que a mistura dos inseticidas fenitrothion + bifenthrin foi o tratamento que apresentou eficiência mais elevada contra *T. castaneum* ao final do período. Esta mistura é muito utilizada, na prática, pelos operadores de unidades armazenadoras de milho e, segundo LORINI *et al.* (2002), esses produtos atingiram eficiência de controle de 95% em grãos de cevada armazenada, por 228 dias após aplicação de inseticidas.

Apesar de diferir estatisticamente da testemunha, a eficiência dos pós-inertes no controle de *T. castaneum* foi abaixo de 80% (Tabela 3). O fato pode estar relacionado à espessura e rigidez da epicutícula desta espécie e também em função do tempo de exposição ao produto foi curto. LORINI *et al.* (2002) também obtiveram eficiência de controle baixa com terra diatomácea sobre esta mesma espécie.

Observa-se na Tabela 4 que todos os tratamentos mostraram-se eficientes para o controle de *O. surinamensis* até 60 dias após a aplicação. Até 90 dias os produtos que apresentaram eficiência superior a 80% foram deltamethrina, bifenthrin e as misturas de pirimiphos methyl + fenitrothion, deltamethrina + fenitrothion, deltamethrina + bifenthrin e fenitrothion + bifenthrin. O tratamento com fenitrothion isolado apresentou eficiência de controle abaixo de 80%, aos 90 dias, mas nos tratamentos no qual foi misturado com outros produtos, sua eficiência foi alta. Após 120 dias da aplicação dos inseticidas, a eficiência de controle de todos era inferior a 80%.

Tabela 3 - Mortalidade (%) de adultos de *Tribolium castaneum* expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra diatomácea, e armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR.

	Dias após a aplicação						
Tratamentos[1]	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**	**210**
1	93,3 a	93,3 a	93,3 a	86,7 b	80,0 ab	80,0 ab	56,7 cd
2	95,0 a	98,3 a	95,0 a	90,0 ab	76,7 b	75,0 b	46,7 de
3	100,0 a	98,3 a	96,7 a	90,0 ab	76,7 b	76,7 ab	40,0 e
4	100,0 a	100,0 a	96,7 a	90,0 ab	76,7 b	83,3 ab	65,0 bc
5	93,3 a	93,3 a	98,3 a	95,0 ab	88,3 a	76,7 ab	70,0 ab
6	98,3 a	95,0 a	98,3 a	91,7 ab	90,0 a	73,3 b	66,7 abc
7	96,7 a	96,7 a	96,7 a	100,0 a	90,0 a	80,0 ab	68,3 ab
8	100,0 a	100,0 a	96,7 a	95,0 ab	90,0 a	83,3 ab	71,7 ab
9	95,0 a	96,7 a	96,7 a	96,7 ab	90,0 a	80,0 ab	71,7 ab
10	100,0 a	95,0 a	98,3 a	95,0 ab	90,0 a	86,7 a	76,7 a
11	70,0 b	78,3 b	75,0 b	68,3 c	73,3 b	76,7 ab	68,3 ab
12	73,3 b	76,7 b	75,0 b	75,0 c	75,0 b	75,0 b	73,3 ab
13	10,0 c	11,7 c	10,0 c	8,3 d	6,7 c	5,0 c	10,0 f
F				243,57**			
CV (%)				4,98			

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si 5% de probabilidade.
** Significativo a 1% de probabilidade
[1]Tratamentos: 1 = pirimiphos methyl 50%; 2 = deltamethrina 2,5%; 3 = fenitrothion; 4 = bifenthrin; 5 = pirimiphos methyl 50% + deltamethrina 2,5%; 6 = pirimiphos methyl 50% + fenitrothion; 7 = pirimiphos methyl 50% + bifenthrin; 8 = deltamethrina 2,5% + fenitrothion; 9 = deltamethrina 2,5% + bifenthrin; 10 = fenitrothion + bifenthrin; 11 = TD insecto®; 12 = TD KeepDry®; 13 = Testemunha.

Tabela 4 - Mortalidade (%) de adultos de *Oryzaephilus surinamensis* expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, e armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR.

