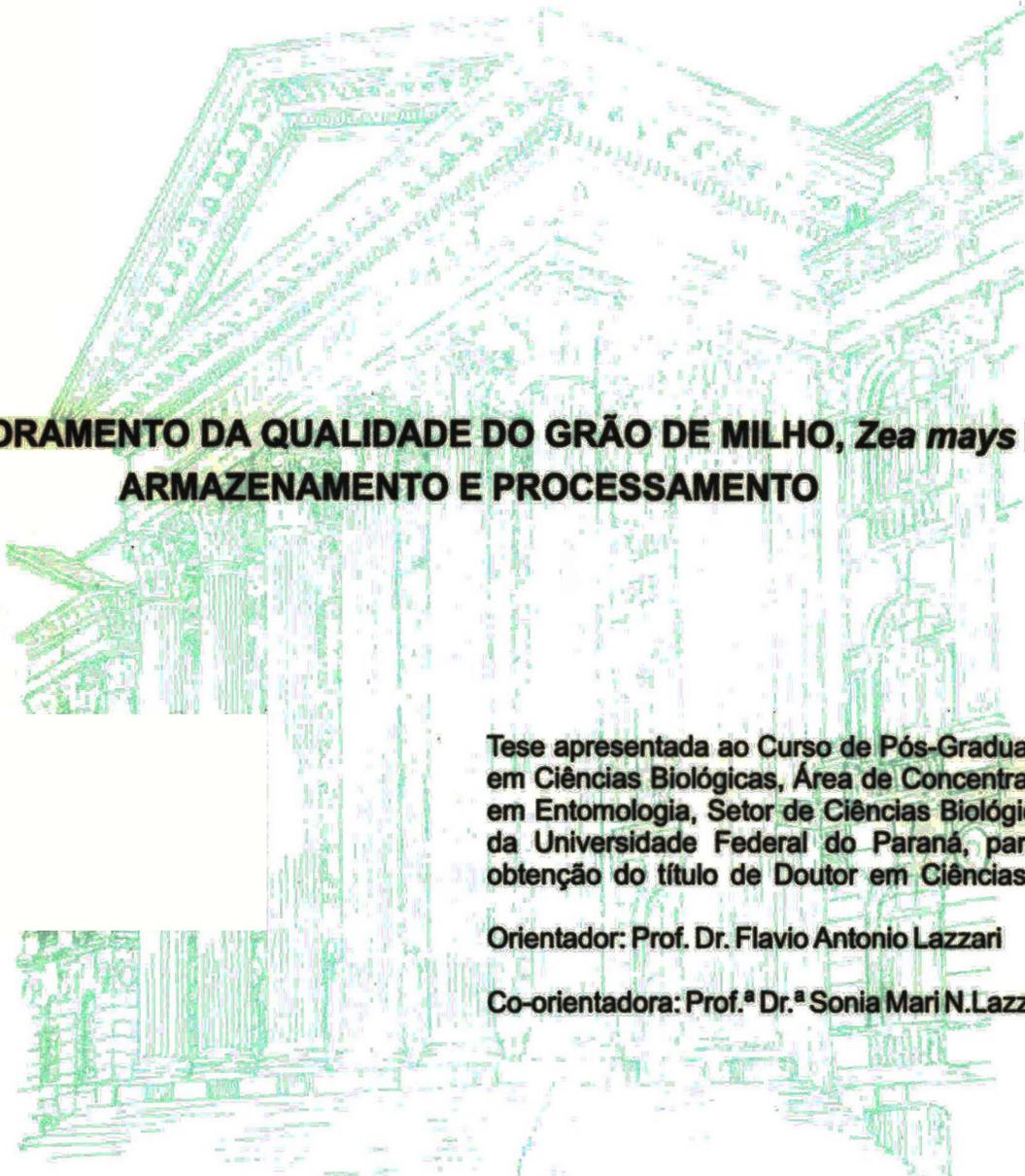


MARIA APARECIDA BRAGA CANEPPELE



**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO, *Zea mays* L.,
ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO**

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.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Antonio Lazzari

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Sonia Mari N. Lazzari

CURITIBA

2003

MARIA APARECIDA BRAGA CANEPPELE

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO, *Zea mays* L.,
ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO**

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.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Antonio Lazzari

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Sonia Mari N.Lazzari

CURITIBA

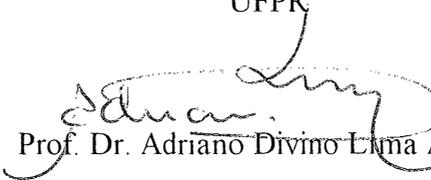
2003

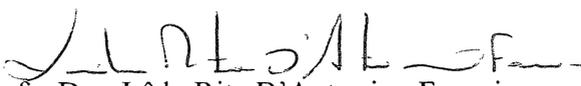
MARIA APARECIDA BRAGA CANEPPELE

“MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO, *Zea mays* L., NO
ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO.”

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:


Prof. Dr. Flávio Antônio Lazzari (Orientador)
UFPR


Prof. Dr. Adriano Divino Lima Afonso
UNIOESTE/PR


Prof. Dra. Lêda Rita D'Antonino Faroni
UFV/MG


Prof. Dr. Airton Rodrigues Pinto Júnior
PUC/PR


Dr. Edilson Batista de Oliveira
EMBRAPA/FLORESTA - PR

Curitiba, 14 de julho de 2003.

A Deus, por nunca nos ter deixado nos momentos difíceis e por nos permitir chegar até aqui, dedico.

Ao meu esposo Carlos pelo incentivo e companheirismo no curso.

Aos meus filhos Laís, Daniel e André pela paciência e também apoio em algumas atividades.

A meu pai João, minha mãe Maria e minha Sogra Adelina, pelo apoio nos momentos difíceis

A todos os familiares pelo incentivo na realização desse objetivo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Flavio Antonio Lazzari e Dr.^a Sonia Maria Noemberg Lazzari, pela amizade, competência na orientação, incentivo nos momentos difíceis, acompanhamento e correção durante as etapas deste trabalho, e principalmente pelos conselhos no campo profissional e meu aprimoramento científico;

Aos diretores da Empresa Kowalski Alimentos Ltda, Nelson Arnaldo Kowalski, Pedro Kowalski, Sérgio Carlos Kowalski, Rubens Kowalski e João Kowalski, pelo apoio financeiro e técnico na realização de parte deste trabalho;

Aos senhores, Edson Faraco de Carvalho, Ederson Moroz Brambilla, Jesuel Sorzi, Silmara Dante Fabene, João Peixoto, Maurício Giacomini, João Bezerra Garcia Fernandes, Aldemiro Petrusho, Celso Fernandes, Otávio Camargo da Silva, Moacyr Gonçalves Pereira, Helton Pereira e Sr. João Paulino Estácio da Kowalski Alimentos Ltda., pelo apoio técnico, coleta de dados, realização de parte das análises laboratoriais e até mesmo pela solidariedade em momentos difíceis, durante algumas etapas de realização do presente trabalho;

À Coordenação e professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia – UFPR, pela oportunidade para a realização do curso;

À Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFMT pelo consentimento do afastamento para a realização do curso;

Ao Núcleo de Tecnologia em Armazenagem da UFMT, na pessoa do Prof. José Holanda Campelo Júnior, pela oportunidade e consentimento no afastamento para a realização desta capacitação;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos referente ao programa PICDT;

À Isca Tecnologias pelo fornecimento de parte das armadilhas e feromônios.

Ao Professor Nicolau Priante Filho da UFMT, pelas sugestões nas análises dos dados, incentivo para este aprimoramento científico e amizade;

Ao Dr. Edilson de Oliveira da EMBRAPA-Floresta, pelo auxílio nas análises estatísticas e demais membros da banca examinadora, pelas sugestões e correções desta Tese.

Ao professor Dr. Vinalto Graf, do Departamento de Entomologia, pela identificação de algumas famílias de microhimenópteros.

Ao Departamento de Agronomia da UFPR pela disponibilidade da estrutura e equipamentos necessários para algumas análises, assim como aos professores e funcionários deste departamento, pelas sugestões e apoio técnico na realização dessas análises;

Ao colega Marlon Paluch pela orientação e apoio na realização fotográfica do material em estudo;

Ao Sr. Jorge pelo atendimento às solicitações de documentos junto à secretaria de Pós-Graduação do curso de Entomologia;

Às bibliotecárias pela atenção no repasse de informações e serviços prestados;

À colega de sala Fabiane Ceruti e aos colegas de curso pela amizade, sugestões, incentivo e colaboração durante a realização deste trabalho;

A todos aqueles que direta ou indiretamente possibilitaram a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO GERAL.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUÇÃO.....	I
 CAPITULO I: PERDAS DE QUALIDADE E PESO RESULTANTES DA INFESTAÇÃO DE <i>Sitophilus zeamais</i> EM SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS A GRANEL	
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5. CONCLUSÕES.....	25
6. RECOMENDAÇÕES.....	26
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
 CAPÍTULO II: MONITORAMENTO DE INSETOS EM INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MILHO	
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
1. INTODUÇÃO.....	33
2. OBJETIVOS.....	35
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1. EXPERIMENTO I – Monitoramento de insetos com armadilhas tipo gaiolas e adesivas suspensas com feromônio.....	36
3.2. EXPERIMENTO II.- Monitoramento de insetos com armadilhas tipo adesivas, com e sem feromônio.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1. EXPERIMENTO I.....	39
4.2. EXPERIMENTO II.....	53
5. CONCLUSÕES.....	65
5.1. EXPERIMENTO I.....	65
5.2. EXPERIMENTO II.....	65
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	66
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFCAS.....	68
8. APÊNDICES.....	70

CAPITULO III: FRAGMENTOS DE INSETOS, FUNGOS E AFLATOXINAS EM GRÃOS DE MILHO E SUBPRODUTOS

RESUMO.....	73
ABSTRACT.....	74
1. INTRODUÇÃO.....	75
2. OBJETIVOS.....	78
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
3.1 – Amostras.....	79
3.1.1 – Milho (<i>Zea mays</i> L.).....	79
3.1.2 – Grits.....	79
3.1.3 – Flocão.....	79
3.1.4 – Fubá.....	79
3.1.5 – Premil.....	79
3.2 – AVALIAÇÃO DO MILHO E SEUS SUBPRODUTOS.....	81
3.2.1 – Amostragem.....	81
3.2.2 – Teor de umidade.....	81
3.2.3 – Peso Hectolítrico.....	81
3.2.4 – Classificação Comercial.....	81
3.2.5 – Infestação Interna.....	82
3.2.6 – Fragmentos de Insetos.....	82
3.2.7 – Análise Microbiológica.....	82
3.2.8 – Análise de Micotoxinas.....	83
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
4.1 – Infestação Interna.....	85
4.2 – Fragmentos de Insetos.....	86
4.3 – Análise Microbiológica.....	89
4.4 – Micotoxinas (Aflatoxinas).....	97
5. CONCLUSÕES.....	100
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	101
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

CAPITULO IV: QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO PARA A INDÚSTRIA DE MOAGEM A SECO

RESUMO.....	109
ABSTRACT.....	110
1. INTRODUÇÃO.....	111
2. CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL DO MILHO.....	113
3. FATORES DE QUALIDADE PARA A MOAGEM A SECO.....	114
3.1 – Qualidade Física.....	117
3.1 – Qualidade Sanitária.....	120
3.1 – Qualidade Nutricional.....	126
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	129
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I: PERDAS DE QUALIDADE E PESO RESULTANTES DA INFESTAÇÃO DE *Sitophilus zeamais* EM SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS A GRANEL

TABELA 1 – Número médio de insetos, teor de umidade (% em base úmida), infestação interna e germinação em amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705) em diferentes níveis de infestação de <i>Sitophilus zeamais</i> , após 150 dias de armazenamento; a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 horas.	13
TABELA 2 – Número médio de sementes carunchadas, sementes com danos fúngicos e classificação comercial de amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), em diferentes níveis de infestação de <i>Sitophilus zeamais</i> , após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 12 horas de fotofase.	16
TABELA 3 – Perda de peso determinada por três métodos (PI, PII, PIII), em amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), em diferentes níveis de infestação de <i>Sitophilus zeamais</i> e períodos de armazenamento, a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 12 horas de fotofase.	17
TABELA 4 — Número de Insetos, Perda de Peso – PIII e quantidade de pó em amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), em diferentes níveis populacionais de <i>Sitophilus zeamais</i> , após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 12 horas de fotofase.	20
TABELA 5 – Coeficientes de correlação simples (r) entre as variáveis analisadas (a) em amostras de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), em diferentes níveis de infestação (0, 5, 15 e 50) de <i>Sitophilus zeamais</i> , após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 horas.	21

CAPÍTULO II: MONITORAMENTO DE INSETOS EM INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MILHO

TABELA 1 – Total de Insetos capturados em diferentes locais de uma indústria de processamento de milho, com armadilha tipo gaiola, durante o período de dezembro/2001 a dezembro/2002, em Apucarana – PR.	40
TABELA 2 - Resultados médios da captura de insetos em 20 locais, com armadilha tipo gaiola, durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, em Apucarana – PR.	42
TABELA 3 - Resultados médios da captura de insetos durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, com o uso de armadilha tipo gaiola, em uma indústria de processamento de milho em Apucarana – PR.	44
TABELA 4 – Total de insetos capturados em diferentes locais de uma indústria de processamento de milho, com 20 armadilhas adesivas tipo delta, durante 2002, em Apucarana/PR.	47

TABELA 5 - Resultados médios da captura de insetos em 20 locais, com armadilha adesiva tipo delta, durante o ano de 2002, em Apucarana – PR.....	48
TABELA 6 – Número médios de insetos capturados com 20 armadilhas tipo delta em indústria de processamento de milho durante 2002. Apucarana – PR.....	49
TABELA 7 – Número médios <i>Cadra cautella</i> capturada em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana-PR/2002. de insetos capturados com 20 armadilhas tipo delta em indústria de processamento de milho durante 2002. Apucarana – PR.....	54
TABELA 8 – Número médios <i>Corcyra cephalonica</i> capturada em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana-PR/2002. de insetos capturados com 20 armadilhas tipo delta em indústria de processamento de milho durante 2002. Apucarana – PR.....	55
TABELA 9 – Número médios <i>Setomorpha rutella</i> capturada em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana-PR/2002.....	56
TABELA 10 – Médias do número de <i>Pyralis farinalis</i> capturada em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana-PR/2002.....	57
TABELA 11 – Médias do número de <i>Nemapogon granella</i> capturados em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana-PR/2002.....	58
TABELA 12 – Número médio de <i>Lasioderma serricone</i> capturados em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana-PR/2002.....	58
TABELA 13 – Número médio de <i>Tribolium castaneum</i> capturados em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana-PR/2002.....	59
TABELA 14 – Número médio de <i>Sitophilus zeamais</i> capturados em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana-PR/2002.....	59
TABELA 15 – Média do número de insetos da família Tineidae, capturados em armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana PR/2002.....	60
TABELA 16 – Número total de lepidópteros coletados quinzenalmente em 18 armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana –PR/2002.....	63
TABELA 17 – Número de coleópteros e outros insetos coletados quinzenalmente em 18 armadilhas adesivas delta, durante três meses, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana –PR/2002.....	64

CAPITULO III: FRAGMENTOS DE INSETOS, FUNGOS E AFLATOXINAS EM GRÃOS DE MILHO E SUBPRODUTOS

TABELA 1 – Fatores avaliados em amostras de milho em grão coletados antes do processamento, durante o período de nove meses (março e de maio a dezembro) Apucarana -PR/2002.....	84
TABELA 2 – Coeficientes de correlação simples (r) entre variáveis que indicam a qualidade sanitária (DF, IAOAC e IRAS) e física (PH, UM e TIPO) do milho,coletado na entrada do processamento, durante o período de nove meses (março e de maio a dezembro) Apucarana -PR/2002.....	85
TABELA 3 – Fragmentos de insetos e 50 g de amostras de milho em grão de milho coletadas antes do processamento e, em grits, flocão, fubá e premil coletadas antes do empacotamento, durante um período de nove meses (março e de maio a dezembro) Apucarana -PR/2002.....	86
TABELA 4 – Porcentagem média da contaminação fúngica em grãos de milho coletado antes do processamento e para grits, flocão, fubá e premil coletadas antes do empacotamento, durante nove meses (março e de maio a dezembro) e plaqueadas em dois meios de cultura (BDA e AST), Apucarana -PR/2002.....	90
TABELA 5 – Número médio de fungos plaqueados em BDA e AST, para amostras de milho em grã, coletadas antes do processamento e em amostras de grits, flocão, fubá e premil coletadas antes do empacotamento, durante um período de nove meses (março e de maio a dezembro) Apucarana -PR/2002.....	91
TABELA 6 – Contaminação fúngica média nos meios de cultura BDA (Batata Dextrose Agar) e AST (Agar Suco de Tomate), para as amostras de milho em grão, coletadas antes do processamento e em amostras de grits, flocão, fubá e premil coletadas antes do empacotamento, durante um período de nove meses (março e de maio a dezembro) Apucarana -PR/2002.....	92
TABELA 7 – Coeficiente de correlação simples (r) entre variáveis que determinaram a contaminação microbiológica em amostras de milho em grão coletadas antes do processamento, no período de nove meses (março e de maio a dezembro) Apucarana -PR/2002.....	94
TABELA 8 – Nível médio de Aflotoxinas B1+B2+G1+G2 (ppb) em milho em grão, grits , fubá e premil em amostras coletadas antes e após o processamento industrial, durante nove meses (Março a dezembro)-Apucarana-PR/2002.....	97
TABELA 9 – Coeficiente de correlação simples (r) entre umidade, fungos totais e aflotoxinas totais em amostras do milho em grão coletadas antes do processamento, no período de nove meses (março e de maio a dezembro) Apucarana - PR/2002.....	98

CAPITULO IV: QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO PARA A INDÚSTRIA DE MOAGEM A SECO

TABELA 1 - Impacto da má qualidade do grão de milho nos principais elos da cadeia produtiva.....	112
TABELA 2 – Padrão atual de qualidade do milho, MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), Portaria nº 845 – 8/11/1976, BRASIL (1976).....	114
TABELA 3 – Fatores de qualidade dos grãos de milho, de interesse para indústria.....	116
TABELA 4 – Resultados médios da classificação convencional de três amostras de milho safrinha (1999/00) e de três amostras de milho de safra normal (1999/00).....	117
TABELA 5 - Alterações físicas, nutricionais e sanitárias em grãos de milho com diferentes níveis de dano fúngico.....	120
TABELA 6 - Número de esporos de fungos encontrados em grãos inteiros de milho e na porção constituída de grãos quebrados, impurezas e matérias estranhas em cargas recebidas do campo para o armazenamento.....	121
TABELA 7 – Grãos Carunchados, Grãos Danificados por Fungos e Tipo Comercial em amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), com diferentes níveis de infestação de <i>Sitophilus zeamais</i> , após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 horas.....	123
TABELA 8 - Sugestão de Padrão de Qualidade para o grão de milho destinado à moagem a seco, considerando fatores físicos e sanitários.....	126
TABELA 9 - Sugestão de Padrão de Qualidade para o grão de milho destinado a moagem a seco, considerando micotoxinas e resíduos de pesticidas.....	127

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I: PERDAS DE QUALIDADE E PESO RESULTANTES DA INFESTAÇÃO DE *Sitophilus zeamais* EM SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS A GRANEL

- FIGURA 1** - Amostras do milho híbrido COODETEC (OC-705), acondicionadas em frascos de vidro com tampa telada, infestadas com *S. zeamais* nos níveis de 0, 5, 15 e 50 insetos e armazenadas em câmara a câmara a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ de Umidade Relativa (UR) e fotofase de 12 horas, durante 150 dias. 9
- FIGURA 2** – Sementes de milho híbrido (OC-705) com infestação interna visível, após o ataque por *S. zeamais* no níveis de 0, 5, 15 e 50 insetos por amostra, em 150 dias de armazenamento 14
- FIGURA 3** – Sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), germinadas e com danos evidentes, provocados por *S. zeamais* no níveis de infestação de 5, 15 e 50 insetos, após 150 dias de armazenamento..... 14
- FIGURA 4** – Sementes do milho híbrido COODETEC (OC-5705) danificadas (carunchadas) por *S. zeamais*, nos níveis de infestação de 0, 5, 15 e 50 insetos, após 150 dias de armazenamento. 15
- FIGURA 5** – Amostras de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705) ao final de 150 dias de armazenamento, ilustrando a perda de matéria seca e a população de insetos para os níveis de infestação de 0, 5, 15 e 50 insetos..... 18
- FIGURA 6** – Efeito do nível de infestação de *Sitophilus zeamais* sobre: conteúdo de umidade (a) e número de insetos adultos (b), em amostras de sementes de milho híbrido – CODETEC (OC-705); armazenado durante 150 dias de armazenamento a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 h..... 22
- FIGURA 7** – Efeito do nível de infestação de *Sitophilus zeamais* sobre: germinação (a) e infestação interna (b), de sementes de milho híbrido - CODETEC (OC-705); após 150 dias de armazenamento; a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 h..... 23
- FIGURA 8** – Efeito do nível de infestação de *Sitophilus zeamais* sobre: perda de peso (a) e classificação comercial (b), do milho híbrido - CODETEC (OC-705); após 150 dias de armazenamento a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 h..... 24

CAPÍTULO II: MONITORAMENTO DE INSETOS EM INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MILHO

- FIGURA 1** – Armadilha adesiva tipo delta e armadilha tipo gaiola com atrativo alimentar..... 36
- FIGURA 2** – Armadilhas adesivas coloridas, tipo Delta, com septo de feromônio, no túnel do graneleiro com farelo de milho..... 38
- FIGURA 3** – Espécies de coleópteros mais capturadas no período de dezembro/2001 a dezembro/2002. Apucarana - PR..... 41

FIGURA 4 – Total de insetos capturados com 20 armadilhas tipo gaiola, em indústria de processamento de milho, durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, em Apucarana – PR: G1 – Secador 1; G2 – Tulhas; G3 Armazém de resíduos; G4 – Secador 1; G5 - Túnel do Silão I; G6 - Túnel do Silão II; G7 – Graneleiro (Túnel) do graneleiro; G8 – Torre (porão); G 9 - Torre andar III; G10 – Pré-Gel; G11 – Moega 2; G12 – Fábrica de Ração (Processamento); G13 – Fábrica de Ração (Armazém); G14 – Fábrica de Ração (Elevador); G15 – Graneleiro (Correia); G16 – Silo Pulmão; G17 – Balança; G18 – Torre (Andar) VI; G19 – Indústria (Escritório); G20 – Indústria (Carregamento).....	43
FIGURA 5 – Total de insetos capturados com 20 armadilhas tipo gaiola, durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, em Apucarana – PR.....	45
FIGURA 6 – Flutuação populacional dos insetos capturados em 20 armadilha tipo gaiola, durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, em unidade de processamento de milho Apucarana/PR.....	46
FIGURA 7 – Total de insetos capturados com 20 armadilhas adesivas tipo delta, em indústria de processamento de milho, durante o ano de 2002, em Apucarana – PR: A1 – Secador 1; A2 – Tulhas; A3 Armazém de resíduos; A4 – Secador 1; A5 - Túnel do Silão I; A6 - Túnel do Silão II; A7 – Graneleiro (Túnel) do graneleiro; A8 – Torre (porão); A9 – Torre andar III; A10 – Pré-Gel; A11 – Moega 2; A12 – Fábrica de Ração (Processamento); A13 – Fábrica de Ração (Armazém); A14 – Fábrica de Ração (Elevador); A15 – Graneleiro (Correia); A16 – Silo Pulmão; A17 – Balança; A18 – Torre (Andar VI); A19 – Indústria (Escritório); A20 – Indústria (Carregamento).....	50
FIGURA 8 - Total de insetos capturados com 20 armadilhas tipo delta, em uma indústria de processamento de milho, durante o ano de 2002, em Apucarana – PR.....	50
FIGURA 9 – Flutuação populacional dos insetos capturados em 20 armadilha tipo gaiola, durante o ano de 2002, em uma unidade de processamento de milho de Apucarana – PR.....	51
FIGURA 10 – Mapeamento da distribuição das armadilhas para o monitoramento dos insetos em indústria de processamento de milho a seco, durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002. Apucarana/PR.....	52
FIGURA 11 – Número de <i>Cadra cautella</i> coletada com armadilhas adesivas delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem S/F feromônio.....	54
FIGURA 12 – Total de indivíduos da espécie <i>Corcyra cephalonica</i> coletados com armadilhas adesiva delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem S/F feromônio.....	55
FIGURA 13 – Total de indivíduos da espécie <i>Setomorpha rutella</i> coletados com armadilhas adesiva delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem S/F feromônio.....	56
FIGURA 14 – Total de indivíduos da espécie <i>Pyralis farinalis</i> coletados com armadilhas adesiva delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem S/F feromônio.....	57

FIGURA 15 – Flutuação populacional de lepidópteros de grãos armazenados coletados com armadilha adesiva delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem S/F feromônio.....	61
FIGURA 16 – Lepidópteros mais coletados com armadilhas adesivas.....	62

CAPITULO III: FRAGMENTOS DE INSETOS, FUNGOS E AFLATOXINAS EM MILHO EM GRÃOS E SUBPRODUTOS

FIGURA 1 – Fluxograma de processamento do milho em grão por moagem a seco, destacando o ponto de entrada da matéria prima até o final do processo, com a obtenção dos subprodutos (grits, flocão, fubá e premil).....	80
FIGURA 2 – Coleta de amostras na linha de processamento do milho.....	83
FIGURA 3 Análise fúngica plaqueamento (b)); infecção de <i>Fusarium</i> em milho (c) infecção de <i>Penicillium</i> spp. em grits (d).....	83
FIGURA 4 – Fragmentos de insetos detectados no milho em grão e subprodutos (grits, flocão, fubá e premil) pelo método de flutuação.....	87
FIGURA 5 – Número de fragmentos de insetos recuperados pelo método de flutuação ácida, em amostra de milho em grão antes do processamento e em grits, flocão, fubá e premil coletados antes do empacotamento, durante nove coletas (em março e de maio a dezembro, 2002).....	88
FIGURA 6 – Plaqueamento fúngico do milho, grits, flocão, fubá e premil em dois meios de cultura AST (Agar Suco Tomate), e BDA (Batata Dextrose Agar).....	92
FIGURA 7 – Relação entre a contaminação fúngica, micotoxinas e umidade em amostras de milho em grão coletado antes do processamento e, grits, flocão, fubá e premil coletados antes do empacotamento, durante nove meses (março e maio a dezembro, 2002).....	95
FIGURA 8 – Contaminação fúngica total, detectada em dois meios de cultura, cultura AST (Agar Suco Tomate), e BDA (Batata Dextrose Agar) no milho em grão coletado antes do processamento e subprodutos e, grits, flocão, fubá e premil coletados antes do empacotamento, durante nove meses (março e maio a dezembro, 2002).....	96
FIGURA 9 – Aflotoxinas totais (B1+B2+G1+G2) em amostras de milho em grão coletado antes do processamento e subprodutos (grits, flocão, fubá e premil) coletados antes do empacotamento, durante nove coletas (em março e de maio a dezembro/2002) coletados antes do empacotamento, durante nove meses (março e maio a dezembro, 2002).....	99

CAPITULO IV: QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO PARA A INDÚSTRIA DE MOAGEM A SECO

- FIGURA 1** – Defeitos do milho de acordo com o padrão atual, Portaria nº 845 – 8/11/1976, BRASIL (1976)..... 116
- FIGURA 2** – Efeito do nível de infestação de *Sitophilus zeamais* sobre: número de insetos - I adultos (a) e grãos carunchados de acordo com o padrão comercial (b), do milho híbrido - CODETEC (OC-705); após 150 dias de armazenamento - T, a 25 ± 2 °C, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 h..... 124
- FIGURA 3** – Grãos de milho danificados por insetos (carunchados) e fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Fusarium*..... 125
- FIGURA 4** – Grãos de milho com danos provocados por insetos: a) em fase inicial sob a forma de infestação interna em que o inseto está em todas as fases de vida; b) em fase avançada, constituindo o defeito de grãos carunchados em que se vê o dano no grão sob forma de galerias ou orifícios..... 125

RESUMO GERAL

A qualidade física, sanitária e nutricional do grão de milho tem grande importância econômica em função de seu uso final para a indústria de alimento e rações. O monitoramento de insetos é uma ferramenta útil para avaliar as infestações e direcionar as medidas de controle a fim de garantir a qualidade sanitária para a comercialização e processos industriais. O objetivo desta pesquisa foi avaliar as perdas causadas por insetos no processo de moagem a seco do milho e a aplicação de técnicas de monitoramento e manejo para garantir a qualidade das matérias primas e subprodutos e propor uma adequação das atuais normas e padrão de qualidade do milho para a indústria de alimentos. Para a avaliação do impacto de diferentes níveis de infestação por *Sitophilus zeamais*, foram analisados os seguintes parâmetros: sementes carunchadas, infestação interna, infecção fúngica, umidade, germinação, qualidade comercial e a perda de peso por três técnicas diferentes. As amostras de grãos foram infestadas com 0, 5, 15 e 50 adultos, em frascos de 500 g, mantidas a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ UR e 12 horas de fotofase, durante 150 dias, com avaliações mensais. Foram verificadas correlações significativas entre todos os fatores de qualidade avaliados. O efeito da presença de *S. zeamais* sobre a qualidade e perda de peso do grão acentua-se com o nível de infestação e com o tempo de armazenamento, sendo que aos 150 dias, a perda média de peso foi de 1,61 g de matéria seca/dia, que corresponde a um consumo de 0,0001% de matéria seca/inseto/dia. O monitoramento de infestações na indústria era feito quinzenalmente, com armadilhas tipo gaiola e adesivas delta, com e sem feromônios, de cores variadas. A espécie mais capturada foi *Oryzaephilus surinamensis*, representando entre 63 e 67,5% do total de insetos coletados nas diferentes armadilhas, sendo que os túneis sob os silos foram os locais de maior infestação. Dentre as armadilhas adesivas coloridas, sem e com feromônio para traças, a branca sem feromônio foi a que capturou mais insetos em todos os pontos, indicando elevadas infestações do lepidóptero *Corcyra cephalonica*, além de *O. surinamensis*. Com base nos dados obtidos e no acompanhamento dos processos, esta pesquisa apresentou uma discussão sobre o peso dos diversos fatores de qualidade que devem ser considerados para a indústria de moagem a seco do grão de milho, pois o padrão atual de classificação é falho em diversos aspectos importantes para o setor. Assim, foi feita a proposta de um padrão de qualidade que ressalta a importância dos danos provocados por insetos (carunchados), a fim de assegurar um milho de melhor padrão comercial e resultados técnicos e econômicos mais satisfatórios, além da redução dos riscos e vulnerabilidade da indústria na questão da qualidade sanitária do produto.

ABSTRACT

Physical, sanitary and nutritional quality of grain corn have great economic importance for food and feed industries. Insect monitoring is an useful tool to evaluate infestations and to address control measures in order to guarantee the sanitary quality of the grain for commercial and industrial processes. The objectives of this research were to evaluate losses caused by insects during the dry milling of corn; the utilization of monitoring techniques and grain managing to maintain the grain and by-products quality; and to propose an adaptation of the current norms and quality standards of corn for industrial processes. For the evaluation of the impact of different infestation levels of *Sitophilus zeamais*, the following parameters were analyzed: insect damaged seeds, insect internal infestation, mold damage, grain moisture, germination, commercial quality and weight loss using three different techniques. Kernel samples were infested with 0, 5, 15 and 50 adults, in 500 g vials, maintained at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ RH and 12 hours of photophase, for 150 days, with monthly evaluations. Significant correlations were verified among all quality factors. The effect of the presence of *S. zeamais* on quality and weight loss of grains increases in function of the infestation level and storage time. By the 150th day, the mean weight loss was 1,61 g of dry matter/day, what corresponds to a consumption of 0,0001% of dry matter/insect/day. Infestation monitoring in the industry was made every 15 days, with baited cage traps and adhesive delta, with and without pheromones, with different colors. The most captured species was *Oryzaephilus surinamensis*, representing from 63 to 67,5% of the total of insects collected in the different traps, and the tunnels under the silos were the places of high infestations. Comparing the efficacy of the colored adhesive traps, the white ones without pheromones captured more insects in all points, indicating high infestations of the lepidopteran *Corcyra cephalonica*, besides *O. surinamensis*. Based on those data and in the analysis of the processes in the industry, this research presented a discussion on the weight of several quality factors that should be considered for the dry corn milling because current classification pattern fails in several important aspects. Thus, a proposal of a more adequate corn classification pattern was presented. This stands out the importance of insect damages in order to assure a satisfactory commercial standard for corn, reducing risks and vulnerability of the industry concerning sanitary quality of grain and by-products.

INTRODUÇÃO GERAL

A qualidade dos grãos é dependente do tratamento dado aos mesmos em todas as etapas de produção, desde a colheita até seu processamento, pois existem vários pontos onde podem ocorrer contaminações e perdas em qualidade e quantidade.

Os grãos assumem a condição de matéria-prima e a armazenagem deve estar incorporada no conceito de cadeia produtiva dos mesmos, adotando medidas para permitir produtos com qualidade.

Segundo JACKSON (1996), a qualidade de um grão pode ser melhor definida como medida de adaptabilidade do grão para o fim a que se destina e que há necessidade de conhecimentos sobre as características que melhor se ajustam aos diferentes usos de industrialização.

Monitorar a qualidade inicial dos grãos, antes, durante e após o período de estocagem, tem sido prática recomendada por técnicos e pesquisadores da área (CARPENTER & JOHNSON, 1996).

Determinar as perdas provocadas por insetos de grãos e de subprodutos armazenados é de grande importância para todos os envolvidos na cadeia produtiva do milho.

A presença de insetos nas estruturas de armazenamento e processamento de alimentos evidencia a falta de medidas sanitárias capazes de manter as matérias primas e os produtos processados isentos de insetos ou de seus vestígios, entretanto a utilização de diversas técnicas integram o objetivo de reduzir o ataque de pragas a seus danos, contribuindo para a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas (FINCK, 2002).

A adoção de medidas legislativas requer estudos aprofundados e coerentes com as condições de produção de matérias primas, armazenagem e processamento como também a revisão de medidas já estabelecidas

Observa-se atualmente, uma segmentação dos diversos mercados para o grão de milho, cujo uso final determina quais são as características de qualidade são mais importantes.

O uso final do produto determina quais são os fatores de qualidade relevantes no processamento e quais são suas tolerâncias. Para tanto, o manejo de qualidade deve ser direcionado, a fim de atender essas exigências, aplicando técnicas de fácil reprodução e resposta rápida que compatibilize custo-benefício.

Nesta pesquisa são apresentados três capítulos que tratam da avaliação de perdas qualitativas e quantitativas em milho e seus subprodutos e técnicas de manejo de pragas na

estrutura de armazenagem e processamento de milho; e um capítulo que revisa e propõe modificações sugestões às atuais normas de padronização do milho.

No capítulo I, avaliou-se perdas de qualidade e peso resultantes da infestação de *S. zeamais* em sementes de milho armazenado a granel. No capítulo II, efetuou-se o monitoramento de insetos, com armadilhas tipo gaiolas e adesivas, em indústria de processamento de milho. No capítulo III, detectou-se fragmentos de insetos, fungos e micotoxinas em milho e subprodutos. No capítulo IV, identificou-se fatores de qualidade do grão de milho para a indústria de moagem a seco e sugeriu-se modificações para o atual padrão de qualidade do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPENTER, Z. L.; JOHNSON, J. Mycotoxins. Texas Plant Disease Handbook. Texas ACM University, College Station, Texas. 4p.1996.

FINCK, C. Grãos armazenados: monitoramento da qualidade. Grãos Brasil. Ano I, n. VI, p. 25-33, nov. 2002.

JACKSON, D. S. Introduction to Corn Quality. Corn Characteristics. Neb Guide G92-115-A, Institute of Agricultural and Natural Resources; University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, 6 p., 1995.

CAPÍTULO I

PERDAS DE QUALIDADE E PESO RESULTANTES DA INFESTAÇÃO DE *Sitophilus zeamais* EM SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS A GRANEL

CAPÍTULO I

PERDAS DE QUALIDADE E PESO RESULTANTES DA INFESTAÇÃO DE *Sitophilus zeamais* EM SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS A GRANEL

RESUMO

Os insetos de produtos armazenados podem causar perdas qualitativas e quantitativas significativas nos grãos de milho armazenados, depreciando o produto para fins de moagem a seco e outros processos. Esta pesquisa teve como objetivo medir as perdas de qualidade e peso, resultantes da infestação com diferentes níveis de *Sitophilus zeamais* em sementes de milho armazenadas a granel, em laboratório. Amostras de 450g de sementes de milho híbrido, em três repetições, foram infestadas com 0, 5, 15 e 50 adultos de *S. zeamais*, sem idade e sexo definidos. Os frascos dos tratamentos foram mantidos a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ de UR e fotofase de 12 horas, durante 150 dias. A cada 30 dias, eram avaliados: umidade, germinação, sementes carunchadas, sementes com infestação interna, sementes infectadas por fungos, qualidade comercial e perda de peso, esta determinada por três técnicas diferentes. O crescimento populacional dos insetos resultou no aumento da infestação interna e do grau de umidade, redução da porcentagem de germinação e da qualidade comercial e perda de peso das sementes. Verificou-se que os danos de *S. zeamais* acentuam-se com o aumento do nível de infestação e com o tempo de armazenamento. Aos 150 dias, a perda média de peso foi de 1,61g de matéria seca/dia, que corresponde a 0,0001% de matéria seca/inseto/dia. Observou-se que há diferenças entre os métodos para a avaliação da perda de peso, o que requer cuidado na interpretação desses dados.

