

**INTERAÇÃO ENTRE FATORES DE
COLHEITA E AÇÃO DE INSETOS E FUNGOS
NA DEPRECIÇÃO DAS QUALIDADES
NUTRICIONAIS DO MILHO QPM – BR 2121
DURANTE O ARMAZENAMENTO**

ROBERTA JIMENEZ DE ALMEIDA

1999



ROBERTA JIMENEZ DE ALMEIDA

**INTERAÇÃO ENTRE FATORES DE COLHEITA E AÇÃO DE INSETOS
E FUNGOS NA DEPRECIAÇÃO DAS QUALIDADES NUTRICIONAIS
DO MILHO QPM – BR 2121 DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação
em Ciência dos Alimentos, área de concentração em
Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de
“Mestre”.

Orientador
Prof. Prabir K. Chandra

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1999

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Almeida, Roberta Jimenez de

**Interação entre fatores de colheita e ação de insetos e fungos na depreciação das
qualidades nutricionais do milho QPM – BR 2121 durante o armazenamento /
Roberta Jimenez de Almeida. -- Lavras : UFLA, 1999.**

81 p. : il.

Orientador: Prabir K. Chandra.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

**1. Milho QPM. 2. Dano mecânico. 3. Inseto. 4. Fungo. 5. Qualidade nutricional.
6. Armazenamento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

CDD-633.1568

ROBERTA JIMENEZ DE ALMEIDA

**INTERAÇÃO ENTRE FATORES DE COLHEITA E AÇÃO DE INSETOS
E FUNGOS NA DEPRECIÇÃO DAS QUALIDADES NUTRICIONAIS
DO MILHO QPM – BR 2121 DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação
em Ciência dos Alimentos, área de concentração em
Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de
“Mestre”.

APROVADA em 09 de julho de 1999

Jamilton Pereira dos Santos

Embrapa Milho e Sorgo

Evandro Chartuni Mantovani

Embrapa Milho e Sorgo

Prabir K. Chandra
Prof. Prabir K. Chandra
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A DEUS,

Aos meus pais José Luiz e Jodnéa;

Responsáveis por todas as minhas conquistas!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tudo.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq), pela concessão da bolsa.

Aos pesquisadores Jamilton Pereira dos Santos e Evandro Chartuni Mantovani, pela orientação, conselhos, sugestões e amizade, assim como os demais pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

À Embrapa Milho e Sorgo e ao PRODETAB pela concessão das instalações físicas dos materiais e equipamentos.

Ao professor Prabir K. Chandra, pela orientação e estímulo durante a realização deste trabalho.

A todos os funcionários e estagiários da Embrapa Milho e Sorgo, pelo auxílio e prestatividade.

A todos os membros da Comunidade Evangélica Sara Nossa Terra de Sete Lagoas e de Lavras, MG, pelo inestimável apreço oferecido nos momentos mais difíceis.

Ao Frederico Avelar, Arnaldo Abreu e Mauro Paulineli, pela paciência e amizade.

Aos demais colegas do curso de Ciência dos Alimentos e Entomologia da Universidade Federal de Lavras.

Ao Alim, em especial, pela enorme paciência, AMOR e carinho demonstrados no decorrer deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Milho QPM.....	3
2.2 Colheita.....	5
2.2.1 Teor de umidade.....	5
2.2.2 Variações nas rotações do cilindro debulhador.....	6
2.2.3 Danos mecânicos.....	7
2.3 Qualidade pós-colheita.....	9
2.3.1 Teor de umidade.....	11
2.3.2 Danos causados por insetos.....	12
2.3.3 Sanidade de grãos.....	13
2.3.4 Perda de peso.....	14
2.3.5 Poder germinativo.....	15
2.3.6 Composição química.....	16
2.3.6.1 Carboidratos.....	16
2.3.6.2 Lipídeos.....	16
2.3.6.3 Proteínas.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Teor de umidade.....	19
3.1.1 Teor de umidade.....	20
3.1.2 Debulha.....	20
3.1.3 Danos mecânicos.....	21
3.2 Qualidade pós-colheita.....	22
3.2.1 Umidade.....	22
3.2.2 Armazenamento a avaliação do desenvolvimento do <i>Sitophilus zeamais</i> e do <i>Tribolium castaneum</i>	22
3.2.3 Percentual de grãos danificados.....	23
3.2.4 Perda de Peso.....	23
3.2.5 Sanidade de grãos.....	24
3.2.6 Germinação e vigor.....	24
3.2.7 Composição química.....	25
3.2.7.1 Carboidratos.....	25
3.2.7.2 Lipídeos.....	25
3.2.7.3 Proteínas.....	25
3.2.7.3.1 Lisina e Triptofano.....	26
3.3 Análise estatística.....	26
3.3.1 Disposição do ensaio no campo e no laboratório.....	26

3.3.2 Delineamento experimental.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 ParteI – Danos mecânicos.....	29
4.1.1 Germinação e vigor.....	32
4.2 ParteII – Desenvolvimento de insetos e fungos.....	33
4.2.1 Teor de umidade.....	33
4.2.2 Avaliação do desenvolvimento do <i>Sitophilus zeamais</i> e <i>Tribolium castaneum</i>	37
4.2.3 Percentual de grãos danificados.....	42
4.2.4 Perda de peso.....	42
4.2.5 Sanidade de grãos.....	46
4.2.6 Germinação e vigor.....	52
4.2.7 Composição química.....	58
4.2.7.1 Carboidratos.....	58
4.2.7.2 Lipídeos.....	60
4.2.7.3 Proteínas.....	60
5 CONCLUSÕES.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	71

RESUMO

ALMEIDA, Roberta Jimenez de. **Interação entre fatores de colheita e ação de insetos e fungos na depreciação das qualidades nutricionais do milho QPM – BR 2121 durante o armazenamento.** Lavras, UFLA, 1999. 81 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos)

A maioria dos genótipos de milho contém em média entre 9 e 10% de proteína, entretanto, a proteína de milho com endosperma normal é pobre em lisina e triptofano, os quais são dois aminoácidos essenciais. Pesquisadores da Universidade de Purdue, IN, USA, reportaram a descoberta de um gene mutante chamado *Opaco2* que modifica a composição da proteína e aumenta o conteúdo de lisina e triptofano no endosperma do milho. Através de ciclos avançados de seleção realizados no Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, obteve-se inicialmente, a variedade BR 451 – QPM (Quality Protein Maize), de cor branca e, mais recentemente, a variedade BR 2121 de cor amarela. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos e as interações entre dois tipos de colheita – manual e mecânica (os níveis de dano mecânico ocorridos durante a colheita), ação de insetos, *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* e fungos durante o tempo de armazenamento na depreciação das qualidades nutricionais do milho BR 2121 – QPM, quando comparado ao BR 3123 – Normal. Analisou-se o comportamento dos grãos quanto aos danos mecânicos decorrentes de métodos de colheita, germinação e vigor após a colheita, umidade durante o período de armazenamento, desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em diferentes níveis de infestação, sanidade de grãos, germinação e vigor durante o armazenamento e composição química, no que se refere à carboidratos, lipídeos e proteínas (lisina e triptofano). Observou-se, portanto, que mesmo estando susceptíveis ao ataque de fungos e insetos, danos mecânicos e perda na germinação e vigor, o milho QPM ainda se destacou pela manutenção da sua composição química, no que se refere a lipídeos e proteínas. Porém, é importante ressaltar que o mesmo merece maior atenção e estudos na melhoria de suas características tecnológicas, pois é preciso adequá-lo às condições de armazenamento, para que não ocorram depreciações significativas quanto a qualidade nutricional dos grãos de milho.

Comitê orientador: Prabir K. Chandra – UFLA (Orientador), Jamilton Pereira dos Santos – EMBRAPA Milho e Sorgo.

ABSTRACT

ALMEIDA, Roberta Jimenez de. Interaction between crop factors and action on the insects and molds in the depreciation of the nutritional qualities of the maize QPM – BR 2121 during the storage. Lavras, UFLA, 1999. 81 p. (Dissertation – Master Program in Food Science)

Most of the corn genotypes contains an average of 9 to 10% of protein, however, the protein of corn with normal endosperm is poor in lysine and tryptophan, which are two essential amino acids. Researchers from Purdue University, IN, USA, reported the discovery of a mutant gene which was called Opaque₂ (O₂), that modifies the protein composition and increases the lysine and tryptophan content in the maize endosperm. Through advanced cycles of selection accomplished at the National Maize and Sorghum Research Center, Sete Lagoas/MG, was obtained, initially, the white color variety BR 451 and more recently the yellow color hybrid BR 2121, both QPM (Quality Protein Maize). This work had the objective to evaluate the effects and the interactions among two crop operations – harvesting at different grain moisture content and mechanical damage to grain occurred during the harvesting, the action of the insects, *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* and molds, during the time of storage in the depreciation of the nutritional qualities of the maize BR 2121 – QPM, when compared to the BR 3123 - Normal. Grains were analyzed with relationship to mechanical damage, germination and vigor after storage, moisture during storage period, development of the *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* in different infestation levels, grain sanity, chemical composition such as carbohydrates, lipids and proteins (lysine and tryptophan). It was observed, therefore, that even though susceptible to the attack of molds and insects, mechanical damage and germination loss and vigor, the QPM maize still stood out for the maintenance of its chemical composition, relative to lipids and proteins. Even so, it is important to point out that the QPM-corn deserves larger attention and studies for the improvement of its technological characteristics. It is necessary to improve both the QPM storability and some specific storage conditions, so that significant depreciations doesn't occur to the nutritional quality of the QPM corn grains.

Guidance Committee: Prabir K. Chandra – UFLA (Major Professor), Jamilton Pereira dos Santos – EMBRAPA Milho e Sorgo.

1 INTRODUÇÃO

A maioria dos genótipos de milho contém em média entre 9 e 10% de proteína, entretanto, a proteína de milho com endosperma normal é pobre em lisina e triptofano, os quais são dois aminoácidos essenciais.

Em 1963, Mertz et al, pesquisadores da Universidade de Purdue, IN, USA, reportaram a descoberta de um gene mutante chamado Opaco₂ (O₂) que modifica a composição da proteína e aumenta o conteúdo de lisina e triptofano no endosperma do milho. De acordo com Beeson et al (1966) o gene Opaco₂ realmente enriquece a qualidade nutricional do milho, especialmente para o homem e animais monogástricos. Por outro lado, os grãos do milho O₂ são de má aparência e sem brilho, baixa densidade e endosperma farináceo e macio (Dimles, 1966). Além do mais, os grãos de O₂ secam mais lentamente que os grãos de milho normais após a maturação fisiológica, tomando-os mais expostos no campo a fungos, pragas e intempéries por períodos de tempo mais longos. Ainda, o enriquecimento de proteína e a maciez do endosperma tornou o grão mais atrativo a insetos e fungos. Portanto, por um grupo de razões, os produtores de milho não adotaram a variedade de milho O₂ para plantios comerciais.