	Dias após a aplicação						
Tratamentos[1]	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**	**210**
1	86,7 a	83,3 a	70,0 b	60,0 bcd	45,0 a	30,0 d	13,3 a
2	96,7 a	86,7 a	86,7 a	76,7 a	46,7 a	36,7 cd	13,3 b
3	90,0 a	90,0 a	78,3 ab	53,3 cde	45,0 a	33,3 cd	13,3 b
4	90,0 a	88,3 a	90,0 a	66,7 abc	46,7 a	36,7 cd	36,7 a
5	90,0 a	90,0 a	70,0 b	63,3 abc	50,0 a	33,3 cd	16,7 b
6	96,7 a	91,7 a	85,0 a	56,7bcde	45,0 a	38,3 bcd	16,7 b
7	93,3 a	95,0 a	76,7 ab	66,7 abc	43,3 a	40,0 bcd	13,3 b
8	96,7 a	93,3 a	85,0 a	63,3 abc	50,0 a	58,3 a	40,0 a
9	98,3 a	93,3 a	83,3 ab	70,0 ab	53,3 a	45,0 abc	36,7 a
10	96,0 a	93,3 a	86,7 a	60,0 bcd	46,7 a	40,0 bcd	40,0 a
11	53,3 b	48,3 b	45,0 c	45,0 e	45,0 a	51,7 ab	40,0 a
12	50,0 b	50,3 b	50,0 c	48,3 de	48,3 a	55,0 a	46,7 a
13	8,3 c	6,7 c	5,0 d	5,0 f	5,0 b	6,7 e	8,3 b
F				626,33**			
CV (%)				9,28			

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si 5% de probabilidade.
** - Significativo a 1% de probabilidade
[1]Tratamentos: 1 = pirimiphos methyl 50%; 2 = deltamethrina 2,5%; 3 = fenitrothion; 4 = bifenthrin; 5 = pirimiphos methyl 50% + deltamethrina 2,5%; 6 = pirimiphos methyl 50% + fenitrothion; 7 = pirimiphos methyl 50% + bifenthrin; 8 = deltamethrina 2,5% + fenitrothion; 9 = deltamethrina 2,5% + bifenthrin; 10 = fenitrothion + bifenthrin; 11 = TD Insecto®; 12 = TD KeepDry®; 13 = Testemunha.

Os produtos à base de terra de diatomácea, mesmo apresentando uma eficiência abaixo de 80%, diferiram estatisticamente da testemunha e mantiveram sua ação por mais tempo que os inseticidas líquidos.

A espécie *O. surinamensis* é considerada uma praga secundária que atinge densidade populacional elevada, podendo provocar danos significativos aos grãos

armazenados. Esta praga vem apresentando um grau de resistência elevado aos inseticidas utilizados convencionalmente, pois geralmente são os primeiros a colonizar a massa de grãos após a aplicação de inseticida (BECKEL *et al.,* 2001). Outros autores já relatavam o desenvolvimento de resistência dos insetos de grãos armazenados aos inseticidas utilizados comercialmente, entre eles os pirimiphos-methyl, fenitrothion, cloropyriphos-methyl, malathion e fosfina (ZETTLER & BEEMA, 1995; GUEDES *et al.*, 1996; SARTORI & LORINI, 2000).

No controle de *R. dominica*, todos os tratamentos mostraram-se eficientes até 120 dias após a aplicação. Até aos 180 dias, as combinações mais eficientes foram as misturas fenitrothion + bifenthrin e deltamethrina + bifenthrin (Tabela 5), comprovando que as misturas elevam a eficiência de controle com relação aos produtos aplicados isoladamente. Aos 210 dias da aplicação, os tratamentos apresentaram eficiência inferior a 80%. A terra de diatomácea manteve uma ação constante e, aos 210 dias, as duas formulações foram mais eficientes que a maioria dos inseticidas, causando elevada mortalidade desta espécie.

Tabela 5 - Mortalidade (%) de adultos de *Rhyzopertha dominica* expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR.