ABSTRACT**LOSSES OF QUALITY AND WEIGHT RESULTING FROM *Sitophilus zeamais* INFESTATION IN BULK STORED SEEDS OF CORN**

The stored product pests can cause significant qualitative and quantitative losses in stored corn, depreciating grain for dry milling and other processes. This research had as objective to measure quality and weight losses as a result of infestation of different population levels of *Sitophilus zeamais* in stored corn kernels in laboratory. Samples of 450g of hybrid corn seeds, in three replicates, were infested with 0, 5, 15 and 50 adults of *S. zeamais*, without age and sex defined. The vials with infested kernels were maintained at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ of RH and photophase of 12 hours, for 150 days. Every 30 days, a series of parameters were evaluated: grain moisture, germination, insect damaged kernels, internal seed infestation, molded kernels, commercial quality and weight loss, this determined by three different techniques. It was observed that insect infestations result in the elevation of insects inside the kernel and of grain moisture, reduction of germination, commercial quality and weight loss of the seeds. Damages caused by *S. zeamais* increased in function of increasing infestation level and with storage time. By the 150th day, the mean weight loss was 1,61g of dry matter/day, what corresponds to 0,0001% of dry matter/insect/day. It was observed that there are differences among the methods to determine weight loss, what requires special care for interpreting the results.

1 – INTRODUÇÃO

Avaliar as perdas de qualidade e de peso decorrentes de infestações de insetos em milho armazenado e em seus subprodutos industrializados não é uma tarefa fácil devido às limitações inerentes ao processo de se levantar os dados, além da influência dos fatores bióticos e abióticos que afetam a ecologia do armazenamento. No entanto, é de grande importância, para todos os envolvidos na cadeia produtiva do milho, saber em que fase do armazenamento os riscos de perdas são maiores, ou seja, as quebras técnicas, para os armazenistas, e as contaminações, para a indústria.(NATIONAL ACADEMY SCIENCE; 1981; MAIN, 1983; SALUNKHE *et al.*, 1985; MARTINS *et al.*, 1985 BOXALL, 1986; JAYAS *et al.* , 1995; SANTOS & MANTOVANI, 1997).

Essas quebras, infestações e/ou contaminações são altamente relevantes do ponto de vista técnico e econômico em razão do grande volume de milho utilizado anualmente pelos processadores. A produção de milho no Brasil é estratégica, pois a demanda deste cereal pelas indústrias de moagem a seco, moagem a úmido e de rações, tem aumentado ano a ano, (SANTOS *et al.*, 1988; ABIMILHO, 2002).

Os insetos isolados e/ou associados a fungos provocam danos qualitativos e quantitativos ao grão de milho armazenado e aos seus subprodutos industrializados. A atividade metabólica desses organismos é responsável pelo aumento do conteúdo de água do grão, permitindo o aquecimento microbiológico da massa de produto armazenado que leva a perdas de: qualidade, peso e econômicas (CHRISTENSEN & KAUFMAN, 1969; CHRISTENSEN & MERONUCK, 1986; HAGSTRUM & FLINN, 1993; JAYAS *et al.*, 1995; LAZZARI, 1997; SANTOS & MANTOVANI, 1997).

Sabe-se que os insetos são responsáveis por contaminações, redução da qualidade e do valor comercial, rejeição de cargas, problemas no processamento, consumo de matéria seca e devolução de mercadoria pelo consumidor final (VARGAS, 1994; RUPP, 1996; ATUI & LAZZARI, 1998; DUPCHAK, 1997; PEREIRA, 2002; FAGANELLO, 2001; ABIMILHO, 2002).

As perdas são altamente variáveis e dependem da região, do tipo de unidade de armazenamento e da tecnologia do produtor (BOXALL, 1986; SANTOS & OLIVEIRA, 1991; BRASIL, 1983; SANTOS & MANTOVANI, 1997; LORINI, 2001).

Estudos de campo envolvendo grandes volumes de milho são caros e os armazenadores não estão dispostos a correr riscos logísticos e financeiros para manter o produto disponível para uma pesquisa de um ano ou mais. Portanto, estudos de laboratório são

imprescindíveis para se obter valores sobre as quebras técnicas durante o armazenamento, necessários para as políticas de estoques reguladores e remuneração dos armazenadores.

Esta pesquisa visou medir as perdas de qualidade e de peso resultantes da infestação por *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), em sementes de milho armazenadas a granel em laboratório.

2 – OBJETIVOS

- Avaliar a flutuação populacional dos insetos, da umidade, da infestação interna e da germinação em consequência de diferentes níveis de infestação;

- Avaliar a redução da qualidade das sementes de milho, comparando-se os resultados com a classificação comercial.

- Avaliar e comparar as perdas de peso provocadas pelos diferentes níveis de infestação usando diferentes metodologias de análise.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Porções de 450g de sementes de milho híbrido – COODETEC (OC-705) oriundas de um mesmo lote, foram acondicionadas em frascos de vidro com tampa telada, em três repetições, infestadas com 0, 5, 15 e 50 espécimes de *S. zeamais* sem idade e sexo definidos.

Os 60 frascos correspondendo aos quatro níveis de infestação x cinco datas de avaliações x três repetições foram colocados em câmara a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ umidade relativa (UR) e fotofase de 12 horas, durante 150 dias (Figura 1). A cada 30, 60, 90, 120 e 150 dias, 12 frascos eram retirados para avaliação do número de insetos, conteúdo de umidade, sementes com infestação interna, porcentagem de germinação, classificação comercial das sementes (carunchadas, com dano fúngico e o tipo), e a perda de peso por três técnicas diferentes; após os testes o material era descartado.

As avaliações foram feitas da seguinte forma:

- Número de Insetos - foi avaliado com o uso de peneiras de malha de números 12, 18, 20 e 30 correspondendo a 1,68; 1,0; 0,84 e 0,60 mm de diâmetro respectivamente, para separar os insetos para a contagem, baseando-se na metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).



FIGURA 1- Amostras do milho híbrido COODETEC (OC-705) acondicionadas em frascos de vidro com tampa telada, infestadas com 0, 5, 15 e 50 adultos de *Sitophilus zeamais*, e armazenadas em câmara a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ UR 12 horas de fotofase, durante 150 dias.

- Teor de Umidade (% base úmida) das sementes - foi determinado em amostras de 5g em três repetições, secas em estufa com circulação forçada de ar a 105°C por 24 h. As amostras foram

retiradas da estufa, colocadas em dessecador e pesadas em balança de precisão (CHRISTENSEN & MERONUCK, 1986; LAZZARI, 1997; BRASIL 1992).

- Sementes com Infestação Interna - foi avaliada em duas repetições de 100 sementes, submersas em água por 24 h e cortadas longitudinalmente para observar a presença de ovos, larvas, pupas e insetos adultos (BRASIL, 1992).

- Porcentagem de Germinação - foi determinada em quatro repetições de 50 sementes e colocados em germinador a 25°C, com leituras no quarto e sétimo dia (BRASIL, 1992).

- Classificação Comercial: foi feita com amostras de 250g por tratamento conforme, a Portaria nº 845 - 8/11/1976 (BRASIL, 1976):

a) Grãos Carunchados (sementes com sinais de dano por insetos, perfurados, broqueados e/ou com galerias) foram separados visualmente, pesados, e o valor encontrado transformado em porcentagem.

b) Dano Fúngico foi avaliado visualmente através da separação, pesagem e transformação em porcentagem da quantidade de sementes com indícios de danos fúngicos externamente no pericarpo.

c) Tipo Comercial foi determinado com base em todos os defeitos graves (ardidos e brotados) e defeitos gerais (carunchados, fermentados até ¼, quebrados e prejudicados por diferentes causas) encontrados nas sementes de milho, de acordo com a Portaria nº 845 para a classificação do milho (BRASIL, 1976).

- Perda de Peso foi determinada por três técnicas:

a) HARRIS & LINDBLAD (1978) e BOXALL (1986) – que utilizam o método gravimétrico, através da contagem e pesagem de sementes danificadas e não danificadas e os valores são aplicados à fórmula:

$$\% \text{ Perda Peso} = \frac{(Nd \times Pnd) + (Pd \times Nnd)}{(Nd + Nnd) \times Pnd} \quad \text{onde:}$$

Nd = número de grãos danificados

Pnd = Peso de grãos não danificados

Pd = Peso de grãos danificados

Nnd = número de grãos não danificados

b) COMPTON *et al.* (1998) – utiliza o método gravimétrico modificado, envolvendo contagem de grãos danificados e pesagem final da amostra, com a fórmula:

$$\% \text{ Perda de Peso} = \frac{\text{Pnd} - \text{Pfa}}{\text{Pnd}} \quad \text{onde:}$$

Pnd = Peso de grãos não danificados

Pfa = Peso final da amostra

c) Diferença de Peso - as porções de sementes com diferentes níveis de infestação foram peneiradas para separar sementes, insetos e pó. Após a contagem dos insetos, as sementes e o pó foram pesados em balança de precisão. O conteúdo de umidade das sementes foi determinado, conforme descrito anteriormente para calcular a perda de peso com base na matéria seca em cada data de avaliação.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 x 5) com três repetições, com quatro níveis de infestação de *S. zeamais* (0, 5, 15 e 50) e cinco períodos de armazenamento (30, 60, 90, 120 e 150 dias). Foi realizada a análise de variância para verificar a significância dos tratamentos e calculado o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar a relação entre os parâmetros. Os tratamentos foram pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de umidade, germinação, dano fúngico, perdas de peso e tipo comercial foram transformadas para $\sqrt{x}/100$; e os de infestação interna e número de insetos por $\log x$.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se aumento da população de insetos em todos os tratamentos. No final dos 150 dias de armazenamento esse aumento foi de 125,8; 81,0 e 30,8 vezes maior para os níveis de infestação 5; 15; e 50 de *S. zeamais* por frasco, respectivamente. Portanto, a taxa do menor nível de infestação (5 insetos/frasco) foi quatro vezes superior à do maior nível (50 insetos/frasco) (Tabela 1).

À medida que ocorreu o aumento da população de insetos, aumentou o conteúdo de umidade das sementes conforme seu nível de infestação. Após 150 dias de armazenamento o teor de umidade que era inicialmente de 10,0% foi para 14%, (5 insetos/frasco); 20,0% (15 insetos/frasco) e 24,0% (50 insetos/frasco), demonstrando o efeito da atividade metabólica e da presença dos insetos e fungos sobre o conteúdo de água das sementes de milho, corroborando o que foi relatado por diversos autores que demonstraram esse fato (CHRISTENSEN & KAUFMANN, 1969; HOWE 1973; MATIOLI *et al.*, 1979; PUZZI, 1986; LAZZARI, 1997).

A infestação interna aumentou de acordo com a quantidade de insetos em cada tratamento (Figura 2), isto é, foram encontradas 61% das sementes com ovos, larvas e adultos dentro das mesmas, para o nível inicial de 5; 90% para 15 insetos e 97% para 50 insetos/frasco aos 5 dias de armazenamento.

TABELA 1 – Número médio de insetos, teor de umidade (% em base úmida), infestação interna e germinação em amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705) em diferentes níveis de infestação de *Sitophilus zeamais*, após 150 dias de armazenamento; a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 horas.

Período (dias)	Número de Insetos				Teor de Umidade (%)				Infestação Interna (%)				Germinação (%)			
	0	5	15	50	0	5	15	50	0	5	15	50	0	5	15	50
0	0 Aa	5 Aa	15 Aa	50 Aa	10 Aa	10 Aa	10 Aa	10 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	96 Aa	98 Aa	97 Aa	98 Aa
30	0 Aa	5 Aa	15 Aa	50 Aa	11 Aa	11 Aa	11 Aa	11 Aab	0,0 Aa	5,8 Aa	7,3 Aa	10,5 Aab	95 Aa	91 Aa	94 Aa	94 Aa
60	0 Aa	27 Aa	71 Aa	151 Aa	11 Aa	11 Aa	11 Aa	11 Aab	0,0 Aa	8,0 ABa	12,8 ABa	28,2 Bb	95 Aa	94 Aa	89 Aab	78 Aa
90	0 Aa	153 Ba	212 BCa	467 Cb	11 Aa	11 Aa	12 Aab	13 Aab	0,0 Aa	41,0 Bb	51,0 BCb	72,0 Ccd	94 Aa	81 Aba	66 BCb	47 Cb
120	0 Aa	429 Bb	633 Bb	899 Cc	11 Aa	12 Aa	14 Ab	15 Ab	0,0 Aa	49,0 Bb	78,0 BCc	71,0 Cc	96 Aa	56 Bb	34 Bc	41 Bb
150	0 Aa	629 Bb	1215 Cc	1541 Dd	10 Aa	14 Aa	20 Bc	24 Bc	0,0 Aa	61,0 Bc	90,0 Cc	97,0 Cd	95 Aa	51 Bb	14 Cc	08 Cc
CV(%)	7,39 ⁽¹⁾				6,75 ⁽¹⁾				16,20 ⁽²⁾				10,67 ⁽¹⁾			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e da mesma letra minúscula nas colunas entre os níveis de infestação e os períodos de armazenamento para cada parâmetro avaliado não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

DMS – Diferença mínima significativa para a comparação de médias.

CV – Coeficiente de Variação.

(1) Dados transformados para arcoseno $\sqrt{X}/100$.

(2) Dados transformados para log x.

- Os valores numéricos são a média de três repetições.

Os danos internos afetam a qualidade fisiológica e, de acordo com HALL (1971), o embrião, por ser mais macio, é mais susceptível ao ataque de insetos. Quando os grãos ficam aparentes sob forma de galerias e orifícios, resultam no dano carunchados, como um indicativo de perda de qualidade física. DUPCHAK (1997) e ATUI & LAZZARI (1998) observaram que, quanto maior é a infestação no grão, mais elevado será o número de fragmentos no produto final e com qualidade inferior.

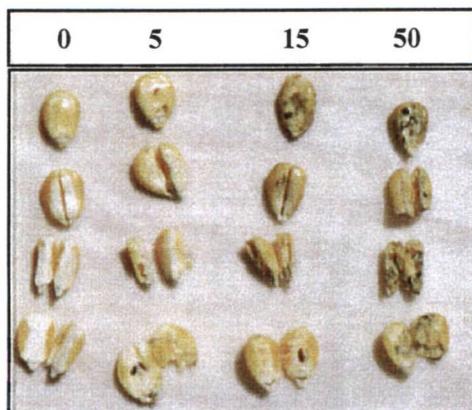


FIGURA 2 – Sementes de milho híbrido (OC-705) com infestação interna visível, após o ataque por *Sitophilus zeamais* nos níveis 0, 5, 15 e 50 insetos por amostra, em 150 dias de armazenamento.

A germinação das sementes também foi afetada significativamente, passando de uma faixa entre 98 - 96%, para 51 - 8%, ao fim do experimento. As maiores perdas na germinação ocorreram nos maiores níveis de infestações logo após 60 dias de armazenamento (Figura 3). Portanto, os dados de número de insetos, umidade, infestação interna e germinação mostram a magnitude dos danos provocados pelo gorgulho do milho nas sementes num prazo relativamente curto de tempo. Os resultados obtidos neste trabalho concordam com os dados de ALMEIDA & MURTA (1995) e MATIOLI *et al.* (1979), os quais observaram que o tamanho da população e o período de armazenamento têm grande influência na germinação das sementes. Os maiores danos com a germinação ocorreram devido à infestação interna, que é visível a olho nu e requiere técnicas específicas para a sua avaliação.

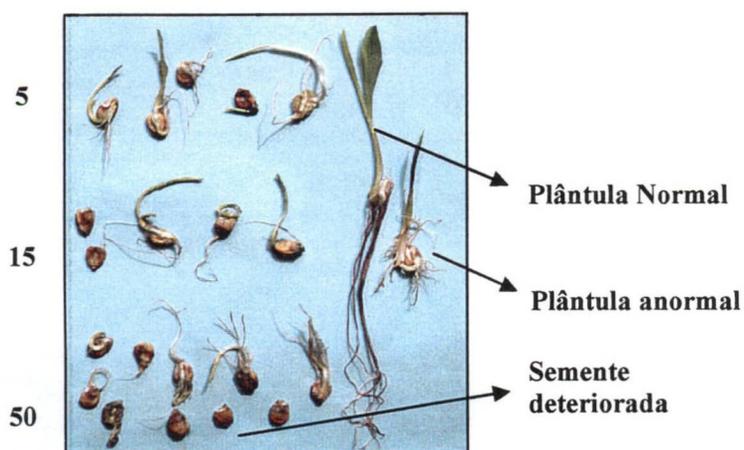


FIGURA 3 – Sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705) germinadas e com danos evidentes provocados por *Sitophilus zeamais*, nos níveis de infestação de 5, 15 e 50 insetos, após 150 dias de armazenamento.

Na Tabela 2 observa-se que a porcentagem de sementes carunchadas aumentou conforme o número inicial de insetos para cada tratamento (Figura 4); mas, no final dos 150 dias de armazenamento, não havia diferença significativa entre eles. O dano causado por 5 insetos em porções de 450g de milho foi igual ao causado por 15 e 50 insetos.

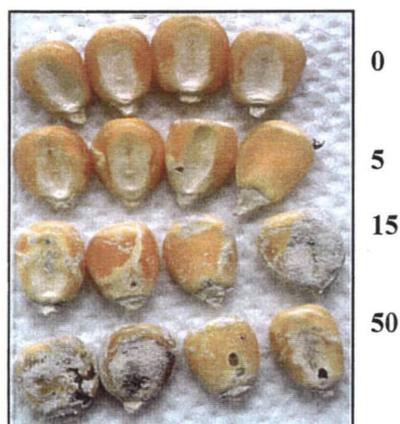


FIGURA 4 – Sementes do milho híbrido COODETEC (OC-5705) danificadas (carunchadas) por *Sitophilus zeamais*, nos níveis de infestação de 0, 5, 15 e 50 insetos, após 150 dias de armazenamento.

Quanto ao dano fúngico, não houve diferença significativa entre a testemunha e o tratamento com 5 insetos/450g, após 150 dias. O dano fúngico foi maior nos níveis mais elevados de infestação, concordando com CHRISTENSEN & MERONUCK (1986); DUNKEL (1988); CHRISTENSEN & MERONUCK (1989); BETI *et al.*, (1995); MILLER (1995) e LAZZARI (1997), que afirmam haver uma interação entre fungos e insetos.

Quanto à classificação comercial, observa-se que, devido à porcentagem de sementes carunchadas e com dano fúngico houve alteração no tipo, isto é, redução da qualidade aos 30 dias de armazenamento para os níveis de infestação de 15 e 50 insetos/450g de milho. Aos 90 dias, o produto foi classificado e enquadrava-se como Abaixo do Padrão – AP (desclassificado) para os três níveis de infestação (BRASIL, 1976). Uma perda física pode resultar numa perda econômica substancial se este produto é rejeitado. (JORDÃO, 1974; BOXALL, 1986; ABIMILHO, 2002).

A partir dos 30 dias de armazenamento as perdas para os três níveis de infestação avaliados pelos três métodos foram bastante semelhantes. Para o nível 5 a perda foi de 1,6; 1,9 e 1,8g; para 15 foi de 1,5; 3,1 e 3,4g, e com 50 insetos a perda foi de 3,6; 3,4 e 3,4g, respectivamente, pelos métodos PI, PII e PIII (Tabela 3).

Ao final dos 150 dias de armazenamento, no nível de 5 insetos/frasco, a população final foi de 629 indivíduos e a perda de peso média considerando os três métodos, foi de 43,9g (30,1 – 58,4g). No nível 15 insetos/frasco a população foi de 1215 insetos e a perda média de 85,1g (69,6 – 93,0g); e no nível 50 insetos/frasco, a população foi de 1541 indivíduos e a perda média foi de 114 g (90,1 – 133,0g) (Figura 5).

TABELA 2 – Número médio de sementes carunchadas, sementes com danos fúngicos e classificação comercial de amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), em diferentes níveis de infestação de *Sitophilus zeamais*, após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 12 horas de fotofase.

Período (dias)	Sementes Carunchadas (%)				Sementes com dano fúngico (%)				Classificação Comercial (Tipo)			
	0	5	15	50	0	5	15	50	0	5	15	50
0	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	2,56 Aa	3,73 Aa	2,72 Aa	3,05 Aa	1 Aa	1 Aa	1 Aa	1 Aa
30	0,0 Aa	2,45 Aa	4,52 Aa	8,18 Aab	3,66 Aa	4,03 Aa	4,80 Aa	3,57 Aa	1 Aa	1 Aa	2 Bb	2 Bb
60	0,0 Aa	3,06 Aa	12,84 ABa	19,61 Bb	2,46 Aa	3,38 Aa	2,35 Aa	2,36 Aa	1 Aa	1 Aa	2 Bb	3 Cc
90	0,0 Aa	5,39 Aa	34,17 Bb	49,49 Cc	3,89 Aa	2,82 Aa	2,44 Ab	2,40 Aa	1 Aa	4 Bb	4 Bc	4 Bd
120	0,0 Aa	59,05 Bb	80,36 Cc	78,29 Cd	2,71 Aa	1,94 Aa	15,49 Bc	38,67Cb	1 Aa	4 Bb	4 Bc	4 Bd
150	0,0 Aa	45,66 Bb	56,35 Bd	51,18 Bc	3,36 Aa	4,23 Aa	27,46 Bd	37,40Cb	1 Aa	4 Bb	4 Bc	4 Bd
CV (%)	20,1 ⁽²⁾				15,50 ^(1,2)				6,2 ⁽²⁾			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas (níveis de infestação) e da mesma letra minúscula nas colunas (período de armazenamento) para cada parâmetro avaliado não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

DMS – Diferença mínima significativa para a comparação de médias.

CV – Coeficiente de Variação.

(1) Dados transformados para arcoseno $\sqrt{X}/100$.

(2) Dados transformados para $\log x$.

Os valores numéricos para sementes carunchadas e sementes com dano fúngico, são a média de três repetições.

TABELA 3 – Perda de peso determinada por três métodos (PI, PII, PIII), em amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), em diferentes níveis de infestação de *Sitophilus zeamais* e períodos de armazenamento, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 12 horas de fotofase.

Período (dias)	Perda de Peso I (HARRIS & LINDBLAD, 1978) (g)				Perda de Peso II (COMPTON <i>et al.</i> , 1998) (g)				Perda de Peso III (Diferença de Peso) (g)			
	0	5	15	50	0	5	15	50	0	5	15	50
0	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
30	0,0 Aa	1,6 Aa	1,5 Aa	3,6 Aa	0,0 Aa	1,9 Aa	3,1 Aa	3,4 Aa	0,0 Aa	1,8 Aa	3,1 Aa	3,4 Aa
60	0,0 Aa	3,4 Aa	5,2 Aa	10,4 Aa	0,0 Aa	8,3 Aa	6,0 Aab	9,0 Aab	0,0 Aa	3,3 Aa	6,0 Aa	8,9 Aab
90	0,0 Aa	10,5 Abab	11,3 Aba	24,1 Ba	0,0 Aa	21,1 Bb	26,6 Bb	25,8 Bb	0,0 Aa	21,2 Bb	25,9 Bb	29,5 Bc
120	0,0 Aa	28,3 Bb	46,8 Bb	68,3 Ca	0,0 Aa	24,7 Bb	53,7 Cc	64,9 Cc	0,0 Aa	24,2 Bb	49,6 Cc	64,9 Dd
150	0,0 Aa	30,1 Bb	69,6 Cc	90,1 Cb	0,0 Aa	58,4 Bc	92,9 Cd	119,2 Dd	0,0 Aa	43,4 Bc	93,0 Cd	133,0 De
% 150	0,0	6,8	15,5	20,2	0,0	13,0	20,7	29,5	0,0	9,6	20,1	29,6
CV (%)	28,31 ⁽¹⁾				17,11				10,40 ⁽¹⁾			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas (níveis de infestação) e da mesma letra minúscula nas colunas (período de armazenamento) para cada parâmetro avaliado não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

DMS – Diferença mínima significativa para a comparação de médias.

CV – Coeficiente de Variação.

(1) Dados transformados para arcoseno $\sqrt{X/100}$.

(2) Dados transformados para log x.

Os valores numéricos representam a média de três repetições.

Os dados mostraram que uma população de insetos 3 ou 10 vezes maior não corresponde necessariamente a uma perda de peso da mesma ordem. Uma população de 5 insetos/frasco em 450g resultou em 43,9g de perda; a de 15 insetos em 85,1g e a de 50 insetos em 114,1g. Da população de 5 insetos/frasco para a de 15 a perda foi quase o dobro, mas para a de 50 insetos/frasco (10 vezes mais), a perda foi 2,5 vezes e não 10 vezes maior como se supunha. Essa informação é de grande importância para as práticas de manejo de grãos armazenados, visando manter qualidade final do produto. O número de insetos pode estar relacionado com a perda geral do produto (SUBRAMANYAN & HAGSTRUM 2000; LAZZARI & LAZZARI, 2002 e LORINI *et al.*, 2002).

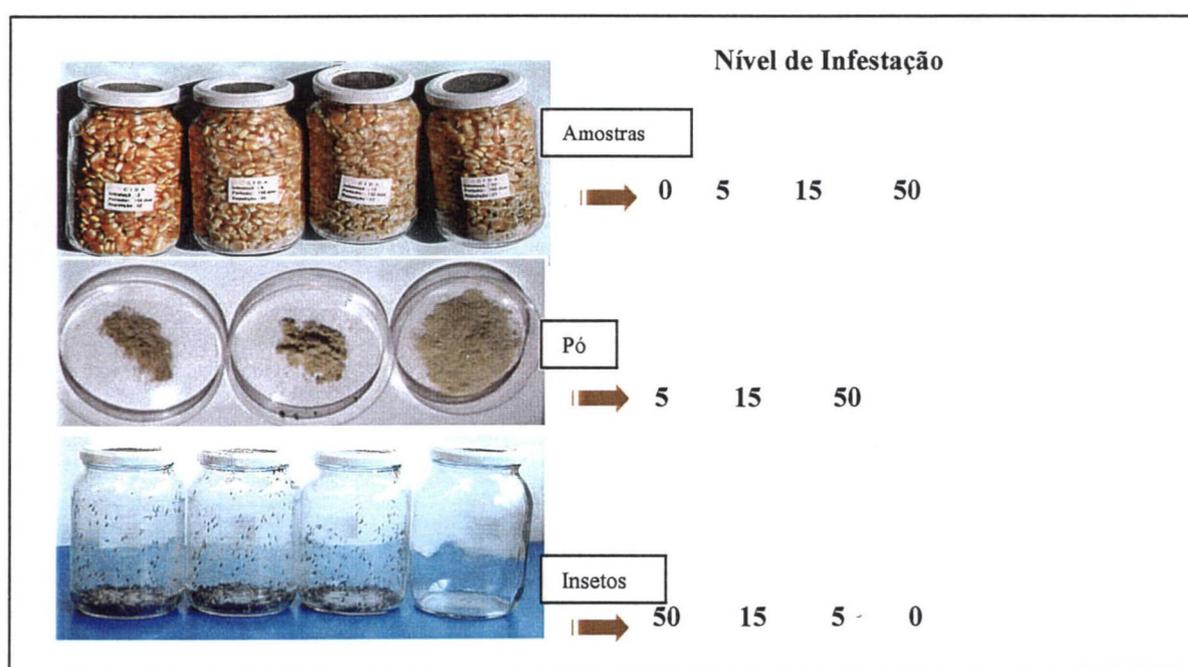


FIGURA 5 – Amostras de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705) ao final de 150 dias de armazenamento, ilustrando a perda de matéria seca e a população de insetos para os níveis de infestação de 0, 5, 15 e 50 insetos.

Considerando os três métodos, a perda de peso média nos três níveis de infestação (5, 15, e 50 insetos/frasco) foi de 1,61g/dia após 150 dias de armazenamento, 0,36%/dia ou 0,0001% de ms/inseto/dia.

Apesar da diferença entre os três métodos (PI, PII e PIII) na avaliação das perdas de peso, o método PII (COMPTON *et al.*, 1998) apresentou maior confiabilidade.

Na Tabela 4, verifica-se que a produção de pó, incluindo fezes dos insetos é resultado do consumo das sementes pelos insetos, reforçando a idéia de que população e consumo não

são valores da mesma ordem. No final do período de armazenamento, a média da produção de pó para os frascos com 5, 15 e 50 insetos foi de 3,93; 7,90 e 7,36g, respectivamente. Isso ocorreu devido ao ambiente restrito (evitando a migração), à competição, à população alta em relação ao volume de sementes (principalmente para o tratamento de 50 insetos/frasco); à relação entre os sexos, ao crescimento fúngico e à redução de alimento. Também pelo fato de, os insetos de sementes ou grãos armazenados serem gregários, isto é, localizarem-se em porções específicas na massa de grãos (na parte inferior, superior e no meio do silo onde situa-se o cone de impurezas), a estimativa de perdas físicas (consumo) por insetos dentro de um silo, com base em amostragens, requer cuidados, pois pode-se chegar a valores incorretos (PEREIRA, 2002).

Na Tabela 5, observa-se correlação altamente significativa (positiva ou negativa) entre todos os fatores avaliados. O aumento populacional de insetos afetou o conteúdo de umidade, que, por sua vez, influenciou o desenvolvimento fúngico que, juntamente com a infestação intensa e o número de sementes carunchadas, afetaram a classificação comercial e a perda de peso.

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam as equações de regressão para todas as variáveis avaliadas, demonstrando que foram altamente significativas, evidenciando a redução gradativa, em cada nível de infestação, ao longo dos 150 dias de armazenamento.

TABELA 4 – Número de Insetos, Perda de Peso – PIII e quantidade de pó em amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), em diferentes níveis populacionais de *Sitophilus zeamais*, após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 12 horas de fotofase.

Período (dias)	Número de Insetos				Perda de Peso - PIII (g)				Pó (g)			
	0	5	15	50	0	5	15	50	0	5	15	50
0	0	5	15	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0	5	15	50	0,0	1,8	3,1	3,4	0,0	0,0	0,03	0,07
60	0	27	71	151	0,0	3,3	6,0	8,9	0,0	0,02	0,17	0,32
90	0	153	212	467	0,0	21,2	25,9	29,5	0,0	1,14	1,82	3,32
120	0	429	633	899	0,0	24,2	49,6	64,9	0,0	3,54	5,54	6,43
150	0	629	1215	1541	0,0	43,4	93,0	133,0	0,0	3,93	7,90	7,36

Os valores numéricos para pó (incluindo pó, finos e sujidades leves) são média de três repetições

TABELA 5 – Coeficientes de correlação simples (r) entre as variáveis analisadas (a) em amostras de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), em diferentes níveis de infestação (0, 5, 15 e 50) de *Sitophilus zeamais*, após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 horas.

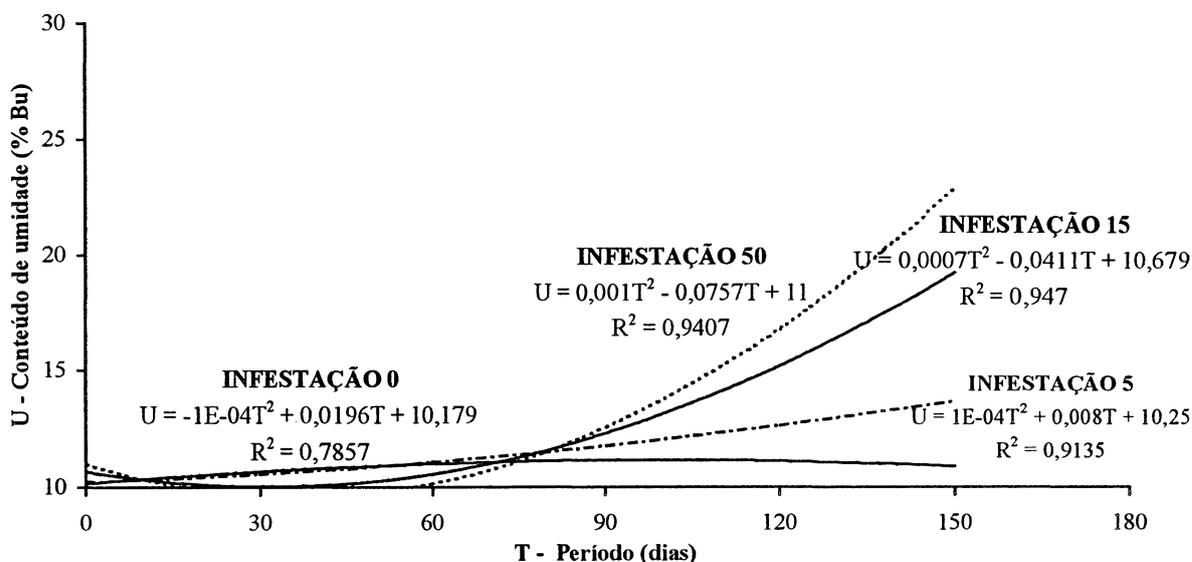
Variáveis	F	U	C	CC	INS	PI	PII	PIII	INF	G
F	1,0000									
U	0,7516**	1,0000								
C	0,6354**	0,6119**	1,0000							
CC	0,5217**	0,6160**	0,8751**	1,0000						
INS	0,8468**	0,8887**	0,7778**	0,7663**	1,0000					
PI	0,8675**	0,9177**	0,7474**	0,7234**	0,9513**	1,0000				
PII	0,8322**	0,9291**	0,7377**	0,7493**	0,9657**	0,9508**	1,0000			
PIII	0,8484**	0,9246**	0,8721**	0,7443**	0,9553**	0,9414**	0,9813**	1,0000		
INF	0,6700**	0,7709**	-0,8525**	0,9143**	0,8994**	0,8729**	0,8713**	0,8557**	1,0000	
G	0,7327**	-0,8416**	0,5296**	-0,8415**	-0,9484**	-0,9147**	-0,9164**	-0,8997**	-0,9557**	1,0000

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

(a) F = Fungos; U = Umidade; C = Carunchados; CC = Classificação Comercial ; INS = número de insetos; PI = Perda de peso conforme HARRIS & LINDBLAD (1978); PII = Perda de peso conforme COMPTON *et al.* (1998); PIII = Perda de peso por diferença; INF = Infestação interna; G = Germinação.