Para resolver o problema do milho O₂ pesquisadores do CIMMYT, México, desenvolveram populações de milho com alta qualidade protéica (QPM) com grãos cujo endosperma tem a aparência do grão de milho normal, porém mantendo a qualidade da proteína enriquecida.

Através de ciclos avançados de seleção realizados na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, obteve-se inicialmente a variedade, BR - 451 QPM de cor branca e mais recentemente a variedade BR 2121 QPM de cor amarela.

Os melhoristas têm lançado novas variedades de híbridos de milho, cada vez mais produtivas, com desejável comprimento de ciclo, e altura de plantas e espigas. Entretanto, ainda não foi dedicada suficiente atenção aos fatores que preservam a qualidade do grão e produtos pós-colheita. Alguns estudos conduzidos com milho BR 451 (Gomes & Santos, 1993), mostraram seu melhor desempenho em relação ao milho O₂ relativo ao ataque de pragas de grãos armazenados. Porém, ainda não se têm informações sobre o comportamento do BR 2121 QPM em relação ao ataque de insetos e a sua interação com a contaminação por fungos.

Insetos como o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, pragas primária e secundária, respectivamente, e fungos como *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp, *Aspergillus* spp, *Fusarium* spp, são organismos responsáveis por perdas da qualidade sanitária, física e nutricional de grãos de milho. Os danos podem, inicialmente, passar despercebidos, mas ao longo do período de armazenamento podem causar alterações na cor, no aroma, no sabor, aumento da umidade e aquecimento da massa de grãos, provocando perdas da matéria seca e alterações nutricionais. Os danos causados pelos insetos e a produção de micotoxinas precisam ser mais bem estudados visando a preservação das qualidades nutricionais das cultivares de milho. Além dos fatores biológicos, os fatores físicos, como danos sofridos durante a colheita mecânica, contribuem para a deterioração e aumento das perdas qualitativas e alimentícias dos grãos.

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência dos danos mecânicos causados durante a colheita e debulha de grãos de milho, em diferentes teores de umidade e velocidades de rotações do cilindro debulhador e a influência da infestação por *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* e contaminação por fungos sobre a qualidade desses grãos durante o armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Milho QPM

O milho é um dos principais cereais cultivados no mundo. Sua produção, embora com oscilações decorrentes principalmente de problemas climáticos, têm crescido sistematicamente e variou, nos anos 90 entre 584 milhões (safra 97) e 604 milhões de toneladas (safra 98). Os Estados Unidos, com uma participação aproximada de 46% e a China com cerca de 18%, são os dois principais produtores mundiais. O Brasil, embora com uma produção bem menor (cerca de 7%) é o terceiro maior produtor (Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, 1996).

O Brasil possui 8,5 milhões de km² e uma população de 157 milhões de habitantes (IBGE, 1997). Apesar da imensa área e da potencialidade agrícola, um dos seus maiores problemas diz respeito a nutrição humana (Guimarães et al, 1994).

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição em 1989, segundo Paes (1994), revelou que a desnutrição energético-proteica atinge 31% das crianças menores de cinco anos e a baixa estatura encontra-se presente em 20% dos adultos jovens brasileiros. A pesquisa ainda revelou que 25% dos idosos brasileiros apresentam baixo peso.

Guimarães e Lopes (1995) destacam o milho como um alimento altamente energético, plantado e consumido em todas as regiões brasileiras. A produção anual desse cereal está em torno de 30 milhões de toneladas de grãos, fornecendo cerca de 2,6 milhões de toneladas de proteínas. Entretanto, essas proteínas são de baixo valor biológico, por apresentarem baixos teores de dois aminoácidos essenciais, lisina e triptofano.

Peixoto et al (1990) apresentam o milho como a principal fonte alimentar, porém de baixa qualidade nutricional. Isto significa que, sem suplementação protéica, o milho não pode, por so só, sustentar o desenvolvimento e a saúde de animais monogástricos, assim como o homem. Em 1963 foi descoberto um gene mutante de milho denominado Opaco₂ (O₂), contendo uma proteína de alto valor nutritivo, que podia ser comparada com a caseína do leite, porém apresentava-se com baixa produtividade, maior tempo de secagem quando comparado ao milho normal, baixa densidade dos grãos e alta suscetibilidade a doenças e insetos. Em 1980, um grupo de melhoristas do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) anunciou o desenvolvimento de variedades, a partir do Opaco₂, que associavam alto teor protéico com características agronômicas adequadas, sendo agrupadas sob a denominação de QPM (Quality Protein Maize). Estas variedades apresentavam características agronômicas idênticas ao milho comum e altos teores de lisina e triptofano. Em 1987 um grupo de pesquisadores de três universidades americanas verificou que o organismo humano necessita de duas a três vezes mais aminoácidos essenciais (lisina, triptofano, valina, treonina, etc.) do que o estabelecido em 1985 pelos organismos internacionais FAO/WHO (Food Agriculture Organization/World Health Organization). Este fato suscitou novamente o debate, em nível mundial, sobre o fato da nutrição ser proveniente principalmente de um déficit protéico (qualidade do alimento ingerido) ou calórico (quantidade do alimento ingerido). Ficou mais uma vez demonstrada a importância de buscar alternativas alimentares capazes de fornecer proteína de alta qualidade associadas a um baixo custo de produção. Dentro deste contexto, os milhos QPM surgem como uma opção tanto para utilização na alimentação humana, quanto animal.

2.2 Colheita

2.2.1 Teor de umidade

Segundo Moshenin, citado por Mantovani (1978) o teor de umidade do grão parece ser uma variável importante a ser considerada, em relação à porcentagem de dano ocasionada pela colheita mecânica, o efeito do teor de umidade no dano mecânico de grãos e sementes depende de certa forma do tipo de força a que estão sujeitos durante a manipulação. Durante a debulha do milho, os grãos sofrem principalmente o efeito do esforço de compressão, sob os quais grãos com menor teor de umidade parecem ser nulos. Com o aumento do teor de umidade, aumenta a força necessária para destacar os grãos do sabugo, que é o fator que contribui para o aumento do dano mecânico nessas condições. Leonhardt e outros, citados por Moshenin (1977), encontraram que grãos de milho com baixo teor de umidade são mais suscetíveis à quebra por impacto a grãos mais úmidos, embora estes estejam menos resistentes a injúrias no embrião.

A determinação do grau de umidade baseia-se na perda de peso dos grãos quando secos em estufa. A água contida nos grãos é expelida na forma de vapor pela aplicação do calor sob condições controladas, ao mesmo tempo em que são tomadas precauções para reduzir a oxidação, a decomposição ou a perda de outras substâncias voláteis durante a operação.

Dados de Pickard e Brurrough, citados por Johnson e Lamp (1966) mostram que, na faixa de 20 a 35% de umidade, o dano mecânico aumenta à medida que os grãos estejam mais úmidos, sendo o fato muito acentuado em grãos com teor de umidade acima de 25%.

Barkstron e Goss, citados também por Johnson e Lamp (1966), estudaram o efeito do teor de umidade do grão no dano mecânico na faixa de 20

a 12% de umidade. Os resultados mostraram um decréscimo no dano mecânico quando se aumentou o teor de umidade, tendo se encontrado o ponto mínimo de quebra a 18 - 19% de umidade.

Byg e Hall (1967) estudaram o efeito do teor de umidade do grão e da rotação do cilindro da combinada na quantidade de grãos danificados, dano este determinado segundo normas idênticas às do Brasil, citadas anteriormente. Os autores chegaram a resultados semelhantes aos citados por Johnson e Lamp (1966), encontrando o mínimo de perdas com teor de umidade do grão igual a 20% e velocidade do cilindro igual a 400 rpm.

2.2.2 Variações nas rotações do cilindro debulhador

Santos e Mantovani (1997), recomendam que o ajuste da rotação do cilindro debulhador deve ser realizado de acordo com o teor de umidade dos grãos. Quanto mais úmidos, maior é a dificuldade de serem debulhados, exigindo maior rotação do cilindro debulhador. À medida que os grãos vão perdendo umidade, tornam-se mais quebradiços e mais fáceis de debulhar, devendo-se, então, reduzir a rotação de debulhador.

Podem-se usar rotações entre 600 e 800 rpm para grãos com teor de umidade acima de 20%. À medida que os grãos vão secando no campo, recomendam-se rotações mais baixas, isto porque há maior debulha do grão, assim como maior suscetibilidade aos danos mecânicos. A partir de 20%, essa rotação deve ser reduzida, ficando entre 400 e 600 rpm na faixa de 18 a 20%. Abaixo de 16% e com observações freqüentes do depósito, as rotações podem variar de 300 a 500 rpm.

Paulsen, em 1983, afirma que não se pode presumir que híbridos desejáveis com relação à suscetibilidade à quebra sejam necessariamente indesejáveis com relação as outras características de qualidade, tais como

rendimento, resistência a doenças, valor nutritivo, resistência a fungos, taxa de secagem, dureza, potencial de colheita, etc.

No estudo sobre o potencial de seleção de genótipos de milho, na produção de grãos resistentes à injúria física, realizado por LeFord e Russel (1985), foi concluído que os grãos resistentes à quebra tendem a ser pequenos, densos e com maior resistência à debulha.

2.2.3 Danos mecânicos

São dois os tipos de dano físico conhecidos em grãos de milho, o exterior e o interior. O primeiro é geralmente visível e é usualmente referido como dano mecânico, caracterizado pelo interrompimento da integridade do pericarpo ou perda do embrião, envolvendo quebra, lasca, arranhão ou perfuração da superfície do grão. O segundo é denominado fissura, fenda estreita ou trincamento interno, nem sempre visível, podendo ser visualizado através de processos colorimétricos (Watson, 1994).

Tuite et al, citado por Watson (1994), têm mostrado que algumas injúrias no pericarpo tornam o grão mais suscetível ao surgimento, por armazenagem, de mofos em condições de temperatura e umidade favoráveis ao crescimento fúngico. Entretanto, injúrias sobre ou ao redor do gérmen são muitas vezes mais sérias a injúrias sobre o endosperma.