	Dias após a aplicação						
Tratamentos[1]	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**	**210**
1	100,0 a	95,0 a	91,7 a	86,7 bc	66,7 bc	73,3 c	40,0 d
2	96,7 a	98,3 a	96,7 a	96,7 ab	85,0 a	76,7 c	50,0 cd
3	100,0 a	90,0 a	98,3 a	90,0 abc	76,7 ab	78,3 c	50,0 cd
4	100,0 a	96,7 a	96,7 a	83,3 c	85,0 a	75,0 c	60,0 bc
5	96,7 a	95,0 a	96,5 a	95,0 ab	80,0 a	80,0 bc	60,0 bc
6	98,3 a	96,7 a	98,3 a	93,3 abc	76,7 ab	80,0 bc	70,0 ab
7	96,7 a	98,3 a	96,7 a	98,3 a	76,7 ab	73,3 c	50,0 cd
8	98,3 a	98,3 a	96,7 a	96,7 ab	86,7 a	76,7 c	66,7 ab
9	98,3 a	96,7 a	98,3 a	98,3 a	81,7 a	90,0 ab	60,0 bc
10	100,0 a	98,3 a	96,7 a	96,7 ab	80,0 a	93,3 a	50,0 cd
11	70,0 b	70,0 b	73,3 b	70,0 d	60,0 c	70,0 c	70,0 ab
12	73,3 b	73,3 b	73,3 b	60,0 d	66,7 bc	70,0 c	75,0 a
13	6,7 c	8,3 c	5,0 c	5,0 e	6,7 d	6,7 d	8,3 e
F				384,31**			
CV (%)				5,01			

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade.
** - Significativo a 1% de probabilidade
[1]Tratamentos: 1 = pirimiphos methyl 50%; 2 = deltamethrina 2,5%; 3 = fenitrothion; 4 = bifenthrin; 5 = pirimiphos methyl 50% + deltamethrina 2,5%; 6 = pirimiphos methyl 50% + fenitrothion; 7 = pirimiphos methyl 50% + bifenthrin; 8 = deltamethrina 2,5% + fenitrothion; 9 = deltamethrina 2,5% + bifenthrin; 10 = fenitrothion + bifenthrin; 11 = TD Insecto®; 12 = TD KeepDry®; 13 = Testemunha.

Observa-se na Tabela 6 que, até 180 dias da aplicação, todos os inseticidas, com exceção do pirimiphos methyl isolado, foram eficientes no controle de *Ephestia* spp. Porém, após 210 dias, a eficiência de todos foi inferior a 80%. Segundo PINTO JR. (1999), o Actellic tem sido usado como um produto de alta eficácia para o controle da traças-dos-cereais.

Tabela 6 - Mortalidade (%) de adultos de *Ephestia* spp expostos por 15 dias a grãos de milho tratados com inseticidas e terra de diatomácea, e armazenados por diferentes períodos, Apucarana - PR.

	Dias após a aplicação						
Tratamentos[1]	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**	**210**
1	100,0 a	96,7 a	95,0 a	93,3 a	90,0 abc	73,3 d	46,7 de
2	100,0 a	95,0 a	98,3 a	93,3 a	80,0 c	80,0 cd	60,0 bc
3	100,0 a	96,6 a	96,7 a	95,0 a	83,3 bc	90,0 abc	58,3 bcd
4	100,0 a	95,0 a	95,0 a	93,3 a	93,3 ab	83,3 bcd	50,0 cde
5	96,7 a	96,7 a	93,3 a	98,3 a	95,0 ab	88,3 abc	70,0 ab
6	98,3 a	98,3 a	98,3 a	96,7 a	86,7 abc	95,0 ab	73,3 a
7	98,3 a	98,3 a	96,7 a	95,0 a	95,0 ab	93,3 ab	75,0 a
8	96,7 a	98,3 a	98,3 a	98,3 a	98,3 a	96,7 a	73,3 a
9	98,3 a	96,7 a	96,7 a	95,0 a	95,0 ab	96,7 a	73,3 a
10	96,7 a	96,7 a	96,7 a	96,7 a	98,3 a	96,7 a	70,0 ab
11	80,0 b	65,7 b	38,4 b	43,3 b	48,3d	48,3 e	43,3 ef
12	73,3 b	56,7 b	43,3 b	40,0 b	48,3 d	50,0 e	50,0 cde
13	31,7 c	36,7 c	35,0 b	33,3 b	23,3 e	33,3 f	33,3 f
F				198,27**			
CV (%)				5,41			

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade.
** Significativo a 1% de probabilidade
[1]Tratamentos: 1 = pirimiphos methyl 50%; 2 = deltamethrina 2,5%; 3= fenitrothion; 4 = bifenthrin; 5 = pirimiphos methyl 50% + deltamethrina 2,5%; 6 = pirimiphos methyl 50% + fenitrothion; 7 = pirimiphos methyl 50% + bifenthrin; 8 = deltamethrina 2,5% + fenitrothion; 9 = deltamethrina 2,5% + bifenthrin; 10 = fenitrothion + bifenthrin; 11 = TD Insecto®; 12 = TD KeepDry®; 13 = Testemunha.