Valores significativos a 1% de probabilidade.

a) Teor de umidade



b) Número de insetos adultos

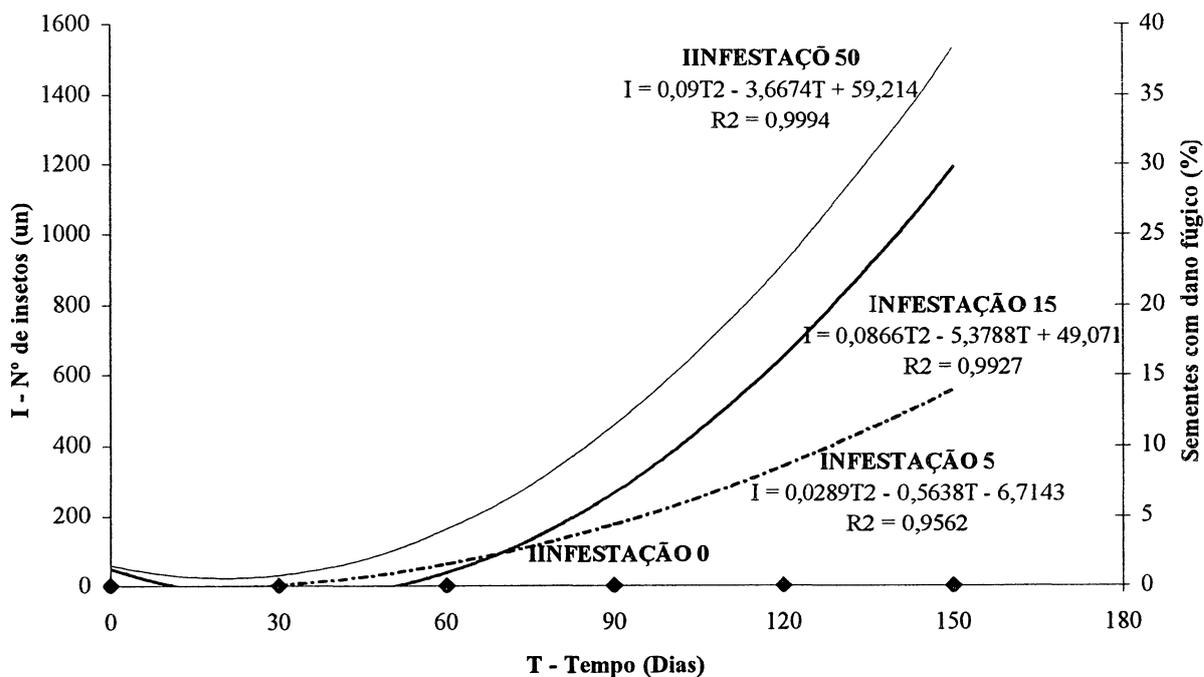
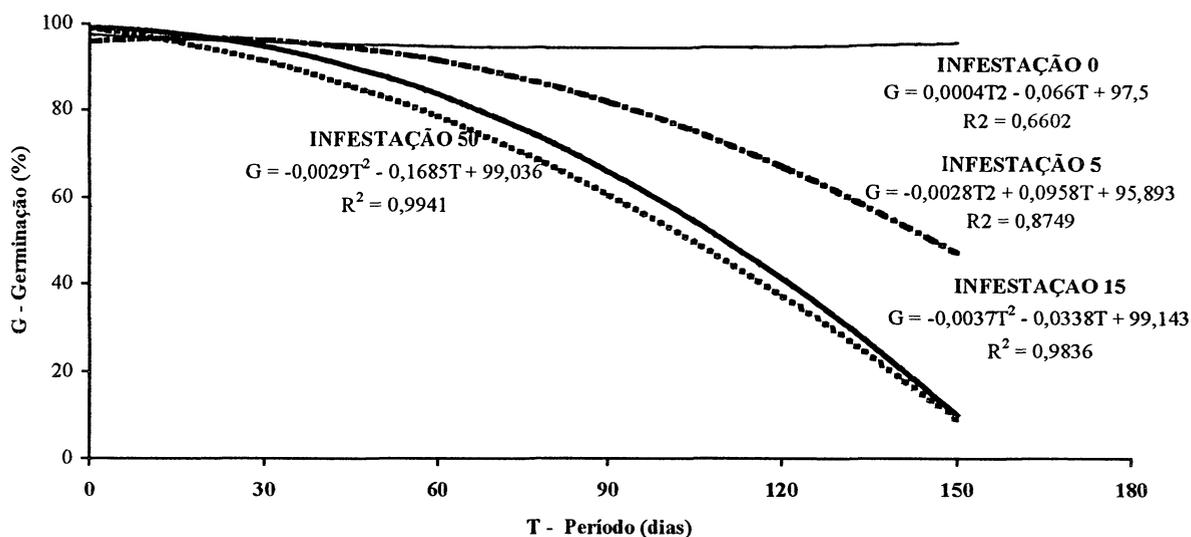


FIGURA 6 – Efeito do nível de infestação de *Sitophilus zeamais* sobre conteúdo de umidade - U (a) e número de insetos adultos - I (b), em amostras de sementes de milho híbrido - CODETEC (OC-705); durante 150 dias de armazenamento - T, a $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 12 h f de fotofase.

a) Germinação



b) Infestação Interna

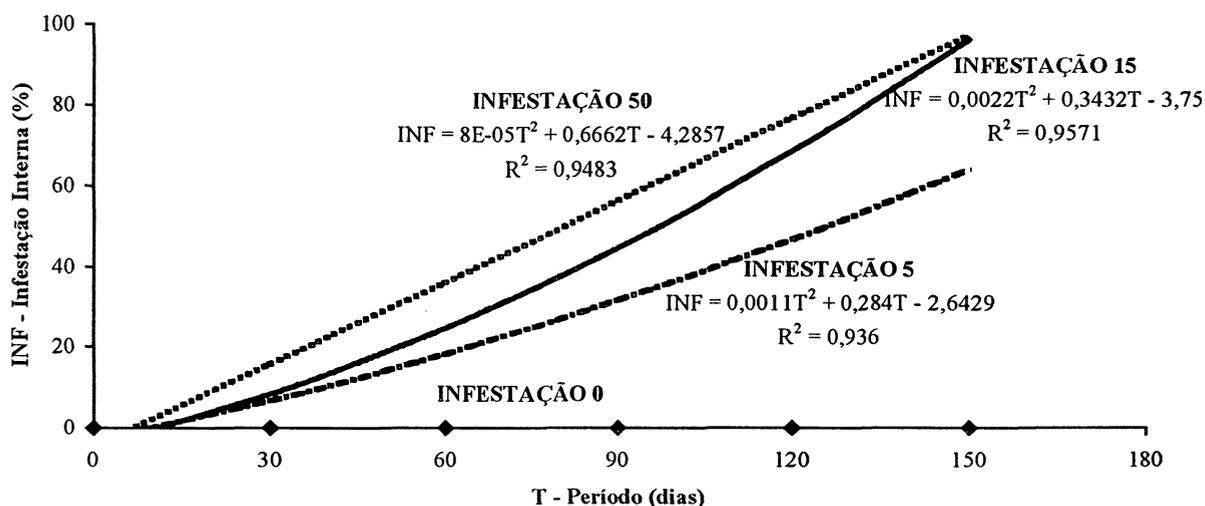
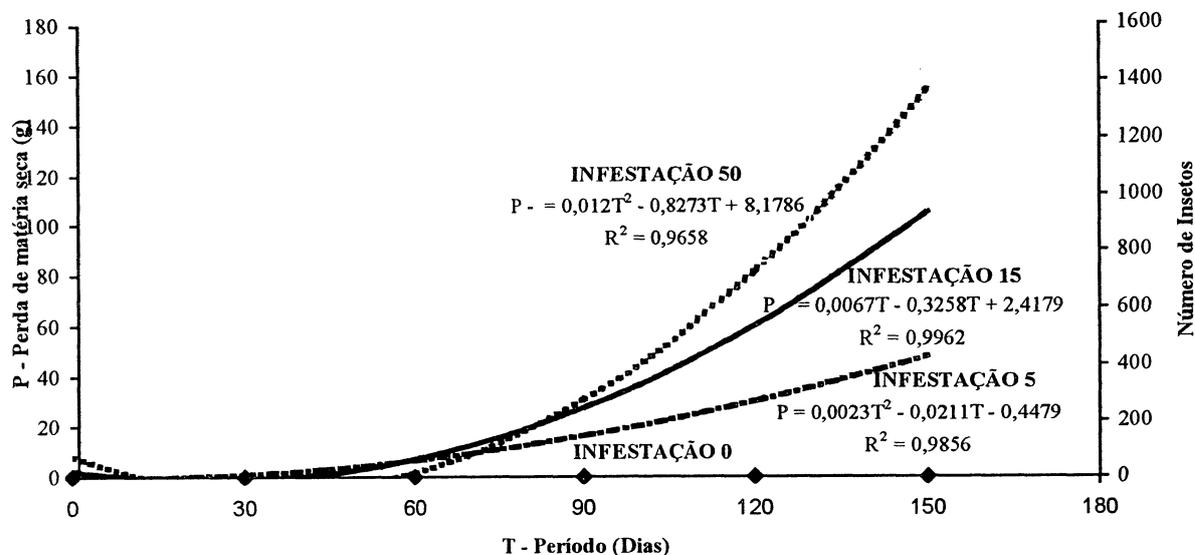


FIGURA 7 – Efeito do nível de infestação de *Sitophilus zeamais* sobre germinação G - (a) e infestação interna - INF (b), de sementes de milho híbrido - CODETEC (OC-705); durante 150 dias de armazenamento - T, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e f12 h de fotofase.

a) Perda de Peso (PI, PII, PIII)



b) Classificação Comercial

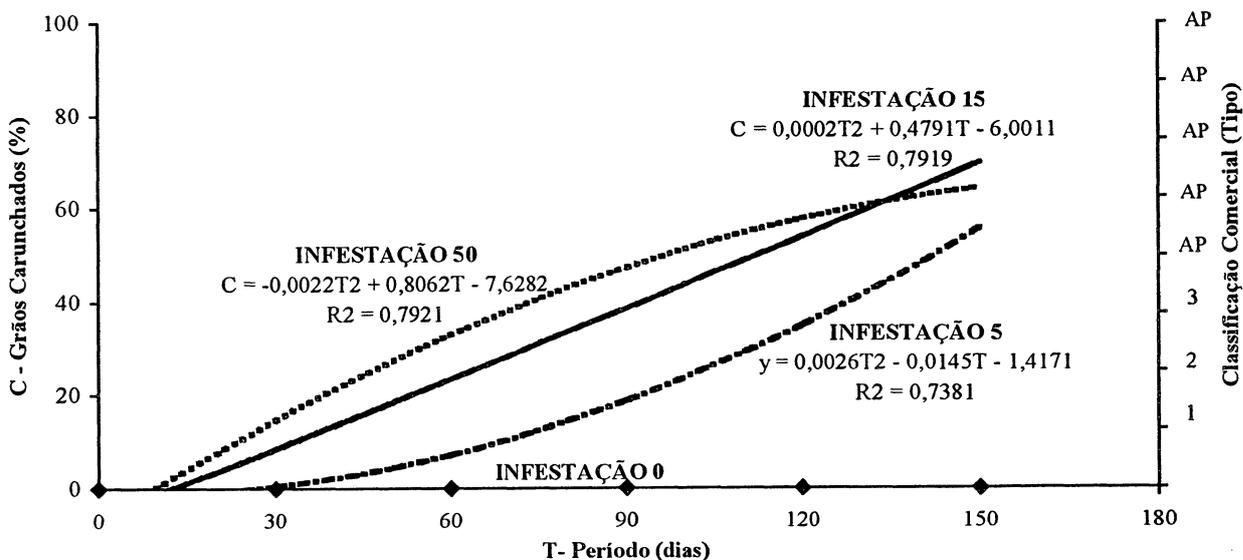


FIGURA 8 – Efeito do nível de infestação de *Sitophilus zeamais* sobre perda de peso - P (a) e grãos carunchados - C (b), do milho híbrido - CODETEC (OC-705); durante 150 dias de armazenamento - T, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 h.

5 – CONCLUSÕES

5.1 - Para os níveis de infestação avaliados (5, 15 e 50 insetos/450g) houve um crescimento populacional acompanhado de redução na qualidade e quantidade de matéria seca das sementes de milho.

5.2 – O crescimento populacional dos insetos acompanhado do desenvolvimento fúngico, causou aumento do teor de umidade do grão e da infestação interna; redução da porcentagem de germinação e qualidade comercial, além da perda de peso das sementes.

5.3 - Os três métodos de avaliação de perda de peso mostraram-se adequados, indicando uma quebra técnica média de 0,36%/dia.

6 – RECOMENDAÇÕES

1. Os valores de perda de peso determinado servem para estimar a quebra técnica do produto limpo, seco e com ausência de grãos quebrados, fragmentos, impurezas e matérias estranhas. Em milho comercial (14% de umidade, 1% de impurezas e matérias estranhas, 8% de grãos brotados e danificados por fungos e 3% de quireras), esta quebra certamente será maior do que 1,61g/dia se não houver um manejo adequado da massa de grãos;
2. Pesquisas adicionais com milho de diferentes qualidades, são necessárias para padronizar uma metodologia capaz de medir as quebras técnicas, a qual poderá servir para várias unidades armazenadoras de diferentes tipos e capacidades de estocagem;
3. A perda de matéria seca média causada por *S. zeamais* em milho, em laboratório, de 1,61g/dia (0,36/dia), é considerada alta na prática. Se tivesse ocorrido controle dos insetos nos tratamentos, a quebra técnica teria sido muito menor.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO – Associação Brasileira das Indústrias Moageiras de Milho. Colheita, Recebimento, Limpeza, Secagem e Armazenamento de milho. **Boletim Técnico**. Apucarana – PR: ABIMILHO, 22 p.. 2002.

ALMEIDA, A. A.; MURTA, R. C. C. Variação no peso, na germinação e no teor de umidade de grãos de milho armazenado, provocadas por uma geração de *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819) (Lepidoptera, Gelechiidae), **Rev. Bras. Entomol.**, v. 39, n. 1, p. 95-102, março. 1995.

ATUI, M. B.; LAZZARI F. A, Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 57, n.1, p. 57-63. 1998.

BETI, J. A.; PHILLIPS, T. W. & SMALLEY, E. B. Effects of maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on production of Aflatoxin B₁ by *Aspergillus flavus* in stored corn. **J. of Economic Entomology**, USDA, v. 88, n. 6, p. 1517-1838, December. 1995.

BOXALL, R.A. **A critical review of the methodology for assessing farm-level grain losses after harvest**. London: TDRI, 139 p, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Desenvolvimento Rural. **Portaria nº 845, de 8 de novembro de 1976**. Brasília: MA - SNARA, 1976.

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, 365p. 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria nº 50, de 3 de março de 1983**. Brasília: MA - SNARA, 1983.

COMPTON, J. A. F.; FLOYD, S.; OFOSU, A. & AGBO, B. The modified count and weight method: and improved procedure for assessing weight loss in stored maize cobs. **Journal Stored Product Research.**, Exeter, v. 34, n. 4, p. 277-285, February. 1998.

CHRISTENSEN, C. M. & KAUFMAN, H. H. **Grain Storage – The role of fungi quality loss**. Minneapolis: University of Minnesota Press.,138 p., 1969.

CHRISTENSEN, C. M. & MERONUCK, R. A. **Quality maintenance in stored grains and seeds**. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 138p., 1986.

CHRISTENSEN, C. M. & MERONUCK, R. A. Dry matter loss in yellow dent corn resulting from invasion by storage fungi. **Plants Disease**, Minnesota, v. 73, n. 6, p. 501-503, June. 1989.

DUNKEL, F. V. The relationship of insects to the deterioration of stored grain by fungi. **International Journal of Food Microbiology**, Elsevier, v. 7, p. 227-244. 1988.

DUPCHAK, L. M. **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 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

FAGANELLO, W. J. Recebimento de milho em grãos – Caramuru. In: Valorização da Produção e Conservação de Grãos no Mercosul (Workshop): VI Seminário Nacional de Milho Safrinha; II Conferência Nacional de Pós Colheita; SAG-Mercosul – II Simpósio em Armazenagem Qualitativa de Grãos do Mercosul. **Anais**. Londrina: IAPAR, p. 2-3, 2001.

HALL, D. W. **Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales**. Roma: FAO, 1971. 400p.

HAGSTRUM, D. & FLINN, P. How to sample grain for insects. In: KRISCHIK, V.; CUPERUS, G.; GALLIART, D. & COOPER, M. S. Management of grain bulk commodities, and bagged products. **Kansas Circular**, Oklahoma, number E-912. p. 65-69. 1993.

HARRIS, K. L. & LINDBLAD, C. J. **Postharvest grain loss assessment methods**. Minnesota: America Association of Cereal Chemist, 193p., 1978.

HOWE, R. W. Loss of viability of seed in storage attributable to infestations of insects and mites. **Seed Science Technology**, v. 1, p. 562-586. 1973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1985. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: O Instituto, v. ,13ª ed., 533 p.

JAYAS, D. S., WHITE, N. D. G. & MUIR, E. M. **Stored-grain ecosystems**. New York: Marcel Dekker, Inc., p. 757, 1995.

JORDÃO, B. A. 1974. Conseqüências dos fatores de deterioração nas características qualitativas dos grãos armazenados. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 1-11. 1974.

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

LAZZARI, F. A. & LAZZARI, S. M. N. Manejo integrado de fungos e insetos em grãos e subprodutos. **Grãos Brasil**, Maringá, ano I, n. 3, p. 30, maio. 2002.

LORINI, I. Manual Técnico para o manejo integrado de pragas de grãos e cereais armazenados. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 80 p., 2001.

LORINI, I.; MIIKE, L. H. & SCUSSEL, V. M. Armazenagem de Grãos. 1 ed. Campinas: IBG, 1000p., 2002.

MAIN, C. E. **Nature of crop losses. An overview**. p. 61-81. In: Challenging Problems in Plant Health. APS. 1983.

MARTINS, D. dos S.; FARONI, L.R.D' A.; SILVA, F. A. P. da; SOUZA, O, F. F. de. Avaliação das perdas do milho, antes da colheita e no armazenamento, pelo gorgulho (*Sitophilus* spp) e pela traça (*Sitotroga cerealella*) na microrregião de viçosa, MG. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 9 e 10, n.1,2, p. 6-8. 1984/1985.

MATIOLI, J.C. ALMEIDA, A.A. DE & MATIOLI C.H. Efeitos da infestação de *Sitophilus oryzae* sobre a germinação de sementes de milho armazenado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 4, n. 1, 15 – 28 p., jun. 1979

MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **J. Stored Prod. Res.**, Exeter, v. 31, n. 1 p.1-16, august. 1995.

NATIONAL ACADEMY SCIENCE. **Postharvest food losses in developing countries.** 203p. 1981.

PEREIRA, P. R. V. S.; LAZZARI, F.; LAZZARI, S. M. N. Insect monitoring outside grain storage facilities in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 7., Beijing, 1998 **Proceedings...** Chengdu, v. 2, p. 1534-1536. 1999.

PEREIRA, P. R. V. S. Amostragem e monitoramento de insetos em grãos e estrutura de armazenamento. **Grãos Brasil**, Maringá, ano I, nº 2, março, p 27-31. 2002.

PUZZI, D. **Abastecimento e Armazenamento de grãos.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 613 p., 1986.

RUPP, M.M.M. **Detecção de sujidades e avaliação do pó inerte para controle de insetos em cevada cervejeira e malte armazenados.** Curitiba:, 1996. 44f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

SALUNKHE, D. K.; CHAVAN, J. K. & KADAM, S. S. **Postharvest Biotechnology of Cereals.** Florida: CRC Press. 208p. 1985.

SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; CAJUEIRO, I. V. M.; BIANCO, R.; SEPULCRI, O.; LAZZARI, F.L. . Levantamento de perdas causadas por insetos no milho armazenado em pequenas propriedades do Estado do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 16. 1986. Belo horizonte, MG. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS. **Anais...** 1988. p. 254-275.

SANTOS, J. P. & MANTOVANI, E. C. A. Perdas de grãos na cultura do milho – Pré-Colheita, Colheita, Transporte e Armazenamento. **Circular Técnica.** EMBRAPA, n. 24, Junho. 40 p. 1997.

SANTOS, J. P. & OLIVEIRA, A. C. Perdas de peso em grãos armazenados devido ao ataque de insetos. **Comunicado Técnico. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS**, 1991, N. 6, 6 p. 1991.

SUBRAMANYAN, B. & HAGSTRUM, D. W. Monitoring and decision tools. In: SUBRAMANYAN, B. & HAGSTRUM, D. W. (eds.). **Alternatives to pesticides in stored-product IPM.** 1 ed. Massachusetts, Klumer Academic Publishers Norwell. p. 1-28. 2000.

VARGAS, C. H. B. **A entomologia analítica na verificação das condições higiênicas de matérias-primas e de produtos agrícolas industrializados.** Curitiba, 1994. 146f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

CAPÍTULO II

MONITORAMENTO DE INSETOS EM
INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MILHO

CAPÍTULO II

MONITORAMENTO DE INSETOS EM INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MILHO

RESUMO

O monitoramento de pragas na massa de grãos e na estrutura de armazenamento e processamento é de fundamental importância para se detectar o início de qualquer infestação e reduzir problemas no produto final. O método, ou a combinação de métodos, de captura a ser utilizado deve ser eficiente na amostragem de insetos e de fácil interpretação. O objetivo deste trabalho foi monitorar a flutuação populacional de insetos de grãos armazenados com o uso de armadilhas e orientar o manejo da qualidade da matéria-prima numa indústria de processamento de milho. Foram utilizadas armadilhas para o monitoramento quinzenal de insetos, na estrutura interna e externa da indústria. No experimento I, foram usados dois tipos de armadilhas: armadilhas tipo gaiola e armadilhas adesivas brancas, tipo delta. No experimento II, foram comparadas armadilhas adesivas de diversas cores, com e sem feromônio (Mix Traça - Phycitinae), em três pontos do graneleiro com farelo de milho. No experimento I, as espécies mais capturadas em armadilhas tipo gaiola foram *Oryzaephilus surinamensis* (63,4%) e *Sitophilus zeamais* (15,7%); nas armadilhas adesivas foram *O. surinamensis* (67,5%) e *Cadra cautella* (6,3%), sendo os túneis dos silos, áreas próximas dos secadores, pré-limpeza e elevadores os locais com as maiores infestações. No experimento II, a armadilha branca sem feromônio coletou mais insetos do que as demais cores, em todos os pontos, sendo a espécie *Corcyra cephalonica* o lepidóptero mais abundante. *O. surinamensis* foi a espécie predominante e o local de maior infestação e risco foram os túneis embaixo dos silos.

ABSTRACT**INSECT MONITORING WITH CAGE TRAPS AND ADHESIVE TRAPS IN A PROCESSING CORN INDUSTRY**

Monitoring of stored grain insects in storage unities and processing plants is of fundamental importance to detect the beginning of any infestation and to reduce contaminants in final products. A method or a combination of methods to monitor infestations should be efficient in sampling insects and of easy interpretation. The purpose of this work was to monitor insect populations using different traps in order to guide sanitation procedures in an industry of corn processing. The traps in internal and external areas of the industry were checked every fifteen days to remove the insects and to replace food-baits. In the first experiment, two types of traps were used: baited cage and white delta adhesive traps. For the second one several colored delta adhesive traps, with and without pheromone (Mix moths - Phycitinae), were use to capture lepidopterous in three points of a flat storage silo for corn meal. In the first experiment the most captured species in the cage traps were *Oryzaephilus surinamensis* (63,4%) and *Sitophilus zeamais* (15,7%). In the adhesive traps, the most common ones were *O. surinamensis* (67,5%) and *Cadra cautella* (6,3%), being the tunnels of the silos, areas of the dryers, pre-cleaning and elevators the places of larger infestations. In the second experiment the white traps without pheromone collected more insects than the other color traps, in all the points, being the species *Corcyra cephalonica* the most abundant lepidopterous. The species *O. surinamensis* was the most predominant species in all traps. The place of larger infestation and high risk was the tunnel of the silos.

1 – INTRODUÇÃO

A sazonalidade e a utilização da produção determinam a necessidade de um sistema de armazenamento eficiente para reduzir perdas e aumentar a segurança e higiene das matérias primas, atendendo, assim, às necessidades das indústrias de alimentos e consumidores.

O recebimento de grãos em um sistema de armazenagem pode preservar a identidade do produto e direcioná-lo para determinado fim, em função de sua qualidade física e sanitária, principalmente (DALPASQUALE, 2000)

O monitoramento de pragas que ocorrem na massa de grãos armazenados é de fundamental importância para detectar o início de qualquer infestação, a qual poderá alterar a qualidade final do grão. Qualquer método a ser utilizado deve ser eficiente na amostragem de insetos e de fácil interpretação.

O uso de armadilhas para capturar insetos em grãos armazenados tem sido intensivamente estudado (LOSCHIAVO & ATKINSON, 1973; LIPPERT & HAGSTRUM, 1987; FARGO *et al.*, 1989). A tarefa mais difícil é interpretar o significado do número de insetos capturados, correlacioná-lo com a população mais provável que existir na massa de grãos e tomar uma decisão. Informações sobre o comportamento das espécies em relação ao tipo e à localização das armadilhas são muito importantes.

As armadilhas com feromônios são instrumentos indispensáveis para o monitoramento e controle de pragas, pois não apresentam ação nociva sobre os insetos benéficos. Os dados de captura permitem a aplicação racional de inseticidas e a avaliação de sua eficácia, reduzindo custos, contaminação dos aplicadores, do meio ambiente e dos alimentos (GITS *et al.*, 2002).

Os feromônios sintéticos têm sido muito utilizados em armadilhas para monitorar espécies de insetos de grãos armazenados, baseando-se na sensibilidade de detecção do semioquímico para cada espécie.

As fêmeas dos piralídeos liberam um ou mais feromônios sexuais, que atraem os machos da mesma espécie. O principal atraente sexual dos piralídeos da subfamília Phycitinae é quimicamente idêntico, de forma que apenas um produto químico pode ser necessário para monitorar ou controlar as espécies de mariposas dessa subfamília (DOBIE *et al.*, 1984).

Para traças e outras espécies que se desenvolvem na superfície da massa de grãos, existem as armadilhas adesivas que determinam a densidade de insetos que voam no interior da unidade armazenadora; estas armadilhas podem ser combinadas com feromônios. O

monitoramento deve ser feito periodicamente com contagem e identificação dos indivíduos para auxiliar na tomada de decisões.

As traças da subfamília Phycitinae (Pyralidae) estão entre as pragas mais comuns de grãos armazenados monitoradas por armadilhas com feromônio. Segundo PHILLIPS *et al.* (2000), os ficitíneos não são totalmente atraídos pelo componente isolado ZETA, do feromônio sintético para esta subfamília.

Alguns insetos têm habilidade para penetrar pacotes, como a traça-do-arroz, *Corcyra cephalonica* (Sainton) que é capaz de perfurar mais de uma camada de material flexível da embalagem de alimentos (MULLEN & PEDERSEN, 2000).

A quantificação do número e tipo de armadilhas a serem fixadas é fundamental para a obtenção de uma amostragem precisa com resultados consistentes, e isso dependerá da espécie de inseto a ser monitorada, do tipo de produto e da forma em que este está armazenado. O número de amostras é determinado pela distribuição de insetos no grão; quando a densidade de insetos é alta, a variação entre amostras é baixa e poucas amostras são necessárias para obter a estimativa das populações. Com o aumento do número de amostras, aumenta-se a precisão dos resultados, porém quando as amostras são poucas pode-se subestimar ou superestimar a densidade populacional de insetos, deixando de fazer um controle quando necessário ou tratando o grão desnecessariamente (HAGSTRUM & FLINN, 1995).

O monitoramento das infestações de insetos em indústria de processamento de milho destinado à alimentação humana utilizando diversas técnicas, conforme proposto aqui, representa uma pesquisa inédita no País. Considera-se que é possível monitorar populações migrantes de insetos na estrutura da fábrica, com um número adequado de armadilhas.

2 - OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa foi monitorar a flutuação de insetos de grãos armazenados com diversas armadilhas para fundamentar o manejo da qualidade da matéria-prima numa indústria de processamento de milho. Os objetivos específicos foram:

- 2.1** - Monitorar a flutuação populacional de insetos de grãos armazenados na estrutura da indústria de processamento de milho, com armadilhas suspensas e no piso;
- 2.2** - Monitorar a flutuação populacional de insetos com armadilhas adesivas com e sem feromônio;
- 2.3** – Determinar os pontos mais críticos de infestação para orientar nas medidas de manejo.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos visando monitorar quinzenalmente a flutuação de insetos de grãos armazenados com o uso de armadilhas tipo gaiola e tipo Delta, nas instalações de uma indústria de processamento de milho, em Apucarana – PR.

3.1 - Experimento I: Monitoramento de insetos com armadilhas tipo gaiolas e adesivas suspensas com feromônio

A ocorrência de insetos foi monitorada com o uso de armadilhas tipo gaiola com atrativo alimentar e armadilhas adesivas suspensas com feromônio, em uma indústria de processamento de milho, com uma área de 60.000 m² aproximadamente, durante o período de dezembro/2001 a dezembro/2002, FIGURA 1.

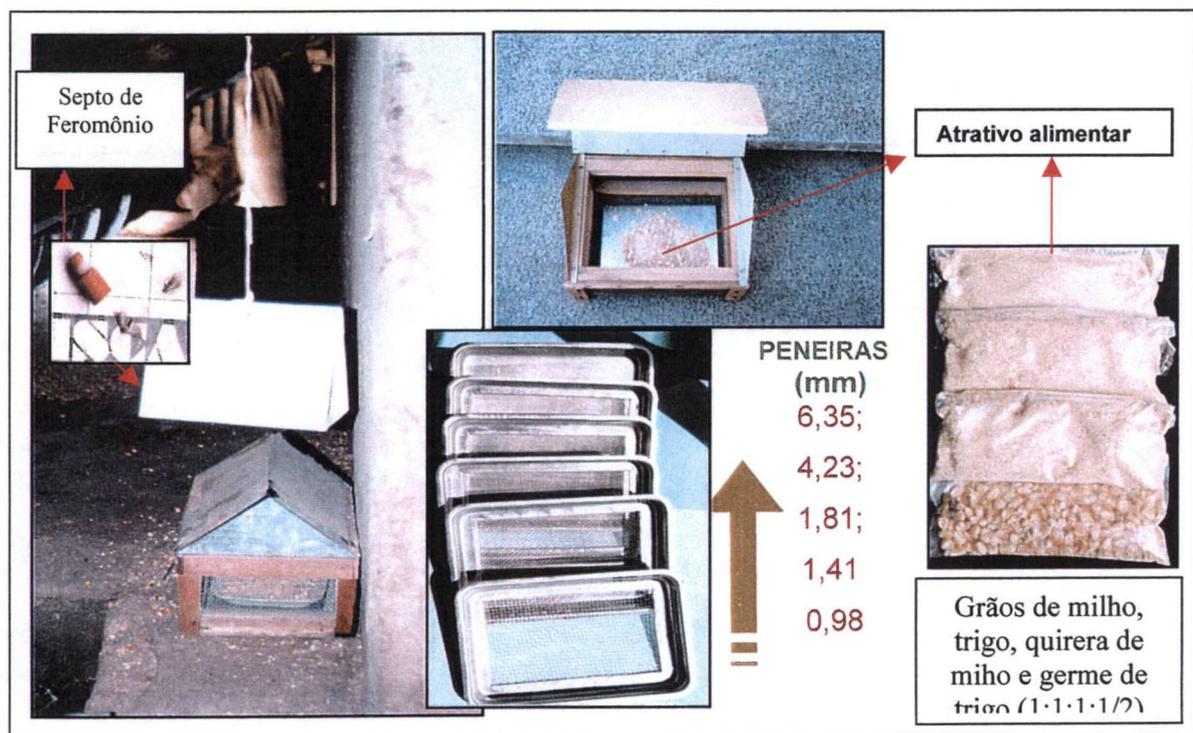


FIGURA 1 – Armadilhas adesivas tipo delta e armadilha tipo gaiola com atrativo alimentar.

Foram instaladas 20 armadilhas tipo gaiola com atrativo alimentar em diferentes pontos internamente e externamente na indústria, conforme metodologia proposta por

STRONG (1970) e usada por PEREIRA *et al.* (1999); RUPP (1996); PAULA (1999) e CERUTI (2003).

As armadilhas foram construídas com compensado (22,0 x 30,0 cm) e cobertas com uma chapa galvanizada, em forma de telhado, para não deixar o atrativo alimentar exposto ao tempo. As laterais da estrutura de compensado foram vedadas com uma malha metálica para permitir apenas a passagem dos insetos.

A isca alimentar era 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, sem contaminantes. Essa mistura foi armazenada em freezer até o uso, colocando-se 250g em cada armadilha. Quinzenalmente, o atrativo era retirado e levado ao laboratório para a contagem e identificação dos insetos.

As armadilhas adesivas suspensas do tipo delta, eram de papel encerado de cor branca e nas dimensões 12x10x18 (altura x largura x comprimento), impregnadas internamente com cola e contendo um septo de feromônio Mix Traça. Essas armadilhas foram suspensas por um barbante e colocadas também em 20 pontos considerados críticos para infestação. Eram vistoriadas quinzenalmente para a retirada dos insetos e substituição das armadilhas, sendo os septos de feromônio trocados a cada 30 dias, de janeiro a dezembro de 2002.

No decorrer do trabalho, foram acompanhadas as condições climáticas, precipitação (P mm), temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%), correlacionando-as com as capturas das armadilhas (Apêndice 1).

3. 2 - Experimento II: Monitoramento de insetos com armadilhas adesivas coloridas delta com e sem feromônio

Foram utilizadas armadilhas adesivas coloridas, tipo Delta, nas dimensões 12 x 10 x 18 cm (altura x largura x comprimento), com e sem feromônio (Mix Traça - Phycitinae), para a captura dos lepidópteros de grãos armazenados em um graneleiro com farelo de milho na mesma indústria. Foram distribuídas, ao acaso, duas armadilhas de cada cor, branca, amarela, vermelha e azul, com e sem o feromônio (C/F e S/F), suspensas por um barbante, em três locais (posições) do graneleiro (Túnel – P1, Fosso do Elevador – P2 e Correia Transportadora – P3), com avaliação quinzenal, de fevereiro a abril de 2002 (Figura 2). As armadilhas eram substituídas quinzenalmente, e o septo de feromônio, a cada 30 dias. No laboratório, procedeu-se à contagem e identificação dos insetos.

Os dados foram submetidos à análise de variância para verificar a significância dos tratamentos, e também ao teste de Tukey para a comparação de médias, a 5% de probabilidade.

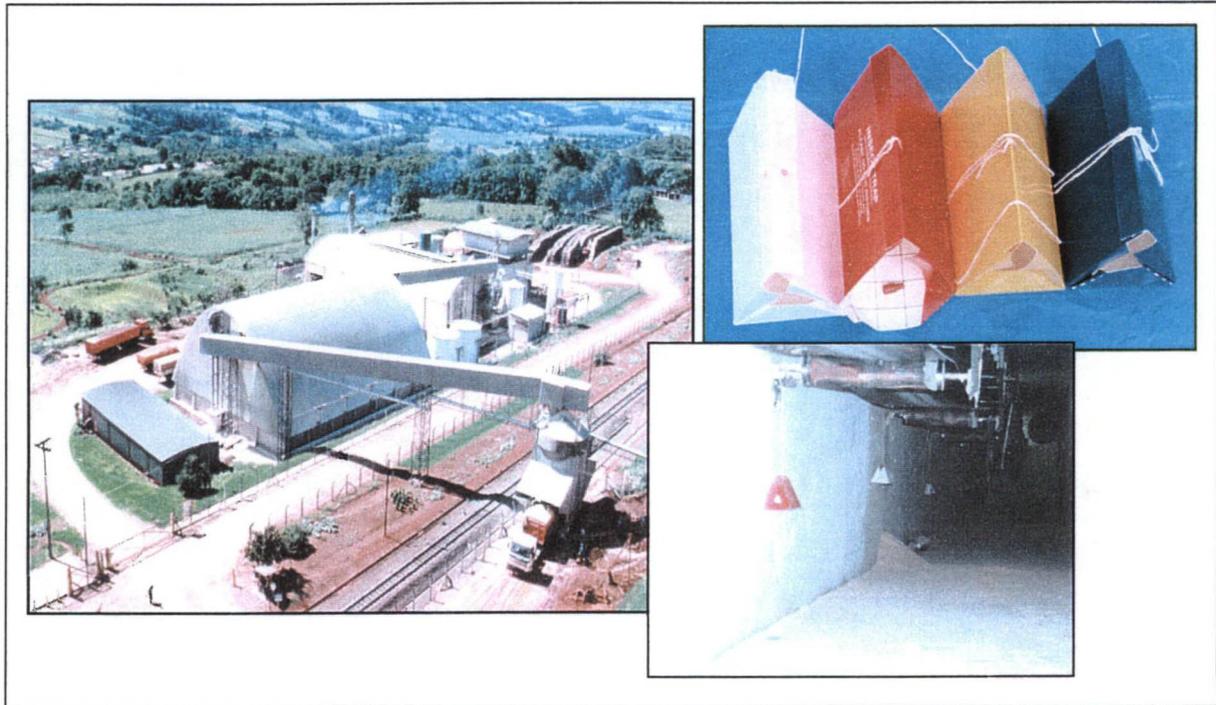


FIGURA 2 – Armadilhas adesivas coloridas, tipo Delta, com septo de feromônio, no túnel do graneleiro com farelo de milho.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Experimento I

Na Tabela 1 tem-se o total de insetos capturados no período de um ano nas armadilhas tipo gaiola, distribuídas em pontos selecionados dentro da indústria. Essas armadilhas, na realidade, são falsas, pois dão aos insetos a opção de entrarem e saírem das mesmas.

Os insetos mais abundantes (Figura 3) foram: *Oryzaephilus surinamensis* (63,4%); *Sitophilus zeamais* (15,6%); *Cryptolestes ferrugineus* (6,7%) e *Tribolium castaneum* (2,9%). O total dos demais ficou abaixo de 11,5%. A ordem Hymenoptera foi a terceira mais capturada, representada pelas famílias Braconidae, Chalcididae, Bethyidae e Pteromalidae, que incluem parasitóides freqüentemente encontrados em ambiente de armazenamento de grãos, parasitando estágios imaturos de coleópteros e lepidópteros (DOBIE *et al.*, 1984; CERUTI, 2003). Segundo COGBURN *et al.* (1984), muitas espécies de insetos capturadas em armadilhas com iscas produzem feromônios de agregação e provavelmente atraem outros indivíduos.

A espécie *O. surinamensis* está presente em grande população nos grãos quebrados, resíduos e nas impurezas, podendo multiplicar-se 10 vezes em um mês; esta espécie, associada a *C. ferrugineus*, pode provocar o aquecimento da massa de grãos. PEREIRA *et al.* (1999), PAULA (1999) e CERUTI (2003) também detectaram a presença desses insetos em áreas de acúmulo de resíduos. A remoção de resíduos pelas máquinas pós-limpeza elimina a maioria desses insetos, e os que permanecerem na massa de grãos poderão ser controlados por secagem ou resfriamento.

O gorgulho-do-milho, *S. zeamais*, embora tenha sido coletado em menor proporção, é uma praga primária importante, devido à sua capacidade destrutiva; danifica os grãos perfurando-os, deixa excrementos e ainda estimula o crescimento de fungos (DHARMAPUTRA *et al.*, 1994).

Os locais de maior captura com as armadilhas tipo gaiola (Tabela 2 e Figura 4) foram os túneis dos silos seguidos pelo secador 2 e silo pulmão, próximos destes, devido à grande quantidade de pó, à umidade, pouca luminosidade e por estar bem próximo ao armazenamento da matéria prima. Na seqüência, estão o porão da torre de pré-limpeza, do armazém de resíduos e correia do graneleiro, também locais com muito pó e pouca luminosidade. As coletas no armazém de resíduos, na correia e no túnel do graneleiro não diferiram entre si e nem dos demais locais.

TABELA 1 – Total de Insetos capturados em diferentes locais de uma indústria de processamento de milho, com armadilha tipo gaiola, durante o período de dezembro/2001 a dezembro/2002, em Apucarana – PR.

Ordem	Família	Espécie	Insetos capturados	(%)	
COLEOPTERA	Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Lin.)	25284	63,38	
		<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)	160	0,40	
	Curculionidade	<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	6283	15,75	
	Cucujidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	2671	6,70	
	Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)			
		<i>Gnatocerus cornutus</i> (Fabricius)	1150	2,88	
		<i>Alphitobius</i> spp.	121	0,30	
		<i>Palorus</i> spp.	27	0,07	
		60	0,15		
	Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> spp.			
			634	1,59	
	Bostrichidae	<i>Ryzopherta dominica</i> (Fabricius)			
			492	1,23	
	Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)			
		<i>Stegobium paniceum</i> (Lin.)	415	1,04	
Trogossitidae		45	0,11		
	<i>Lophocateres pusilus</i> (Klug)				
		325	0,81		
Mycetophagidae	<i>Typhaea stecorea</i> (L.)				
		39	0,10		
LEPIDOPTERA	Pyralidae	<i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton)	499	1,25	
		<i>Cadra cautella</i> (Walker)	69	0,17	
HYMENOPTERA	Formicidae		27	0,07	
	(Braconidae, Calcididae, Betylidae, Pteromalidae)		609	1,53	
DIPTERA	Muscidae		182	0,46	
HEMIPTERA			100	0,25	
OUTROS	(Dermaptera Orthoptera e Homoptera)		108	0,27	
LARVAS			594	1,49	
TOTAL			39.894	100	

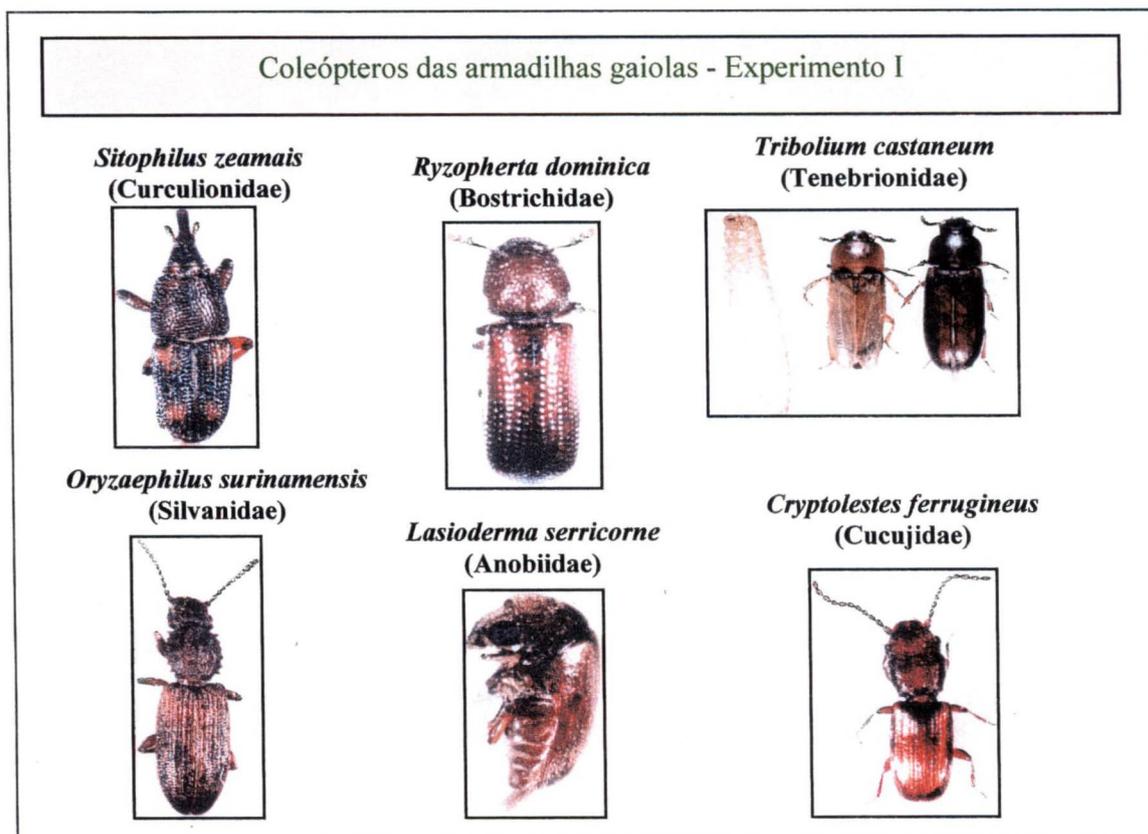


FIGURA 3 – Espécies de coleópteros mais capturadas em armadilhas tipo gaiola, em estrutura de indústria de processamento milho, em 2002. Apucarana - PR.