Os danos externos podem apresentar-se no campo durante o desenvolvimento dos grãos, quando os pássaros, bicam a extremidade do sabugo, em estágio de maturação, assim como larvas de insetos perfuram os grãos, interrompendo o desenvolvimento da espiga. A mais importante origem do dano é causada pela combinação entre a colheita e o milho. A debulha realizada nestas máquinas envolve a aplicação de pressões mecânicas nas espigas ao deslocar os grãos ocasionando algumas quebras, que são inevitáveis,

mesmo quando ajustadas a partir de uma ótima umidade do grão (Byg e Hall, 1968; Ayres et al, 1972). Os danos também podem ser encontrados após a colheita, secagem e armazenamento. Em cada uma dessas etapas os grãos estão sujeitos aos esforços e aos impactos mecânicos em magnitudes variáveis que podem resultar no abaixamento de sua qualidade (Pierce e Hanna, 1985; Paulsen e Nave, 1980; Hall, 1974).

O dano mecânico é um dos mais importantes fatores que afetam o armazenamento do milho (*Zea mays*) (Saul e Steele, 1966; Strohshine e Yang, 1990). Injúrias mecânicas no pericarpo nos grãos geralmente facilitam a invasão fúngica. Tem sido estimado que o dano nos grãos, após serem debulhados mecanicamente, acelera o processo de deterioração, quando comparado aos debulhados manualmente (Steele et al 1969; Wilke et al, 1993).

Popovic e Milicevic (1987) verificaram que quando as sementes foram colhidas e debulhadas manualmente, colhidas manualmente e debulhadas com máquina e, colhidas e debulhadas com máquina, os índices de sementes sem danificação foram de 95%, 70% e 47% respectivamente.

Pickard, Monison e Gross, citados por Johnson e Lamp (1966) fornecem dado a respeito da influência da velocidade do cilindro no dano mecânico e concluem que a quebra dos grãos aumenta rapidamente quando se usam velocidades de cilindro acima de 453 rpm e recomendam uma velocidade de 490 rpm, como ótima do ponto de vista de danos mecânicos e perdas durante a colheita.

Segundo Mantovani (1978), a avaliação de danos mecânicos tem sido feita através de métodos diversos, desde os meramente subjetivos até aqueles baseados em alguma medida física. O método de inspeção visual tem sido o mais extensamente usado, mas é um processo que consome tempo, além de estar bastante sujeito a influências pessoais e cansaço. Outros testes, citados por Chowdhury e Buchele et al (1976), como teste de germinação, teste de

germinação ácida e método de produção de CO₂ dão boa precisão, têm dado bons resultados, mas requerem muito tempo para execução. Outros métodos que também oferecem probabilidade de uso, mas não têm ainda seu potencial explorado, são técnicas de propagação de ondas, com técnicas de pulsação, ultrason e impedância elétrica.

Chowdruhy e Buchele (1975) desenvolveram um método para determinação quantitativa e qualitativa de danos mecânicos em grãos, baseados em técnicas colorimétricas. Por meio deste método, determina-se o dano mecânico, aplicando-se à amostra de grãos uma solução de um corante que adere somente à parte danificada do grão, não colorindo o tegumento. O excesso de corante é lavado em água e a amostra de grãos é colocada então em uma solução de solvente, que retira o corante aderido às partes danificadas. A quantidade de corante retirado dos grãos, determinada através da sua concentração no solvente, é proporcional ao dano mecânico, podendo ser medida por meio de um colorímetro. O método é rápido, simples e apresenta resultados bastante coerentes com outros descritos na literatura.

Outro método quantitativo e qualitativo é o desenvolvido por Chowdhury e Buchele (1976a), que alia à inspeção visual, a determinação de um índice de danos, baseado na avaliação de uma propriedade biológica do grão, no caso, o poder germinativo. Os autores classificaram os grãos em cinco categorias de danos e determinaram fatores multiplicativos levando-se em consideração o poder germinativo dos grãos danificados em cada categoria, para o cálculo do índice de danos.

2.3 Qualidade pós-colheita

Os grãos sofrem, ao nível da lavoura, um preparo (colheita, limpeza, secagem) que influenciará a qualidade do produto. O sistema de colheita e os

cuidados observados durante o processamento, depois de colhido, tem acentuada influência sobre a quantidade e qualidade dos grãos. É importante secar o produto logo após a colheita. Grãos armazenados são infestados por insetos e atacados por fungos. Os fungos se desenvolvem, em geral, em níveis de umidade relativa acima de 70% ou 75%. Quando os grãos estão secos, com um teor de umidade em equilíbrio com uma umidade relativa menor que 70%, o produto fica livre do ataque de fungos. Para os cereais (milho, trigo, etc.) o teor de umidade deverá estar na faixa do amendoim, por exemplo, grão oleaginoso, o teor máximo de umidade deverá ser de 9% (Puzzi, 1986).

Segundo Storey (1987), se o milho é armazenado por um extenso período, alguns cuidados devem ser tomados para preservar suas qualidades e prevenir o ataque de insetos. Os insetos danificam diretamente o grão alimentando-se dos mesmos e indiretamente ejetando resíduos do seu interior, eliminando tecidos e partes do corpo. Contribuem para o surgimento e proliferação fúngica, resultando o aparecimento de fungos e mofos. Podem ser encontrados interna ou externamente, sendo classificados em primários e secundários, respectivamente. Os insetos primários, como o *Sitophilus zeamais*, são aqueles capazes de romper o grão atingindo o endosperma. O estágio larval de algumas espécies desenvolve-se dentro do grão de milho, onde se alimentam e se acomodam, sendo somente controlado por pesticidas químicos. Os insetos secundários, como o *Tribolium castaneum*, não são capazes de romper o grão e geralmente vivem associados aos insetos primários. No entanto, uma vez rompida a parte externa do grão, são capazes de se desenvolver.

Entretanto, para Watson (1994), o milho não é somente um produto para alimentação humana ou para animais domésticos, também serve de alimento para roedores, pássaros, insetos e fungos. No processo de consumo, deve haver um controle das pragas e de agentes contaminantes, pois os mesmos têm efeito adverso na qualidade.

A qualidade de grãos varia devido a influência de hereditariedade e composição dos componentes do grão. Freenam, citado por Watson (1994), relata que alguns produtos, com qualidades diferenciadas, estão disponíveis devido a grande variedade de híbridos, que tiveram suas características modificadas por condições climáticas, colheita, secagem, armazenamento e métodos de transporte. Por exemplo, cultivares podem diferir na razão de quantidade de farinha do endosperma, relativo ao tamanho de gérmen e espessura do pericarpo e podem ter sutil influência na resistência ao ataque de pragas. Diferentes porcentagens no total de proteínas e razão dos seus componentes (proteínas - aminoácidos) podem ser modificados por produção e fertilidade nitrogenada no solo. Da mesma forma, a quantidade e a composição de óleo no gérmen pode ser modificada pela produção e por condições climáticas. A mudança em algum dos componentes obviamente afetará a porcentagem de outros constituintes.

2.3.1 Teor de umidade

Puzzi (1986) recomenda que os grãos devem ser freqüentemente submetidos à determinação de seu teor de umidade em todas as fases compreendidas desde a colheita até a última etapa do armazenamento, pois o teor de umidade é o elemento que governa a qualidade do produto armazenado. Para se obter um armazenamento eficiente, deve ter-se em vista que o principal fator reside no baixo teor de umidade, pois grãos com alto teor de umidade constituem em meio ideal para o desenvolvimento de microorganismos, insetos e ácaros.

É também de grande importância sob o ponto de vista comercial, pois a quantidade de água contida nos grãos pode alterar substancialmente o valor do produto negociável.

Grãos mantidos com um baixo teor de umidade, podem ficar armazenados durante muitos anos, apresentando pequenos prejuízos, mesmo sob condições de armazenamento que não se enquadram em um modelo ideal. O teor máximo de umidade dos grãos, visando obter uma boa margem de segurança no armazenamento, acha-se na dependência da espécie do grão, tipo de armazenamento, período de estocagem e condições ecológicas apresentadas na região do armazenamento. Em relação à região de armazenamento, é conhecido, de longa data, que os grãos podem ser conservados em regiões, embora quentes, porém secas. Os povos antigos conheciam as excelentes qualidades de armazenamento do cereal quando guardado seco e em ambiente seco.

Lázzari (1993), menciona que a manutenção da qualidade de sementes, grãos e rações depende quase totalmente do seu teor de umidade (TU), mais especificamente da umidade relativa do ar intergranular, da temperatura do produto e do tempo de armazenamento. Existem também outros fatores que podem contribuir para a deterioração de produtos e sub-produtos agrícolas, tais como presença de insetos, ácaros, excesso de impurezas e matérias estranhas mas, de todos eles a umidade é o mais importante.

2.3.2 Danos causados por insetos

Nos países tropicais e subtropicais é comum a deterioração dos produtos, que se manifesta pela perda de peso, por transformações químicas e pela presença de excrementos e fragmentos de insetos, que prejudicam o produto, depreciando-o comercialmente (Hall, 1971).

Segundo Wolpert, citado por Hall (1971), a Food and Agricultural Organization - FAO estima que as perdas anuais durante o armazenamento, que nem sempre são evidentes, na maior parte do mundo, atingem cerca de 10% da totalidade dos grãos. Todavia Genel e Barnes (1958), Parkin (1956) e Simons

(1966) considerem que as estimativas dos prejuízos causados pelas pragas dos produtos armazenados sejam pouco representativas, uma vez que as maiores perdas ocorrem em países subdesenvolvidos, onde não há informações adequadas com respeito ao caso.

Mesmo nos Estados Unidos, que dispõem de eficiente tecnologia de armazenamento, Pawley, citado por Hall (1971), relata uma perda anual de 15-23 milhões de toneladas, com cerca de 16 milhões destruídos exclusivamente pelos insetos. Hall (1971) informa que as maiores perdas ocorrem no continente africano, sendo 30% de sua produção total de cereais e legumes destruídos, anualmente, durante o armazenamento, e que na América Latina a perda anual é de 25 - 50% de sua produção.

Bitran e Melo (1972), estudando os danos devidos ao ataque de *Sitophilus zeamais* em milho, concluíram que, após seis meses de infestação natural, a perda de peso situava-se entre 50 e 80% e 100% das sementes que estavam danificadas. A semelhante conclusão chegaram Campos e Bitran (1975) que, pesquisando milho ensacado e sujeito às condições do armazém, encontraram decorridos seis meses de armazenamento, uma perda de peso de 32,12%, com 95% dos grãos danificados.