Pode-se afirmar que os tratamentos com as misturas de pirimiphos methyl 50% + bifenthrin; deltamethrina 2,5% + fenitrothion; deltamethrina 2,5% + bifenthrin; fenitrothion + bifenthrin foram os mais eficientes no controle das traças-dos-cereais.

As duas formulações de terra de diatomácea não apresentaram diferença estatística entre si, mas, semelhantemente ao observado para as demais espécies, apesar da eficiência inferior a 80%, mantiveram uma ação constante ao longo do período de 210 dias (Tabela 6).

A Tabela 7 apresenta os resultados do teor de umidade dos grãos para todos os tratamentos, durante o período do experimento. Observa-se de um modo geral que, apesar das diferenças entre as médias, as variações não foram elevadas, e podem ser devidas às condições de armazenamento, ou diferenças entre as três repetições na determinação do teor de umidade.

Observa-se que o tratamento que apresentou o teor de umidade mais baixo, ao final do experimento, foi o KeepDry®, possivelmente devido à amostragem. De acordo com SUBRAMANYAM *et al.* (1994), as formulações comerciais de terra de diatomácea, que são constituídas de pequenas partículas, apesar de ter baixo teor de umidade, não influenciaram no teor de umidade das sementes que foram tratadas com este produto na dosagem recomendada. PINTO JR. (1999) também observou variações no teor de umidade dos grãos quando realizado tratamento com dosagens acima de 1kg/t.

Tabela 7 - Teor de umidade do grão de milho tratado com inseticidas e terra de diatomácea, armazenado por diferentes períodos, Apucarana – PR.

	Dias após a aplicação						
Tratamentos[1]	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**	**210**
1	13,8 a	13,3 a	13,0 ab	12,5 ab	11,5abc	11,3 bc	10,5 a
2	13,7 a	13,3 a	13,5 a	12,7 ab	11,7 ab	11,3 bc	10,7 a
3	13,2 a	13,5 a	13,3 a	12,8 a	11,7 ab	11,0 bcd	10,5 a
4	13,3 a	13,0 a	13,5 a	12,7 ab	12,2 a	11,2 bcd	10,8 a
5	13,3 a	13,3 a	13,5 a	12,0 b	11,7 ab	11,5 ab	10,7 a
6	13,7 a	13,3 a	13,0 ab	12,2 ab	11,5 abc	11,2 bcd	10,5 a
7	13,3 a	13,3 a	13,5 a	12,2 ab	11,5 abc	11,0 bcd	10,7 a
8	13,3 a	13,2 a	13,0 ab	12,3 ab	11,3 bc	11,3 bc	10,5 a
9	13,5 a	13,3 a	13,5 a	12,5 ab	11,3 bc	11,3 bc	10,5 a
10	13,2 a	13,3 a	13,0 ab	12,3 ab	11,2 bc	11,5 ab	10,2 ab
11	13,2 a	13,2 a	13,3 a	12,5 ab	11,2 bc	10,5 d	10,5 a
12	13,2 a	13,2 a	12,8 ab	12,5 ab	10,8 c	10,7 cd	9,7 b
13	13,5 a	13,3 a	12,5 ab	12,2 ab	11,7 ab	12,2 a	10,5 a
F				28,54**			
CV (%)				2,39			

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade.
** - Significativo a 1% de probabilidade
[1]Tratamentos: 1 = pirimiphos methyl 50%; 2 = deltamethrina 2,5%; 3 = fenitrothion; 4 = bifenthrin; 5 = pirimiphos methyl 50% + deltamethrina 2,5%; 6 = pirimiphos methyl 50% + fenitrothion; 7 = pirimiphos methyl 50% + bifenthrin; 8 = deltamethrina 2,5% + fenitrothion; 9 = deltamethrina 2,5% + bifenthrin; 10 = fenitrothion + bifenthrin; 11 = TD Insecto®; 12 = TD KeepDry®; 13 = Testemunha.

3. 2 – Resfriamento artificial de grãos

Na Figura 2, observam-se os resultados do resfriamento da massa de grãos sobre as populações de insetos, baseados nas capturas quinzenais com as armadilhas tipo calador. A primeira aplicação de ar frio a 10ºC, insuflado pelo ventilador de aeração, realizado em maio, não foi suficiente para reduzir significativamente a temperatura média

do ar intergranular, inicialmente de 30ºC (28 a 42ºC) para 25ºC (21 a 35ºC), após 240 horas contínuas de aplicação.