TABELA 2 - Resultados médios da captura de insetos em 20 locais, com armadilha tipo gaiola, durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, em Apucarana – PR.

Nº das Armadilhas	Local das armadilhas		Médias
G1	Secador 1	17,00	E
G2	Tulhas	3,71	E
G3	Armazém de resíduos	49,54	CDE
G4	Secador 2	154,58	B
G5	Túnel do Silão 1	357,54	A
G6	Túnel do Silão 2	345,12	A
G7	Graneleiro – Túnel	24,62	DE
G8	Torre – Porão	85,58	CD
G9	Torre – Andar III	7,92	E
G10	Indústria Pré – Gel	3,62	E
G11	Moega 2	14,87	E
G12	Ração Processamento	3,50	E
G13	Ração Armazém	4,33	E
G14	Ração Elevador	9,29	E
G15	Graneleiro – Correia	41,83	CDE
G16	Silo Pulmão	90,54	C
G17	Balança – Túnel	5,50	E
G18	Torre – Andar V	7,21	E
G19	Indústria – Escritório	18,87	E
G20	Indústria - Carregamento	2,42	E

CV (%) = 63,96^a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

a = Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$

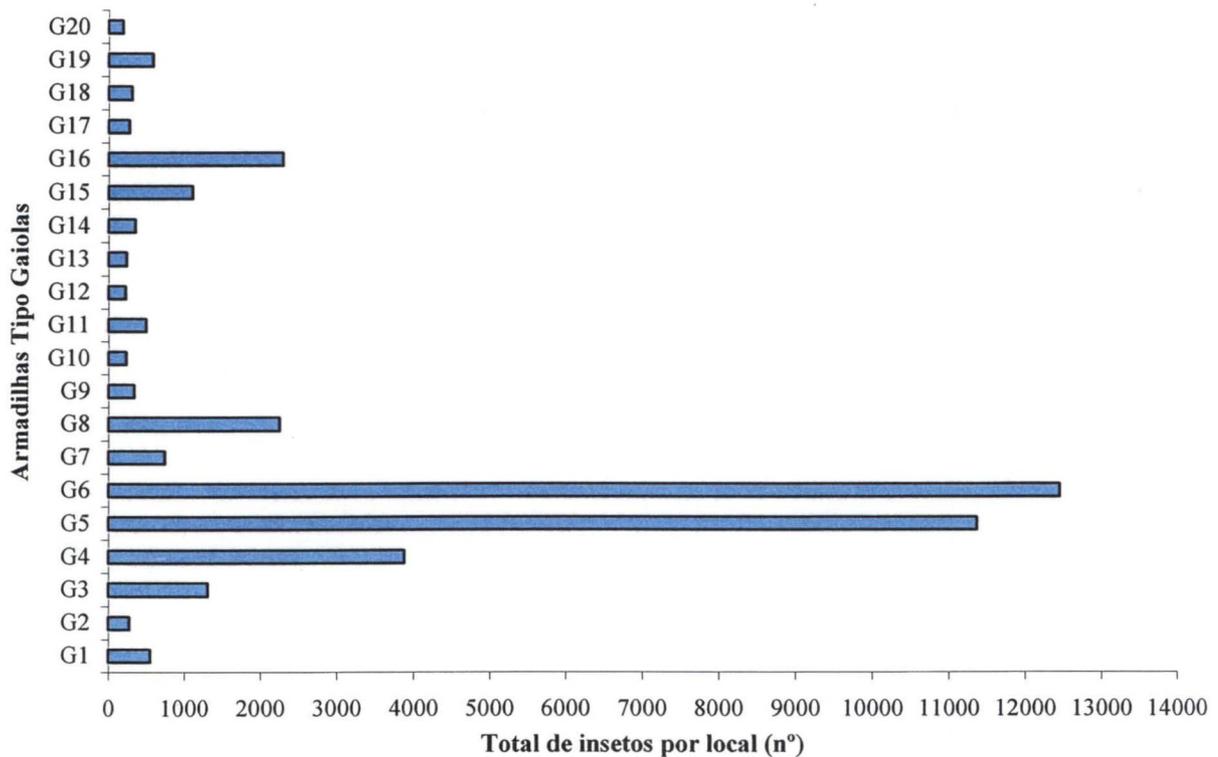


FIGURA 4 – Total de insetos capturados com 20 armadilhas tipo gaiola, em indústria de processamento de milho, durante o período de dezembro de 2001 à dezembro de 2002, em Apucarana – PR: G1 – Secador 1; G2 – Tulhas; G3 Armazém de resíduos; G4 – Secador 1; G5 - Túnel do Silão I; G6 - Túnel do Silão II; G7 – Graneleiro (Túnel) do graneleiro; G8 – Torre (porão); G – 9 - Torre andar III; G10 – Pré-Gel; G11 – Moega 2; G12 – Fábrica de Ração (Processamento); G13 – Fábrica de Ração (Armazém); G14 – Fábrica de Ração (Elevador); G15 – Graneleiro (Correia); G16 – Silo Pulmão; G17 – Balança; G18 – Torre – Andar VI; G19 – Indústria (Escritório); G20 – Indústria (Carregamento).

Os meses de maior captura foram janeiro, dezembro e maio (Tabela 3 e Figura 5), concordando com PEREIRA *et al.* (1999) que detectaram um pico de atividade dos insetos nos meses mais quentes do ano, quando a temperatura estava entre 17 e 20°C. THRONE & CLINE (1994), monitorando *S. zeamais*, também observaram o mesmo fato.

Os picos de maior ocorrência (Figura 6) para a espécie *O. surinamensis* ocorreram nos meses mais quentes, novembro e dezembro. Já para *S. zeamais*, foi em maio e junho, com temperaturas mais amenas, até mesmo superando a espécie anterior, mas isto pode estar associado ao recebimento da nova safra, pois é uma praga de ocorrência cruzada, está no

campo e no armazém. As demais se mantiveram estáveis, com exceção do *C. ferrugineus*, cuja flutuação foi semelhante à de *O. surinamensis*.

THRONE & CLINE (1994), ao testarem armadilhas adesivas aéreas e armadilha com atrativo alimentar, verificaram, principalmente com base nesta última, que os insetos de produtos armazenados estão ativos mesmo quando as temperaturas estão muito baixas para o vôo.

De acordo com MULLEN & PEDERSEN (2000), um aumento do número de insetos de uma captura anterior com a próxima indica um aumento na atividade do inseto, de forma que as armadilhas devem ser concentradas ao redor das áreas que manifestaram esse aumento para localizar eventuais infestações. Para HAGSTRUM & FLINN (1993), o número de amostras necessárias é determinado pela distribuição (densidade) dos insetos nos grãos.

TABELA 3- Resultados médios da captura de insetos durante o período de dezembro de 2001 à dezembro de 2002, com o uso de armadilha tipo gaiola, em uma indústria de processamento de milho em Apucarana – PR.

Meses de Coleta	Médias	
Janeiro	137,12	A
Fevereiro	42,77	CD
Março	41,72	CD
Abril	43,40	CD
Maiο	91,50	ABC
Junho	34,52	D
Julho	34,35	D
Agosto	46,47	CD
Setembro	29,40	D
Outubro	61,95	CD
Novembro	72,60	BCD
Dezembro	112,75	AB

CV (%) = 63,96^a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

a = Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$

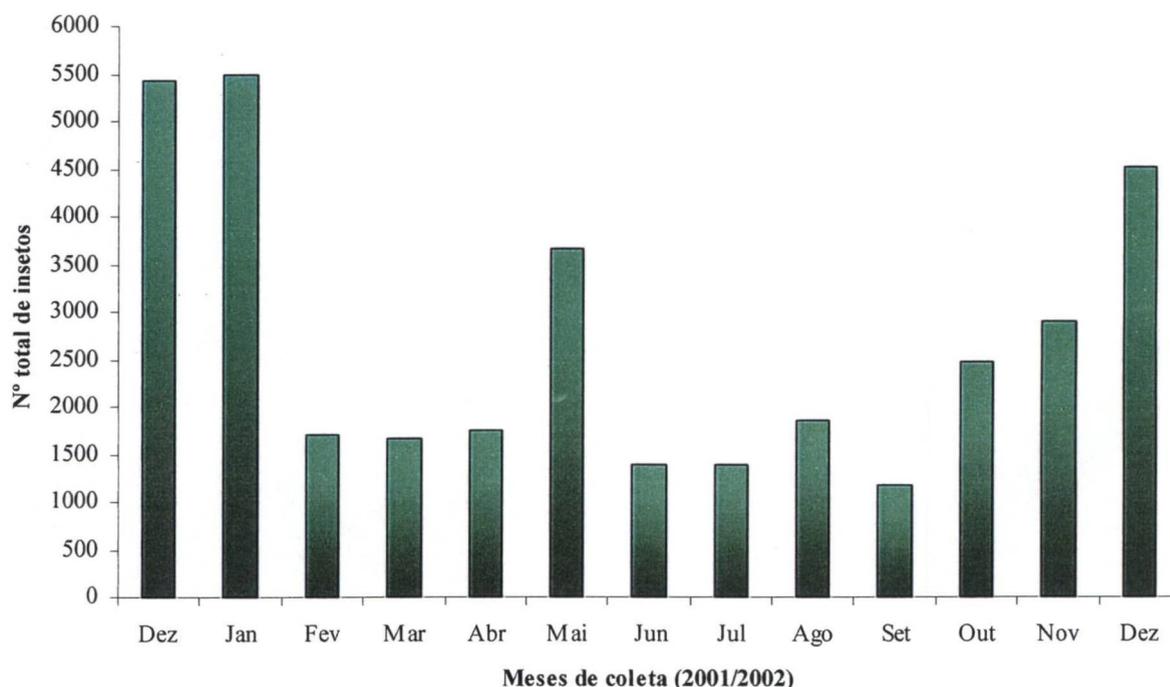


FIGURA 5 – Total de insetos capturados com 20 armadilhas tipo gaiola, durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, em Apucarana – PR.

As cinco espécies mais coletadas nas armadilhas adesivas foram *O. surinamensis* (67,47 %), *Cadra cautella* (6,2 %), *Sitophilus zeamais* (2,6 %), *Corcyra cephalonica* (1,9 %) e *L. serricornis* (1,5 %) (Tabela 4). As duas primeiras também foram as mais coletadas na armadilha tipo gaiola, provavelmente, por serem as espécies mais abundantes na unidade. Os dípteros constituíram o segundo grupo mais coletado, classificando o elevador da fábrica de ração como o terceiro local de maior coleta (Tabela 6), possivelmente, por serem atraídos por resíduos de condimentos presentes naquele local.

Os locais com maiores coletas foram o túnel do silo 2 e silo 1, com diferenças significativas entre si. Em segundo plano ficaram o elevador da fábrica de ração, as tulhas, o secador 2 e o silo pulmão, com diferença significativa apenas do elevador para os outros três, que por sua vez não diferenciaram de todo o restante, Tabela 5 e Figura 7.

Dezembro foi o mês com maior coleta, não diferenciando de janeiro, fevereiro, julho, agosto, setembro e novembro Tabela 6 e Figura 8.

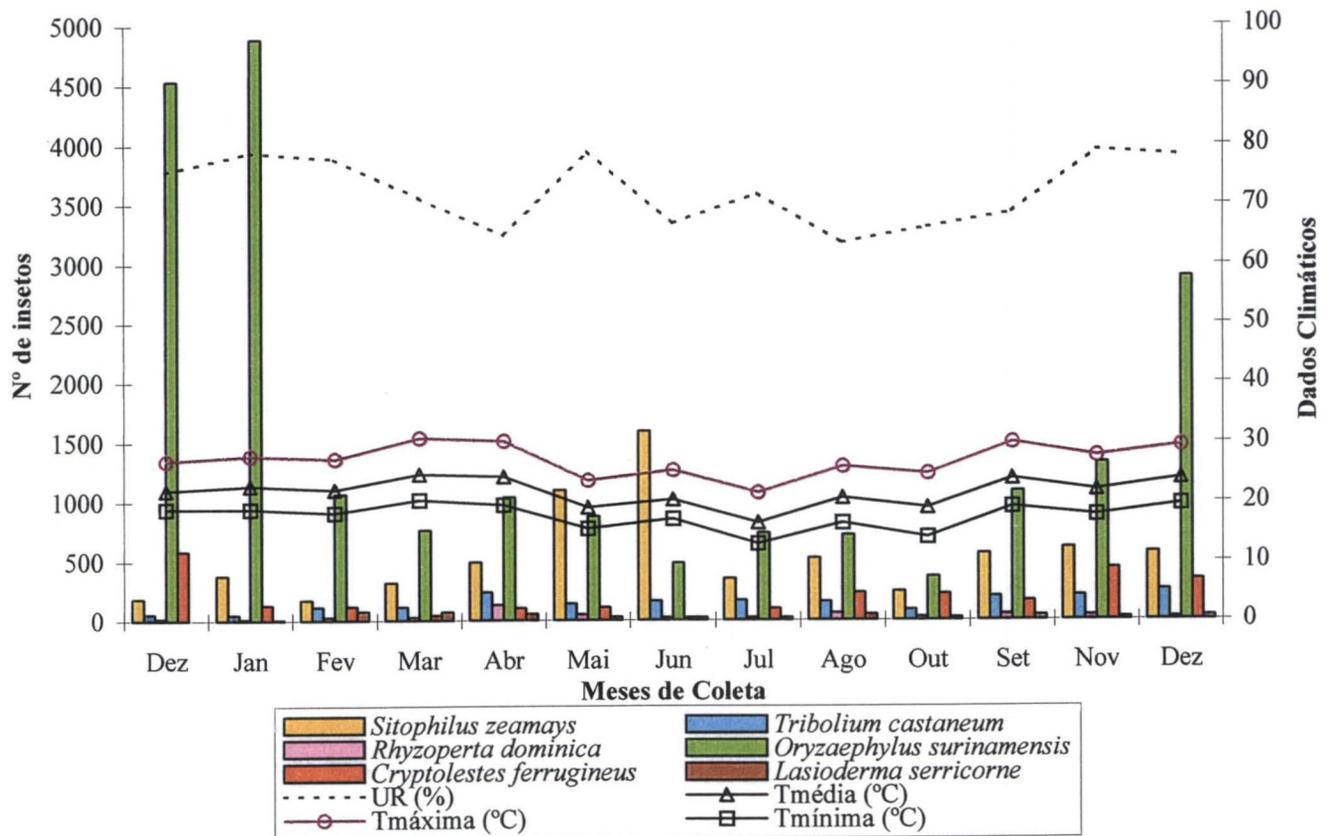


FIGURA 6 – Flutuação populacional dos insetos capturados em 20 armadilhas tipo gaiola, de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, em unidade de processamento de milho. Apucarana – PR.

TABELA 4 – Total de insetos capturados em diferentes locais de uma indústria de processamento de milho, com 20 armadilhas adesivas tipo delta, durante 2002, em Apucarana - PR.

Ordem	Família	Espécie	Insetos capturados	(%)	
COLEOPTERA	Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	3447	67,47	
	Curculionidade	<i>Sitophilus zeamais</i> Motchulsky	134	2,62	
	Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)	79	1,55	
	Cucujidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	41	0,80	
	Tenebrionidae		<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	27	0,53
			<i>Gnathocerus cornutus</i> (Fabricius)	2	0,04
	Bostrichidae	<i>Ryzopherta dominica</i> (Fabricius)	16	0,31	
	Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> spp.	15	0,29	
Lophocateridae	<i>Lophocateres pusilus</i> (Klug)	11	0,22		
LEPIDOPTERA	Pyralidae	<i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton)	99	1,94	
		<i>Cadra cautella</i> (Walker)	321	6,28	
		<i>Plodia interpunctella</i> (Hubner)	10	0,20	
		<i>Pyralis farinalis</i> (L.)	4	0,08	
	Tineidae		<i>Setomorpha rutella</i> (Zeller)	36	0,70
			<i>Nemapogon granella</i> (L.)	3	0,06
HYMENOPTERA	(Braconidae, calcididae, Betylidae, Pteromalidae)		136	2,66	
DIPTERA	Muscidae		258	5,05	
	Outros		430	8,42	
NEMATOCERA	Psychodidae		32	0,63	
HEMIPTERA			8	0,16	
TOTAL			5109	100	

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

a = Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$

TABELA 5 - Resultados médios da captura de insetos com armadilhas adesivas tipo delta, em 20 locais, durante o ano de 2002, em Apucarana – PR.

Nº das armadilhas	Local das armadilhas	Médias	
A1	Secador 1	1,500	D
A2	Tulhas	19,30	CD
A3	Armazém de resíduos	4,120	D
A4	Secador 2	12,75	CD
A5	Túnel do Silão 1	63,83	B
A6	Túnel do Silão 2	102,1	A
A7	Graneleiro – Túnel	1,92	D
A8	Torre – Porão	1,62	D
A9	Torre – Andar III	1,08	D
A10	Indústria Pré – Gel	1,42	D
A11	Moega 2	4,46	D
A12	Ração - Processamento	3,92	D
A13	Ração - Armazém	4,08	D
A14	Ração - Elevador	25,92	C
A15	Graneleiro – Correia	2,08	D
A16	Silo Pulmão	12,25	CD
A17	Balança – Túnel	3,42	D
A18	Torre – Andar V	1,62	D
A19	Indústria – Escritório	1,46	D
A20	Indústria - Carregamento	3,96	D

CV (%) = 68,87^a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

a = Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$

TABELA 6 – Número médio de insetos capturados com 20 armadilhas tipo delta em indústria de processamento de milho durante 2002. Apucarana – PR.

Meses de Coleta	Médias
Janeiro	18,00 ABC
Fevereiro	14,70 ABC
Março	7,47 C
Abril	3,47 C
Maiο	9,87 BC
Junho	5,52 C
Julho	18,97 ABC
Agosto	24,30 AB
Setembro	14,70 ABC
Outubro	6,87 C
Novembro	13,42 ABC
Dezembro	27,00 A

CV (%) = 68,87^a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

a = Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

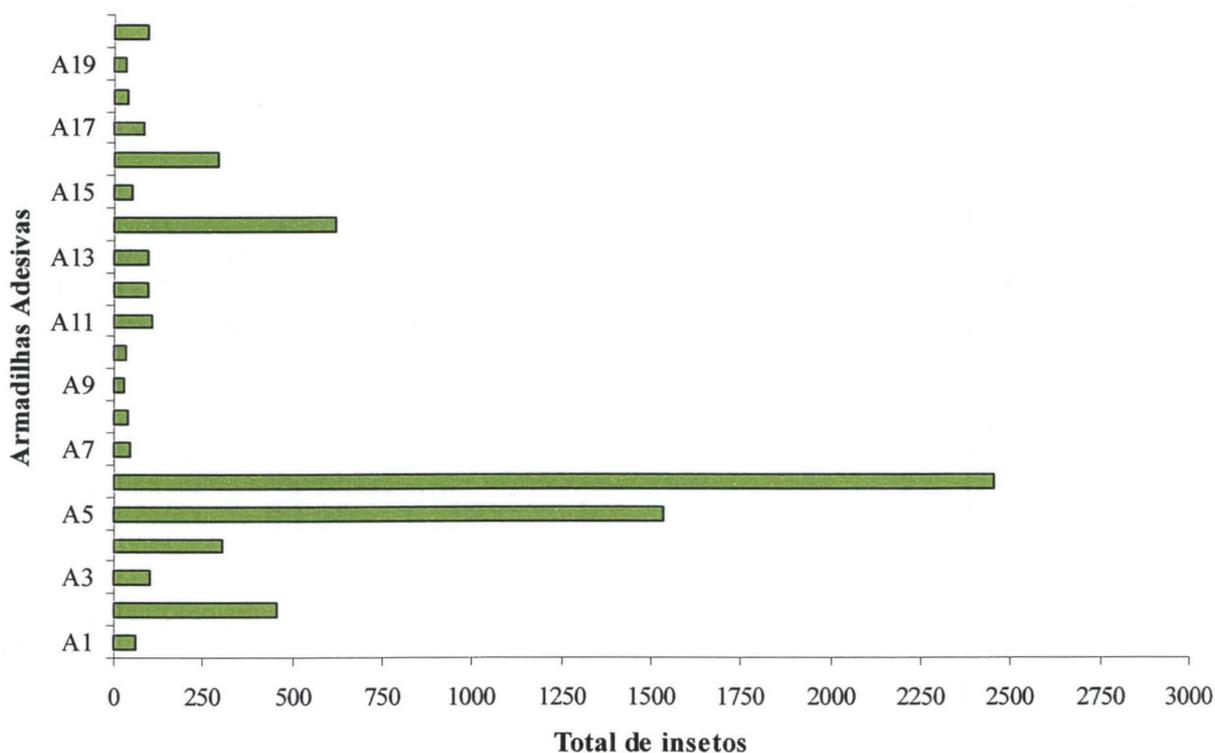


FIGURA 7 – Total de insetos capturados com 20 armadilhas adesivas tipo delta, em indústria de processamento de milho, durante o ano de 2002, em Apucarana – PR: A1 – Secador 1; A2 – Tulhas; A3 Armazém de resíduos; A4 – Secador 1; A5 - Túnel do Silão I; A6 - Túnel do Silão II; A7 – Graneleiro (Túnel) do graneleiro; A8 – Torre (porão); A9 – Torre andar III; A10 – Pré-Gel; A11 – Moega 2; A12 – Fábrica de Ração (Processamento); A13 – Fábrica de Ração (Armazém); A14 – Fábrica de Ração (Elevador); A15 – Graneleiro (Correia); A16 – Silo Pulmão; A17 – Balança; A18 – Torre – Andar VI; A19 – Indústria (Escritório); A20 – Indústria (Carregamento).

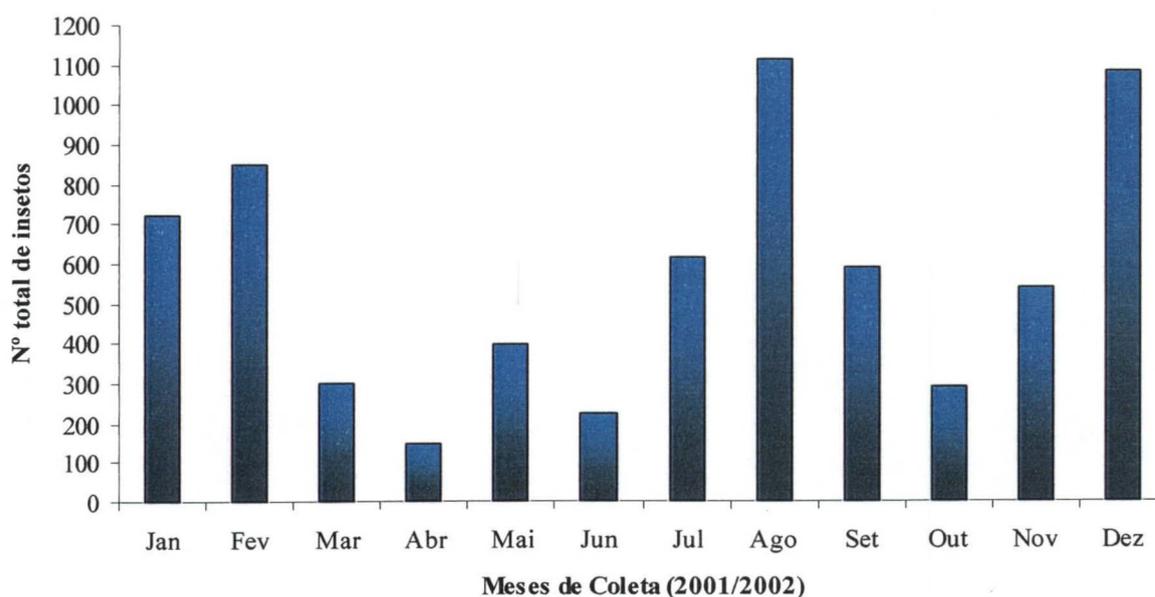


FIGURA 8 - Total de insetos capturados com 20 armadilhas tipo delta, em uma indústria de processamento de milho, durante o ano de 2002, em Apucarana – PR.

O lepidóptero mais coletado foi *C. cautella*, com os maiores picos populacionais nos meses de novembro e dezembro, quando a temperatura média foi acima de 25°C, e em junho devido a uma limpeza nos locais onde predominava a espécie (Figura 9).

Através do monitoramento de insetos, em pontos diferenciados daquela unidade processadora de milho pode-se estabelecer as áreas de risco conforme apresentado na Figura 10. As áreas de maior risco foram determinadas pelos níveis de captura durante o período de amostragem. Com a determinação dessas áreas é possível identificar focos de infestação e direcionar as medidas de limpeza e outras formas de controle.

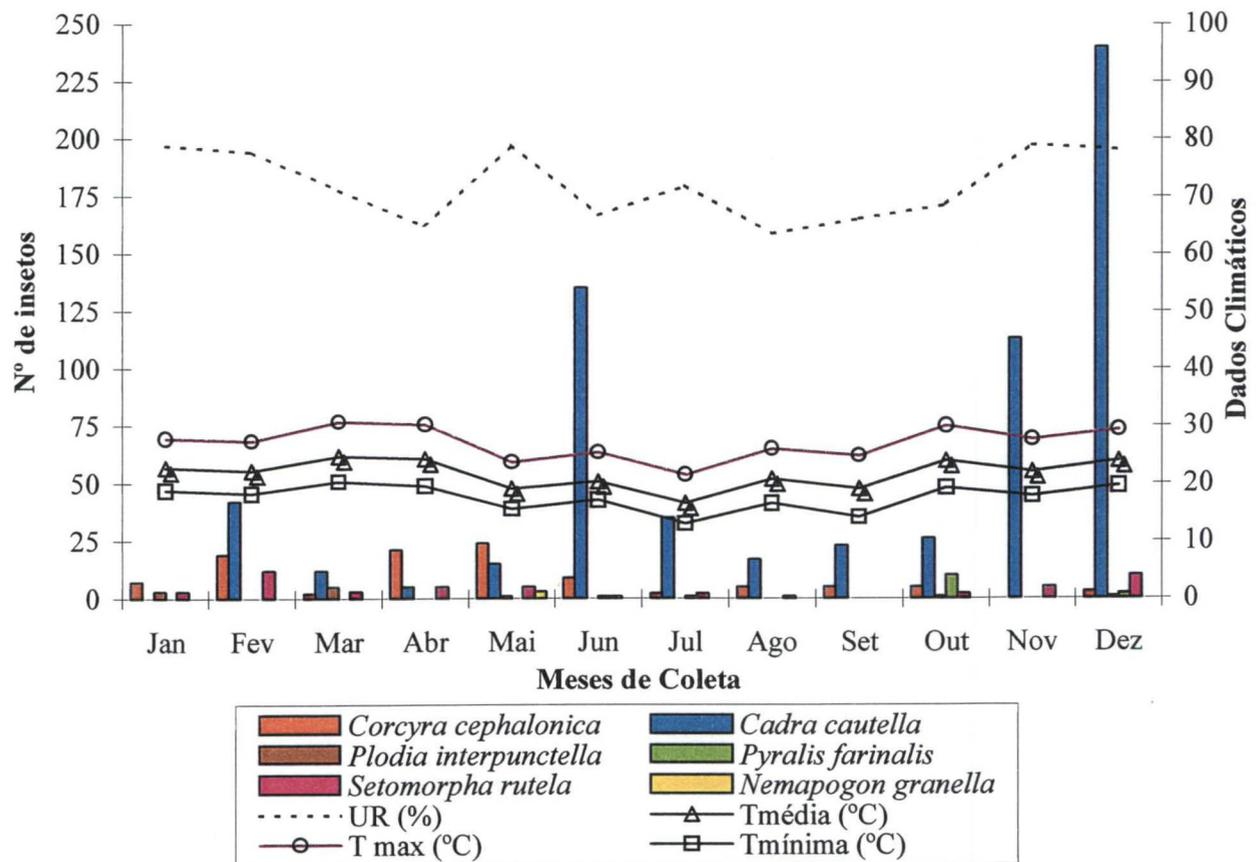


FIGURA 9 – Flutuação populacional dos insetos capturados em 20 armadilhas tipo gaiola, durante o ano de 2002, em uma unidade de processamento de milho de Apucarana – PR

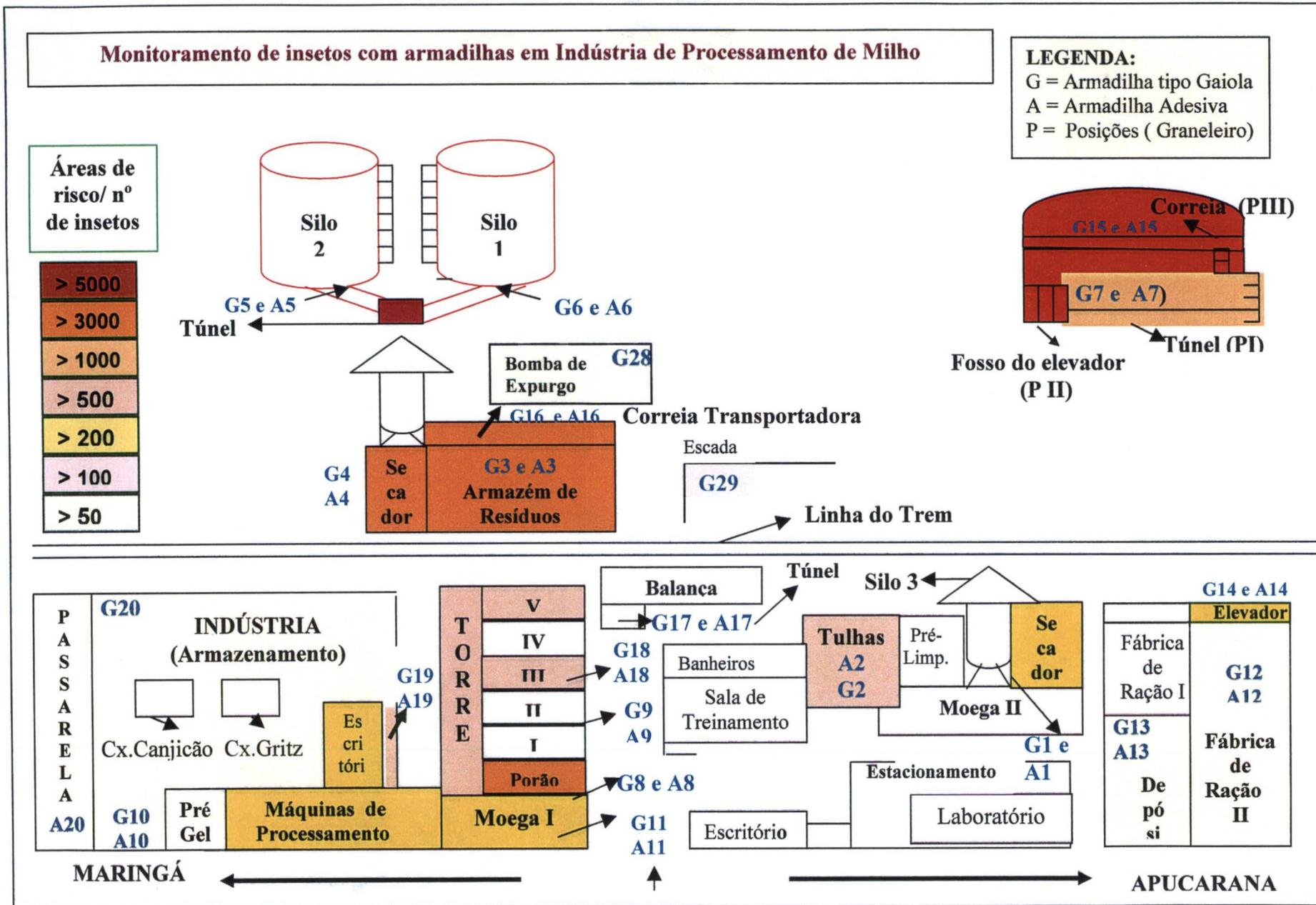


FIGURA 10 – Mapeamento da distribuição das armadilhas para o monitoramento dos insetos em indústria de processamento de milho a seco, durante o período de dezembro de 2001 à dezembro de 2002. Apucarana – PR.

4.2 - Experimento II:

Pela análise de variância detectou-se significância para todos os fatores (posição, feromônio e cor) pela comparação de médias para o total de insetos capturados (Tabelas 7 a 17). Para a espécie *Cadra cautella* observou-se que não houve efeito significativo para estes fatores (Tabela 7 e Figura 11). Para a espécie *Corcyra cephalonica*, observou-se que as armadilhas sem feromônio na correia transportadora coletaram mais insetos que em outras posições, especialmente as brancas e vermelhas (Tabela 8, 16 e Figura 12). Para *Setomorpha rutella*, as armadilhas vermelhas sem feromônio colocadas no fosso do elevador (Tabela 9 e Figura 13) e para *Pyralis farinalis*, as brancas sem feromônio e também as vermelhas coletaram mais espécimes (Tabela 10, 16 e Figura 14). Já, para a espécie *Nemapogon granella*, apenas a armadilha branca sem feromônio, no fosso do elevador diferenciou-se das demais (Tabela 11).

Na tabela 16 está o total de lepidópteros capturados nas armadilhas adesivas coloridas, destacando as armadilhas brancas e vermelhas sem feromônio, com maior captura de indivíduos.

Os coleópteros apresentaram maior ocorrência na armadilha branca sem feromônio e no fosso do elevador, sendo *Lasioderma serricorne* a espécie mais coletada (Tabelas 12, 13, 14, 17).

Houve também ocorrência de outras espécies, incluindo tineídeos, moscas e microhimenópteros (Tabelas 15, 16 e 17).

Para a maioria das espécies, observa-se que as cores mais atrativas foram em seqüência, branca, vermelha, amarela e azul. Quanto ao feromônio, as armadilhas sem o mesmo coletaram mais insetos. Quanto à posição ou local de coleta, o túnel destacou-se no total de insetos coletados, exceto para a espécie *C. cephalonica* (Tabelas 7 a 15).

Na Figura 15, observa-se que os picos de maior ocorrência de lepidópteros foram no final de 30, 60 e 90 dias, em armadilhas sem feromônio, independente da cor. Nota-se de forma mais clara a diferença apresentada para as armadilhas, com destaque para as armadilhas sem feromônio, nas quais a captura foi maior. Isso pode ser atribuído a um efeito inibitório do feromônio utilizado, pois o fato se repetiu em todas as armadilhas coloridas e em todas as posições. MULLEN (2000), avaliando armadilhas com feromônio em armazém, verificou que a captura de *C. cautella* foi reduzida na presença de *Plodia interpunctella*. Os feromônios sexuais geralmente são específicos para cada espécie (VICK *et al.*, 1990).