2.3.3 Sanidade de grãos

Pinto (1998), relata que um dos meios mais eficientes de disseminação de patógenos a grandes distâncias e sua introdução em novas áreas de cultivos de milho é a semente. As sementes de milho estão sujeitas a danos por fungos no campo de produção de sementes, durante o período de armazenamento e pelos fungos presentes no solo. As sementes podem ser infestadas ou infectadas por fungos (de campo e de armazenamento), sendo que, na infestação, os fungos se localizam externamente, na superfície das sementes, enquanto que não infecção

eles se localizam nos tecidos internos: endosperma e embrião. Problemas com fungos podem ser detectados bem antes que a deterioração ocorra e ações preventivas, se tomadas a tempo, evitam pesadas perdas em qualidade e quantidade. Normalmente quando os problemas com fungos são detectados já é tarde e as medidas de emergência tomadas são de pouco ou nenhum efeito reparador.

Lázzari (1993), afirma que é importante saber como os problemas de deterioração fúngica ocorrem. Geralmente, o processo de infecção de sementes e grãos pelos fungos começa ainda no campo, durante a maturação e prossegue durante a colheita, secagem, armazenamento, transporte e processamento. O primeiro sinal de armazenamento fúngico é a redução no vigor seguido de redução na percentagem de germinação e descoloração do germe. A seguir ocorre a descoloração dos grãos ou sementes inteiras, emboloramento e, em algumas situações, auto-combustão. Os princípios e práticas para um bom armazenamento de grãos são bem conhecidos, e quando estes conhecimentos são aplicados, as perdas em qualidade e quantidade são reduzidas a um mínimo.

2.3.4 Perda de peso

Adams (1976) verificou que, durante o desenvolvimento do *Sitophilus zeamais*, em casos de insetos isolados, houve um consumo de alimento de 11,3 vezes em relação ao seu peso, mas quando se tratava de populações, o consumo passava a ser de 8,1 – 8,3 vezes o peso do corpo dessa espécie.

Puzzi (1986) afirma que a maior parte dos insetos que infestam os grãos armazenados se alimentam do endosperma na sua fase inicial e em um estágio posterior, atacam o germe. O processo de alimentação causa uma considerável perda de peso, redução de nutriente e do poder germinativo.

Santos e Mantovani (1997), constataram, de acordo com um levantamento feito por amostragem, em milho armazenado por espigas, em Minas Gerais, que entre a colheita (maio/junho) e os meses de agosto, novembro e março do ano seguinte, o índice de danos (grãos carunchados) causados pelos insetos ao milho estocado em paiol atingiram 17,3% , 36,4% e 44,5% respectivamente. A esses índices de carunchamento corresponderam reduções no peso de 3,1% , 10,4% e 14,3%. Para cada unidade percentual de dano, isto é, grãos danificados pelo caruncho ou pela traça, há um correspondente de perda de peso, o qual é variável, dependendo das características da cultivar, segundo amostras avaliadas em laboratório, através de balanças de precisão.

2.3.5 Poder germinativo

Puzzi (1986), comenta que algumas espécies de insetos, que atacam os grãos, somente destroem o germe, deixando o endosperma intacto. Embora esse tipo de ataque possa representar pequena percentagem de perda de peso, o efeito em seu valor alimentício e na redução acentuada da capacidade germinativa da semente, ocasiona grandes prejuízos.

Estudos realizados por Lázari (1993), relataram que a invasão do germe pelos fungos de armazenamento pode resultar na perda total da viabilidade de um lote de sementes. Na maioria das vezes o vigor é bastante reduzido sem que ocorra morte da semente. A perda do poder germinativo pode dar-se lenta ou rapidamente dependendo do teor de umidade da semente e da espécie do fungo que a infecta. Alguns trabalhos têm falado sobre o efeito da umidade na respiração da semente ou do grão e nas conseqüências sobre seu o poder germinativo.

Santos e Mantovani (1997), confirmaram que o ataque dos insetos às sementes é iniciado na região de embrião, onde o ovo é depositado e concluíram

que a redução da germinação, proveniente de danos, principalmente às partes vitais do germe, devido a este ataque. O aparecimento de fungos, principalmente em sementes já com orifício de emergência dos insetos adultos, é uma condição que propicia a redução do poder germinativo.

2.3.6 Composição química

2.3.6.1 Carboidratos

Hidratos de carbono, glicídeos, carboidratos, amidos e açúcares, glicídeos ou glucídeos são formados nos vegetais, através da fotossíntese. A fixação do dióxido de carbono (CO_2) e da água (H_2O) em presença da luz solar e da clorofila, faz com que sejam armazenados em algumas partes da planta, como a raiz, as sementes, o fruto, o caule ou a flora, apresentando assim, a mais apreciável e econômica fonte de energia (Sá, 1984).

O maior constituinte químico de grãos de milho são os carboidratos. Estes são a razão dos cereais serem de alto valor como mercadoria agrícola, portanto, não surpreendentemente, o metabolismo e acumulação dos carboidratos nos grãos de milho tem sido popular objeto de estudo (Boyer e Shannon, 1994).

A composição média de amido e de açúcares de base seca em grãos de milho é de 72% e de 3%, respectivamente (Neukom e Büchi, 1979).

2.3.6.2 Lipídeos

É comum a deterioração dos produtos armazenados que alteram, entre outras coisas, os teores de óleo e a sua qualidade, em se tratando de produtos oleaginosos, além da ação dos insetos (Hall, 1971).

Segundo Fast, citado por Singh & Sinha (1977), os lipídeos são armazenados pelas larvas dos insetos holometabólicos para serem utilizados na fase de pupa. Wigglesworth (1972) relata a importância do ácido linoléico, além de citar que são conhecidos mais de vinte lipídeos diferentes, importantes nesse processo.

Hall (1971), observou que as variações de acidez do óleo são devidas a transformações químicas ocorridas dentro das células vegetais, pois a hidrólise e a oxidação do óleo contido no seu interior provoca um aumento da acidez, que é agravada pela presença de excrementos, que segundo Baker (1974, 1976) e Gupta & Sinha (1960), são ricos em ácido úrico. Isto, juntamente com o aumento da temperatura causado pelos processos de fermentação dos grãos, provoca maior atividade das enzimas, principalmente da lipase, originando um aumento da quantidade de ácidos graxos livres, principalmente quando os cereais se destinam à obtenção de farinhas.

Weber (1994), comenta que, ainda que o milho não seja considerado uma semente oleaginosa, nos Estados Unidos, sua produção é muito alta e, apesar de ser relativamente baixo o conteúdo de óleo (4,4% de base seca; Watson, 1984) no milho, a quantidade total produzida é elevada.

O óleo contido no milho é altamente polinsaturado e rico em ácido linoléico (2,9% de todo o milho, em base seca), sendo portanto uma boa e essencial fonte de ácidos graxos e energia para humanos, suínos e aves. Sua composição no gérme é muito similar ao do endosperma (Weber, 1979), pois o gérmen contém 83% de óleo (Earle et al, 1946).

2.3.6.3 Proteínas

O milho é muitas vezes considerado somente como uma fonte de calorias, comumente derivado do alto conteúdo de amido. Ainda que o volume

absoluto de milho seja consumido como ração animal nos Estados Unidos e na Europa, torna-se essencial considerar a proteína como fonte de calorías na alimentação humana. A combinação de proteína do milho com a da soja ou de outros legumes produzem uma dieta nutricionalmente balanceada, em termos de composição de aminoácidos, quando comparada a proteínas de outras fontes sozinhas (Wilson, 1994).

Proteínas ou protídeos, substâncias nitrogenadas são as principais substâncias construtoras do organismo humano, sendo essencial na formação de células, hormônios e enzimas (Sá, 1984).

Vinte anos atrás, o milho mutante Opaco₂ foi descoberto por possuir um nível abaixo do normal de zeína e acima do normal de lisina (Mertz et al, 1963). Infelizmente, as qualidades agrônômicas como as de campo, resistência à doenças, e vigor de planta, foram severamente afetadas, tanto que quantidades relativamente pequenas de O₂ estão sendo desenvolvidas atualmente.

Young e colaboradores, citado por Mertz (1994), mostraram que adultos necessitam de proteína contendo 5% de lisina, que é o nível previamente recomendado pela FAO/WHO (Food Agriculture Organization /World Health Organization) para crianças. Então, ambos, crianças e adultos necessitam de proteína em suas dietas, com qualidade do milho Opaco₂, no mínimo, quando possível.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido nas instalações da Embrapa Milho e Sorgo, localizado na cidade de Sete Lagoas – MG, que possui as coordenadas geográfica de 19° 28' (latitude Sul) e 44° 15'08'' (longitude) WGrW, a uma

altitude de 732 m em sua estação climática. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (clima de savana com inverno seco e temperatura média do ar no mês mais frio acima de 18°C) (Embrapa Milho e Sorgo, 1994).

Foram utilizadas, para realização deste trabalho, duas variedades de milho, os híbridos amarelos BR 3123 (Normal) e o BR 2121 (QPM), cultivadas em uma área de meio hectare nos campos experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, seguindo as recomendações técnicas mais apropriadas para a cultura do milho.

O trabalho consistiu na avaliação das perdas das qualidades nutricionais do milho QPM, em função do método de colheita e ação de insetos e fungos, durante um determinado período de armazenamento. As análises foram realizadas nos laboratórios de Análise de Sementes, de Automação Agropecuária, de Análise Foliar, de Bromatologia, de Patologia de Sementes e Grãos, de Pesquisa para o Controle de Pragas em Grãos Armazenados, da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

3.1 Colheita

As cultivares de milho foram plantadas em duas parcelas em uma área aproximada de meio hectare, colhidas manualmente, a partir de duas faixas de umidade (18 a 16%, 16 a 14%). Uma parte foi debulhada em um colhedora-trilhadora modelo Nursery-master Hidrostatic, em três rotações diferentes (700, 600 e 500 rpm) e a outra parte foi debulhada manualmente, e utilizada como testemunha.

A partir de Mantovani (1989), foi estabelecida a distância entre o côncavo e o cilindro, na entrada, em função do diâmetro médio das espigas e, na saída, em função do diâmetro médio dos sabugos. Em seguida, foram feitos

testes para o ajuste final da regulagem do sistema de debulha em função da inspeção do material debulhado. A distância adotada foi de 21 e 18 mm para côncavo e cilindro, respectivamente.