Na segunda etapa do resfriamento, em julho, foram tomadas algumas medidas para tentar melhorar a eficiência deste tratamento, nivelando a massa de grãos na parte superior para evitar a concentração de grãos quebrados no centro do silo. Foram feitas também algumas adaptações para melhorar o fluxo ar pelos dois ductos de aeração.

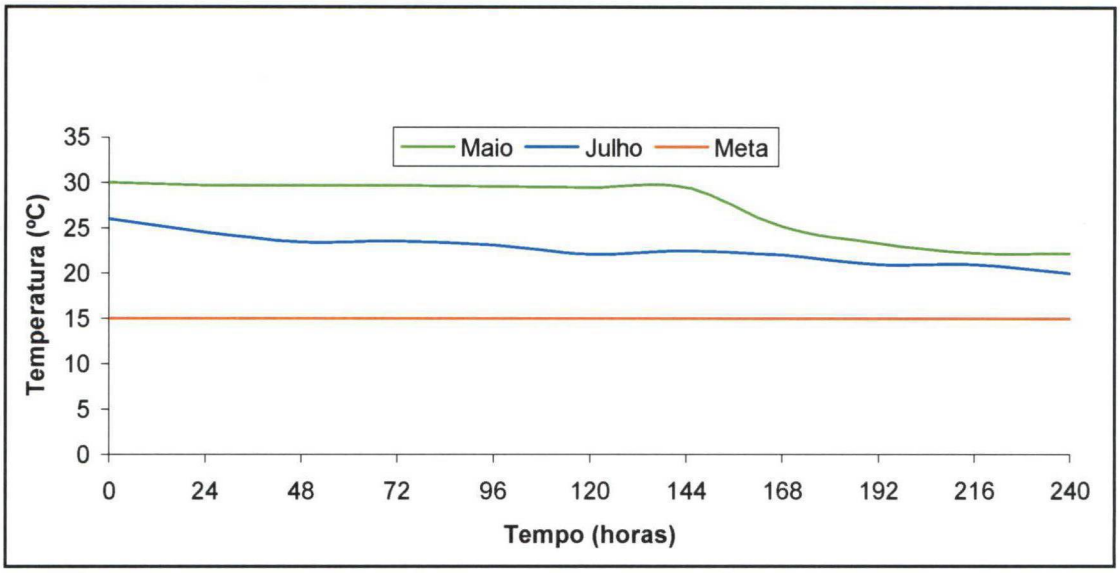


Figura 3 – Variação da temperatura no processo de resfriamento artificial da massa de grãos, em silo metálico, em dois testes na empresa de processamento de milho, Apucarana – PR.

Observa-se, pelos resultados, que mesmo com essas modificações, não foi possível atender à meta de resfriamento a uma temperatura segura de 15ºC para suprimir as populações de insetos. Contudo, após 240 horas de funcionamento do equipamento a temperatura da massa de grãos, tanto no centro como nas laterais, estava significativamente mais baixa, com média de 22ºC.

O resfriamento da massa de grãos no silo experimental não obteve o sucesso esperado porque no momento do carregamento não foi feita uma pré-limpeza adequada com peneira de malha de 6 mm, para a retirada dos grãos quebrados e impurezas que

acabam afetando o fluxo normal de ar. Amostragens de grãos feitas próximas aos cabos termométricos indicaram que havia em média 12,5% de quirera e 5% de impurezas na massa de grãos, com maior concentração no centro do silo, pois não foi usado o espalhador de grãos durante o enchimento na primeira etapa.

A Figura 3 mostra o total de insetos coletados em armadilhas tipo calador. Observa-se que nos meses de agosto a dezembro foi coletado um número estatisticamente elevado de *O. surinamensis* e de *Sitophilus* spp.. As capturas não estão apenas relacionadas com a elevação da temperatura na massa de grãos, mas também ao aumento das infestações em função do tempo de armazenamento e contaminação a partir de um silo próximo. A infestação foi intensa no mês de novembro que houve a necessidade de realizar um expurgo com fosfina, na parte superior do silo.