TABELA 7 – Número médio de *Cadra cautella* capturada em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	3,21 Aa	3,29 Aa	3,16 Aa
	Sem	3,16 Aa	3,29 Aab	3,19 Aa
Amarela	Com	3,16 Aa	3,21 Aa	3,19 Aa
	Sem	3,16 Aa	3,21 Aa	3,19 Aa
Vermelha	Com	3,16 Aa	3,24 Aa	3,21 Aa
	Sem	3,16 Ba	3,29 Ab	3,16 Ba
Azul	Com	3,16 Aa	3,26 Aa	3,24 Aa
	Sem	3,16 Aa	3,29 Aab	3,19 Aa
Cv (%)		2,59*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* = Dados transformados com $\sqrt{x+10}$

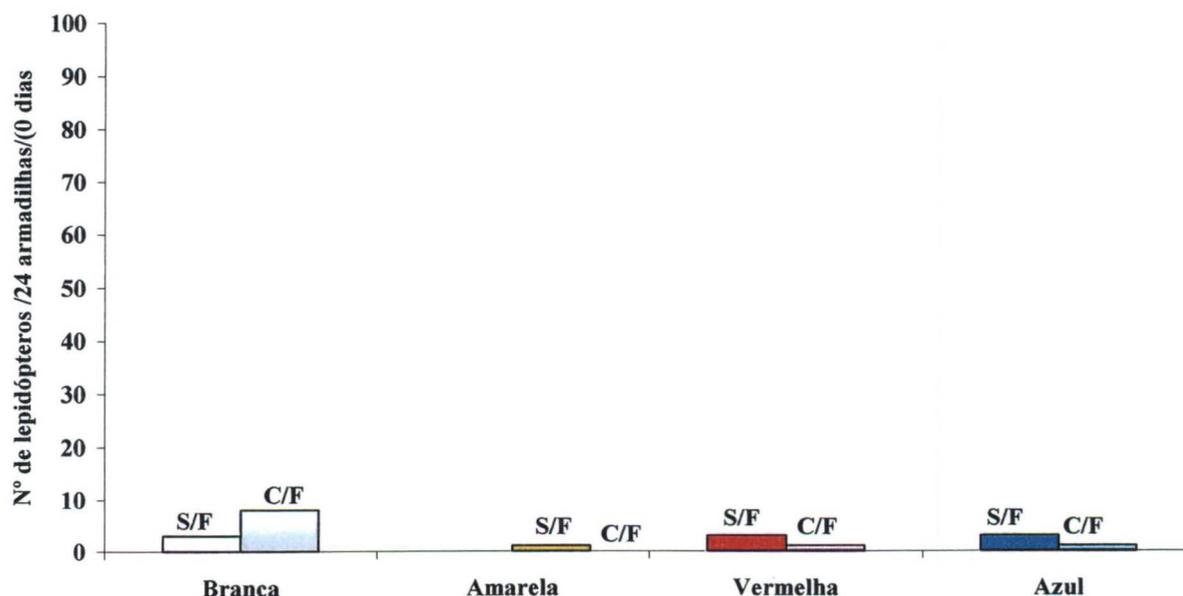
**FIGURA 11** – Número de *Cadra cautella* coletada pelas armadilhas adesivas delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem (S/F) feromônio, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

TABELA 8 – Número médio de *Corcyra cephalonica* capturada em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	0,83 Aa	1,68 Aa	2,17 Aab
	Sem	1,00 Ba	2,17 Aba	5,67 Aa
Amarela	Com	1,33 Aa	0,83 Aa	2,00 Aa
	Sem	1,83 Aa	1,00 Aa	4,00 Aa
Vermelha	Com	2,33 Aa	1,68 Aa	2,33 Aab
	Sem	2,50 Ba	2,50 Ba	6,83 Aa
Azul	Com	1,00 Aa	1,68 Aa	1,83 Aa
	Sem	0,33 Ba	1,33 Aba	4,00 Aa
Cv (%)		9,05*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

= Dados transformados com $\sqrt{x+10}$

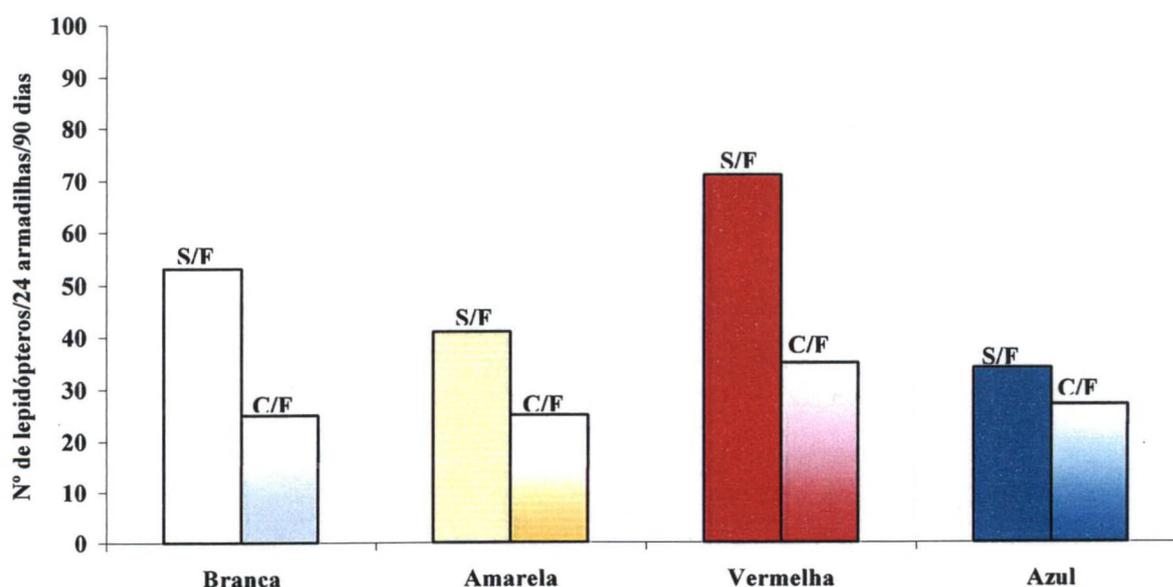


FIGURA 12 – Total de indivíduos da espécie *Corcyra cephalonica* coletados pela armadilha adesiva Delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem (S/F) feromônio, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

TABELA 9 – Número médio de *Setomorpha rutella* capturada em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	3,21 Aa	3,29 Aa	3,26 Aa
	Sem	3,16 Aa	3,29 Aab	3,19 Aa
Amarela	Com	3,16 Aa	3,21 Aa	3,19 Aa
	Sem	3,16 Aa	3,21 Aa	3,19 Aa
Vermelha	Com	3,16 Aa	3,24 Aa	3,21 Aa
	Sem	3,16 Ba	3,39 Ab	3,16 Ba
Azul	Com	3,16 Aa	3,26 Aa	3,24 Aa
	Sem	3,16 Aa	3,29 Aab	3,19 Aa
Cv (%)		2,99*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* = Dados transformados com $\sqrt{x+10}$

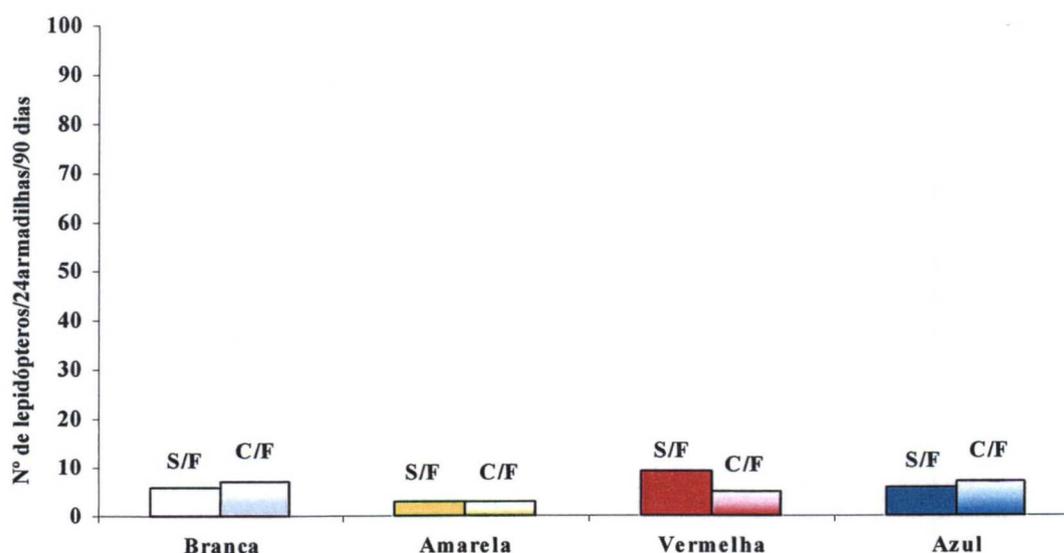


FIGURA 13 – Total de indivíduos da espécie *Setomorpha rutella* coletados pela armadilha adesiva Delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem (S/F) feromônio, de fevereiro à abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

TABELA 10 – Número médio de *Pyralis farinalis* capturada em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	0,00 Aa	0,17 Aab	0,17 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,67 Aab	0,17 Ba
Amarela	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,17 Aa	0,00 Aa
Vermelha	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,50 Ab	0,00 Aa
Azul	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,00 Aab	0,33 Aa
Cv (%)		1,65*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

= Dados transformados com $\sqrt{x+10}$

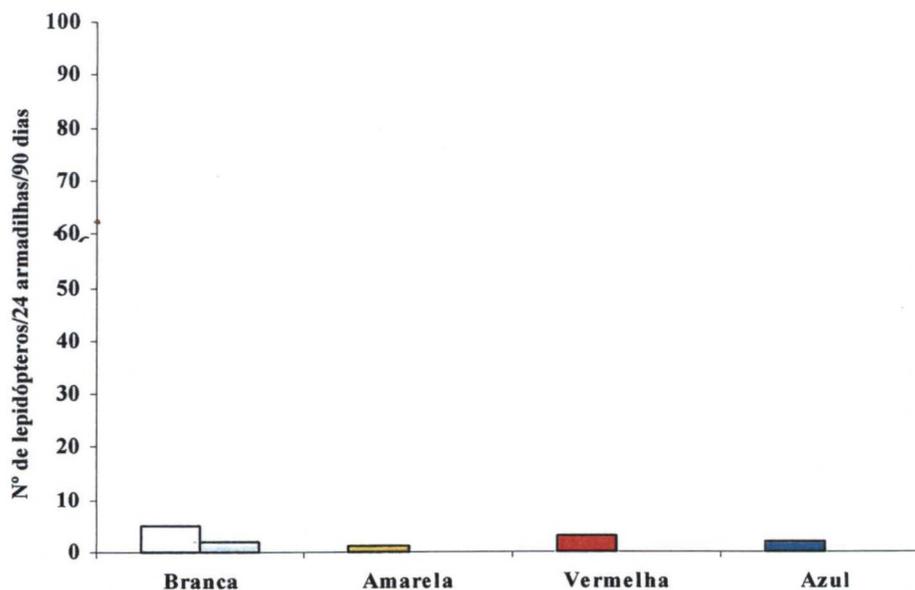


FIGURA 14 – Total de indivíduos da espécie *Pyralis farinalis* coletados com armadilha adesiva Delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e (S/F) sem feromônio, de fevereiro à abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

TABELA 11 – Número médio de *Nemapogon granella* capturada em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	0,00 Aa	0,00 Aab	0,00 Aa
	Sem	0,00 Ba	0,50 Ab	0,17 Ba
Amarela	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
Vermelha	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
Azul	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
Cv (%)		1,03*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* = Dados transformados com $\sqrt{x+10}$

TABELA 12 – Número médio de *Lasioderma serricorne* capturada em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	2,17 Aa	0,67 Aa	0,00 Aa
	Sem	1,83 Aba	4,33 Ab	0,00 Ba
Amarela	Com	2,50 Aa	0,83 Aa	0,00 Aa
	Sem	1,67 Aa	1,33 Aa	0,00 Aa
Vermelha	Com	2,17 Aa	1,17 Aa	0,00 Aa
	Sem	1,00 Aa	0,83 Aa	0,00 Aa
Azul	Com	1,33 Aa	0,33 Aa	0,00 Aa
	Sem	1,67 Aa	2,00 Aab	0,00 Aa
Cv (%)		6,69*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* = Dados transformados com $\sqrt{x+10}$

TABELA 13 – Número médio de *Tribolium castaneum* capturado em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	0,33 Aa	0,17 Ab	0,00 Aa
	Sem	0,00 Bb	0,50 Aa	0,00 Ba
Amarela	Com	0,33 Aa	0,00 Aab	0,17 Aa
	Sem	0,00 Ab	0,17 Aa	0,00 Aa
Vermelha	Com	0,33 Aa	0,00 Aab	0,17 Aa
	Sem	0,17 Aab	0,17 Aa	0,00 Aa
Azul	Com	0,17 Aa	0,00 Aab	0,00 Aa
	Sem	0,17 Aab	0,17 Aa	0,00 Aa
Cv (%)		1,31*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

= Dados transformados com $\sqrt{x+10}$

TABELA 14 – Número médio de *Sitophilus zeamais* capturado em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Ba	0,50 Ab	0,00 Ba
Amarela	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
Vermelha	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,17 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
Azul	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,17 Aa	0,00 Aa
Cv (%)		1,31*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* = Dados transformados com $\sqrt{x+10}$

TABELA 15 – Número de insetos da família Tineidae capturados em armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR/2002.

Armadilhas	Feromônio	Posição no Graneleiro		
		Túnel	Fosso do Elevador	Correia Transportadora
Branca	Com	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Ba	0,67 Ab	0,00 Ba
Amarela	Com	0,17 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
Vermelha	Com	0,67 Aa	0,00 Ba	0,00 Ba
	Sem	0,33 Aab	0,00 Aa	0,00 Aa
Azul	Com	0,17 Aa	0,17 Aa	0,17 Aa
	Sem	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
Cv (%)		1,85*		

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e uma mesma letra minúscula nas colunas, para a mesma cor de armadilha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* = Dados transformados com $\sqrt{x+10}$.

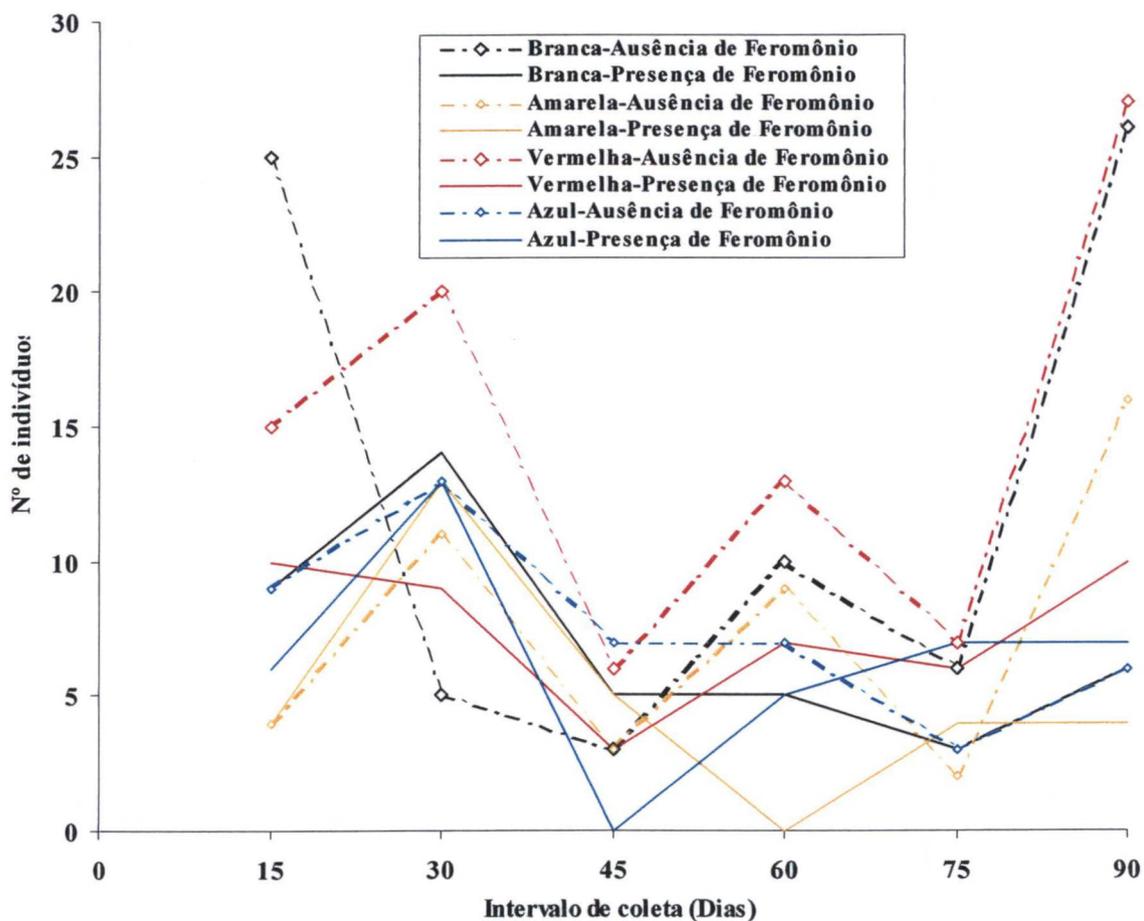


FIGURA 15 – Flutuação populacional de lepidópteros de grãos armazenados coletados com 24 armadilhas adesivas Delta (branca, amarela, vermelha e azul) com (C/F) e sem (S/F) feromônio, em 90 dias.

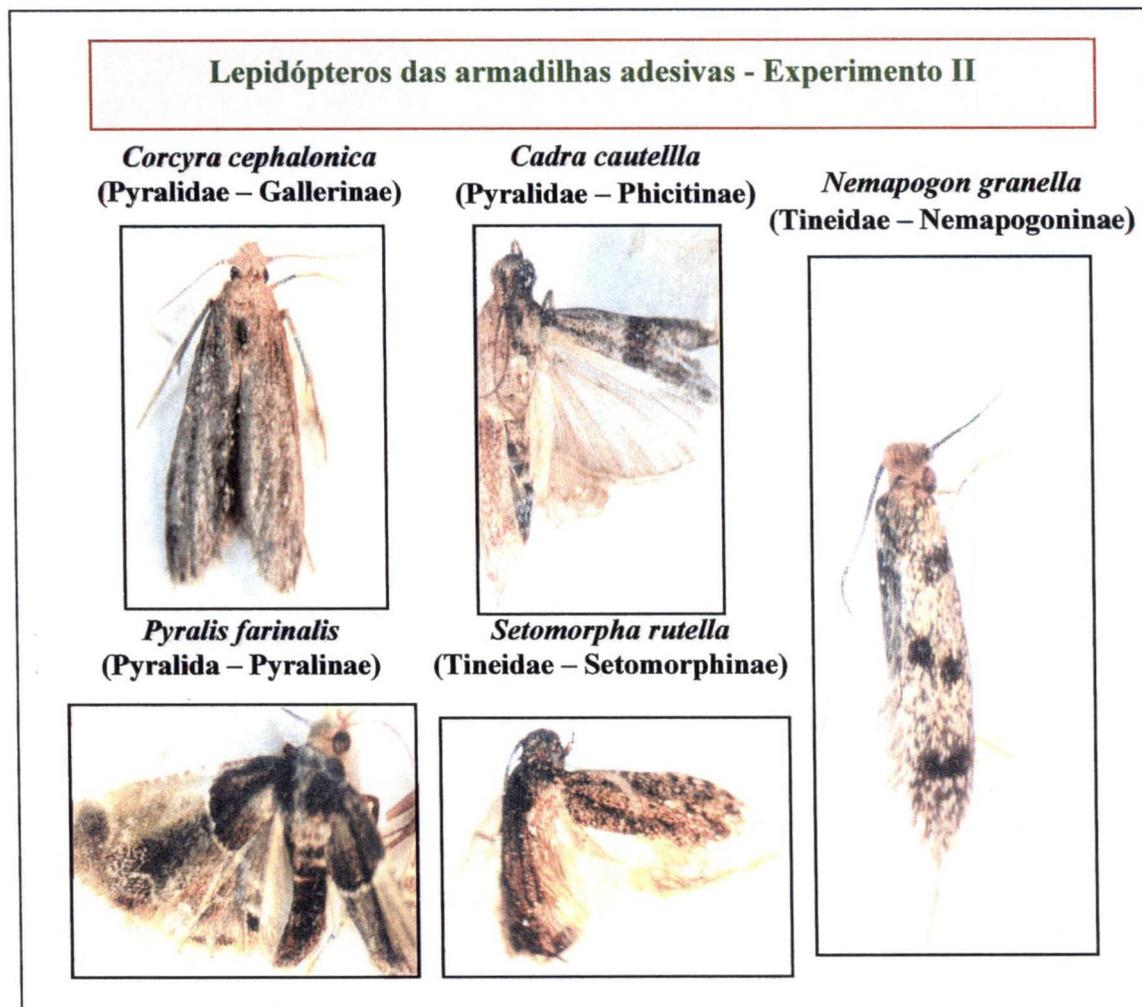


FIGURA 16 – Lepidópteros mais coletados em armadilhas adesivas, tipo delta, na estrutura de indústria de processamento de milho, no ano de 2002. Apucarana - PR

TABELA 16 – Número de lepidópteros coletados quinzenalmente em 18 armadilhas adesivas delta, em um graneleiro com farelo de milho, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR, 2002.

ARMADILHAS	<i>Corcyra cephalonica</i>	<i>Ephestia cautella</i>	<i>Setomorpha rutella</i>	<i>Pyralis farinalis</i>	<i>Nemapogon granella</i>	Tineídeos	TOTAL
Branca s/Ferom.	53	3	6	5	4	4	75
Branca c/Ferom.	25	8	7	2	0	0	42
Amarela s/Ferom.	41	0	3	1	0	0	45
Amarela c/Ferom.	25	1	3	0	0	1	30
Vermelha s/Ferom	71	3	9	3	0	2	88
Vermelha c/Ferom	35	1	5	0	0	4	45
Azul s/Ferom.	34	3	6	2	0	0	45
Azul c/Ferom.	27	1	7	0	0	3	38
TOTAL	311	20	48	13	4	14	408

TABELA 17 – Número de coleópteros e outros insetos coletados quinzenalmente em 18 armadilhas adesivas delta, de fevereiro a abril de 2002, em um graneleiro com farelo de milho, Apucarana – PR, 2002.

ARMADILHAS	<i>Sitophilus</i> <i>zeamais</i>	<i>Tribolium</i> <i>castaneum</i>	<i>Oryzaephilus</i> <i>surinamensis</i>	<i>Lasioderma</i> <i>serricorne</i>	Microhimenópteros	Moscas	TOTAL
Branca s/Ferom.	3	3	0	37	22	1	66
Branca c/Ferom.	0	3	0	17	17	0	37
Amarela s/Ferom.	0	1	1	18	6	2	28
Amarela c/Ferom.	0	3	0	20	22	1	46
Vermelha s/Ferom	0	2	0	11	22	0	35
Vermelha c/Ferom	1	3	0	20	24	3	51
Azul s/Ferom.	1	2	0	22	21	0	46
Azul c/Ferom.	0	1	0	10	10	2	23
TOTAL	5	18	1	155	144	9	332

5 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos experimentos avaliados possibilitam as seguintes conclusões.

5.1- Experimento I:

5.1.1 – A espécie *Oryzaephilus surinamensis* foi a mais capturada nas armadilhas tipo gaiola e adesiva;

5.1.2 - Os locais de maior captura, independente do tipo de armadilha, foram respectivamente, os túneis dos silos e áreas próximas dos secadores, pré-limpeza e elevadores, devido ao maior acúmulo de resíduos;

5.1.3 – A utilização de armadilhas tipo gaiola e adesivas suspensas devem fazer parte do programa de monitoramento de insetos da indústria.

5.2 - Experimento II:

5.2.1 – As armadilhas adesivas tipo delta de cor branca sem feromônio coletaram mais insetos em todos os pontos;

5.2.2 - A espécie *Corcyra cephalonica* foi a mais coletada em armadilhas sem feromônio, independentemente da cor;

5.2.3 – Os lepidópteros não responderam ao feromônio Mix-Traça, independente da cor da armadilha;

5.2.4 - As Armadilhas adesivas suspensas tipo delta podem ser usadas no monitoramento de insetos nas estruturas de indústria de alimentos independente da cor e do feromônio.

6 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os feromônios sintéticos têm sido utilizados em larga escala em armadilhas para monitorar certas espécies de insetos de grãos armazenados. Entretanto, neste estudo constatou-se baixa eficiência dos feromônios, indicando a necessidade de mais pesquisas para avaliar e desenvolver sistemas efetivos de monitoramento e supressão de pragas de grãos armazenados, especialmente para lepidópteros. Sensibilidade e níveis de detecção podem ser melhorados com base no maior conhecimento do comportamento dos insetos e dos semioquímicos, em novos modelos de armadilha e em novas formulações químicas.

Os seguintes procedimentos devem ser considerados para o manejo das populações de pragas de grãos armazenados na indústria em questão:

- **Recebimento, limpeza e secagem:**

- . Separação do produto por faixas de umidade;
- . Separação eficiente de impurezas e quireras;
- . Controle da temperatura de secagem conforme a umidade do produto;
- . Local apropriado para recolher os resíduos.

- **Carregamento dos silos:**

- . Limpeza da estrutura e aplicação de protetores antes do enchimento do silo;
- . Avaliação das condições da termometria e da aeração;
- . Nivelamento da massa de grãos;
- . Remoção do cone central da massa de grãos.

- **Estrutura da Indústria:**

- . Aspiração e lavagem de máquinas e túneis para a remoção do pó;
- . Manutenção da grama baixa e tratada;
- . Controle de ratos, pássaros e pragas domésticas (formigas, baratas e lesmas);
- . Reparos e pintura com impermeabilizante em locais úmidos.

- **Controle de pragas:**

- . Organizar uma equipe para monitorar pragas, orientar nas medidas de controle e cuidados na aplicação;

- . Utilização de equipamentos adequados na aplicação;
- . Registrar frequência de aplicação em cada local;
- . Controle de estoque de produtos químicos.

– **Ações corretivas para os locais de monitoramento de pragas:**

- **Secador 1:** Limpeza por aspiração.
- **Tulhas:** Limpeza por aspiração e controle de traças.
- **Armazém de resíduos:** Limpeza por aspiração e destino dos resíduos para local apropriado.
- **Secador 2:** Limpeza por aspiração, empilhamento da lenha afastado da parede.
- **Túnel do Silão 1 e 2:** Limpeza freqüente por aspiração e controle de pragas.
- **Graneleiro: Correia -** Limpeza freqüente e rigorosa do pó por aspiração e controle de pragas;
- **Túnel:** Limpeza freqüente e rigorosa por aspiração e controle de pragas.
- **Torre:** Limpeza freqüente por aspiração e de forma rigorosa no andar 3, devido excesso de pó. Controle de pragas.
- **Indústria: Atrás do escritório –** Limpeza freqüente e rigorosa, controle de pragas; **Embaixo das tulhas:** Limpeza por aspiração; **Passarela:** Limpeza; **Pré-Gel:** Limpeza e controle de pragas; **Carregamento:** Limpeza e controle de pragas.
- **Moega 2:** Limpeza e controle de pragas.
- **Silo Pulmão:** Limpeza freqüente e rigorosa por aspiração e jato de água, controle de pragas.
- **Fábrica de ração: Pé do Elevador 1:** Limpeza e controle de pragas; **Armazém de matéria prima:** Montagem dos lotes de matéria prima de forma a facilitar a limpeza e controle de pragas; **Armazém de ração:** Limpeza e controle de pragas domésticas.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

COGBURN, R. R.; BURKHOLDER, W. E. & WILIAMS, H. J. Field tests with the aggregation pheromone of the lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae). **Environ. Entomol.** v.13, p. 162-166. 1984.

DALPASQUALE, V. A. Procedimentos essenciais de recepção e limpeza de grãos. In: LORINI, J.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, (eds.) **Armazenagem de Grãos**. 1. ed. Campinas: IBG, 2002. p.191-212.

DHARMAPUTRA, O. S.; HALID, H.; KHIM, K. S. The effect of *Sitophilus zeamais* on fungal infection, aflatoxin production, moisture content and damage to kernels of stored maize. In: HIGHLEY, E. WRIGHT, E. J.; BANKS, H. J.; CHAMP B. R. (eds.). INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 6th., Beijing, 1994, **Proceedings...** Canberra. v. 2, p. 981 – 984. 1994.

DOBIE, P.; HAINES, C. P.; HODGES, R. J.; PREVET, P. F. **Insects and arachnids of tropical stores products their biology and identification: a training manual**. UK, Tropical Development and Research Institute, 1984. 273p.

FARGO, W. S.; EPERLY, D.; CUPERUS, G. W.; NOYES, R. T.; CLARY, B. I. Influence of temperature and duration on the trap capture of stored grain insect species. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 82, p.9670-973, 1989.

GITS, A.; RESENDE, A. C. D.; NETO M. Y. D. Armadilhas com feromônio: Uma armadilha auxiliar no manejo integrado de pragas. In: LORINI, J.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, (eds.) **Armazenagem de Grãos**. 1. ed. Campinas: IBG, p. 595-605, 2002.

HAGSTRUM, D. W.; FLINN, P. Integrated pest management In: Bh. SUBRAMANYAM; D. W. HAGSTRUM (eds.), **Integrated management of insects in stored products**, New York: Marcel Dekker, Inc. 1995. 399-408.

HAGSTRUM, D. W.; FLINN, P. How to sample grain for insects. In: KRISCHIK, V.; CUPERUS, G.; GALLIART, D. & COOPER, M. S. (eds.). Management of grain bulk commodities, and bagged products. **Kansas Circular**, Oklahoma, number E-912. p. 65-69. 1993.

LIPPERT, G. E.; HAGSTRUM, D. W. Detection or estimation of insect population in bulk stored wheat with probe traps. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.80. p.601-604, 1987.

LOSCHIAVO, S. R.; ATKINSON, J. M., An improved trap to detect beetles in stored grain. **Canadian Entomologist**. Ottawa, v, 105, p.437-440. 1973.

MULLEN, M. A.; PEDERSEN, J. R. Sanitation and Exclusion. In: Bh. SUBRAMANYAM, ; HAGSTRUM, D. W. (eds.). **Alternatives to pesticides in stored-product IPM**. 1 ed. Massachusetts, Kluwer Academic Publishers Norwell. p.29 – 50. 2000.

PAULA, M. C. Z. de; LAZZARI, F.; LAZZARI, S. M. N. Insect monitoring outside paddy rice grain storage facilities in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 7., Beijing, 1998, **Proceedings...** Chengdu, v. 2, p. 1532-1533. 1999.

PEREIRA, P. R. V. S.; LAZZARI, F.; LAZZARI, S. M. N. Insect monitoring outside grain storage facilities in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 7., Beijing, 1998, **Proceedings...** Chengdu, v. 2, p. 1534-1536. 1999.

PHILLIPS, T. W.,; COGAN, P. M.; FADAMIRO, H. Y. Pheromones. In: SUBRAMANYAM, Bh, HAGSTRUM, D. W. (eds.). **Alternatives to pesticides in stored-product IPM**. 1 ed. Massachusetts, Kluwer Academic Publishers Norwell. p.273 – 302.. 2000.

RUPP, M.M.M. **Detecção de sujidades e avaliação do pó inerte para controle de insetos em cevada cervejeira e malte armazenados**. Curitiba:, 1996. 44f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

STRONG, R. G. Distribution and relative abundance of stored product insects in California: A method of obtaining sample populations. **J. Econ. Entomol.** 63: 591 – 596. 1970.

SUBRAMANYAM, Bh.; HAGSTRUM, D. W. Monitoring and decision tools. In: SUBRAMANYAM, Bh, HAGSTRUM, D. W. (eds.). **Alternatives to pesticides in stored-product IPM**. 1 ed. Massachusetts, Kluwer Academic Publishers Norwell. p.1 – 28. 2000.

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

VICK , K. W.; MANKIN, R. W.; COGBURN, R. R.; MULLEN, M.; THRONE, J. E.; WRIGHT, V. F.; CLINE, L. D. Review of pheromone baited sticky traps for detection of stored insects. **J. Kansas Entomol. Soc.** V. 63, p. 526-532. 1990.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 - Temperatura (°C) máxima, média e mínima e umidade relativa (%UR) do ar, durante o período de 25 meses, de Nov/2001 a Dez/2002, na região de Apucarana – PR.

MÊS	TEMPERATURA (°C)			UR (%)
	Máxima	Média	Mínima	
Nov/2001	28	21,7	17,8	74,1
Dez/2002	27	22	18,8	75,5
Jan/2002	27,8	22,7	18,8	78,8
Fev/2002	27,3	22,1	18,2	77,7
Mar/2002	30,7	24,7	20,3	71,1
Abr/2002	30,2	24,2	19,5	64,7
Mai/2002	23,6	19	15,5	78,9
Jun/2002	25,3	20,3	17,1	66,7
Jul/2002	21,5	16,5	12,9	71,8
Ago/2002	26	20,7	16,5	63,5
Set/2002	24,8	19	14,1	66,1
Out/2002	30	23,9	19,2	68,6
Nov/2002	27,7	22	17,8	79
Dez/2002	29,4	23,9	19,6	78,1
Latitude	23° 51' Sul			
Longitude	51° 55' Oeste			
Altitude	746 m			

FONTE: SIMEPAR (Instituto Tecnológico – PR)

CAPÍTULO III

**FRAGMENTOS DE INSETOS, FUNGOS E AFLATOXINAS
EM GRÃOS DE MILHO E SUBPRODUTOS**

CAPÍTULO III

FRAGMENTOS DE INSETOS, FUNGOS E MICOTOXINAS EM GRÃO DE MILHO E SUBPRODUTOS

RESUMO

Da colheita ao armazenamento, o grão ou semente pode sofrer ataque de insetos, ácaros, fungos e outros microorganismos. As condições sanitárias da indústria e do processo de moagem são muito importantes, pois esses organismos podem sobreviver e multiplicar-se dentro de equipamentos, túneis, depósitos, ductos e nas instalações. O conhecimento das principais matérias estranhas (fragmentos de insetos), fungos e micotoxinas que podem ser encontrados durante o processamento de milho é de grande importância para reduzir os riscos da presença das mesmas no produto final. A finalidade desta pesquisa foi avaliar aspectos da qualidade sanitária da matéria prima e dos subprodutos em indústria de moagem a seco de milho. Amostras de 2 Kg de grãos, grits, flocão, fubá e premil, originadas de um mesmo lote de milho, foram retiradas mensalmente antes do processamento industrial e antes do empacotamento, para as seguintes avaliações: umidade, peso hectolítrico (PH), classificação comercial, infestação interna, pesquisa de matérias estranhas, fungos e micotoxinas. O número médio de matérias estranhas para o milho e seus subprodutos ficou abaixo do limite de tolerância, sem diferença significativa. Houve correlação positiva entre a infestação interna com o percentual de grãos carunchados; também entre fungos e a umidade do grão. Os fungos encontrados nas amostras foram os dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, sendo que o último foi predominante tanto no milho quanto nos subprodutos, quando isolado pelo meio de Batata Dextrose Agar. No meio Agar Suco de Tomate, os fungos mais abundantes foram *Aspergillus* spp e *Penicillium* spp. O fubá apresentou maior nível total de contaminação, principalmente por *Fusarium* spp e *Aspergillus* spp., que são fungos com alto potencial toxicogênico. Os maiores índices de micotoxinas foram no milho em grão, seguido do fubá, embora abaixo do permitido pela Legislação. Os valores detectados para os fragmentos de insetos e micotoxinas ficaram dentro de limites aceitáveis, com tendência decrescente ao longo das coletas. Os meios de cultura apresentaram seletividade na detecção dos fungos, requerendo cuidado na interpretação dos resultados. O fubá apresentou qualidade inferior dentre os produtos avaliados devido à contaminação fúngica.

ABSTRACT

FRAGMENTS OF INSECTS, MOLDS AND MICOTOXINS IN CORN AND CORN PRODUCTS

From the field to storage, grains and seeds can suffer attack of insects, mites, molds and other organisms. Sanitary conditions of grains are very important for milling because those organisms can survive and multiply inside equipments, tunnels, deposits, ducts and anywhere in the unity. Detection of extraneous materials (insect fragments), molds and mycotoxins that can be found during the corn processing is of great importance to reduce risks in final products. The purpose of this research was to evaluate sanitary quality of the kernel and by-products obtained by corn dry milling. Samples of 2Kg of grains, grits, flakes, corn flour and pre-mixture, originated from a single corn lot, were taken monthly before industrial processing or packing, for the following evaluations: humidity, bulk weight, commercial classification, internal insect infestation, recovering of extraneous materials, presence of molds and mycotoxins. The mean number of extraneous materials in kernels and by-products was below the tolerance level, without significance. There was a positive correlation among of internal infestation when comparing with the percentile of weevilled grain; also between molds and humidity. The major mold types found in corn and by-products were *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*, with the predominance of the last genus, when isolated on Potato Dextrose Agar medium. On Tomato Juice Agar, the most abundant molds were *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. Corn flour presented the highest contamination level, mainly by *Fusarium* spp and *Aspergillus* spp., which are molds with high toxicogenic potential. The highest mycotoxins levels were on grain corn, followed by flour, although the limits were below the tolerance given by legislation. For grain corn and by-products, the number of insect fragments and mycotoxin levels were within acceptable limits. It was observed different selectivity between the growth media used for molds, what requires special care in the interpretation of results. Corn flour presented the lowest quality when compared to other products, due mainly to mold infection.

1 - INTRODUÇÃO

A qualidade dos grãos é dependente do tratamento que recebem os mesmos em todas as etapas de produção. Da colheita do grão até seu processamento existem vários pontos onde podem ocorrer contaminações e perdas de qualidade e quantidade. Condições inadequadas de recebimento, secagem, armazenamento e manuseio de cargas ou lotes de grãos oferecem aos insetos, fungos e ácaros, possibilidades de infestarem e infectarem o produto causando problemas na sua industrialização e comercialização (SAUER, 1992; JAYAS, D. S. *et al.*, 1995; LAZZARI, 1997; LAZZARI, 2001; LAZZARI & LAZZARI, 2002).

A obtenção de matérias-primas de alta qualidade é o primeiro passo para garantir a qualidade final do produto para adequar-se às exigências do mercado consumidor e ao controle exercido pelas agências governamentais que regulamentam a presença de insetos e fragmentos, micotoxinas, resíduos de pesticidas e de outros contaminantes nos alimentos. O consumidor tem pressionado cada vez mais a indústria para que melhore seus produtos e processos. Esta por sua vez, atende às exigências para não ficar vulnerável a problemas devido à má qualidade, nem transferindo parte da responsabilidade dos armazenistas e produtores.

Todos os tipos de sementes e grãos estão sujeitos à infestação ou infecção por insetos e fungos, embora o grupo desses organismos que colonizam os alimentos seja relativamente pequeno seus danos podem resultar em sérios prejuízos financeiros à indústria e à marca comercial dos produtos. A presença de matérias estranhas na matéria-prima e subprodutos, geralmente, é devida a falhas na estocagem e manipulação do produto, e também pelas condições sanitárias insatisfatórias da indústria (SBCTA, 1990; SAUER, 1992; LAZZARI, 1997; ATUI & LAZZARI *et al.*, 1998; PINTO JR., 1999; PEREIRA *et al.*, 1999).

Alimentos contaminados por insetos sofrem rejeição pelo mercado, além dos problemas relacionados à saúde humana. A ingestão dos mesmos pode causar reações alérgicas, perturbação digestiva e intestinal, pois o estômago humano não tem a enzima quitinase para digerir a quitina presente no exoesqueleto desses organismos (TERBUSH, 1972; GORHAN, 1979).

BURQUEST (1955) relata que, financeiramente, houve perda de 2% em trigo infestado, em 60 dias, em razão de terem sido encontradas amostras com sete fragmentos larvais (cápsulas cefálicas e mandíbulas)/100g, resultantes da infestação com 8,5 insetos.

GENTRY *et al.* (1991) relatam que um fragmento de inseto é altamente significativa somente quando se conhece de qual inseto originou este fragmento, para ter informações sobre seu ciclo de vida, hábitos, habitat, implicações com a saúde humana, alternativas para remoção da matéria prima e susceptibilidade ao controle, podendo assim viabilizar soluções para o problema.