3.1.1 Umidade

Para determinação do teor de umidade, o laboratório de Análise de Sementes, da Embrapa Milho e Sorgo, utilizou o método padrão de estufa, $105 \pm 5^\circ \text{C}$, durante 24 horas, conforme as recomendações da regra para análise de sementes (Brasil, 1992). As pesagens foram realizadas em uma balança com precisão de 0,001 g.

Através de um monitoramento, foi possível a realização da colheita em duas faixas distintas, 18 a 16% e de 16 a 14%. As amostras foram levadas a secar ao sol, até os grãos atingirem um teor de umidade em torno de 13%, sendo colocadas em sacos plástico, etiquetadas e guardadas em ambiente frio e seco até que fossem feitas as avaliações de danos mecânicos e fossem montados os experimentos para observar o desenvolvimento dos insetos e fungos.

3.1.2 Debulha

Em função do tamanho da área adotada para a colheita, optou-se por colher as espigas de milho manualmente para, posteriormente, no laboratório de Automação Agropecuária, debulhá-las, utilizando-se uma colhedora-trilhadora Nursey-master Hidrostatic, calibrada nas rotações de 700, 600 e 500 rpm.

A fim de simular as mesmas condições oferecidas no campo, foi considerada uma velocidade de trabalho de 5 km/h, correspondente a 1,38 m/s. Cada repetição foi composta de 25 m e, considerando que cada planta conteria a média de uma espiga, obteve-se 125 espigas/25 m. Em 1 segundo são

percorridos 1,38 m, portanto, matematicamente, são necessários, aproximadamente, 18 segundos para percorrer 25 m. A partir desses dados, é possível, deduzir, através de uma regra matemática, a entrada de sete espigas por segundo na plataforma alimentadora.

3.1.3 Danos mecânicos

No laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Milho e Sorgo, segundo a avaliação de danos mecânicos, preparado por Chowdhury, traduzido e adaptado por Regina C. A. França (Auxiliar de pesquisa – Embrapa Milho e Sorgo), cada amostra de grãos (400 grãos), correspondente ao ensaio de campo, foi homogeneizada e dividida, a fim de se obterem amostras de 100grãos.

Índice de danos (I) – As amostras de 100 grãos, já previamente submetidas a uma limpeza, não produziram a variável “ d_1 ”, da fórmula abaixo, que significa pó, material estranho, grãos quebrados e partículas menores que 5 mm. A seguir, foram colocadas em 100 ml de solução de “Fast Green Dye” a 0,1% (sal dissódico do ácido trissulfônico anidro p-p’-dibenzildietildiamino-p’ hidroxitrifenil carbinol) por cinco minutos, agitando-se com bastonete de vidro. Os grãos foram então retirados da solução, lavados em água corrente por 30 segundos, espalhados em papel e postos para secar por 2 horas, tempo suficiente para o papel de filtro e grãos secarem. Depois de secos, os grãos foram separados visualmente com o auxílio de uma lupa, em quatro categorias, a saber:

I – índice de danos;

d_1 – pó, material estranho, grãos quebrados, partículas menores que 5 mm (%);

d_2 – dano severo: mais da metade do grão faltando (%);

d_3 – dano grande: metade e menos da metade do grão quebrado, faltando, trincas no embrião (%);

[REDACTED]

d4 – dano pequeno: pequenos estragos, superficiais (%);

d5 – grãos não danificados (%).

A seguir calculou-se a média das porcentagens de danos encontradas para três amostras, para a determinação do índice de danos, de acordo com Chowdhury e Buchele (1976), através da seguinte equação:

$$I = \frac{(d_1 + d_2).10 + 6.d_3 + 2.d_4 + d_5}{10}$$

3.2 Qualidade pós-colheita

3.2.1 Umidade

Após realizado o processo de colheita e debulha, o material a ser utilizado no experimento foi uniformizado a 13% de umidade, após a secagem ao sol, com a finalidade de manter as características físicas e químicas dos grãos, durante o armazenamento.

3.2.2 Armazenamento e avaliação do desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* e do *Tribolium castaneum*

Cada tratamento foi composto por 3 kg de grãos de milho acondicionados em um recipiente plástico (30 x 20 x 10 cm) vedado na extremidade superior, com uma tela fina e cola a base de silicone, a fim de impedir a fuga dos insetos e permitir trocas gasosas, e infestados a partir de quatro níveis de infestação, zero, 75*, 150 e 300 casais de insetos, para *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* (* onde está escrito 75, entenda-se 76, pois admitiu-se uma razão sexual de 50%, ou seja, foram selecionados 38 machos e 38 fêmeas).

Os insetos utilizados para o estabelecimento das populações iniciais foram provenientes de criação em laboratório (laboratório de Pesquisa para o Controle de Pragas em Grãos Armazenados da Embrapa Milho e Sorgo), tanto para *Sitophilus zeamais* quanto para *Tribolium castaneum*, selecionando insetos adultos com até 30 dias após emergência, estando os mesmos, no início da vida vigorosa.

Considerou-se uma razão sexual de 50%, visto que a sexagem tornou-se inviável, devido ao montante utilizado, 12624 *Sitophilus zeamais* e 12624 *Tribolium castaneum*.

Os tratamentos foram armazenados em uma sala, em condições ideais de temperatura de $32 \pm 2^\circ \text{C}$ e teor de umidade relativa de $65 \pm 5\%$ (Gray, citado por Pedersen, 1992), e avaliados em três épocas distintas, aos zero, 90 e 150 dias.

3.2.3 Percentual de grãos danificados

Para esta análise, foi utilizada a rotina de avaliação do laboratório de Pesquisa de Pragas de Grãos Armazenados da Embrapa Milho e Sorgo. Um bequer de 50 ml foi utilizado como recipiente medidor e através de uma inspeção visual, foram selecionados os grãos carunchados (danificados por insetos) e íntegros e, portanto, calculados percentualmente em relação ao número total de grãos da amostra.

3.2.4 Perda de peso

No laboratório de Pesquisa para o Controle de Pragas em Grãos Armazenados da Embrapa Milho e Sorgo, foram pesados 100 g de grãos, com aproximadamente 0,001 g. As amostras foram envolvidas em um tecido de filó,

medindo 30 x 30 cm, cuja malha permitiu a entrada e saída dos insetos. O tecido contendo a amostra de grãos foi amarrado com um barbante na sua extremidade, e colocado a 1/3 de profundidade, a partir da base, do recipiente plástico (definido anteriormente) utilizado para o armazenamento das amostras. Em cada avaliação os grãos foram retirados da embalagem de filó, peneirados, para retirar o pó e os insetos pesados e então novamente embalados e acondicionados como feito inicialmente. Foram realizadas quatro avaliações em 0, 60, 90 e 150 dias.

3.2.5 Sanidade de grãos

As análises de sanidade foram determinadas no Laboratório de Patologia de Sementes e Grãos da Embrapa Milho e Sorgo, através do método do Papel de Filtro com congelamento, segundo as recomendações das regras para análise de sementes (Brasil, 1992).

3.2.6 Germinação e vigor

Mesmo em se tratando de grãos, as análises para determinação do vigor e poder germinativo tiveram como objetivo informar sobre a qualidade das sementes, possibilitando observar seu comportamento durante um determinado período de armazenamento.

As amostras de milho foram coletadas logo após a debulha, pesadas em uma balança com precisão de 0,01g, devidamente etiquetadas e identificadas e analisadas no laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Milho e Sorgo aos 0, 90 e 150 dias de armazenagem, conforme as recomendações das regras para análise de sementes (Brasil, 1992).

3.2.7 Composição química

3.2.7.1 Carboidratos

No laboratório de Bromatologia da Embrapa Milho e Sorgo, foram determinados de acordo com a metodologia utilizada para analisar carboidratos totais não estruturais (CTN). Utilizou-se a marcha de Dale Smith, da Universidade de Wisconsin - USA, com adaptações do Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, UFV (Silva, 1981).

3.2.7.2 Lipídeos

Foram determinados de acordo com o método a frio, utilizando-se um extrator Soxhlet, usando éter sulfúrico como solvente, cujo ponto de ebulição foi de 35°, aproximadamente. A extração foi feita em 24 horas, aproximadamente, através dos aparelhos de marca TECNAL e MARCONI do laboratório de Bromatologia da Embrapa Milho e Sorgo (Silva, 1981).

3.2.7.3 Proteína

O conteúdo de proteína foi calculado através da determinação do nitrogênio total de acordo com o método Kjeldahl. O fator de 6,25 foi utilizado para conversão de nitrogênio em proteína, segundo o laboratório de Bromatologia da Embrapa Milho e Sorgo (Silva, 1981; Zagatto, Krug et al, 1981; Nogueira e Souza, 1995).

3.2.7.3.1 Lisina e Triptofano

Foram determinados de acordo com o método adaptado somente para grãos de milho, por pesquisadores responsáveis pela área bioquímica, da Embrapa Milho e Sorgo.

3.3 Análise estatística

3.3.1 Disposição do ensaio no campo e no laboratório

1ª Etapa – Danos mecânicos

Cada amostra foi identificada da seguinte forma:

C 1-2 U₁₋₂ R₁₋₂₋₃₋₄, M, A, B ou C

Em que,

C – cultivar (1 – BR 2121 QPM, 2 – BR 3123 NORMAL),

U – faixa de umidade (18 a 16%; 16 a 14%),

R – repetições (1, 2, 3, 4 repetições),

M – 0 rpm (manual)

A – 700 rpm

B – 600 rpm,

C – 500 rpm.

As amostras foram etiquetadas durante o processo de colheita (colheita manual), de acordo com a disposição do ensaio de campo (Figura 1).

Faixa de umidade: 18 a 16%				Faixa de umidade: 16 a 14%			
1ª linha			M				M
2ª							
3ª							
4ª							
5ª							
1ª linha			A				A
2ª							
3ª							
4ª							
5ª							
1ª linha			B				B
2ª							
3ª							
4ª							
5ª							
1ª linha			C				C
2ª							
3ª							
4ª							
5ª							
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
25 m	25 m	25 m	25 m	25 m	25 m	25 m	25 m

M – 0 rpm (manual), A – 700 rpm, B – 600 rpm, C – 500 rpm.

FIGURA 1 Disposição do ensaio de campo

O milho foi colhido na terceira e quarta linha de cada repetição, a cada 25 m, para cada faixa de umidade, tanto para a variedade BR 2121, quanto para a variedade BR 3123.