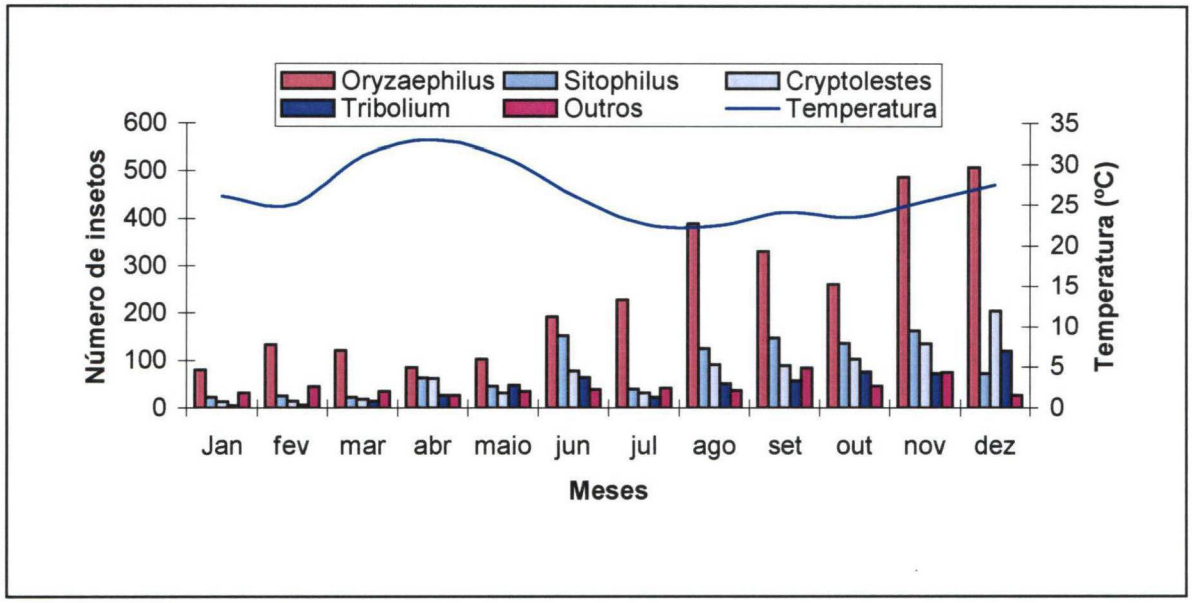


Figura 4 – Número de insetos capturados com 18 armadilhas tipo calador em duas profundidades, em um silo de 6000 t em uma empresa de processamento de milho Apucarana - PR, 2002.

4 - CONCLUSÕES

As misturas de ingredientes ativos são mais eficientes no controle de insetos do que os mesmos aplicados isoladamente;

A maior mortalidade é obtida pelas misturas dos produtos químicos: fenitrothion + bifenthrin, deltamethrina + bifenthrin e deltamethrina + fenitrothion;

Os tratamentos com terra de diatomácea apresentaram eficiência maior contra *S. zeamais*, *T. castaneum* e *R. dominica* do que para os *Oryzaephilus e Ephestia*;

As traças-dos-cereais apresentam taxa de mortalidade maior do que os coleópteros, particularmente sob a ação de fenitrothion;

Entre as espécies testadas, *O. surinamensis* apresenta a menor taxa de mortalidade em função do controle químico aplicado.

O resfriamento apesar de reduzir a temperatura da massa de grãos armazenada, não atingiu a temperatura de 15°C.

Para realizar a prática do resfriamento é necessário realizar antecipadamente o preparo do silo e utilizar as técnicas de secagem e limpeza adequadamente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S. **A method of computing the effectiveness of an insecticide**. J. Econ. Entomol. V. 18: p. 265-267. 1925.

BECKEL, H.; LORINI, I.; LAZZARI, S.M.N. Detecção da resistência de *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae), praga de grãos de cevada armazenada, a inseticidas químicos. **Comunicado Técnico,** n. 8. EMBRAPA –RS, p. 1-3; 2001.

ARTHUR, F. H. Grain protectants: Current status and prospects for the future. **J. Stored Prod. Rev. V. 32:** p. 293-302. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de Análise de Sementes**. Brasília: 1992. 365p.

DUPCHAK, L. **Detecção de sujidades e avaliação de uma formulação de pós-inertes para o controle de insetos em grãos e farinhas de trigo.** Curitiba. 1997. 77 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

FIELDS, P.G.; KORUNIC, Z. Diatomaceous earth to control stored-grain insects. In: International Congress of Entomology, 21, Foz do Iguaçu, 2000. **Abstracts...** Londrina. Embrapa Soja. Vol 2, p.1013. 2000.