Atualmente considera-se 30 fragmentos/50g da amostra de farinha de milho e seus derivados como limite de tolerância para a presença de fragmentos de insetos (BRASIL, 1986).

A determinação da infestação interna dos grãos tem sido de grande importância para a indústria moageira, a fim de selecionar a matéria prima (VARGAS, 1994; RUPP, 1996; DUPCHAK, 1996; ATUI & LAZZARI, 1998), como também determinar a principal fonte dos fragmentos de insetos, e orientar o processo de limpeza da estrutura, bem como dos maquinários utilizados na produção das farinhas.

Os fungos são contaminantes comuns de sementes, grãos, rações, alimentos e bebidas, pois: constituem-se em um rico habitat para os microorganismos (GOURAMA & BULLERMAN, 1995). A infecção pode estar associada a insetos ou ácaros quando espalham esporos (SINHA *et al.*, 1962; SINHA K. K. & SINHA, 1992; SINHA, 1995; MILLER, 1995; LAZZARI, 1997; DUNKEL, 1998) e aumentam o teor de umidade e temperatura através da sua atividade metabólica (PUZZI, 1986), além das condições ambientais tornam-se favoráveis para o desenvolvimento dos mesmos (MERCH & GOMES, 1982).

Os fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* são agentes de deterioração de alimentos, produtos armazenados e na produção de micotoxinas, merecendo, portanto, atenção quando encontrados mesmo em quantidades baixas (CHRISTENSEN & MERONUCK, 1989; SAMSOM, 1991). BITTAR & LAZZARI (1998) observaram a predominância desses mesmos fungos e de suas toxinas em milho em grão, grits e fubá elaborados a partir de um mesmo lote de milho, sendo o fubá o mais contaminado.

PITT *et al.* (1993) comentam que as aflatoxinas produzidas pelo fungo *Aspergillus flavus* ocorrem em alta frequência em milho e que as espécies de fungos toxigênicos ocorrem comumente juntos. Já, LILLEHOJ & ZUBER (1998) e POZZI *et al.* (1995), verificaram, em amostras de milho coletadas no Brasil na pós-colheita, que o fungo predominante foi o *Fusarium*, seguido por *Penicillium* e *Aspergillus*. Para MILLER (1995), os fungos mais comuns associados ao milho são *Fusarium moniliforme* e *Fusarium proliferatum*, produtores de micotoxinas.

SAUER & TUIITE (1987) observaram que as aflatoxinas são produzidas em grãos armazenados inadequadamente secos, e que o controle dos níveis destas toxinas nos alimentos é uma necessidade para a proteção da saúde pública, orientam ações governamentais pois, a contaminação por micotoxinas constitui-se em um dos problemas mais sérios (MILLER, 1995; LAZZARI, 1997; BARNI & FREITAS, 2001).

Esta pesquisa visou avaliar a qualidade do milho em grão antes do processamento, do grits, flocão, fubá e premil após processados (antes do o empacotamento), produzidos de um mesmo lote de milho, a fim de fornecer subsídios para reduzir a vulnerabilidade a problemas relacionados com insetos e fungos na matéria-prima e no produto final.

2 - OBJETIVOS

- Detectar a ocorrência de fragmentos de insetos, fungos e micotoxinas em milho em grão antes do processamento e em seus subprodutos (grits, flocão e fubá) antes do empacotamento;
- Identificar as prováveis causas e os pontos de contaminação do milho em grão e dos subprodutos (grits, flocão e fubá), desde o início do processamento até antes do empacotamento.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em uma indústria moageira de milho de Apucarana – PR, durante o ano de 2002.

3.1 – AMOSTRAS

As amostras de milho em grão e dos subprodutos (grits, flocão, fubá e premil) foram coletadas conforme indicado no fluxograma da Figura 1.

3.1.1 – Milho

Por definição milho é todo produto constituído por 50% ou mais de grãos inteiros oriundos da espécie *Zea mays* L. (Poaceae) e que não contenha mais do que 10% de outros grãos cultiváveis. O padrão adotado pela indústria de moagem a seco determina os seguintes limites para o processamento: 14,0% de umidade; 1,0% de matérias estranhas e impurezas e 6% de grãos danificados por fungos e grãos brotados (ABIMILHO, 2002).

3.1.2 – Grits

O grits ou sêmola é obtido a partir do endosperma vítreo do grão de milho, degerminado a seco, moído, centrifugado e separado por granulometria.

3.1.3 – Flocão

Flocos de milho, obtidos da laminação do grits após cozimento a vapor.

3.1.4 – Fubá

Obtido a partir do endosperma farináceo do grão de milho, através de moagem e classificação granulométrica em peneiras.

3.1.5 – Premil

Elaborado a partir do grits moído, cozido a vapor e esterilizado por choque térmico.

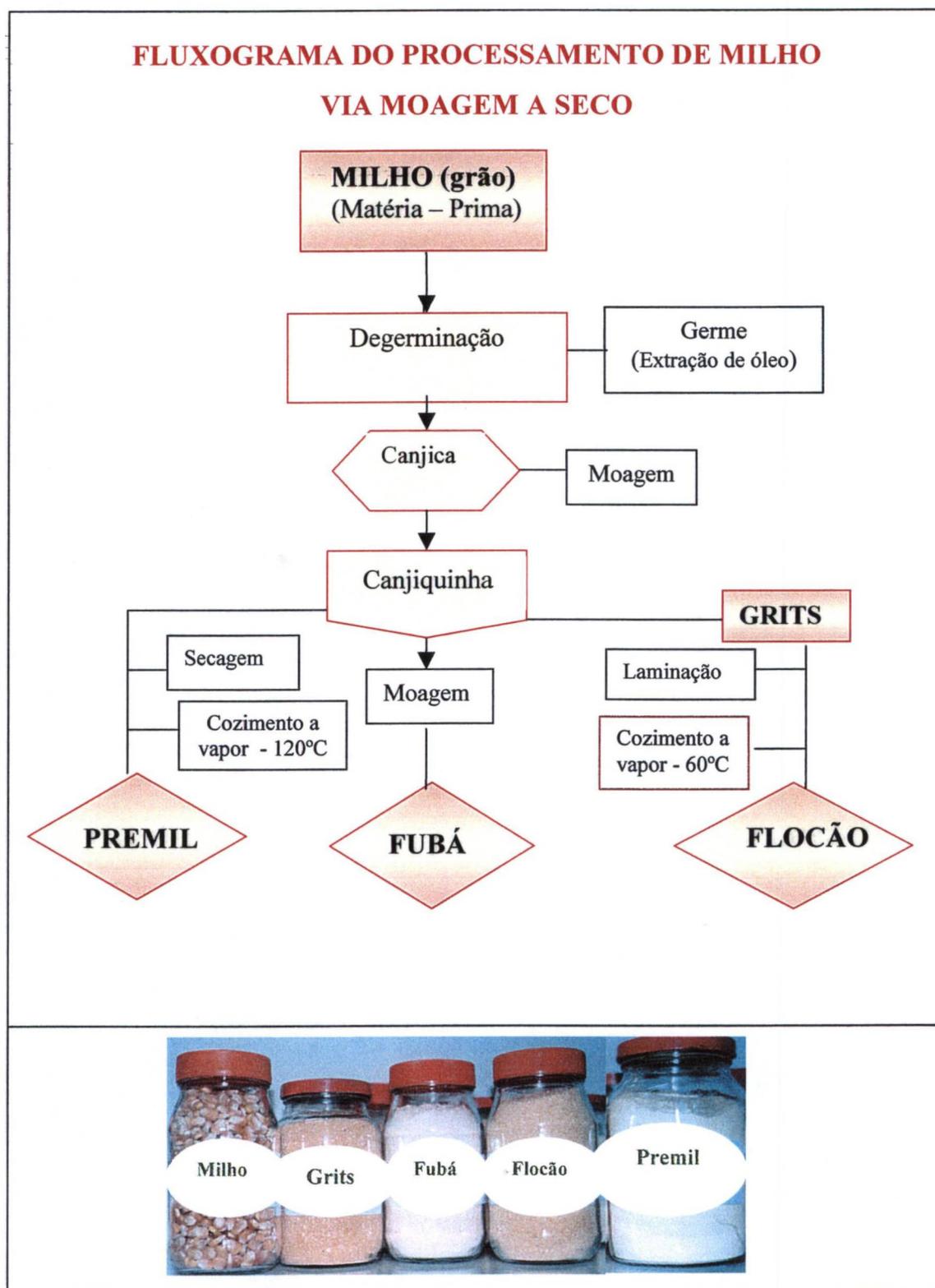


FIGURA 1 – Fluxograma de processamento do milho em grão por moagem a seco, destacando o ponto de entrada da matéria prima até o final do processo, com a obtenção dos subprodutos (grits, flocão e premil)

3.2 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MILHO E SEUS SUBPRODUTOS

3.2.1 – Amostragem

Amostras mensais de 2kg de milho em grão (limpo e seco), grits, flocão, fubá e premil foram coletadas aleatoriamente sempre no mesmo dia do mês, de hora em hora durante um período de 24 horas (três turnos de produção), todas originadas do mesmo lote de milho (Figura 2). O período de amostragem foi assim distribuído: milho em grão e fubá durante nove coletas (em março e de maio a dezembro/2002); para o premil durante oito coletas (de maio a dezembro/2002) e para grits e flocão em março e durante seis coletas (de julho a dezembro de 2002), conforme a programação de produção da indústria. Essas amostras foram embaladas em sacos plásticos, etiquetadas e datadas para realizar as seguintes avaliações: umidade, peso hectolítrico (PH), classificação física, infestação interna, matérias estranhas, fungos e micotoxinas. As avaliações foram realizadas da seguinte forma:

3.2.2 - Teor de Umidade

Para o grits, flocão, fubá e premil a umidade foi determinada com três repetições de 5g de produto. As amostras foram colocadas em recipiente de alumínio, pesadas em balança eletrônica de precisão e acomodadas em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3$ durante 24h (BRASIL, 1992). O resultado foi expresso em base úmida, pela média aritmética das determinações.

3.2.3 - Peso Hectolítrico

Para o milho em grão o PH foi determinado em três repetições de 500g, em balança de PH, conforme BRASIL (1992) e determinado a média das três repetições.

3.2.4 - Classificação Comercial

Realizada com base no Padrão de Qualidade do Ministério da Agricultura para grãos de milho, estabelecido pela Portaria nº 845 de 08/11/1976 e 11/1996 (BRASIL, 1976; BRASIL, 1996b).

3.2.5 - Infestação Interna

Utilizou-se de duas repetições de 100 grãos de milho, imersos em água por 24 horas e seccionados transversal e longitudinalmente para a contagem de ovos, larvas e insetos adultos conforme método das Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.2.6 - Fragmentos de Insetos

Realizou-se pelo método da flutuação ácida nº16.05.04, descrito pela AOAC (1995).

3.2.7 - Análise Microbiológica

Realizou-se o plaqueamento do grão de milho, grits, flocão, fubá e premil em dois meios de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) e AST (Ágar Suco de Tomate). Para o milho em grão colocou-se três repetições de 15 grãos previamente lavados em uma solução de hipoclorito de sódio a 2% e em cada placa de Petri, os grãos foram dispostos em três fileiras de cinco grãos, com o germe para cima e a ponta dos grãos voltados para a mesma direção (Figura 3).

Para grits, flocão, fubá e premil usou-se 15 porções iguais (equivalentes ao volume de um grão de milho), sem lavagem em hipoclorito e dispostas da mesma forma; em cada meio.

Estabeleceu-se uma faixa de contaminação de acordo com a quantidade de grãos ou porções contaminadas. Tomou-se como base estudos realizados por NIEWEGLOWSKI (1994) quando considerou apenas a porcentagem total de contaminação.

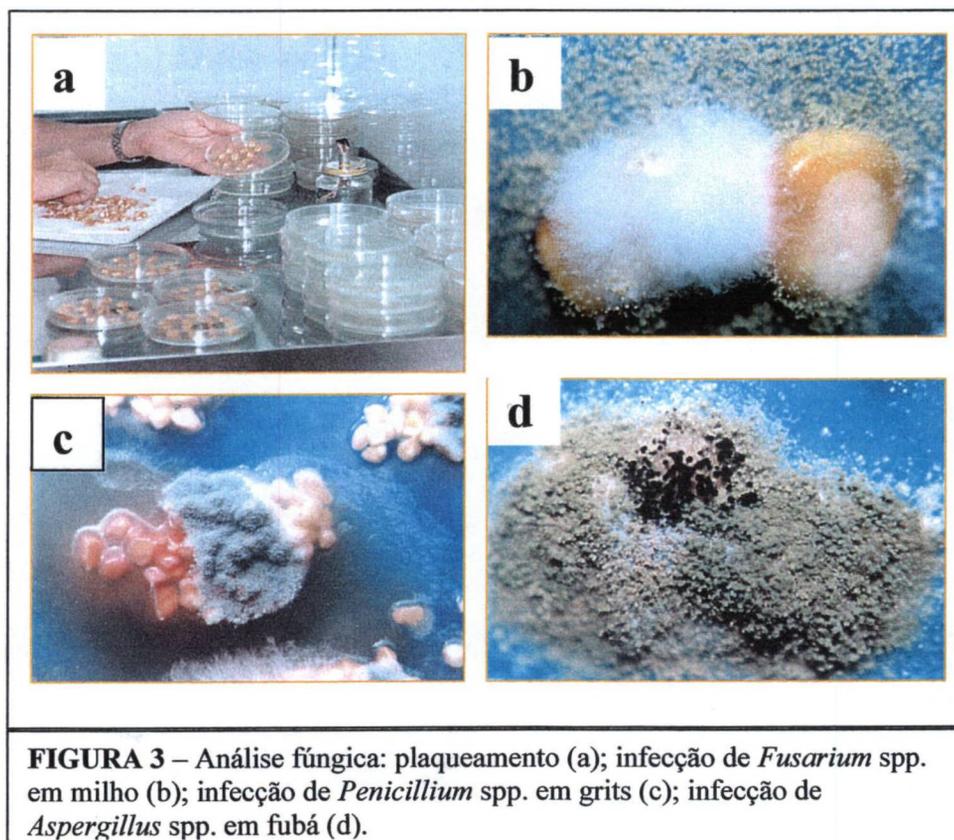
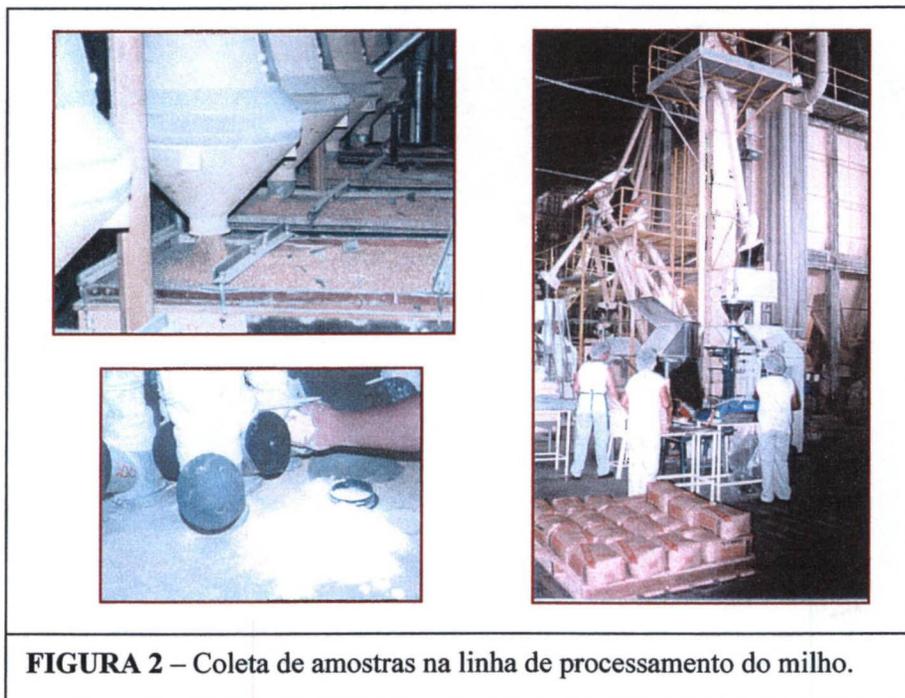
O padrão a seguir foi estabelecido apenas para os meios BDA e AST:

Grão ou Porção	Faixa de Contaminação (%)	
(1 – 2)	0 – 15 Baixa	.
(2 – 4)	15,1 – 30 Regular	•
(4 – 6)	30,1 – 45 Média	●
(6 – 9)	45,1 – 60 Alta	●
(9 – 15)	> 60 Elevada	●

O material foi incubado em estufa a 25°C, com leitura no quarto e sétimo dia, para contagem e identificação dos fungos (CHRISTENSEN & MERONUCK, 1989; LAZZARI, 1997).

3.2.8 - Análise de micotoxinas

Avaliou-se apenas as Aflatoxinas totais (Aflatoxina B₁ + B₂ + G₁ + G₂) através de Kits de Imunodiagnóstico, conforme a rotina de análise da indústria.



4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são apresentados os resultados referentes à umidade, peso hectolétrico, classificação comercial, infestação interna (ovos, larvas, pupas e insetos adultos) fragmentos de insetos, análise de fungos e de aflatoxinas.

A Tabela 1 apresenta os resultados mensais de umidade, do peso hectolétrico e da classificação comercial (grãos carunchados, ardidos+brotados, fermentados, quebrados, chochos e tipo comercial). Observa-se variação da qualidade do milho durante as amostragens, pela classificação comercial.

Os defeitos que alteraram o tipo comercial foram: grãos danificados por fungos (ardidos+brotados e fermentados), provavelmente porque o dano fúngico possui menor limite de tolerância para o enquadramento comercial - tipo.

Mesmo que a porcentagem de grãos carunchados não tenha alterado o tipo comercial sabe-se da sua importância para a presença de fragmentos de insetos e fungos nos subprodutos (MATIOLI, & ALMEIDA, 1979; VARGAS, 1994; SINHA, 1995; MILLER, 1995, LAZZARI, 1997; DUNKEL, 1988; ATUI & LAZZARI, 1998).

TABELA 1 – Fatores avaliados em amostras de milho em grão antes coletado antes do processamento, durante o período de nove meses (março e de maio a dezembro) de 2002. em Apucarana - PR

Meses	Um (%)	PH (kg/hl)	Classificação Comercial (%)					Tipo*
			Car	(Ard+Brot)	Fer	Que	ch	
Março	12,5	757	1,5	1,1	1,1	1,2	0,3	2
Maio	12,4	752	1,8	1,0	1,4	7,0	0,6	2
Junho	12,1	761	1,5	0,8	1,6	4,9	0,5	1
Julho	12,2	760	2,5	1,3	0,9	7,4	0,6	2
Agosto	13,1	766	0,3	2,4	1,7	5,1	0,4	3
Setembro	12,1	760	0,9	0,8	2,0	7,2	0,4	2
Outubro	12,0	754	0,8	1,2	1,4	4,9	0,3	1
Novembro	12,2	754	0,4	0,7	1,4	4,5	0,3	1
Dezembro	11,2	752	1,4	1,7	1,8	5,3	0,7	2

Um = Umidade; PH = Peso Hectolétrico; Car = Carunchados; Ard = Ardidos; Brot = Brotados; Fer = Fermentados; Que = Quebrados; Ch = Chochos e Imaturos; Tipo* = Classificação Comercial (valor numérico).

4.1 - Infestação Interna:

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de qualidade sanitária do milho em grão, correlacionando-se as variáveis. Observa-se correlação entre a determinação da infestação interna (método da AOAC, 1995 e Regras de Análise de Sementes BRASIL, 1992) e o percentual de grãos carunchados.

Infestações internas na matéria-prima afetam a quantidade de fragmentos encontrados nos produtos finais. Portanto os resultados obtidos comprovam o que foi observado por LAZZARI (1997) e GORHAM (1979) que afirmam que a maioria das matérias estranhas e sujidades que contaminam os produtos industrializados estão presentes na matéria prima e, que o processamento não as elimina totalmente, ou até mesmo contribui para aumentar o problema.

O dano fúngico correlacionou negativamente com os carunchados e a infestação interna (AOAC, 1995), o que pode ser explicado através da competição pelo substrato ou pela repelência do inseto ao aumento da incidência do fungo, conforme SINHA *et al.* (1962) e DUNKEL (1988), que afirmam que os fungos produzem metabólitos que prejudicam o desenvolvimento dos insetos.

A infestação interna é quase totalmente devida a pragas primárias que se instalam e alimentam-se internamente no grão, podendo ser avaliada por metodologia analítica específica, conforme indicada neste trabalho.

TABELA 2 – Coeficientes de correlação simples (r) entre variáveis que indicam a qualidade sanitária (DF, IAOAC e IRAS) e física (PH, UM e TIPO) do milho, coletado na entrada do processamento, durante nove meses (março e de maio a dezembro /2002). Apucarana – PR.

Variáveis	PH	UM	TIPO	DF	IAOAC	IRAS
CAR	0,1900	-0,2167	0,773	-0,5863**	0,8644**	0,1854
IRAS	0,8120	0,4241	0,2498	0,394	0,5676*	
IAOAC	0,1386	-0,159	0,1213	-0,5997**		
DF	0,2082	0,6346**	0,3291			
TIPO	-0,2167	0,4340				
UM	0,3558					

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

CAR = grãos carunchados (%); IRAS = Infestação interna (%) BRASIL (1992); IAOAC = Infestação interna (um) AOAC (1995); DF = dano fúngico (%); TIPO = Classificação Comercial (valor numérico) BRASIL (1976); UM = umidade (base úmida - %); PH = Peso Hectolitrico (kg/hl)

4.2 – Fragmentos de insetos:

A Figura 4 apresenta os principais fragmentos de insetos recuperados nas amostras. Na Tabela 3 verifica-se que a quantidade de fragmentos de insetos para o milho e subprodutos ficou bem abaixo do limite de tolerância estabelecido pela Portaria nº1/1986 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1986), que é no máximo de 30 fragmentos de insetos, a nível microscópico, em 50g de farinhas e seus derivados. Com base na análise variância esse fator não foi significativo.

ATUI & LAZZARI (1998) e GENTRY *et al.* (1991) mencionam que, a técnica de análise de fragmentos permite identificar a espécie do inseto, mas isso requer conhecimento da micromorfologia do mesmo, do tipo de dano e da confirmação da praga no local.

TABELA 3 – Fragmentos de insetos detectados pelo método de flutuação ácida em 50g de amostras de grão de milho coletadas antes do processamento, grits, flocão, fubá e premil coletadas antes do empacotamento, durante um período de nove meses (março e de maio a dezembro) de 2002. Apucarana – PR.

Produto	Fragmentos de insetos (*) (50g)
Milho em grão	3,2
Grits	3,0
Flocão	2,9
Fubá	2,9
Premil	1,8

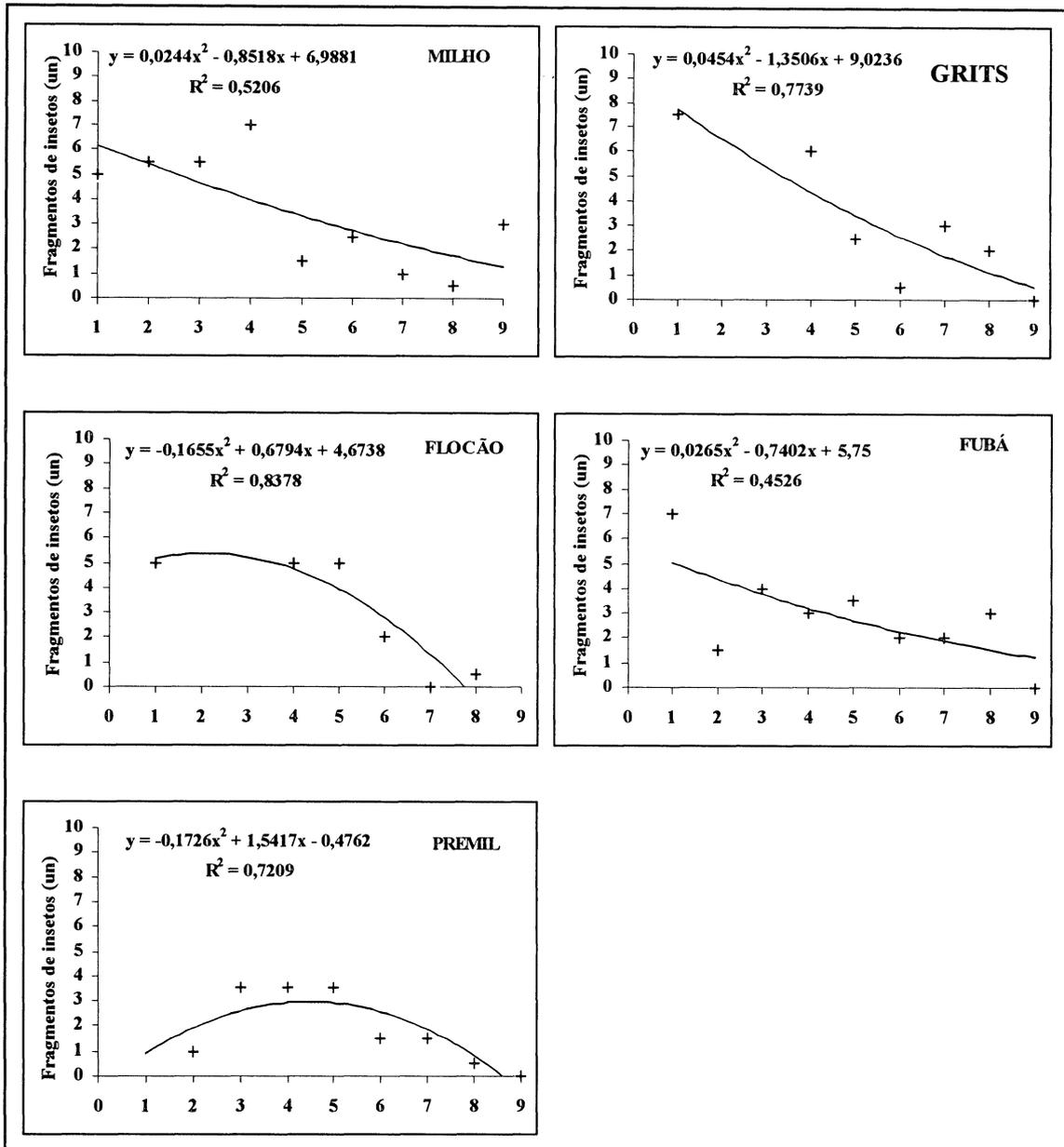
Tolerância de 30 fragmentos/50g de produto. (BRASIL, 1986)

(*) Os valores numéricos de Fragmentos de Insetos representam a média de 2 repetições (determinações).



FIGURA 4 – Fragmentos de insetos detectados no milho em grão e subprodutos (grits, flocão, fubá e premil) pelo método de flutuação ácida (AOAC, 1995).

Na figura 5, observa-se os resultados para o número de fragmentos em relação aos meses de coleta. Os pontos não representados significam ausência de coleta no mês. Para todos os produtos com exceção do premil na coleta 2 que apresentou menor número de fragmentos, os demais apresentaram redução da infestação interna a níveis mínimos, provavelmente porque a matéria prima utilizada foi de melhor qualidade ao longo das coletas. BURQUEST (1955), trabalhando com trigo, estabeleceu perdas monetárias devido a infestação acima de sete fragmentos larvais (cápsulas cefálicas)/100g do produto.



Tolerância de 30 fragmentos/50g de milho e subprodutos, (Portaria nº1/1986 - Ministério da Saúde, BRASIL, 1986).

FIGURA 5 – Número de fragmentos detectados pelo método de flutuação ácida em amostras de milho em grão antes do processamento e em grits, flocão fubá e premil, coletados antes do empacotamento, em nove coletas (em março e de maio a dezembro/2002). Apucarana – PR..

4.3 - Análise Microbiológica

Na Tabela 4, verifica-se a contaminação fúngica das amostras de milho e subprodutos. Os fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, foram os organismos predominantes. SAMSOM (1991); PITT *et al.* (1993); ATUI & LAZZARI (1998); GARCIA *et al.* (2003) e HERMAN *et al.* (2003) evidenciam que os fungos pertencentes a esses gêneros são comuns na deterioração de milho a campo, no armazenamento e em seus subprodutos.

O fungo do gênero *Fusarium*, foi o mais abundante tanto no milho quanto nos seus subprodutos, corroborando com outros autores que, estudando este fungo, consideraram-no como o mais importante em milho e seus subprodutos (NORRED, 1992; BULLERMAN & TSAI, 1994; NIEWEGLOWSKI FILHO, 1994; BOTTALICO *et al.*, 1995; LILLEHOJ & ZUBER, 1988). BITTAR & LAZZARI (1998) detectaram altos índices de contaminação em milho em grão e fubá. Atribuíram isso ao fato desse fungo infectar extensivamente certas porções da parte inferior do grão, áreas ao redor do germe e a ponta de contato do mesmo com o sabugo.

O meio AST foi superior ao BDA na detecção de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. em milho e seus subprodutos, confirmando a afirmação de LUCCA FILHO (1987), de que o patógeno a ser detectado está na dependência do método ou meio de cultura a ser utilizado.

Nas Tabelas 4 e 5, observa-se que o fubá apresentou o maior nível de contaminação fúngica, principalmente por *Fusarium* spp. (90,4%) e *Aspergillus* spp. (38,0%), colocando-os nas faixas elevada e média, respectivamente, pelo enquadramento proposto, salientando que a mesma foi estabelecida apenas para os meios em estudo. Para adotar como um padrão geral de contaminação fúngica, deve-se estabelecê-la para diversos meios de cultura para o material a ser avaliado. Essa contaminação pode ser atribuída ao processamento, empacotamento e armazenamento, pois a matéria-prima apresentava nível inferior ao do fubá. O mesmo foi verificado por ATUI & LAZZARI (1998), que o fubá tende a concentrar mais fragmentos de insetos, pontos escuros derivados de dano fúngico grão e micotoxinas do que o grão de milho e o grrits.

TABELA 4 - Porcentagem média da contaminação fúngica em grão de milho coletado antes do processamento e para grits, flocão, fubá e premil coletados antes do empacotamento, durante nove meses (março e de maio a dezembro de 2002 e plaqueadas em dois meios de cultura (BDA e AST).

PRODUTO	FAIXA DE CONTAMINAÇÃO	CONTAMINAÇÃO (%)	FUNGOS
MILHO	BDA	3,7	<i>Aspergillus</i> spp.
		3,9	<i>Penicillium</i> spp.
		69,9	<i>Fusarium</i> spp.
	AST	7,6	<i>Aspergillus</i> spp.
		8,9	<i>Penicillium</i> spp.
		26,9	<i>Fusarium</i> spp.
GRITS	BDA	6,7	<i>Aspergillus</i> spp.
		5,4	<i>Penicillium</i> spp.
		77,5	<i>Fusarium</i> spp.
	AST	25,4	<i>Aspergillus</i> spp.
		7,90	<i>Penicillium</i> spp.
		20,6	<i>Fusarium</i> spp.
FLOCÃO	BDA	7,8	<i>Aspergillus</i> spp.
		6,7	<i>Penicillium</i> spp.
		77,0	<i>Fusarium</i> spp.
	AST	17,0	<i>Aspergillus</i> spp.
		32,2	<i>Penicillium</i> spp.
		18,5	<i>Fusarium</i> spp.
FUBÁ	BDA	6,4	<i>Aspergillus</i> spp.
		2,2	<i>Penicillium</i> spp.
		90,4	<i>Fusarium</i> spp.
	AST	38,0	<i>Aspergillus</i> spp.
		16,5	<i>Penicillium</i> spp.
		26,2	<i>Fusarium</i> spp.
PREMIL	BDA	5,0	<i>Aspergillus</i> spp.
		3,7	<i>Penicillium</i> spp.
		70,1	<i>Fusarium</i> spp.
	AST	6,4	<i>Aspergillus</i> spp.
		9,6	<i>Penicillium</i> spp.
		26,9	<i>Fusarium</i> spp.

LEGENDA:	
Grão ou Porção	Faixa de Contaminação (%)
(1 - 2)	0 - 15 Baixa .
(2 - 4)	15,1 - 30 Regular •
(4 - 6)	30,1 - 45 Média ●
(6 - 9)	45,1 - 60 Alta ●
(9 - 15)	> 60 Elevada ●

TABELA 5 – Total médio de fungos plaqueados em BDA (Batata Dextrose Agar) e AST (Ágar Suco de Tomate), em amostras de milho em grão, coletadas antes do processamento, e em amostras de grits, flocão e fubá coletadas antes do empacotamento, durante nove meses (março e de maio a dezembro de 2002).

Tipos de Fungos	Infecção Fúngica (%)				
	Milho	Grits	Flocão	Fubá	Premil
<i>Aspergillus</i> spp.	5,6	16,0	12,4	22,2	5,7
<i>Penicilium</i> spp.	6,0	6,6	19,4	10,1	6,6
<i>Fusarium</i> spp.	38,0	49,0	47,7	48,1	48,5
Total médio	16,6	23,9	26,5	26,8	20,3

Nota-se pela Tabela 6 e Figura 6, que maior desenvolvimento fúngica ocorreu no meio BDA em milho em grão devido à seletividade para *Fusarium*. Entretanto, para o fubá, não houve diferença significativa entre os dois meios, apesar da contaminação no meio AST ser menor.

O grits (91,4%) e o fubá (98,0%) apresentaram a maior contaminação fúngica sem diferirem estatisticamente entre si, mas diferindo do milho em grão, do flocão e do premil. O processamento de cada um pode interferir em seu nível de contaminação fúngica pois, tanto o flocão como o premil, além da moagem, passam por cozimento a vapor.

O meio de cultura BDA foi mais adequado para o isolamento de *Fusarium*, e o AST para *Aspergillus* em grãos e seus subprodutos.

O meio de cultura AST mostrou que o fubá apresentou a maior contaminação fúngica, seguido do grits, flocão e milho em grão, portanto essas diferenças podem ser atribuídas não só ao processo, mas também ao manuseio em equipamentos diferenciados e com provável foco de contaminação.

Quando correlacionadas as variáveis que determinaram a contaminação microbiológica (Tabela 7), verifica-se maiores correlações negativas entre *Fusarium* spp. e o meio para todos os produtos e entre *Aspergillus* spp. e o meio para milho e fubá, demonstrando seletividade dos fungos pelo meio. Para *Penicillium* spp. não foi demonstrada correlação significativa para grits, flocão e premil.

A correlação entre *Fusarium* spp. e fungos totais (FT) foi positiva, significando que este fungo determinou os altos índices de contaminação total, exceto para o premil que não foi significativa.

TABELA 6 – Contaminação fúngica média nos meios de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) e AST (Ágar Suco de Tomate), em amostras de milho em grão, coletadas antes do processamento e em amostras de grits, flocão, fubá e premil, coletadas antes do empacotamento, durante nove meses (março e de maio a dezembro de 2002).

Produto	Infecção Fúngica (%)	
	Meio BDA	Meio AST
Milho	75,4 B a	52,8 C b
Grits	91,4 A a	69,2 B b
Flocão	80,0 B a	53,7 C b
Fubá	98,0 A a	91,8 A a
Premil	78,7 B a	69,1 B b

CV (%) = 6,31

F (produto x meio) = 5,16**

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas para cada meio e minúsculas nas linhas para cada produto, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

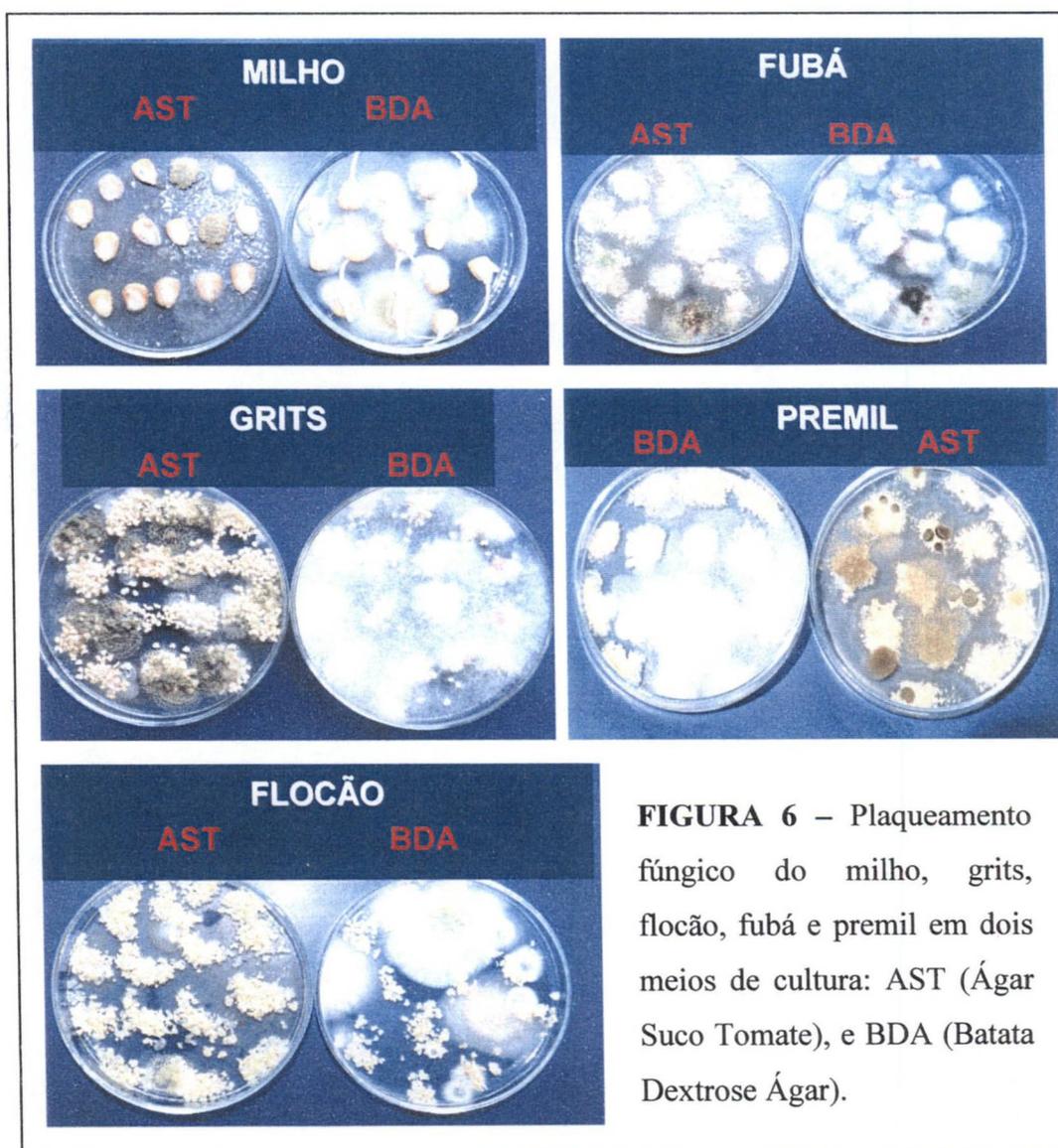


FIGURA 6 – Plaqueamento fúngico do milho, grits, flocão, fubá e premil em dois meios de cultura: AST (Ágar Suco Tomate), e BDA (Batata Dextrose Ágar).