2ª Etapa – Desenvolvimento de insetos e fungos

As amostras foram uniformizadas a 13% de umidade, a fim de serem infestadas com *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, nas quais avaliou-se a interação entre insetos e fungos na depreciação das qualidades nutricionais das cultivares de milho, durante um período de armazenamento.

Cada amostra foi identificada da seguinte forma:

C 1-2 I1-2-3-4 R1-2-3,

em que,

C – cultivar (1 – BR 2121 QPM, 2 – BR 3123 NORMAL),

I – nível de infestação (1- 0 inseto, 2- 75 insetos, 3 – 150 insetos,
4 – 300 insetos),

R – repetições (1, 2, 3 repetições).

3.3.2 Delineamento experimental

O experimento foi dividido em duas etapas, segundo a determinação dos esquemas da tomada de dados, para avaliação da interação de danos ocorridos a partir da colheita e na interação com o desenvolvimento de insetos e fungos na depreciação das qualidades nutricionais das cultivares de milho durante o armazenamento.

1ª Etapa – Danos mecânicos

Com o objetivo de avaliar o efeito do dano mecânico em função da cultivar, umidade e método de debulha, foi adotado primeiramente, um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 4 com quatro repetições. Portanto, duas variedades de milho (BR 2121, BR 3123), duas faixas de umidade (18 a 16%, 16 a 14%), e quatro rotações na colhedora-trilhadora (manual, 700 rpm, 600 rpm, 500 rpm), o que representou vinte e quatro tratamentos, com quatro repetições, totalizando 96 parcelas experimentais.

2ª Etapa – Desenvolvimento de insetos e fungos

Nesta etapa, os grãos de milho foram uniformizados a uma umidade de 13%, com a finalidade de manutenção da qualidade das sementes.

Inicialmente, visando determinar a depreciação das qualidades nutricionais do milho QPM durante o armazenamento, adotou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4 x 2 com três repetições. Portanto, duas variedades de milho (BR 2121, BR 3123), quatro níveis de infestação de insetos (0, 75, 150 e 300 casais de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*), duas épocas de armazenamento (0, 90 dias), o que representou dezesseis tratamentos, com três repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

Posteriormente, adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 3 com três repetições, ou seja, duas variedades de milho (BR 2121, BR 3123), dois níveis de infestação de insetos (0, 75, casais de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*), três épocas de armazenamento (0, 90 e 150 dias), o que representou doze tratamentos, com três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parte I – Danos mecânicos

Foi observado, através dos resultados da análise de variância do índice de danos, Tabela 1A, obtidos pela equação estabelecida por Chowdhury e Buchele (1976a), que o dano mecânico presente nos grãos de milho, logo após a colheita, foi afetado significativamente pela cultivar, rotação de debulha e pela

interação destes. As cultivares diferiram entre si, o que não ocorreu quanto ao efeito das faixas de umidade, durante a época de colheita.

Foram constatadas diferenças significativas para o efeito das rotações de debulha durante o processo de colheita. A fim de poder selecionar aquela com menor percentual de danificação, os dados foram analisados a partir de categorias de danos, pertencente a equação mencionada anteriormente, considerando somente as velocidades de 500, 600 e 700 rpm, visto que para 0 rpm (manual), não foram observados grãos danificados.

Conforme a Tabela 2A, foi observada a interação significativa para cultivar e efeito das rotações de debulha, confirmando o comportamento diferenciado entre os fatores e a necessidade de estudá-los separadamente.

Através das análises estatísticas dos resultados, utilizando o teste de Tukey, a 5 % de probabilidade (Pimentel Gomes, 1990), foi possível escolher a rotação que proporcionou menor ocorrência de estragos (Tabela 1).

O dano total é representado pela soma das categorias d2 (dano severo – faltando mais da metade do grão), d3 (dano maior – faltando metade ou menos da metade do grão e trincas no embrião) e d4 (dano pequeno – pequenos estragos). Em uma análise visual, foi constatada uma predominância absoluta de grãos com pequenos estragos, possibilitando o estudo do comportamento de danos totais através, apenas, da categoria d4.

TABELA 1 Valores médios de grãos com pequenos danos (categoriad4), considerando a interação cultivar e rotação de debulha.

ROTAÇÃO (rpm)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
700	28.75 A	18.25 B	23.50 A
600	27.13 A B	23.88 A	25.50 A
500	23.25 B	15.25 B	19.25 B
MÉDIA	26.38 a	19.13 b	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A maior incidência de pequenos estragos (d4) foi observada na cultivar QPM, na rotações de 700 e 600 rpm, enquanto na cultivar Normal, ocorreram, principalmente, em 600 rpm.

Através da análise da categoria d4, pode ser observado, em ambas as cultivares, que a rotação de 500 rpm foi a de menor surgimento de grãos com pequenos estragos.

Para melhor caracterizar a percentagem de grãos sem danos, foi analisada a categoria d5, que nos confirma a escolha da rotação com menor surgimento de danificação.

Através das Tabelas 2 e 3, segundo o percentual de grãos sem danificação, pode-se concluir que a rotação de 500 rpm foi a de melhor resultado, tanto no que se refere a cultivar, quanto a umidade de debulha.

TABELA 2 Valores médios de grãos sem danos (categoria d5), considerando a interação cultivar e rotação.

ROTAÇÃO (rpm)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
700	58.13 B	74.88 A B	66.50 B
600	59.63 B	70.50 B	65.06 B
500	65.88 A	79.38 A	72.63 A
MÉDIA	61.210 b	74.92 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 3 Valores médios de grãos sem danos (categoria d5), considerando a interação rotação e umidade.

ROTAÇÃO (rpm)	UMIDADE		MÉDIA
	18 a 16%	16 a 14%	
700	67.75 A	65.25 B	66.50 B
600	66.25 A	63.87 B	65.06 B
500	69.87 A	75.37 A	72.63 A
MÉDIA	67.96 a	68.17 a	

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

4.1.1 Germinação e vigor

Não houve diferenças significativas entre as faixas de umidade para germinação e vigor em uma análise realizada logo após a colheita. Observou-se, no entanto, significância, entre cultivares e rotações de debulha utilizadas pela colhedora-trilhadora (Tabela 1A).

Os resultados obtidos através de um teste de médias, mostraram inicialmente o efeito da rotação e da cultivar sobre o poder germinativo e o vigor das sementes, na preservação das qualidades dos grãos (Tabela 4).

TABELA 4 Valores médios, em (%), de germinação e vigor, considerando a interação cultivar e rotação.

ROTAÇÃO (rpm)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0*	92.00 A	93.50 A	92.75 A
700	82.00 B	86.88 B	84.44 B
600	78.63 B	84.50 B	81.56 B
500	81.50 B	87.63 B	84.56 B
MÉDIA	83.53 b	88.12 a	
Vigor			
0*	87.38 A	93.25 A	90.31 A
500	58.00 B	69.00 B	63.50 B
600	60.75 B	73.75 B	67.25 B
500	60.38 B	70.38 B	65.38 B
MÉDIA	66.63 b	76.59 a	

* testemunha. Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos mostraram, com bastante evidência, que a cultivar BR 3123 foi a que melhor conservou as características de germinação e vigor, quando comparada à cultivar BR 2121.

4.2 Parte II – Desenvolvimento de insetos e fungos

4.2.1 Teor de umidade

Durante o decorrer das avaliações, monitorou-se o teor de umidade dos grãos, cuja finalidade foi observar se estes se mantiveram dentro em torno de 13% de base seca.

Em grãos colhidos manualmente, a manutenção da umidade foi influenciada significativamente pelo tipo de cultivar, nível de infestação de insetos, tempo de armazenamento e pela interação entre nível de infestação de insetos e tempo de armazenamento (Tabela 3A).

TABELA 5 Valores médios de umidade, em (%), em grãos colhidos e debulhados manualmente, em um período de 90 dias de armazenamento, considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CASAIS DE INSETOS				MÉDIA
	0	75	150	300	
0	13.727 A	13.500 A	13.500 A	13.435 A	13.640 A
90	10.683 B	11.117 B	11.367 B	12.183 B	11.337 B
MÉDIA	12.205 b	12.507 ab	12.433 ab	12.809 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em 90 dias a umidade foi mantida dentro de uma faixa de 11,34 a 13,64%, podendo ser observado um decréscimo da quantidade de água, em todos os níveis de infestação, em função de tempo de armazenamento (Tabela 5).

A Tabela 6 confirma a diminuição do teor de umidade, em dois níveis de infestação, durante 150 dias de armazenamento.

Em grãos colhidos mecanicamente, com 500 rpm de velocidade no cilindro debulhador, selecionado segundo as análises estatísticas da primeira etapa, houve significância quanto ao nível de infestação de insetos, tempo de armazenamento, e na interação entre o tipo de cultivar e o tempo de armazenamento (Tabela 7). A interação entre nível de insetos e tempo de armazenamento, foram fatores limitantes na preservação do teor de umidade dos

grãos de milho, durante o armazenamento, tendo sido observado uma variação de umidade de 11,37 a 13,46% (Tabelas 7 e 8).

TABELA 6 Valores médios de umidade, em (%), em grãos colhidos e debulhados manualmente, em um período de 150 dias de armazenamento, considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CASAIS DE INSETOS		MÉDIA
	0	75	
0	13.335 A	13.322 A	13.328 A
90	10.583 B	11.300 B	10.942 B
150	11.017 B	11.733 B	11.375 B
MÉDIA	11.645 b	12.118 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 7 Valores médios de umidade, em (%), em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, durante 90 dias de armazenamento, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dia)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
0	13.747 A	13.184 A	13.465 A
90	11.325 B	11.417 B	11.371 B
MÉDIA	12.536 a	12.300 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 8 Valores médios de umidade, em (%), em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, durante 90 dias de armazenamento, considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CASAIS DE INSETOS				MÉDIA
	0	75	150	300	
0	13.375 A	13.617 A	13.305 A	13.565 A	13.465 A
90	10.750 B	11.050 B	11.350 B	12.333 B	11.371 B
MÉDIA	12.063 b	12.333 b	12.328 b	12.949 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo a Tabela 4A, em 150 dias de armazenamento, observou-se significância quanto ao tempo de armazenamento e a partir de um teste de médias foi constatada uma redução do percentual de umidade (Tabela 9).