GOLOB, P. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. **J. Stored Prod. Res. V. 33;** p.69-70. 1987.

GUEDES, R.N.C.; DA SILVA, F.A.P. Avaliação do efeito residual do inseticida Abamection no controle de *Sitophilus zeamais*, Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Rev. Ceres, 39**: p. 435-442. 1992.

GUEDES, R.N.G.; DOVER, B.; KAMBHAMPTI, S. Resistance to chlorpyrifos-methyl and malathion in Brazil and U.S. populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). **J. Econ. Entomol**. Lanham, 89. p 27-32. 1996.

JACKSON, K.; WEBLEY, D. Effects of dryacide on the physical properties of grains, pulses and oilseeds. **In: Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product Protection, V 2.** CAB, Oxon. Canberra, Australia. 1994.

JAYAS, D. S.; WHITE, N.D.G.; MUIR, W.E. **Stores grain ecosystems.** New York: Marcel Dekker, 757 p. 1995.

LORINI, I. Controle integrado de pragas de grãos armazenados. **In: Simpósio de proteção de grãos armazenados**, Passo Fundo, RS. **Anais...** EMBRAPA-CNPT. 52 p. 1998.

LORINI, I.; MORÁS, A. BECKEL, H. **Pós inertes no controle das principais pragas de grãos armazenados.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Nº. 8. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT; 35p. 2002.

PAULA, M.C.Z. de. **Manutenção da qualidade do arroz armazenado: Monitoramento e controle de insetos.** Curitiba. 2001. 74 p. Tese (Doutorado em Entomologia) Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PEREIRA, P.R.V.S.; FURIATTI, R.S. ; LAZZARI, F.A.; PINTO JR. A. R. Avaliação de inseticidas no controle de *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) e Rhyzopertha dominica (Fab.) (Coleoptera: Bostrichidae) em milho armazenado. **Ann. Soc, Entomol.** Brasil v.26. n.3. p. 411-417. 1997.

PEREIRA, P.R.V.S. **Comparação entre métodos para detecção de Coleópteros adultos (Insecta: Coleoptera) e ocorrência de fungos em trigo armazenado.** Curitiba. 1994. 86 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PEREIRA, P.R.V.S. **Contribuição para o manejo de pragas de produtos armazenados**. Curitiba. 1999. 110 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PINTO JR., A R. **Uso de pós inertes no controle de insetos de grãos armazenados**. Curitiba. 1994. 80 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PINTO JR., A R. **Utilização de terra diatomácea no controle de pragas de armazenamento domissanitárias**. Curitiba. 1999. 114 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos.** Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 603p. 1986.

RUPP, M.M.M. **Detecção de sujidades e avaliação do pó inerte para o controle de insetos em cevada cervejeira e malte armazenados.** Curitiba. 1996. 68p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

RUPP, M.M.M.; LAZZARI, F. A. ; LAZZARI, S. M. Manutenção da qualidade de cevada armazenada: Efeito do uso de pó inerte no controle de insetos que ocorrem em sementes de cevada. In: Reunião Anual de Pesquisa de Cevada, 17. Passo Fundo, 1998. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA, p. 308-313. 1998.

SARTORI, M.R.; LORINI, I. **Pesticide resistance in stored grain pests in Brazil: Strategies for management.** In: International Working Conference on Stored-Product Protection, 7 Beijing, 1998. **Proceedings...** Chengdu, v. 1, p. 966-973. 2000.

SUBRAMANYAM, B.H.; C.L. SWANSON; N. MADAMANCHI; S. NORWOOD. Effectiveness of insecto, a new generation diatomaceous earth formulation, in suppressing several stored-grain insect species. In: International Working Conference in Stores Product Protection (Canberra, Australia). **Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product Protection, vol 2.** CAB, Oxon. Canberra, Australia. 1994.

SUBRAMANYAM, Bh.; N. MADAMANCHI; S. NORWOOD. Effectiveness of insecto applied to shelled maize against stored-product insect larvae. **J. Econ. Entomol. 91:** 280-286. 1998.

STRESSER, R. **Misturas Perigosas – Riscos e cuidados necessários no preparo e uso de inseticidas.** Vetores&pragas. Ano II; n.4., p. 5 – 12. 1999.