As correlações negativas entre *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp. para todos os produtos indica seletividade pelo meio, isto é, onde foi melhor para um foi pior para o outro. Já, entre *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. foi significativa e também negativa apenas para o fubá, provavelmente por ser o produto com maior contaminação total (TABELA 7).

A correlação positiva entre *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. no fubá indicou que estes fungos desenvolveram-se melhor no mesmo meio (AST) e mostraram a alta contaminação fúngica no fubá.

Fungos Totais (contaminação dos meios) correlacionaram-se negativamente com cada meio isolado, sendo o índice de contaminação era maior para o meio numericamente menor (representado pelo BDA), no qual a contaminação foi maior devido ao *Fusarium* spp.

Na Figura 7, verifica-se mostra que não houve correlação direta entre contaminação fúngica e micotoxinas. A umidade está mais relacionada com a contaminação fúngica que com micotoxinas.

Na Figura 8, observou-se uma tendência decrescente da contaminação fúngica ao longo das coletas, com exceção do premil, em que ocorreu o inverso, em razão de seu próprio processamento, pois os demais subprodutos acompanharam a qualidade da matéria prima, ou seja, a contaminação foi menor a cada coleta.

TABELA 7 – Coeficientes de correlação simples (r) entre variáveis de contaminação microbiológica em amostras de milho em grão coletadas antes do processamento, no período de nove meses (março e de maio a dezembro/2002). Apucarana – PR.

Milho	UM	FUS	PEN	ASP	FT
MEIO	-0,0789	-0,9801**	0,8519**	0,6129	-0,9806**
FT	0,1750	0,9412**	-0,8283**	-0,5049	
ASP	0,137	-0,6211	0,5717		
PEN	-0,4566	-0,9216**			
FUS	0,1361				
Grits	UM	FUS	PEN	ASP	FT
MEIO	-0,1676	-0,9926**	0,5146	-0,9421**	-0,9598**
FT	0,466	0,9691**	-0,2715	-8,8107**	
ASP	-0,2306	-0,9070**	0,6046		
PEN	-0,6377	-0,4821			
FUS	0,1567				
Flocão	UM	FUS	PEN	ASP	FT
MEIO	-0,0027	-0,9878**	0,51800	0,7981**	-0,9594**
FT	-0,2228	0,9249**	-0,4114	-0,6824	
ASP	-0,1561	-0,8171**	0,6370		
PEN	0,2084	0,5724			
FUS	0,0157				
Fubá	UM	FUS	PEN	ASP	FT
MEIO	0,4835	-0,9979**	0,9584**	0,9685**	0,7631**
FT	-0,3913	0,7561**	-0,6684	-0,6213	
ASP	0,5092	-0,9715**	0,9573**		
PEN	0,6822	-0,9735**			
FUS	-0,5275				
Premil	UM	FUS	PEN	ASP	FT
MEIO	-0,0746	0,9491**	0,6037	0,9279**	-0,6243
FT	-0,3061	0,6714	0,2015	-0,4883	
ASP	0,0201	-0,9641**	0,6305		
PEN	-0,5742	-0,5240			
FUS	-0,0067				

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

MEIO = Meio de cultura (BDA e AST) para plaqueamento fúngico; FT = fungos totais (%); *Aspergillus* spp (%); *Penicillium* spp (%); *Fusarium* spp. (%); UM = umidade (base úmida - %).

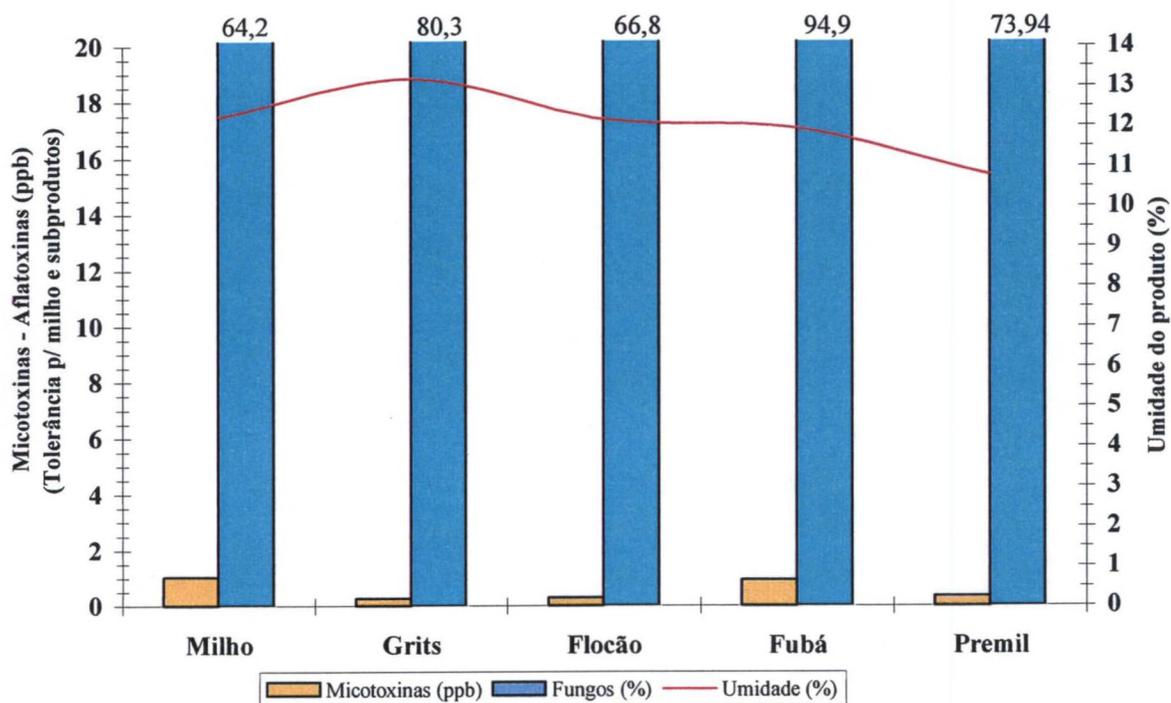


FIGURA 7 – Relação entre a contaminação fúngica, micotoxinas e umidade em amostras de milho em grão coletado antes do processamento e, grits, flocão, fubá e premil coletadas antes do empacotamento durante nove meses (março e maio a dezembro/2002). Apucarana – PR.

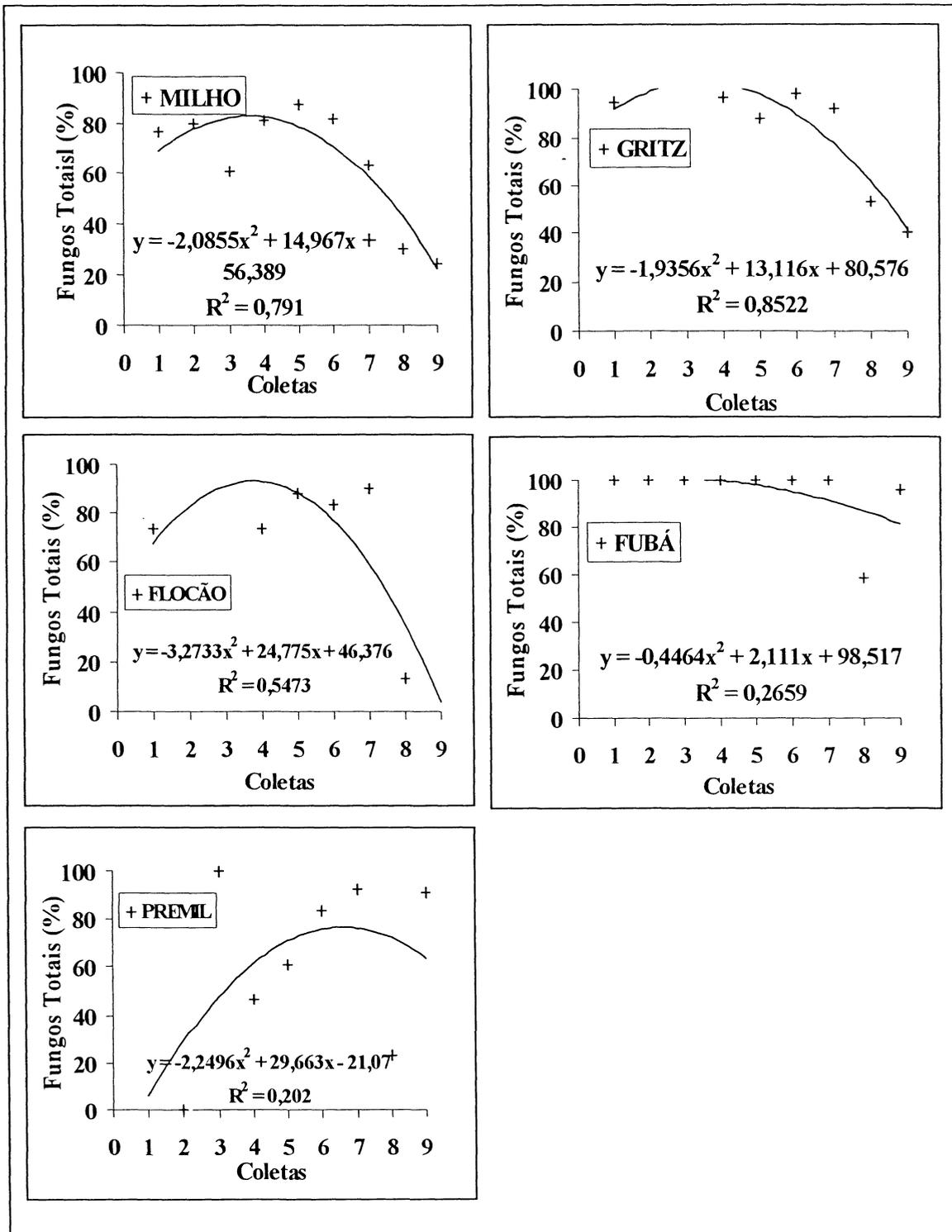


FIGURA 8 – Contaminação fúngica total, detectada em dois meios de cultura, BDA (Batata dextrose Ágar) e AST (Ágar Suco de Tomate) no milho em grão coletado antes do processamento e subprodutos (grits, flocão, fubá e premil) coletados antes do empacotamento, durante nove coletas (em março e de maio a dezembro de 2002). Apucarana - PR

4.4 – Micotoxinas (Aflatoxinas)

Os maiores índices de micotoxinas, indicados na Tabela 8, foram para o milho e fubá. Para o grão de milho a contaminação está relacionada, provavelmente, à presença de *Aspergillus flavus* e/ou *A. parasiticus* em grãos individuais dentro das amostras coletadas.

Para o fubá justifica-se um maior nível de aflatoxinas do que os outros subprodutos devido à forma como o mesmo é obtido no processo de moagem a seco. Conforme BITTAR & LAZZARI, (1998) há uma tendência das micotoxinas concentrarem-se no fubá pelo desprendimento de partículas de amido da coroa e ao redor do germe do grão. A coroa do grão de milho é a parte mais exposta do mesmo quando os grãos ainda estão na espiga, facilitando desta forma a infecção fúngica e a produção de aflatoxinas.

A correlação entre fungos totais e teor de umidade é significativa para o grão de milho, grits e flocão. (Tabela 9). Assim quanto o maior teor de umidade do produto maior contaminação a fúngica. A correlação entre aflatoxinas e fungos totais foi negativa e significativa apenas para milho, ou seja, o aumento de um não implica no aumento do outro (Figuras 6 e 7).

TABELA 8 – Nível médio de Aflatoxinas B₁+B₂+G₁+G₂ (ppb) em milho em grão, grits, flocão, fubá e premil em amostras coletados antes e após o processamento industrial, durante nove meses (Março a dezembro/2002). Apucarana – PR.

Produto	Aflatoxinas (ppb)*
Milho	1,50
Grits	0,33
Flocão	0,42
Fubá	0,94
Premil	0,39

Tolerância para alimentos, 20 ppb.

Os valores numéricos para aflatoxinas são o resultado de uma única determinação.

O nível de aflatoxinas no milho em grão, grits, flocão, fubá e premil ao longo do período de coletas, não representados significam ausência de coleta no mês. A tendência do nível de aflatoxinas foi decrescente exceto para o milho na coleta nove (dezembro), com valores mais elevados (Figura 8). Provavelmente isso se deve à heterogeneidade da matéria prima presente no silo, milho de outra safra (safrinha) ou mesmo produto de pior qualidade. Mesmo ocorrendo um certo aumento de uma coleta para a outra, os níveis de aflatoxinas

ficaram abaixo do permitido pela legislação (Portaria do MAPA nº 183 de 21/03/1996) que estabelece o limite de 20ppb de aflatoxinas totais em alimentos para o consumo humano (BRASIL, 1996 a).

TABELA 9 – Coeficientes de correlação simples (r) entre teor de umidade, fungos totais e aflatoxinas totais em amostras do milho em grão, coletadas antes do processamento, durante o período de nove meses (março e de maio a dezembro /2002). Apucarana – PR.

Milho	UM	AFL	FT
MÊS	-0,5482	0,3989	-0,6936**
FT	0,7154**	-0,6496**	
AFL	-0,7466		
Gritz	UM	AFL	FT
MÊS	0,4718	-0,5477	0,1427
FT	0,8854**	0,2934	
AFL	0,2185		
Flocão	UM	AFL	FT
MÊS	0,0779	-0,5558	0,0692
FT	0,8244**	0,2491	
AFL	0,2849		
Fubá	UM	AFL	FT
MÊS	-0,3078	-0,2832	-0,4737
FT	-0,4251	-0,0165	
AFL	0,1557		
Premil	UM	AFL	FT
MÊS	0,5038	-0,3574	-0,7530
FT	0,3164	0,2644	
AFL	0,1833		

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Legenda: MÊS = Mês de coleta; FT = fungos totais (Meio BDA + Meio AST) e %; AFL = Aflatoxinas Totais (B1+B2+G1+G2) em ppb.; UM = teor de umidade(base úmida - %).

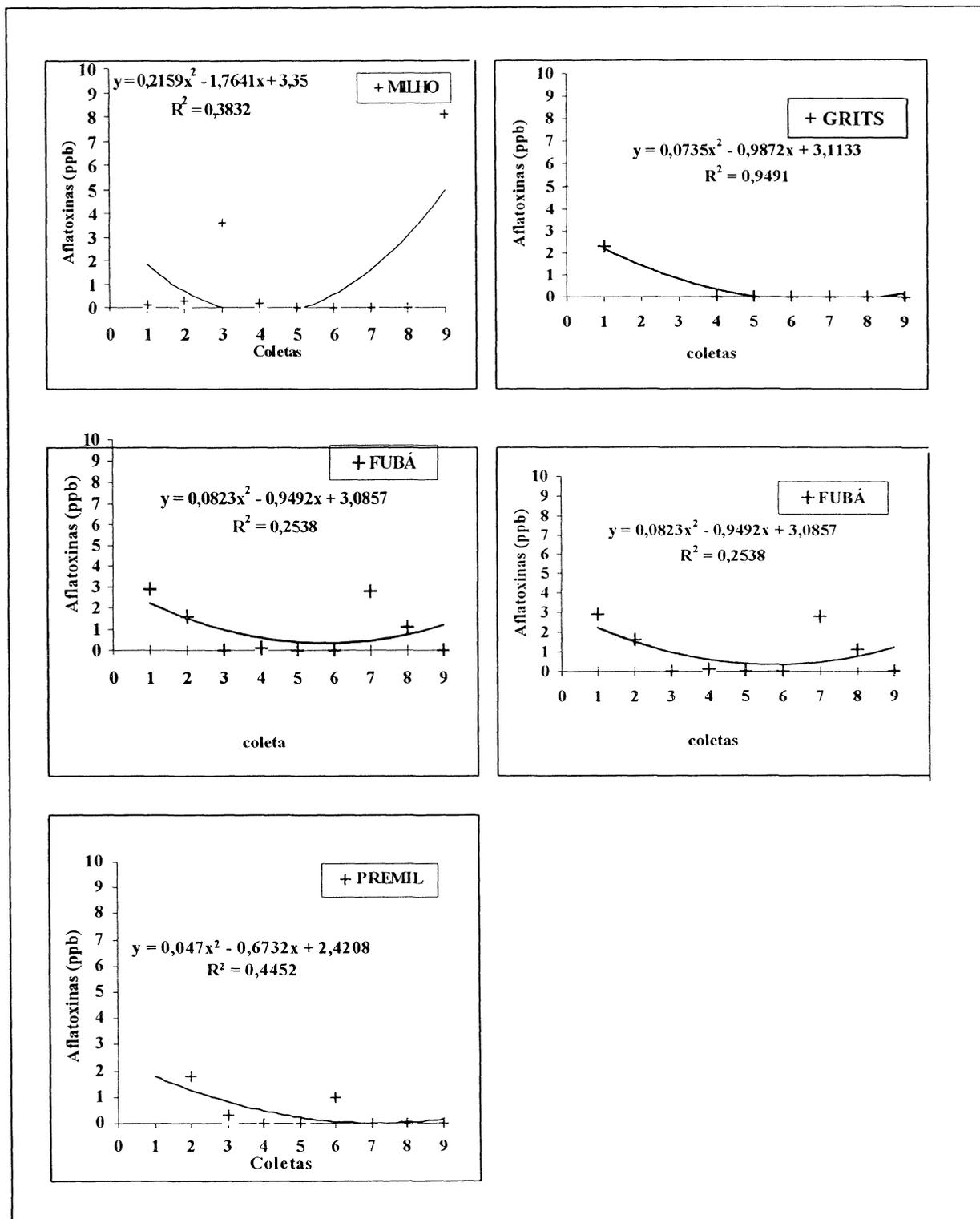


FIGURA 8 – Aflatoxinas totais (B1+B2+G1+G2) em amostras de milho em grão coletado antes do processamento e subprodutos (grits, flocão, fubá e premil) coletados antes do empacotamento, durante nove coletas (em março e de maio a dezembro/2002). Apucarana- PR

5 – CONCLUSÕES

5.1 - Os valores encontrados para fragmentos de insetos, fungos e micotoxinas em grãos de milho, grits, flocão, fubá e premil ficaram dentro do limite de tolerância permitido pela Legislação, tendendo a declinar ao longo do tempo;

5.2 - O fubá é o subproduto com a maior presença de fragmentos de insetos, fungos e aflatoxinas;

5.3 - As causas prováveis da presença de insetos, fungos e aflatoxinas no milho em grão deve-se à matéria-prima contaminada, resultante dos critérios adotados na e compra do produto, no recebimento, na secagem, no armazenamento e no manuseio antes do processamento;

5.4 – A qualidade sanitária do grão de milho é de grande importância para o processo de moagem a seco, pois, afeta diretamente a quantidade de fragmentos de insetos, fungos e aflatoxinas encontrados nos seus subprodutos;

5.5 - A contaminação fúngica deve-se principalmente a fungos toxigênicos pertencentes aos gêneros *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium*, em ordem decrescente de importância.

6 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A rastreabilidade em matérias primas e alimentos tornou-se uma necessidade para a indústria. A presença de fragmentos de insetos, fungos, micotoxinas e de outros contaminantes nos alimentos constitui-se em risco relacionado à segurança alimentar. Para reduzir a vulnerabilidade das empresas e dos consumidores devida a contaminações são necessários métodos cada vez mais rápidos e de baixo custo, para se obter as condições de higiene das matérias primas antes do processamento. Essas informações são de grande importância para o gerenciamento de cargas e/ou lotes infestados e/ou contaminados que chegam à indústria.

Como se vem trabalhando com estoques reduzidos de matérias primas a devolução de cargas por problemas de qualidade é uma situação difícil para os envolvidos no processo. Se uma carga infestada por insetos e/ou contaminada por aflatoxinas for processada, certamente haverá problemas nos subprodutos. De acordo com algumas pesquisas realizadas, o número de fragmentos no produto final é proporcional ao número de insetos presentes na matéria prima antes da moagem.

O problema de fragmentos de insetos na indústria pode ser minimizado pelo pessoal treinado, na supervisão e seleção da matéria prima destinada à moagem e na limpeza criteriosa do maquinário, roscas, ductos, assoalho, paredes enfim, a adoção das boas práticas de fabricação e medidas que visam garantir a segurança alimentar, como APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), internacionalmente conhecido como HACCP (Hazard Analysis And Critical Control Point System) são ferramentas indispensáveis no processo.

O problema da qualidade pode ser minimizado da seguinte forma:

- Colheita: quando atingir a maturidade fisiológica e de forma escalonada;
- Recebimento: segregação de cargas conforme sua qualidade física, sanitária e nutricional;
- Pré-limpeza; com peneiras maiores para remover pequenos pedaços de grãos responsáveis pelo crescimento fúngico;
- Secagem a baixas temperaturas (60-65°C) até níveis de segurança para o armazenamento;
- Avaliação da matéria prima é de vital importância pois, reduz riscos evitando que todas as etapas do processamento fiquem contaminadas com insetos, ácaros, fungos e micotoxinas requerendo paradas desnecessárias para limpezas;

Levantar histórico do fluxo de comercialização do produto final, afim de detectar prováveis causas externas que implicam em devoluções do mesmo.

Sabe-se que todo alimento está sujeito a algum tipo de contaminação em qualquer ponto da cadeia produtiva até o consumo, e que medidas de prevenção contra infestações por insetos e/ou contaminações por fungos e micotoxinas são as maneiras mais eficientes e baratas de assegurar a qualidade do produto final sem riscos adicionais de contaminações por produtos utilizados no controle destes organismos.

Para garantir a qualidade dos subprodutos do milho (grits, fubá, premil e floção) sugere-se aprimorar os critérios de compra dos lotes de milho, de secagem e de armazenamento. Também uma padronização do milho antes do processamento reduziria em muito os problemas sanitários dos subprodutos.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO – Associação Brasileira das Indústrias Moageiras de Milho. **Colheita, Recebimento, Limpeza, Secagem e Armazenamento de Milho. Boletim Técnico.** Apucarana – PR: 2002. 22 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis.** 17^a ed. Dr. William Hortiz (Editor). Washington, D. C., p. 1-69. 1995.

ATUI, M. B.; LAZZARI F. A, Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Revista Instituto Adolfo Lutz.** IAL: São Paulo. V. 57, n.1, p. 57-63. 1998.

BARNI, A. C.; FREITAS, R. J. S. de. Incidência de aflatoxinas em alimentos que compõem a cesta básica comercializada na cidade de Curitiba – PR. VII Encontro Regional Sul de Tecnologia de Alimentos - VII ERSCTA – 3 a 5/10/2001. **ANAIS.** ACQ3-15. SBCTA(PR): PPGT, UFPR, 187 p.. 2001.

BITTAR, A. M.; LAZZARI, F. A. Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Ciência Tecnologia de Alimentos.** .SBCTA: Campinas, v. 18, n. 4, p. 363-470, out-dez. 1998.

BOTTALICO, A.; LOGRIECO, A.; RITIENE; A.; MORETTI, A.; RANDAZZO, G. & CORDA, P. Beauvericin and fumonisin B1 in preharvest *Fusarium moniliforme* maize ear rot in Sardinia. **Food Additive Contaminants**, v. 12, n. 4, p. 599-607. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Desenvolvimento Rural. **Portaria nº 845, de 8 de novembro de 1976.** Brasília, MA - SNARA, VI+12 pág. .1976.

BRASIL. Leis, Decretos etc. **Portaria nº 1, de 4 de abril de 1986**, da Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos do Ministério da Saúde. Diário Oficial, Brasília, 8 de abril de 1986. Seção 1, p. 5039. revisão da Resolução Nº 12/78 – CNNPA. 1986.

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 - DF, 365p. 1992.

BRASIL. Leis, Decretos etc. **Portaria nº 183 de 21/03/1996. do Ministério da Reforma Agrária.**Diário Oficial, Brasília, Seção 1, p. 4929. Estabelece o número de Aflatoxinas B1+B2+G1+G2 = 20ppb, para alimentos para consumo humano. 1996a.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Desenvolvimento Rural. **Portaria nº 11, de 12 de abril de 1996.** 1996b.

BULLERMAN, L. B.; TSAI, W. Y. J. Incidence and levels of *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum* and fumonisin in corn and corn-based food and feeds. **J. Food Prot.**, v. 57, n. 6, p. 541-546. 1994.

BURQUEST, B. A. Economic losses from milling infested Wheat. **Miller & Processor**, 83:29-30,58-61. 1955.

CHRISTENSEN, C. M. **Storage of Cereal Grains and Their Products.** University of Minnesota. American Association of Cereal Chemists. St. Paul Minnesota, 549 p. 1974.

CHRISTENSEN, C. M. ; MERONUCK, R. A. Dry matter loss in yellow dent corn resulting from invasion by storage fungi. **Plants Dis.**, v. 73, n. 6, p. 501-503. 1989.

DUNKEL, F. V. The relationship of insects to the deterioration of stored grain by fungi. **International Journal of Food Microbiology**, v.7, p.227-244. 1998.

DUPCHAK, L. M. **Detecção de sujidades e avaliação de uma formulação de pós inertes para o controle de insetos em grãos e farinhas de trigo.** Curitiba, 1996. 77f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

GARCIA, M. J. de M.; BIAGGIONI, M. A M.; FERREIRA, W. A; KOHAR, E. Y.; ALMEIDA, A M. de. Sucessão de espécies de fungos em milho armazenados em sistema vedado. **Rev. Bras. de Armaz.** Viçosa, v.28, n. 1, jan./jun, p. 3-12. 2003.

GORHAN, J. R. The significance for human health of insects in food. **An. Rev. Entomol.**, v. 24, p.209-224. 1979.

GOURAMA, H.; BULLERMAN, L. B. Relationship between aflatoxin production and mold growth as measured by ergosterol and plate count. *Lebensm. Wiss. Technol.*, in press. 1995.

GENTRY, J. W.; HARRIS, K. L.; GENTRY Jr., J. W. **Sanitation-analytical Entomology**, p15-22. In GENTRY, J. W.; HARRIS, K. L.; GENTRY Jr., J. W. (ed.), *Microanalytical Entomology Food Sanitation Control*. Assoc. Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1991.

HERMAN, G.; PINTO, F. S. T., BOCCHESI, C. A. C., BARTELS, H., VIOLA, E. & NOLL I. B. Fungos toxigênicos e micotoxinas em milho deixado no campo após a maturação fisiológica como alternativa de secagem e armazenamento. **Rev. Bras. de Armaz. Viçosa**, v.28, n. 1, jan./jun, p. 3-36. 2003.

JAYAS, S. D.; WHITE, N. D. G.; MUIR, E. M. **Stored-grain ecosystems**. Marcel Dekker, Inc. p. 757. 1995.

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2 ed. Curitiba: Ed. Autor. 1997. 148 p.

LAZZARI, F. A. & LAZZARI, S. M. N. Manejo integrado de fungos e insetos em grãos e subprodutos. **Grãos Brasil**, Maringá, ano I, n. 3, p. 30, maio. 2002.

LORINI, I. Manual Técnico para o manejo integrado de pragas de grãos e cereais armazenados. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 80 p. , 2001.

LILLEHOJ, E. B.; ZUBER, M. S. Distribution of toxin-producing fungi in mature maize kernels from diverse environments. **Tropical Science**, v. 28, p. 19-24. 1988,

LUCCA FILHO, O. A. Metodologia dos Testes de Sanidade de Sementes, p. 276-8 *In*: J. Soave ; M. V. S. Wetzel (eds.). **Patologia de Sementes**. Campinas, Fund. Cargil, XIV+480p. 1987.

MATTIOLI, J. C; ALMEIDA, A.A.de. Efeitos da infestação do *Sitophilus oryzae* (L., 1763) sobre a germinação de sementes de milho armazenado. **Revista Brasileira de Armazenamento**. V. 4 , n.1. 15-27. 1979.

MERCH, R. F.; GOMES, N. K. **Beneficiamento e Armazenamento de Grãos**. Piracicaba – SP: Companhia Estadual de Silos e Armazéns, 104 p. 1982.

MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **J. Stored Prod. Res.**, v. 31, n. 1 p.1-16. 1995.

NIWEGLOWSKI FILHO , L. M. **A influência de fatores bióticos e abióticos na degradação do Malathion e Deltamethrina em milho armazenado**. Curitiba, 1994. 68f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

NORRED, W. P. 1992. Fumosins – Mycotoxins produced by *Fusarium moniliform*. **J. Toxicol. Environ. Health**. 38:309-329.

PEREIRA, P. R. V. S.; LAZZARI, F.; LAZZARI, S. M. N. 1999. Insect monitoring outside grain storage facilities in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 7., Beijing, 1998 **Proceedings...** Chengdu, v. 2, p. 1534-1536.

PINTO Jr.; A. **Utilização de terra diatomácea no controle de pragas de armazenamento e domissanitárias**. Curitiba, 1999. 114f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PITT, J. I.; HOCKING A. D.; BHUDASAMAI, K.; MISCAMBE, B. F.; WHEELER K. A. & TANBOO-EKP, P. The normal microflora of commodities from Thailand. 1. Nuts and oilseeds. **Int. J. Fd. Microbiol.**, v. 20, p. 211-226. 1993.

POZZI, C. R.; CORRÊA, B.; GAMBALE, W.; PAULA, C. R.; CHACON-RECHE, N. O. & MEIRELLES, M. C. A. Postharvest and stored corn in Brasil: microflora interaction, abiotic factors and mycotoxin occurrence. **Food Additives and Contaminants**, v.12, n. 3, p. 313-319. 1995.

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

RUPP, M.M.M. **Detecção de sujidades e avaliação do pó inerte para controle de insetos em cevada cervejeira e malte armazenados**. Curitiba:, 1996. 44f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

SAMSOM, R. A. Identification of food-borne *Penicillium*, *Aspergillus* and *Fusarium* species. In: CHAMP, B. R.; HISLEY, E.; HOKING, A. D.; PITT, J. I. ed. Fungi Mycotoxins in stored products. In: International Conference. Bangkok, Thailand. ACIAR Proceedings, nº 36, 270 p. 1991.

SAUER, D. B. & TUIITE, J. F. **Conditions that affect growth of *Aspergillus flavus* and production of aflatoxin in stored maize**. In Aflatoxin in maize (Edited by Zuber M. S.; Lillehoj E. B. & Renfro B. L.), p. 41-50. CIMMYT, México, D. F. 1987.

SAUER, D. B. **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul, MN, American Association of Cereal Chemists. 607 p. 1992.

SBCTA – Sociedade Brasileira de Tecnologia de Alimentos. **Manual de boas práticas de fabricação para indústria de alimentos**. Campinas: Publicações Avulsas, n. 1, 27p. 1990.

SINHA, R. N.; LISCOMBE, E. A R. & WALLACE, H. A. H. Infestation of mites, insects and microorganisms in a large wheat bulk after prolonged storage. **Can. Entomol.** v. 94, p. 542-555. 1962.

SINHA, K. K. & SINHA, A. K. Impact of storage grain pests on seed deterioration and aflatoxin contamination in maize. **J. Stored Prod. Res.**, v. 28, n. 3, p.211-219. 1992.

SINHA, R. N. The stored-grain ecosystem. In: JAYAS, D. S.; WHITE G.D. N.; MUIR E. W. **Stored-Grain Ecosystems**. New York: Marcel Dekker, p. 1-32. 1995.

TERBUSH, L. E. The medical significance of mites of stored food. **FDA by lines**, v.3, n.2, p. 57-70. 1972.

VARGAS, C. H. B. **A entomologia analítica na verificação das condições higiênicas de matérias-primas e de produtos agrícolas industrializados**. Curitiba, 1994. 146f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

CAPÍTULO IV

**QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO
PARA A INDÚSTRIA DE MOAGEM A SECO**

CAPÍTULO IV

QUALIDADE DO GRÃO DE MILHO PARA A INDÚSTRIA DE MOAGEM A SECO

RESUMO

O milho é comercializado com base em seu peso e sua qualidade, sendo que a última tem grande impacto sobre o preço final recebido pelo produtor. O grão de milho é classificado, pela indústria, com base em tolerâncias máximas de 14% para a umidade, 1% para impurezas e matérias estranhas e 6% para grãos danificados. Algumas empresas adotam uma classificação mais detalhada e utilizam fatores adicionais de qualidade com limites mínimos e máximos. Este trabalho visa avaliar, discutir e propor novos critérios para a classificação comercial do milho para a indústria de moagem a seco. Analisando o Padrão Oficial, verifica-se que este se baseia em atributos subjetivos que causam problemas de interpretação dos defeitos, principalmente relacionados a grãos danificados por fungos e/ou queimados pelo secador. Assim, foi proposto um padrão que dá ênfase aos danos provocados por insetos (grãos carunchados), uma vez que os mesmos são responsáveis por danos diversos, presença de fragmentos e ainda favorecem o desenvolvimento de fungos com riscos de produção de micotoxinas. Desta forma, é possível reduzir perdas, assegurar a obtenção de um milho de melhor qualidade para os processos de moagem a seco, reduzir os riscos, a vulnerabilidade da indústria e aumentar a segurança dos alimentos para os consumidores.

ABSTRACT**QUALITY OF CORN FOR THE DRY MILLING INDUSTRY**

Grain corn is commercialized on the basis of its weight and quality, being the last of great impact on the price received by producers. Grain corn is graded based on maximum tolerances for moisture content 14%, foreign material 1% and 6 % damaged kernels. Some companies adopt a more detailed grading system and use additional quality factors with minimum and maximum limits for certain factors. This research seeks to evaluate, discuss and propose new approaches for commercial grading of corn for the dry milling industry. Analyzing the official standards, it was verified that it is based on subjective attributes not on weight attributes. Thus, it was proposed a new standard that gives emphasis on insect damaged kernels because of their importance and relationship with storage fungi that favors production of mycotoxins. Thus, it is possible to reduce losses, to assure a better quality corn for dry milling processes, and reduce the risks and vulnerability of both industry and consumer by increasing food safety.

1 - INTRODUÇÃO

Na última década, a qualidade física, sanitária e nutricional dos grãos de milho passou a receber grande atenção devido à sua importância econômica para quem o produz, compra, armazena, processa e consome. Ocorreu uma grande especialização nas exigências de qualidade decorrentes do uso final que é dado ao grão de milho. No momento pode-se afirmar que há quatro usos distintos para o milho: alimento, ração, silagem de planta inteira e de grão úmido, cada um visando um consumidor específico.

É comum o agricultor perguntar: Qual é o melhor milho para a produção de grãos ou para a silagem de planta inteira? Qual é o milho com menos problemas de grãos danificados por insetos e/ou fungos? Que umidade o milho deve ter no ponto de colheita? Quanto vou receber a mais se eu produzir este tipo de milho? Estas perguntas refletem a preocupação do produtor com o uso final do milho.

O milho é comercializado com base no seu peso e na sua qualidade, sendo que esta última tem grande impacto sobre o preço final recebido pelo produtor (Tabela 1). O grão de milho é classificado convencionalmente de acordo com fatores de qualidade, como: umidade, impurezas e matérias estranhas e grãos danificados (ardidos e/ou brotados). Algumas empresas adotam uma classificação mais detalhada e utilizam fatores adicionais de qualidade com limites mínimos e máximos para micotoxinas, insetos vivos, resíduos de inseticidas, proteína, óleo, aminoácidos, cor do grão, textura e outras características, dependendo do uso final que se dará ao grão (HOVELAND, 1980; CHRISTENSEN & MERONUCK, 1986; WATSON & RAMSTAD, 1987; LAZZARI, 1997; LAZZARI, 2001; LAZZARI & LAZZARI, 2002; ABIMILHO, 2002).

O grão de milho é comercializado a partir de um padrão básico, de interesse para o usuário final. O produtor em geral tem dificuldades em entender os descontos que são aplicados no momento da entrega do produto. Mesmo que seu produto seja de qualidade superior, o mesmo não é remunerado de acordo e isso os leva a desistir da tentativa de explorar nichos de mercado que valorizam esses atributos qualitativos.

WILCKE (1995) afirma que é necessário fazer mudanças de qualidade no padrão do milho, pois existem dúvidas quanto ao entendimento de alguns defeitos, e com isso há uma quantificação errada. Por exemplo, grãos imaturos, após a secagem a alta temperatura, tornam-se escuros e são enquadrados no grupo de defeitos grãos queimados, devido ao

aspecto enegrecido. Esses grãos imaturos, após a secagem, também podem apresentar trincas ou quebrados e com teores de umidade diferenciados, predispondo a massa de grãos, à deterioração durante o armazenamento.

TABELA 1 - Impacto da má qualidade do grão de milho nos principais elos da cadeia produtiva.

Elo da Cadeia	Impacto
Produtor	Rejeição de cargas de grãos; custos para comercialização; descontos e preço baixo.
Armazenista	Aumento de custos de recebimento, de segregação de cargas e de secagem; riscos durante o armazenamento; custos para diluição e comercialização.
Processador	Redução no rendimento; rejeição de lotes; riscos de contaminação do alimento; custos de análise e vigilância sanitária.
Produção Animal	Desenvolvimento dos animais domésticos comprometido; surgimento de micotoxicoses; descartes de carcaças no abatedouro.
Exportador	Restrições contratuais e barreiras extratarifárias para grãos, carnes e derivados; devolução de mercadorias.
Consumidor	Falta de segurança alimentar, riscos com alimentos contaminados (micotoxinas, bactérias e outros contaminantes); custos hospitalares e trabalhistas.
Governo	Perda de reputação; perda de mercados; custos de vigilância sanitária; barreiras extratarifárias.