TABELA 9 Valores médios de umidade, em percentagem, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, durante 150 dias de armazenamento, considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CASAIS DE INSETOS		MÉDIA
	0	75	
0	13.375 A	13.617 A	13.496 A
90	10.750 B	11.050 B	10.900 B
150	11.200 B	12.283 B	11.742 B
MÉDIA	11.775 a	12.317 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.2.2 Avaliação do desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*

As avaliações quanto ao desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* foram realizadas em amostras colhidas manual e mecanicamente (500 rpm de velocidade no cilindro debulhador, selecionado segundo as análises estatísticas da primeira etapa), em um período de 150 dias. A primeira registrou um efeito significativo para tipo de cultivar e tempo de armazenamento. A segunda apresentou significância quanto ao nível de infestação e tempo de armazenamento. Para fins estatísticos, foram utilizados apenas dois níveis de insetos, 75 e 150 casais de insetos, durante um período de 150 dias de armazenamento (Tabela 5A).

TABELA 10 Valores médios de *Sitophilus zeamais*, em grãos colhidos e debulhados manual e mecanicamente, durante 150 dias de armazenamento, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Grãos colhidos e debulhados manualmente			
0	113.000 B	113.000 B	113.000 B
90	652.000 B	1232.667 B	942.333 B
150	2706.333 A	4416.500 A	3561.417 A
MÉDIA	1157.111 a	1920.722 a	
Grãos colhidos e debulhados mecanicamente			
0	113.000 B	113.000 B	113.000 B
90	828.167 B	611.333 B	719.750 B
150	2258.833 A	1985.500 A	2122.167 A
MÉDIA	1066.667 a	903.278 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em 150 dias houve um crescimento significativo em relação ao tempo de armazenamento, porém não houve significância quanto a cultivar, apesar da grande diferença numérica (Tabela 10).

Através dos valores médios de grãos colhidos mecanicamente, foi observado um crescimento considerável na população de *Sitophilus zeamais* em um período de 150 dias (Tabela 10). Em insetos secundários, como o *Tribolium castaneum*, independente do processo de colheita, foi verificada a ação dos níveis de infestação dos insetos num período de armazenamento e sua interação dos mesmos (Tabela 5A).

TABELA 11 Valores médios *Tribolium castaneum*, em grãos colhidos e debulhados manual e mecanicamente, durante 150 dias de armazenamento, considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CASAIS DE INSETOS		MÉDIA
	75	150	
Grãos colhidos e debulhados manualmente			
0	76.000 B	150.000 B	113.000 B
90	85.500 B	173.167 B	129.333 B
150	492.667 A	767.167 A	629.917 A
MÉDIA	218.056 b	354.889 a	
Grãos colhidos e debulhados mecanicamente			
0	76.000 B	150.000 B	113.000 B
90	115.500 AB	157.333 B	136.417 B
150	302.333 A	873.667 A	588.000 A
MÉDIA	164.611 b	393.667 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em 150 dias, 150 casais de *Tribolium castaneum* apresentaram maior crescimento populacional quando comparado ao nível de infestação anterior. Os

valores médios de 150 casais de insetos, foram os que apresentaram maior crescimento populacional (Tabela 11).

De acordo com as figuras apresentadas a seguir, é possível visualizar o crescimento populacional do *Sitophilus zeamais* e do *Tribolium castaneum* nas variedades BR 2121 e BR 3123.

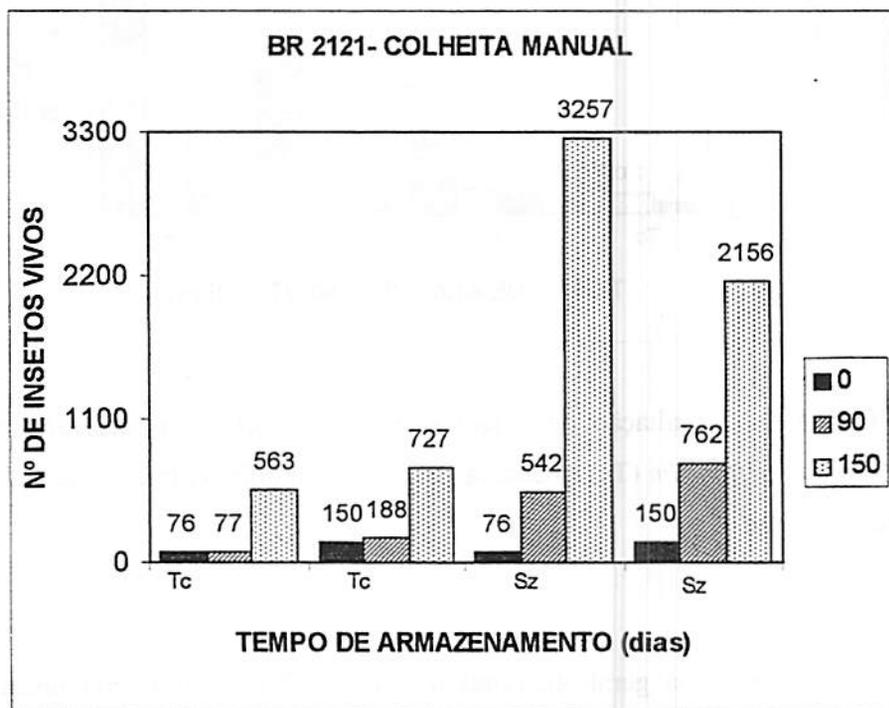


FIGURA 2 – Avaliação do desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* (Sz) e *Tribolium castaneum* (Tc), na cultivar BR 2121, em grãos colhidos e debulhados manualmente.

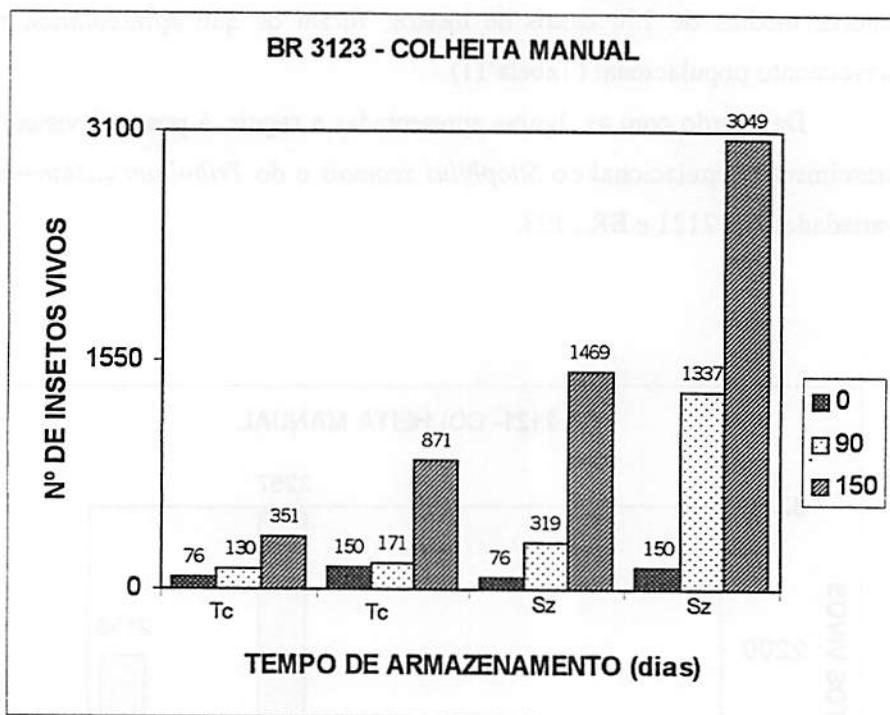


FIGURA 3 – Avaliação do desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* (Sz) e *Tribolium castaneum* (Tc) na cultivar BR 3123, em grãos colhidos e debulhados manualmente.

A tendência geral observada nas figuras 2 e 3, foi o crescimento da população de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, sendo independente da cultivar para o *Tribolium castaneum*. A cultivar BR 2121 produziu mais do dobro do número de insetos no período de 90 dias, entretanto a comparação ficou prejudicada, na avaliação aos 150 dias de armazenamento, devido ao fato de os insetos terem, acidentalmente, escapado dos recipientes onde foram acondicionados.

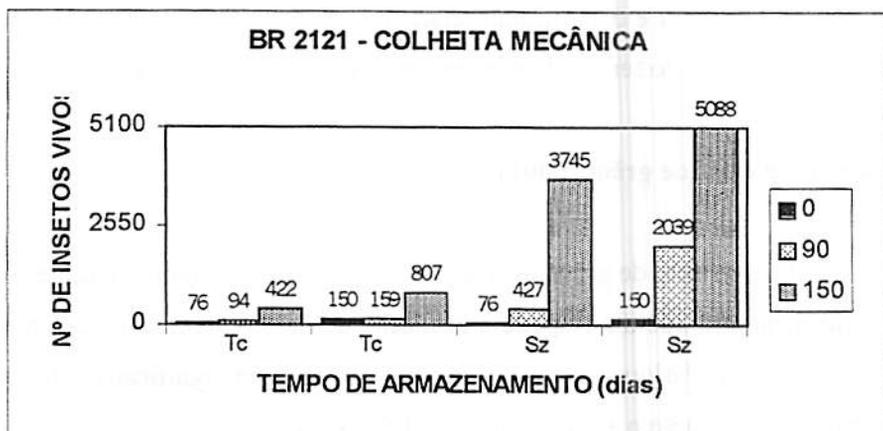


FIGURA 4 – Avaliação do desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* (Sz) e *Tribolium castaneum* (Tc) na cultivar BR 2121 QPM, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente.

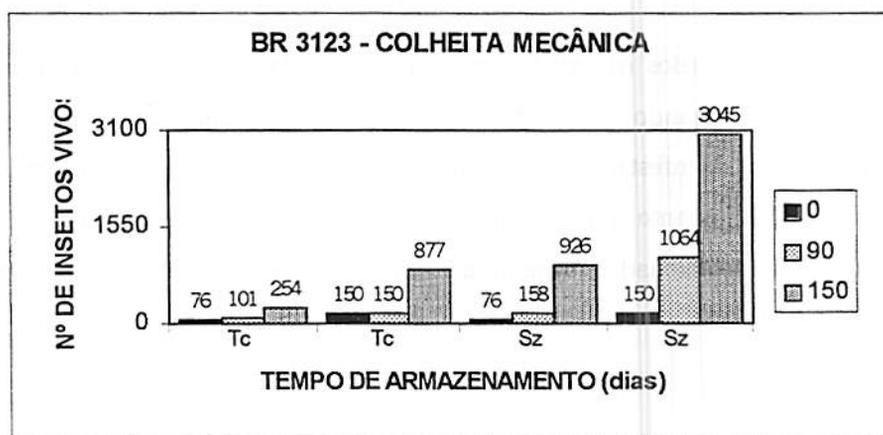


FIGURA 5 – Avaliação do desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* (Sz) e *Tribolium castaneum* (Tc), na cultivar BR 3123, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente.