ZETTLER, L. BEEMA, R. Resistance to chemicals. In: Stored Product Management. Cooperative Extension Service. p. 163-166. 1995.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As perdas quantitativas e qualitativas de grãos ao longo da cadeia produtiva são resultado da ação de agentes bióticos (insetos, fungos, roedores e outros - tanto no campo quanto no armazém) e fatores abióticos (clima, tratos culturais, colheita, secagem, condições de armazenamento e processos industriais).

A exemplo, a regulagem incorreta de uma colhedora de grãos é o principal fator de perdas de milho na colheita. O operador deve estar atento ao desempenho da máquina em função das variações das condições de colheita e do grão. Neste experimento, observou-se que, mesmo com a colhedora bem regulada, há maiores perdas e presença de resíduos quando os grãos estão mais úmidos. Já na secagem realizada neste trabalho ocorrem trincas em grãos mais úmidos. Por outro lado, grãos muito secos, por ficarem mais tempo no campo, têm maiores problemas de infestações por insetos e fungos, desde antes da colheita.

Observou-se que híbridos de milho respondem diferentemente ao ataque de insetos; alguns apresentam resistência por não preferência, de modo que as infestações e, conseqüentemente, os danos, são mais reduzidos que em outros híbridos. Não se observou relação da resistência com a dureza do grão, nem tão pouco com a presença de compostos como proteína, amido, fibras e óleo. Porém, análises químicas de compostos fenólicos e outros mais específicos devem ser realizadas, a fim de se desvendar os mecanismos de resistência. Na escolha do híbrido, portanto, deve-se considerar, não só aquele com o melhor desempenho a campo, mas também mais resistente às pragas de armazenamento para garantir a qualidade sanitária do produto e prolongar sua armazenabilidade.

O monitoramento das infestações de insetos em milho armazenado é a ferramenta básica para orientar as decisões de controle e as medidas mais adequadas para cada situação. Observou-se, nesta pesquisa, que a combinação dos resultados de capturas nas armadilhas caladores, na massa de grãos, com os das gaiolas, na estrutura, oferece informações valiosas para as decisões de controle das populações e manejo das condições de armazenagem.

A utilização excessiva de produtos químicos e principalmente de misturas dos mesmos pode favorecer o surgimento de populações de insetos resistentes a esses grupos de inseticidas, podendo resultar em problemas para os programas de

controle de insetos. As misturas testadas nesta pesquisa são mais eficientes que os inseticidas isolados, com uma eficiência de controle acima de 80% até os 180 dias. Deve-se identificar as pragas existentes para recomendar a mistura mais adequada, e aplicá-la somente depois de esgotadas todas as demais possibilidades de controle, pois é uma prática que exige rigoroso acompanhamento técnico. Deve-se também levar em consideração a saúde dos consumidores em relação à presença de resíduos químicos e observar dosagens e prazos de carência dos inseticidas utilizados no controle de insetos de grãos.

As duas formulações de terra de diatomácea não apresentaram diferenças significativas entre si e, apesar de não atingirem, na maioria dos casos, 80% de eficiência, devido ao curto tempo de exposição dos insetos, apresentam ação mais constante e prolongada que os inseticidas. O uso de terra de diatomácea pode representar uma alternativa de controle de insetos em milho armazenado em silo, sugerindo-se a prática do envelopamento da massa de grãos, com aplicação do produto nas estruturas e nas camadas inferior e superior do silo, formando, assim, uma barreira contra a entrada dos insetos.

O resfriamento de grãos para a supressão das populações de insetos é uma tecnologia muito eficiente, porém, não apresentou os resultados esperados nesta pesquisa porque não foram atendidas às condições necessárias de limpeza e nivelamento do grão que afetam o fluxo do ar.

Os métodos físicos, como o uso de terra de diatomácea e a refrigeração, apresentam vantagens sobre os inseticidas pelo fato de não selecionarem para a resistência, nem deixarem resíduos de ingredientes ativos nos grão. Porém, para terem um desempenho melhor, precisam ser combinados com outras estratégias de manejo, principalmente a pré-limpeza dos grãos e das estruturas de armazenamento e até com inseticidas ou expurgo, quando necessário.

Como sugestões gerais, há a necessidade de se difundir o manejo integrado da qualidade junto aos fornecedores de matéria prima e entre os processadores de alimento, com o intuito de reduzir a utilização de produtos químicos no controle de insetos a fim de manter a qualidade final do produto.

Há, por fim, necessidade de treinamentos no setor de colheita, secagem e armazenamento, visando aplicar as tecnologias disponíveis para evitar perdas e manter a qualidade do produto para os seus mais diversos fins.