FONTE: LAZZARI (2002)

Está ocorrendo uma segmentação dos diversos mercados para o grão de milho e seu uso final vem determinando os fatores de qualidade e as características do grão são mais importantes para o consumidor. Dessa forma, o padrão convencional atual do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) não atende às necessidades das empresas consumidoras de milho para usos específicos, por exemplo: indústrias de rações (aves, cães, gatos e peixes), indústria de moagem a seco, indústria de moagem a úmido e para silagem de planta inteira e de grão úmido.

Também existe a pressão dos consumidores em relação às medidas de boas práticas de fabricação, aliadas aos programas de Análise de Pontos Crítico de Controle (APCC), à rastreabilidade, ao monitoramento microbiológico das matérias-primas e outras medidas que visam garantir a segurança alimentar.

Nesta pesquisa, são discutidos os fatores de qualidade que são de importância para a indústria de moagem a seco do grão de milho. Também é proposto um padrão de qualidade com tolerâncias mínimas e máximas para cada fator de qualidade visando a obtenção de um grão de milho que melhore os resultados técnico-econômicos do processamento a seco, redução de problemas relacionados a insetos-fungos e aumento da segurança alimentar para os consumidores em geral .

2 - CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL DO GRÃO DE MILHO

Apesar da existência de um Padrão Oficial de Qualidade para a Classificação do Milho em Grão (Padrão MAPA - BRASIL, 1976), o mesmo não é utilizado pelo mercado. Os grandes consumidores de milho baseiam-se no que se denomina de 14 -1- 6, isto é, 14% de tolerância máxima para umidade, 1% para impurezas e matérias estranhas e 6% para grãos danificados (ardidos mais brotados), conforme apresentado na Tabela 2 e Figura 1. Este critério não é rígido, isto é, pode oscilar conforme a qualidade da safra colhida, principalmente para os defeitos “ardidos” e brotados. Quando há escassez de milho, a indústria torna a tolerância para grãos danificados mais branda podendo variar de 8 a 10%. A classificação é feita convencionalmente com uma amostra de 250g.

Os critérios de classificação, os equipamentos usados, as tabelas para aplicar os descontos podem variar bastante de uma empresa recebedora para outra. Os descontos aplicados devido à presença de umidade, impurezas e “grãos ardidos” é motivo de constantes reclamações pelos produtores. Também existe grande diferença nos valores de umidade medidos pelos diferentes determinadores usados.

No recebimento não há distinção em relação ao uso final que se dará ao grão de milho, portanto os fatores de qualidade usados na avaliação são muito abrangentes, mal definido, subjetivos e incompletos. Na maioria das vezes, em situações de dúvida, o classificador, tende a pecar por excesso de zelo atribuindo ou achando defeito quando o grão é normal. A falta de conhecimento dos aspectos fisiológicos da formação e maturação do grão do milho, tanto da safra normal como da safrinha pode levar o classificador a penalizar o agricultor sem saber.

O Padrão Oficial não é utilizado pelas indústrias consumidoras de milho, pois, 14,5% de umidade é um valor muito alto para armazenar o grão de milho com segurança. Nesta faixa de umidade o grão será colonizado por fungos do gênero *Aspergillus*.

TABELA 2 – Padrão Oficial de qualidade para o grão de milho do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Portaria nº 845 – 8/11/1976 (BRASIL, 1976).

PADRÃO DE QUALIDADE DO MILHO (MAPA) Portaria 845/1976				
Tipo	Valores Percentuais de Tolerância			
	Umidade	Matérias Estranhas, Impurezas e Fragmentos	Avariados	
			Total	Máximo de Ardidos e Brotados
1	14,50	1,50	11,00	3,00
2	14,50	2,00	18,00	6,00
3	14,50	3,00	27,00	10,00
AP – Abaixo do Padrão (Quando exceder os limites para tipo 3)				

3 - FATORES DE QUALIDADE DE INTERESSE PARA A MOAGEM A SECO

O que é qualidade? Sabe-se que a composição e qualidade do grão de milho dependem: da genética da semente, práticas culturais, condições climáticas do plantio até a colheita, práticas de colheita, transporte, recebimento, secagem e armazenamento. A seguir, apresentam-se alguns exemplos do que representa qualidade para o produtor, armazenador/processador e consumidor.

Para o produtor:

- Cor do grão;
- Ponto de maturidade do grão;
- Tamanho e peso;
- Formato;
- Ausência de defeitos (grãos chochos, mofados).

Para o armazenador/processador:

- Teor de umidade;
- Dureza e cor do grão;
- Rendimento industrial;
- Ausência de grãos mofados, carunchados;
- Baixos níveis de micotoxinas;
- Baixos níveis de contaminantes (resíduos de pesticidas, fragmentos de insetos e outros).

Para o consumidor:

- Aspectos sensoriais (cor, sabor, odor);
- Aparência, uniformidade;
- Aspectos nutricionais (baixa gordura);
- Segurança alimentar - ausência de pesticidas, fragmentos de insetos, micotoxinas e de outros contaminantes;
- Conveniência no preparo do alimento.

Assim, não existe uma definição de qualidade que atenda plenamente aos interesses de produtores, armazenadores, processadores e consumidores. Os produtores estão buscando lucratividade que é dependente da produtividade; o armazenador quer receber o máximo de produto possível para otimizar sua estrutura de recebimento; o processador quer rendimento industrial; já, o consumidor quer qualidade, segurança e preço no produto final.

É importante considerar sobre qualidade do grão de milho os três aspectos da qualidade - qualidade física, sanitária e nutricional. Convém ressaltar que a qualidade, uma vez perdida, é irrecuperável.

Desta forma, é importante, por exemplo, manter a integridade e a qualidade do germe do grão de milho até o momento de seu uso, conforme apresentado na Tabela 3.

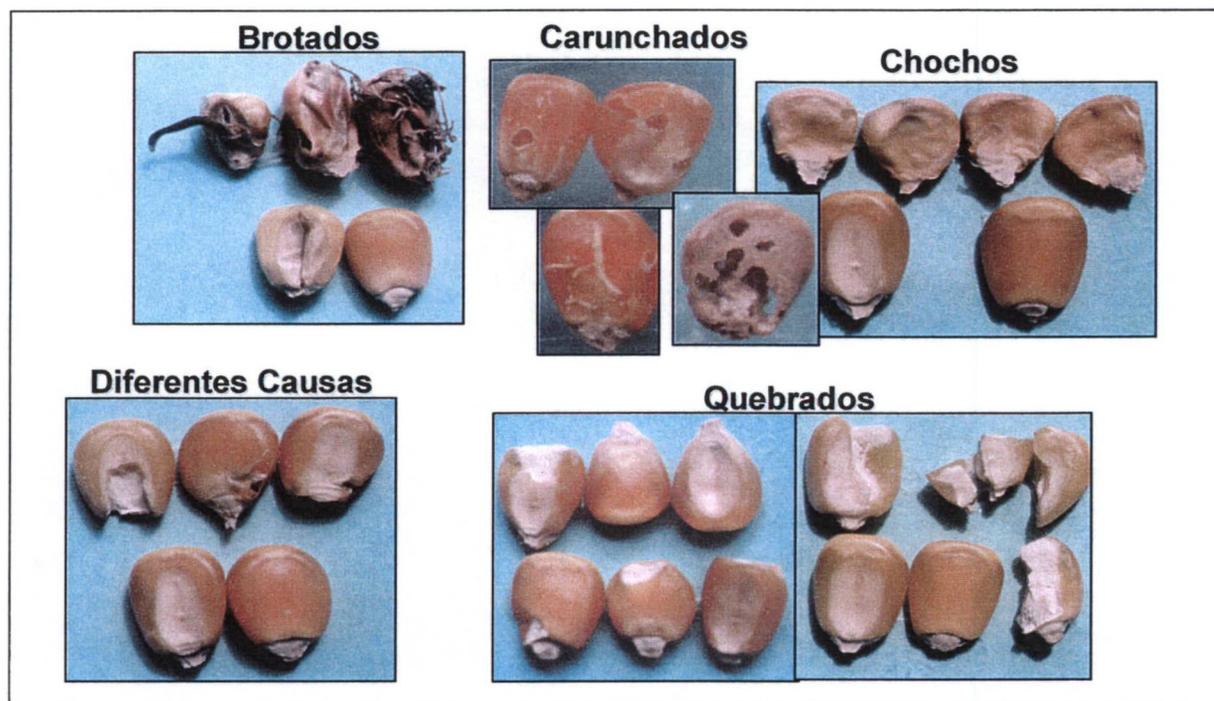


FIGURA 1 – Defeitos do grão de milho de acordo com o Padrão Oficial, MAPA - Portaria nº 845 – 8/11/1976 (BRASIL, 1976).

TABELA 3 - Fatores de qualidade dos grãos de milho de interesse para indústria.

Qualidade Física	Qualidade Sanitária	Qualidade Nutricional
Integridade do grão:	Defeitos no grão:	Composição do grão:
Teor de água (%)	Germinado	Proteína (aa essenciais)
Peso específico (kg/hl)	Mofado	Óleo
Tamanho do grão	Manchado	Fibra
Cor do grão	Queimado	Amido
Dureza	Carunchado	Minerais
Imaturos		Carboidratos
Matérias estranhas e impurezas:	Contaminantes:	
Sementes de invasoras	Micotoxinas	
Outros grãos	Pesticidas	
Terra, pedra, vidro, paus	Outros	

Fonte: Adaptado de LAZZARI (1999)

3.1. Qualidade Física - diz respeito ao tamanho, forma, cor, textura (dureza), peso e integridade do grão. A presença de trincas (*stress cracks*), grãos quebrados, manchados e misturas de grãos de diferentes cores, texturas e tamanhos são altamente prejudiciais à indústria, pois reduzem o rendimento na degerminação e moagem do endosperma. As trincas são produzidas por danos mecânicos (colheita, transporte) e por danos térmicos (altas temperaturas durante a secagem do grão).

A Tabela 4 apresenta resultados da classificação de amostras de milho safrinha (safra 2000) e de milho de safra normal (safra 1999/00). Observa-se que a qualidade física das amostras de milho da safra normal é superior à do milho safrinha, com exceção da umidade. Os grãos de milho safrinha são pequenos, arredondados, pálidos, desuniformes em tamanho, com concentração de endosperma farináceo, pouco endosperma vítreo, germe pequeno, quebradiços, produzindo, durante seu manuseio, fragmentos, quireras, impurezas e finos.

TABELA 4 - Resultados médios da classificação convencional de três amostras de milho safrinha (safra 2000) e de três amostras de milho safra normal (1999/00).

Fatores de Qualidade (%)	Milho Safrinha (2000)	Milho Safra Normal (1999/00)
Umidade	12,3	14,3
Impurezas e matérias estranhas*	0,93	0,2
Grãos danificados por fungos e brotados	15,0	3,93
Quirera	8,3	2,70
Quebrados**	4,66	1,53
Densidade (g/L)	700,0	724,00

LAZZARI & LAZZARI (2002)

* Impurezas e matérias estranhas: determinadas em peneira de 3,0 mm de diâmetro.

**Quebrados: determinados em peneira de 5,0 mm de diâmetro.

Teor de umidade (TU) – é a quantidade de água livre presente na amostra. É importante por duas razões: a) a umidade (água) não tem valor real, portanto é importante para o comprador saber a quantidade de água que tem o grão para se estabelecer um preço justo; b) o teor de umidade é o mais importante fator que afeta o crescimento fúngico. Pequenos erros na determinação do teor de umidade (TU%) podem representar a deterioração de grandes volumes de grãos. A umidade ou TU% é determinada por aparelhos eletrônico e é expressa em base úmida. O tamanho da amostra pode variar de 60 a 250g, dependendo do aparelho

utilizado. Convém ressaltar que a determinação da umidade deve ser feita com amostras livres de impurezas e matérias estranhas (sementes de plantas invasoras). É conveniente determinar a umidade em duas ou mais sub-amostras. Erros na determinação da umidade podem ter sérias repercussões na secagem e no armazenamento.

Textura (dureza) do grão - grãos duros, semiduros e moles (dentados): esta classificação diz respeito à quantidade de endosperma vítreo e farináceo presente nos grãos. Quanto mais endosperma vítreo, mais duro é o grão. A dureza é o fator de qualidade relacionado com o rendimento industrial e a qualidade final dos produtos.

Tamanho dos grãos - tamanho e uniformidade dos grãos são muito importantes: grãos graúdos e uniformes melhoram o rendimento industrial. A mistura de grãos de diferentes tamanhos reduz o rendimento industrial e a qualidade.

Forma – diz respeito à forma dos grãos e à maior proporção de endosperma vítreo.

Cor do grão - avermelhado, alaranjado ou amarelo, desde que não misturado. A mistura de grãos de diferentes colorações afeta a qualidade sensorial do produto final.

Densidade – há dois tipos: a densidade específica ou densidade verdadeira que é determinada em um grão individual e a densidade da amostra que é determinada com o produto limpo a granel; é comumente usada em trigo, onde um volume de 250 mL de grãos é pesado e o resultado expresso em kg/hL.

O peso hectolítrico não é um fator de qualidade para o grão de milho no Brasil. Tem pouca importância conhecer o kg/hL, pois, existem muitos outros fatores de qualidade de maior interesse.

Impurezas e Matérias Estranhas – impureza é qualquer material ou fragmento menor do grão de milho que passa por uma peneira de 5 mm de diâmetro, bem como, partículas maiores, pertencentes à planta do milho, como sabugo e colmo que ficam retidos na peneira superior e/ou são catados manualmente.

As matérias estranhas incluídas nesta categoria são os grãos ou sementes de outras espécies (invasoras), bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer

natureza, não oriundos do produto ou da planta de milho. As impurezas e matérias estranhas são determinadas utilizando amostras de 250 ou 500g homogeneizadas e os resultados são somados.

As impurezas dificultam as operações de secagem e prejudicam a aeração nos silos. Acumulam-se dentro dos silos em camadas formando um cone central, além de constituírem focos de infestação de insetos, causarem problemas com migração de umidade e desenvolvimento fúngico.

Grãos quebrados – são grãos inteiros mal formados (grãos pequenos oriundos de pontas de espiga), meio-grão e fragmentos que passam por uma peneira de crivos circulares de 5, 6 ou 7 mm de diâmetro (dependo do armazenador e finalidade do grão) e ficam retidos na peneira de 5 mm de diâmetro. Os grãos quebrados também são denominados de quirera, podendo ser subdividida em quirera fina e quirera grossa, dependendo do diâmetro e crivo da peneira utilizado.

Grãos quebrados, impurezas e matérias estranhas também denominados de finos são produzidos por impactos mecânicos durante a colheita e principalmente na secagem do grão. Os finos são indesejáveis devido às seguintes características:

- Reduzem o valor do grão;
- Aumentam os riscos com fungos e insetos;
- Interferem na aeração e resfriamento do produto;
- Interferem na conservação do grão armazenado;
- Aumentam os riscos de explosões de poeira;
- Aumentam os custos de supressão da poeira no grão e no meio ambiente.

Fatores que influenciam a produção de finos:

- Genética do grão;
- Tipo de grão (duro, semiduro, mole);
- Forma do grão;
- Danos provocados pela colhedora;
- Temperatura de secagem;
- Técnicas de secagem;
- Movimentação/transilagem do grão.

Grãos Trincados – Grãos que apresentam trincas e/ou fissuras no endosperma. São produzidos durante a colheita e principalmente na secagem do produto em altas temperaturas. Durante sua movimentação, rompem-se, produzindo grãos quebrados, fragmentos, impurezas e finos. Reduzem o rendimento e prejudicam a qualidade do germe.

3.2. Qualidade Sanitária – refere-se aos fungos, micotoxinas, insetos e seus fragmentos, resíduos de inseticidas, de outros pesticidas e contaminantes (pêlos de roedores, excrementos, urina e outros) que afetam a sanidade dos grãos. O ataque fúngico provoca alterações físicas, sanitárias e nutricionais nos grãos de milho, comprometendo o rendimento do processo industrial, o desenvolvimento de animais domésticos e o custo final de produção. Os fungos *Diplodia maydis*, *D. macrospora*, *Fusarium moniliforme*, *Gibberella zeae* (= *Fusarium roseum*), *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. são os principais causadores da podridão da espiga e dos grãos de milho, afetando a qualidade final dos alimentos. Os grãos danificados por fungos (grãos ardidos - expressão incorreta do ponto de vista técnico-científico) aumentam o teor de acidez do óleo de milho, afetam a coloração (pontos pretos) e odor (azedo) dos produtos finais e aumentam os riscos de contaminações por micotoxinas. Essas alterações na qualidade sanitária são muito importantes para a indústria e os consumidores. A Tabela 5 mostra as alterações físicas, sanitárias e nutricionais causadas no grão de milho pelos fungos. Em termos sanitários, ocorreu um aumento na infecção total por fungos e foram produzidas aflatoxinas.

TABELA 5 - Alterações físicas, nutricionais e sanitárias em grãos de milho com diferentes níveis de dano fúngico.

Fatores de qualidade	Porcentagem de dano fúngico (%)			
	0	25	50	100
Densidade g/L	733	688	649	611
Acidez meq.% NaOH 0,1N	1,95	7,71	4,36	4,39
Gordura %	4,40	3,49	3,58	2,40
Fungos totais UFC/g	290	1700	4900	16000
Aflatoxinas (ppb)	<20	<20	±20	>20

Fonte: Adaptado por LAZZARI (1999)

A Tabela 6 mostra a contaminação fúngica de grãos de milho recebidos para armazenamento e da porção que passou por uma peneira de 4,8 mm de diâmetro. A porção da amostra que passou pela peneira (constituída de grãos quebrados, impurezas e matérias estranhas) apresentou uma população de esporos de fungos muito maior que a porção dos grãos inteiros. A contaminação fúngica da porção constituída pelos grãos quebrados, impurezas e matérias estranhas foi 22,5 vezes maior para os fungos do gênero *Aspergillus* (*A. glaucus*, *A. flavus* e *A. fumigatus*), 1,9 vezes para *Fusarium* e *Cephalosporium*, 1,7 para Mucorales e 10,2 para *Penicillium*. Essa informação é muito importante para os processadores de grãos preocupados com a qualidade sanitária dos alimentos.

TABELA 6 - Número de esporos de fungos encontrados em grãos inteiros de milho e na porção constituída de grãos quebrados, impurezas e matérias estranhas em cargas recebidas do campo para o armazenamento.

Espécies de fungos	Número de esporos/g (x 1000)	
	Grãos inteiros	Grãos quebrados, impurezas e matérias estranhas*
<i>Aspergillus glaucus</i>	31	236
<i>Aspergillus flavus</i>	7	395
<i>Aspergillus fumigatus</i>	4	318
<i>Fusarium e Cephalosporium</i>	342	650
Mucorales	42	72
<i>Penicillium</i>	65	667

Fonte: Adaptado de TUIITE (1979)

* Grãos quebrados, impurezas e matérias estranhas: material que passou por peneira de crivos circulares de 4,8 mm de diâmetro.

Grãos Danificados por Fungos (grãos ardidos) – são os grãos inteiros e/ou pedaços de grãos que se apresentam danificados por fungos, deteriorados e/ou aquecidos microbiologicamente. Atenção especial deve ser dada na determinação deste fator de qualidade devido à associação entre grãos danificados por fungos e micotoxinas.

Os grãos ardidos, quando industrializados, aumentam a presença de esporos, hifas e micotoxinas no produto final e o teor de acidez do óleo, o que eleva os custos de refinamento, além de causarem pontos pretos e alterações no odor, os quais prejudicam as características organolépticas dos produtos.

Grãos Carunchados – são grãos que se apresentam furados e/ou broqueados, denota dano característico por inseto de grãos armazenados.

Grãos Brotados – são grãos germinados, com desenvolvimento do hipocótilo. Quando o grão brotado apresenta infecção fúngica, o mesmo é enquadrado como grão danificado por fungos. Normalmente grãos danificados por fungos e grãos com infecção fúngica são somados e enquadrados como grãos danificados por fungos.

De acordo com os resultados da Tabela 7 e Figura 2, que apresentam o dano provocado por *Sitophilus zeamais*, em diferentes níveis de infestação no milho, verifica-se uma interação entre o inseto e o dano fúngico e entre a redução da qualidade e o aumento progressivo da população de inseto alterando o padrão comercial. Portanto, o dano provocado pelos insetos merece atenção especial porque, além de provocar perda de peso, causa redução da qualidade. Conforme FINCK (2002), hoje, em função das exigências qualitativas, não se tolera a presença de grãos com elevados percentuais de danos provocados por insetos, sendo o foco qualitativo centrado na ausência de insetos vivos em percentual não superior a 1% de grãos danificados.

Diversos autores, entre eles, DUNKEL (1988); CHRISTENSEN & MERONUCK (1989); BETI *et al.* (1995); MILLER (1995) e LAZZARI (1997), afirmam existir uma interação entre fungos e insetos. CHRISTENSEN & KAUFMAN (1969); HAGSTRUM & FLINN (1993); JAYAS *et al.* (1995) e LAZZARI (1997) reforçam que a atividade metabólica desses organismos é responsável pelo aumento do conteúdo de água do grão, permitindo o aquecimento microbiológico da massa de produto armazenado que leva a perdas de qualidade, quantidade e, conseqüentemente, econômicas.

Os insetos além da redução da qualidade, são responsáveis pela contaminação da matéria-prima e dos subprodutos, resultando na rejeição de cargas e devolução de mercadoria pelo consumidor final (VARGAS, 1994; RUPP, 1996; DUPCHAK, 1997; ATUI & LAZZARI, 1998; PEREIRA *et al.*, 1999).

As sugestões nas Tabelas 8 e 9 para elaborar um novo padrão de qualidade para o milho, enfatiza-se os dois tipos de danos provocados por insetos: grãos carunchados e grãos com infestação interna (Figura 3 e 4). No atual padrão do MAPA, BRASIL (1976), os carunchados são computados com o total de avariados, que não são um bom indicador do controle de qualidade, pois representam apenas um somatório das avarias, dificultando a compreensão da característica que está em processo degenerativo (FINCK, 2002).

TABELA 7 - Grãos Carunchados, Grãos Danificados por Fungos e Tipo Comercial em amostras de 450g de sementes de milho híbrido COODETEC (OC-705), com diferentes níveis de infestação de *Sitophilus zeamais*, após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 horas.

Período (dias)	Grãos Carunchados (%)				Grãos c/ Dano Fúngico (%)				Classificação Comercial (Tipo)			
	0	5	15	50	0	5	15	50	0	5	15	50
0	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	2,56 Aa	3,73 Aa	2,72 Aa	3,05 Aa	1 Aa	1 Aa	1 Aa	1 Aa
30	0,0 Aa	2,4 5 Aa	4,52 Aa	8,18 Aab	3,66 Aa	4,03 Aa	4,80 Aa	3,57 Aa	1 Aa	1 Aa	2 Bb	2 Bb
60	0,0 Aa	3,06 Aa	12,84 ABA	19,61 Bb	2,46 Aa	3,38 Aa	2,35 Aa	2,36 Aa	1 Aa	1 Aa	2 Bb	3 Cc
90	0,0 Aa	5,39 Aa	34,17 Bb	49,49 Cc	3,89 Aa	2,82 Aa	2,44 Ab	2,40 Aa	1 Aa	4 Bb	4 Bc	4 Bd
120	0,0 Aa	59,05 Bb	80,36 Cc	78,29 Cd	2,71 Aa	1,94 Aa	15,49 Bc	38,67Cb	1 Aa	4 Bb	4 Bc	4 Bd
150	0,0 Aa	45,66 Bb	56,35 Bd	51,18 Bc	3,36 Aa	4,23 Aa	27,46 Bd	37,40Cb	1 Aa	4 Bb	4 Bc	4 Bd
CV (%)	20,1 ⁽²⁾				15,50 ^(1,2)				6,2 ⁽²⁾			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas (níveis de infestação) e da mesma letra minúscula nas colunas (período de armazenamento), para cada parâmetro avaliado não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

DMS – Diferença mínima significativa para a comparação de médias.

CV – Coeficiente de Variação.

(1) Dados transformados para arcoseno $\sqrt{X}/100$.

(2) Dados transformados para log X.

Os valores numéricos para sementes carunchadas e sementes com dano fúngico são a média de três repetições.

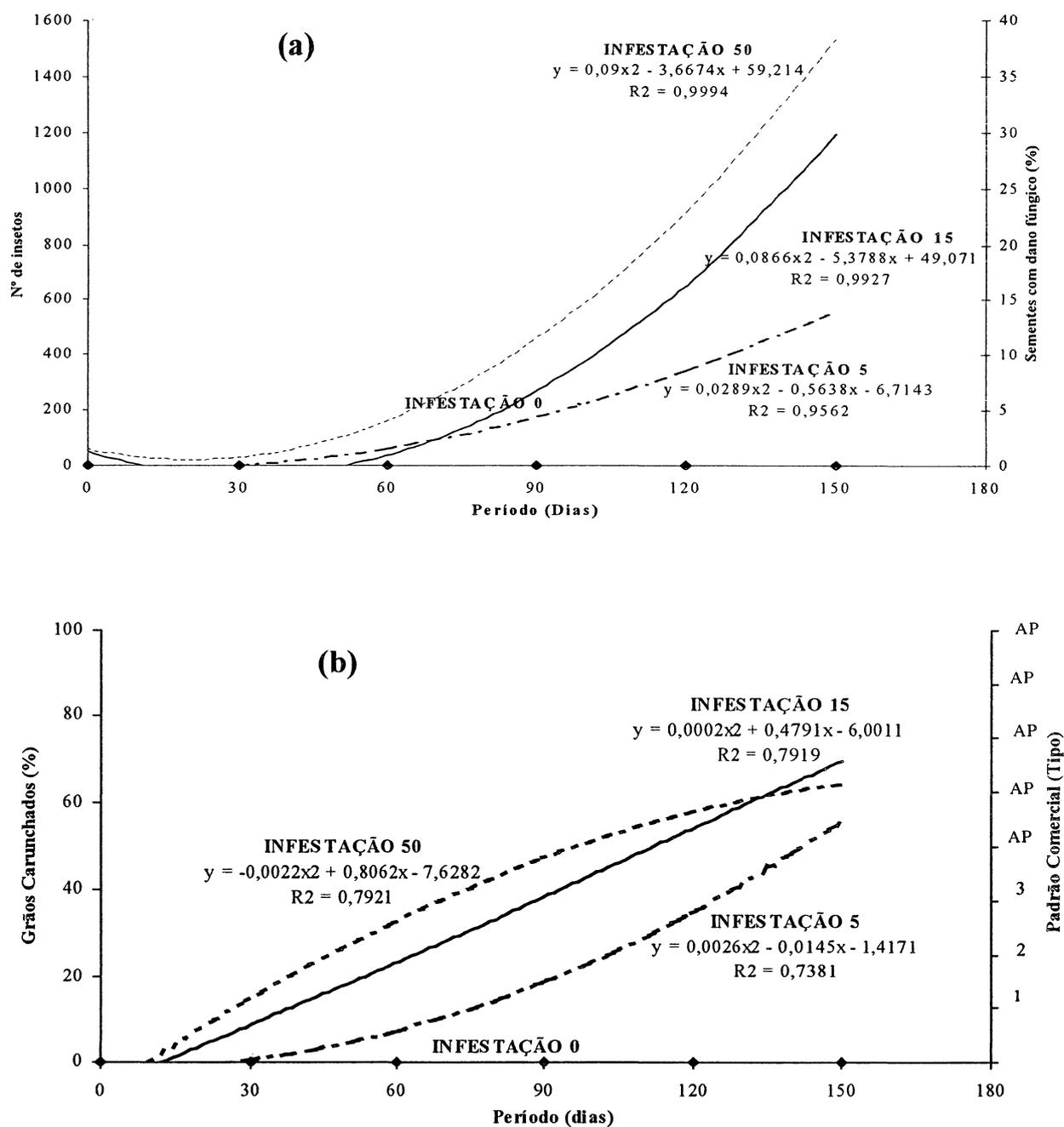


FIGURA 2 – Efeito do nível de infestação de *Sitophilus zeamais* sobre: número de insetos adultos (a) e classificação comercial (b), do milho híbrido - CODETEC (OC-705); após 150 dias de armazenamento, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12 h.



FIGURA 3 – Grãos de milho danificados por insetos (carunchados) e fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Fusarium*.



3.3. Qualidade Nutricional - refere-se à composição do grão - proteína, óleo e amido. O grão de milho é constituído morfologicamente de três partes:

- Película ou casca: constituída por 3-10% de amido; 1,0% de óleo e 3-5% de proteína;
- Endosperma: formado por 86-89% de amido; 8% de proteína de baixo valor biológico e 0,8-1,0% de óleo;
- Germe ou embrião: Apresenta de 17-19% de proteína de alto valor biológico; 31-35% de óleo e 5-10% de amido;

4. Qualidade do grão de milho para a indústria de moagem a seco

Para a indústria de moagem a seco são importantes os aspectos físicos e sanitários do grão, priorizando a textura, coloração, tamanho, forma, integridade física do grão, grãos carunchados, grãos danificados por fungos e presença de micotoxinas. Estes fatores de qualidade são relacionados ao rendimento na indústria e às exigências dos consumidores, os quais estão preocupados com as características sensoriais e organolépticas do produto final e com a segurança alimentar.

Os fatores de qualidade considerados críticos são os grãos danificados por fungos, as micotoxinas, os grãos com infestação interna por insetos e os grãos trincados (Tabelas 8 e 9).

TABELA 8 - Sugestão de Padrão de Qualidade para o grão de milho destinado à moagem a seco, considerando fatores físicos e sanitários.

Fatores de Qualidade	Tolerâncias (Mínimas e Máximas)
Teor de Umidade	≤ 13,0%
Acidez	≤ 5,0%
Impurezas (< 5,00 mm de diâmetro)	≤ 2-3,0%
Matérias Estranhas (sementes tóxicas)	ausência
Grãos Danificados por Fungos	≤ 6,0%
Grãos Brotados	≤ 3,0%
Grãos Quebrados	≤ 6-8,0%
Grãos Trincados	≤ 30-40,0%
Grãos com Infestação Interna	≤ 3,0%
Grãos Carunchados	≤ 1,0%
Grãos Miúdos (<7,00 mm de diâmetro)	≤ 5,0%
Textura do Grão (grãos semi-duros e/ou duros)	≥ 75,0%

A adoção de medidas preventivas integradas visando reduzir a infecção fúngica e a produção de micotoxinas, bem como a infestação de insetos, são de grande importância, pois o beneficiamento do milho com insetos vivos aumenta os riscos de contaminação dos seus subprodutos.

TABELA 9 - Sugestão de Padrão de Qualidade para o grão de milho destinado a moagem a seco, considerando micotoxinas e resíduos de pesticidas.

Fatores de Qualidade	Tolerâncias (Mínimas e Máximas)
MICOTOXINAS	
Aflatoxinas	≤ 20 ppb
Fumonisinias	≤ 2,0 ppm
Vomitoxinas	≤ 1,0 ppm
Zearalenona	≤ 500 ppm
RESÍDUOS DE PESTICIDAS	
Deltametrina	≤ 1,0 ppm
Pirimifós Metílico	≤ 10,0 ppm
Fenitrotion	≤ 0,1 ppm
Fosfina	≤ 0,1 ppm

Para reduzir os grãos trincados e quebrados, as seguintes medidas de manejo integrado devem ser tomadas pelos produtores e armazenadores:

Produtores

- Colher o grão na faixa adequada de umidade;
- Regular a colhedeira para cada tipo de grão (textura);
- Não misturar cargas com diferenças muito grandes na umidade;

Armazenadores

- Secar o grão imediatamente após a colheita e lentamente;
- Não utilizar temperatura muito alta (até 65°C);
- Melhorar a distribuição do ar nos secadores;
- Melhorar o sistema de combustão dos secadores a lenha;
- Melhorar sistemas de transporte de grãos;

- Evitar quedas elevadas, usando amortecedores;
- Evitar a mistura de cargas de diferentes qualidades nos silos ou graneleiros;
- Evitar transilagens.

O produtor deve ficar atento para selecionar os melhores híbridos ou variedades de milho, com ênfase no rendimento e na qualidade final do grão, pois isso tem grande impacto na sua renda. O recebimento, secagem e armazenamento requerem cuidados especiais e condições de estrutura e equipamentos para evitar misturas de cargas, realizar a secagem em temperaturas baixas para evitar danos físicos (trincas, fissuras), armazenar adequadamente com apoio de sistemas de aeração e de resfriamento artificial, se for o caso, que permitam a manutenção da qualidade do grão com o mínimo uso de inseticidas.

Considerando que os grãos passam a assumir a condição de matéria-prima, a armazenagem deve estar incorporada ao conceito de sua cadeia produtiva, o que implica adotar medidas de controle e de segurança alimentar para permitir produtos com qualidade, para atender as expectativas das indústrias de alimentos e as necessidades dos consumidores.

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. O uso final do grão determina quais fatores de qualidade são relevantes no processamento e quais devem ser suas tolerâncias mínima e máxima;
2. O Padrão Oficial de Classificação para o grão de milho do MAPA baseado nos fatores de qualidade: umidade 14,5%; Matérias Estranhas, Impurezas e Fragmentos 1,5 a 3,0%; Grãos Avariados de 11,0 a 27,0% com tolerância para Grãos Ardidos e Brotados variando de 3,0 a 10,0% não atende à necessidade da indústria de moagem a seco;
3. O Padrão Oficial de Classificação deixa a indústria de moagem a seco vulnerável a problemas de qualidade, principalmente referentes a infestações internas por insetos e a presença de fungos e de micotoxinas (segurança microbiológica);
4. O Padrão de Qualidade para o milho em grão sugerido neste trabalho é mais completo e reduz significativamente os problemas de qualidade na matéria-prima e em consequência, nos subprodutos industrializados oriundos da moagem a seco;
5. A adoção do Padrão de Qualidade sugerido aumenta significativamente o rendimento industrial, a segurança alimentar, beneficiando o produtor, a indústria e os consumidores em geral.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO. **Colheita, recebimento, limpeza, secagem e armazenamento de milho.** Lazzari, F. A. & S. M. N. Lazzari (eds.). Apucarana, 22 p. 2002.

ATUI, M. B.; LAZZARI, F. A. Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 57, n.1, p. 57-63. 1998.

BETI, J. A.; PHILLIPS, T. W. & SMALLEY, E. B. Effects of maize Weevils (Coleoptera: Curculionidae) on Production of Aflatoxin B₁ by *Aspergillus flavus* in Stored Corn. **J. of Economic Entomology**, USDA, v. 88, n. 6, p. 1517-1838, december. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Desenvolvimento Rural. **Portaria nº 845, de 8 de novembro de 1976.** Brasília: MA - SNARA, 1976.

CHRISTENSEN, C. M. & KAUFMAN, H. H. **Grain Storage – The role of Fungi Quality Loss.** Minneapolis: University of Minnesota Press., 138 p., 1969.

CHRISTENSEN, C. M. & MERONUCK, R. A. **Quality maintenance in stored grains and seeds.** Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 138p., 1986.

CHRISTENSEN, C. M. & MERONUCK, R. A. Dry matter loss in yellow dent corn resulting from invasion by storage fungi. **Plants Disease**, Minnesota, v. 73, n. 6, p. 501-503, june. 1989.

DUNKEL, F. V. The relationship of insects to the deterioration of stored grain by fungi. **International Journal of Food Microbiology**, Elsevier, v. 7, p. 227-244. 1988.

DUPCHAK, L. M. **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 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

FINCK, C. Grãos armazenados – monitoramento da qualidade. **Grãos Brasil**, Maringá, ano I, n. 6., p. 25-30. 2002.

HAGSTRUM, D. & FLINN, P. How to sample grain for insects. In: KRISCHIK, V.; CUPERUS, G.; GALLIART, D. & COOPER, M. S. Management of grain bulk commodities, and bagged products. **Kansas Circular**, Oklahoma, number E-912. p. 65-69. 1993.

HOVELAND, C. S. **Crop quality, storage, and utilization.** American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. 276 p., 1980. 276p.

JAYAS, D. S., WHITE, N. D. G. & MUIR, E. M. **Stored-grain ecosystems.** New York: Marcel Dekker, Inc., p. 757, 1995

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

LAZZARI, F. A. Fatores de qualidade do grão de soja . In: Congresso Brasileiro de Soja. (17-20 de maio de 1999). ANAIS... Londrina: EMBRAPA, p. 205-210. 1999

LAZZARI, F. A. Exigências de qualidade do milho para a moagem, rações e silagem. **Granos**, Buenos Aires, n. XXVII, p. 40-41, outubro. 2001

LAZZARI, F. A. Desafios da pós-colheita no Brasil. **Grãos Brasil**, Maringá, ano I, n. 1, p.5-6, janeiro, 2002.

LAZZARI, F.A & LAZZARI, S.M.N. Qualidade de grãos:colheita, recebimento,secagem e armazenamento. In: A Cultura do Milho Safrinha, VI Seminário Nacional de Milho Safrinha. p.145-172, Londrina, Junho de 2001.

LAZZARI, F. A. & LAZZARI, S. M. N. Manejo integrado de fungos e insetos em grãos e subprodutos. **Grãos Brasil**, Maringá, ano I, n. 3, p. 30, maio. 2002.

MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **J. Stored Prod. Res.**, Exeter, v. 31, n. 1 p.1-16, august. 1995.

PEREIRA, P. R. V. S.; LAZZARI, F.; LAZZARI, S. M. N. Insect monitoring outside grain storage facilities in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 7., Beijing, 1998 **Proceedings...** Chengdu, v. 2, p. 1534-1536. 1999

RUPP, M.M.M. **Detecção de sujidades e avaliação do pó inerte para controle de insetos em cevada cervejeira e malte armazenados**. Curitiba:, 1996. 44f. Disertação (Mestrado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

VARGAS, C. H. B. **A entomologia analítica na verificação das condições higiênicas de matérias-primas e de produtos agrícolas industrializados**. Curitiba, 1994. 146f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

TUITE, J. Control of storage disease of grain. **Annual Review of Phytopathology**, v. 17, p.343-366, 1979.

WATSON, S. A. & RAMSTAD, P.E. **Corn: Chemistry and technology**. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, MN. 1987. 605p.

WILCKE, B. **Handling wet corn: Lessons learned in Minnesota**. ISU Extension Crop Management Newsletter, IC471(22), Departament of Biosystems and Agricultural Engineering, University of Minnesota. 1995, 8p.