As figuras 4 e 5 mostraram claramente a tendência do crescimento dos insetos em função do tempo de armazenamento, independente da cultivar.

4.2.3 Percentual de grãos danificados

O percentual de grãos carunchados confirma o comportamento estudado anteriormente no que diz respeito à avaliação do desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* e do *Tribolium castaneum*, através da atuação significativa dos níveis de infestação durante o armazenamento (Tabela 5A).

Notou-se que, a percentagem de grãos infestados foi favorecido pelas mesmas condições que proporcionaram o crescimento populacional dos insetos, desconsiderando o método de colheita utilizado.

4.2.4 Perda de peso

Os resultados das avaliações quanto à perda de peso mostraram efeito significativo, segundo o teste F, a 5 % de probabilidade, quanto ao tipo de cultivar, nível de infestação e tempo de armazenamento, tanto em grãos colhidos manualmente, quanto mecanicamente (500 rpm de velocidade no cilindro debulhador, selecionado segundo as análises estatísticas da primeira etapa) (Tabela 6A).

TABELA 12 Valores médios de perda de peso, em (%), em grãos colhidos e debulhados manualmente, considerando a interação cultivar e nível de infestação, independente do tempo de armazenamento.

CASAIS DE INSETOS	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
75	5.19 A	8.16 A	6.66 A
150	6.27 A	14.22 B	10.16 B
300	13.10 B	19.04 C	16.06 C
MÉDIA	6.14 a	10.36 b	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando-se a interação cultivar e nível de infestação, independente do tempo de armazenamento, observou-se que para a cultivar BR 2121, a perda de peso variou de 5,19 a 13,10% para os níveis de 75 e 300 casais de insetos, respectivamente. Entretanto, para a cultivar BR 3123 o percentual de perda de peso variou de 8,16 a 19,04% para os mesmos níveis de infestação referidos anteriormente. Constatou-se, portanto, que a cultivar QPM a perda de peso foi significativamente menor que na Normal (Tabela 12).

TABELA 13 Valores médios de perda de peso, em (%), em grãos colhidos e debulhados manualmente, em um período de 150 dias, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento, independente dos níveis de infestação.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
60	4.46 AB	6.95 A	5.71 A
90	7.16 B	12.86 B	10.01 B
150	18.81 C	29.84 C	24.33 C
MÉDIA	7.61 a	12.41 b	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

[REDACTED]

Considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento, independente do nível de infestação, observou-se que para a cultivar BR 2121 a perda de peso variou de 4,46 a 18,81%, para o tempo de armazenamento de 60 e 150 dias respectivamente. Entretanto, para a cultivar BR 3123, o percentual de perda de peso foi de 6,95 a 29,84% para os mesmos tempos de armazenamento referidos anteriormente. Constatou-se, portanto, que na cultivar QPM, a perda de peso foi significativamente menor do que a Normal (Tabela 13).

TABELA 14 Valores médios de perda de peso, em (%), em grãos colhidos manualmente, considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento, independente da cultivar.

TEMPO (dias)	CASAI DE INSETOS			MÉDIA
	75	150	300	
60	4.28 B	6.99 B	8.98 C	5.71 C
90	5.09 B	10.80 B	21.49 B	10.01 B
150	24.46 A	30.11 A	40.29 A	24.33 A
MÉDIA	8.46 c	11.98 b	17.69 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento, independente da cultivar, observou-se que a maior perda ocorreu no nível de 300 insetos variando de 8,98 a 40,29% para 60 e 150 dias respectivamente. Constatou-se, portanto, que no nível de 75 casais de insetos, a perda de peso foi significativamente menor do que no de 300, em ambas as cultivares (Tabela 14).

TABELA 15 Valores médios de perda de peso, em (%), em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento, independente da cultivar.

TEMPO (dias)	CASAS DE INSETOS			MÉDIA
	75	150	300	
60	4.05 B	7.71 B	9.11 C	5.81 C
90	4.40 B	12.22 B	18.15 B	9.31 B
150	12.97 A	30.22 A	35.29 A	20.15 A
MÉDIA	5.35 c	12.54 b	15.64 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento, independente da cultivar, observou-se que a maior perda ocorreu no nível de 300 insetos, variando de 9,11 a 15,64% para 60 e 150 dias respectivamente. Constatou-se, portanto, que no nível de 75 casais de insetos, a perda de peso foi significativamente menor do que no de 300, em ambas as cultivares (Tabela 15).

4.2.5 Sanidade de grãos

Pinto (1998), verificou que sementes trincadas foram mais facilmente infectadas por fungos. Selecionou-se, portanto, segundo a etapa anterior, em colheita mecanizada, a rotação de debulha de 500 rpm, como sendo aquela, cuja presença de fraturas e quebras foi mínima, quando comparada com a manual.

Observou-se o comportamento dos grãos durante o processamento, colheita e debulha manual e mecânica, quanto ao surgimento dos fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium moniliforme* e *Penicillium*, durante um período de 90 e 150 dias.

Utilizou-se um fator de correção ($Y' = \sqrt{Y + 1/2}$) (Ostle, 1977), afim de tornar os dados mais homogêneos, facilitando sua interpretação, segundo os critérios adotados.

Em 90 dias, foi observado que, em grãos colhidos manualmente, houve efeito significativo do tempo de armazenamento no surgimento de *Aspergillus* e *Fusarium moniliforme*. De modo geral, houve diferenças significativas entre as cultivares, níveis de infestação de insetos e/ou tempo de armazenamento, podendo ser estudada a interação entre a ação de insetos e fungos na depreciação dos grãos de milho (Tabela 7A).

TABELA 16 Valores médios, em (%) (médias não transformadas) de *Aspergillus*, *Fusarium moniliforme* e *Penicillium* em grãos colhidos e debulhados manualmente, armazenados em 90 dias, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
<i>Aspergillus</i>			
0	1.750 A	1.917 B	1.833 B
90	6.625 A	14.000 A	10.313 A
MÉDIA	4.188 a	7.958 a	
<i>Fusarium noniliforme</i>			
0	31.667 B	53.252 B	42.459 B
90	44.083 A	75.250 A	59.667 A
MÉDIA	37.875 b	64.251 a	
<i>Penicillium</i>			
0	91.67 A	79.17 A	85.417 A
90	96.21 A	73.92 A	85.063 A
MÉDIA	93.93 a	76.542 b	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o milho debulhado manualmente, considerando-se a contaminação por *Aspergillus*, foi observado que para a cultivar BR 2121 não houve aumento significativo na contaminação, ao contrário do que ocorreu na cultivar BR 3123. Entretanto para *Fusarium moniliforme*, houve um crescimento significativo nas duas cultivares, porém a população de fungos *Penicillium* permaneceu a mesma (Tabela 16).

Em grãos colhidos mecanicamente, segundo as análises estatísticas, não houve significância quanto ao efeito de cultivar, nível de infestação e tempo de armazenamento na ocorrência de *Aspergillus*. Os fungos *Fusarium moniliforme* e *Penicillium* apresentaram efeito quanto a cultivar e tempo de armazenamento.

O tempo de armazenamento foi significativo, pois em 90 dias houve maior proliferação de fungos do tipo *Fusarium moniliforme* (Tabela 17).

TABELA 17 Valores médios, em (%) (médias não transformados) de *Fusarium moniliforme* e *Penicillium*, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
<i>Fusarium moniliforme</i>			
0	58.833 A	50.250 A	54.542 B
90	68.167 A	68.625 A	68.396 A
MÉDIA	63.500 a	59.438 a	
<i>Penicillium</i>			
0	89.342 A	71.792 A	80.567 A
90	83.792 B	74.708 A	79.250 A
MÉDIA	86.567 a	73.250 b	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o milho debulhado mecanicamente, não houve diferenças no crescimento de *Fusarium moniliforme* entre as cultivares, mas houveram diferenças significativas no crescimento de *Penicillium* (Tabela 18).

TABELA 18 Porcentagem de ocorrência dos fungos *Aspergillus*, *Fusarium moniliforme* e *Penicillium*, nas variedades híbridas BR 2121 e BR 3123, em função da colheita e debulha manual e mecânica, durante 90 dias de armazenamento.

FUNGOS	BR 2121 – QPM		BR 3123 – NORMAL	
	Manual	Mecânica	Manual	Mecânica
Grãos colhidos e debulhados manualmente				
<i>Aspergillus</i>	4.19	25.98	7.96	19.85
<i>Fusarium</i>	37.87	63.50	64.25	59.44
<i>Penicillium</i>	93.94	86.57	76.54	73.25
Grãos colhidos e debulhados mecanicamente				
<i>Aspergillus</i>	32.917	14.222	23.583	4.667
<i>Fusarium</i>	52.194	39.167	51.139	60.811
<i>Penicillium</i>	85.783	91.000	76.556	77.000

De acordo com a Tabela 18, constatou-se que não houve influência do processo de colheita e debulha no desenvolvimento dos fungos *Aspergillus*, *Fusarium moniliforme* e *Penicillium* nas duas cultivares estudadas.

Para os grãos colhidos e trilhados mecanicamente, houveram diferenças significativas entre cultivar, nível de infestação de inseto, tempo de armazenamento e a interação destes (Tabela 8A).

TABELA 19 Valores médios, em (%), de *Penicillium*, para grãos colhidos e debulhados manualmente, considerando a interação nível de infestação e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CASAS DE INSETOS		MÉDIA
	0	75	
0	80.642 AB	80.542 A	80.592 A
90	71.000 B	87.833 A	79.417 A
150	88.583 A	78.417 A	83.500 A
MEDIA	80.075 a	82.264 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Onde não haviam insetos, o fungo *Penicillium* cresceu significativamente ao longo do tempo de armazenamento, infectando os grãos (Tabela 19).

Foi possível observar, como mostram as Tabelas 20 e 21, que as cultivares não diferiram entre si em relação a fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*, porém diferiu em *Fusarium moniliforme*.

TABELA 20 Valores médios, em (%), de *Aspergillus*, *Fusarium moniliforme* e *Penicillium*, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, armazenados por 150 dias, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
<i>Aspergillus</i>			
0	1.750 B	1.917 A	1.833 B
90	4.250 B	4.333 A	4.292 B
150	36.667 A	7.750 A	22.208 A
MÉDIA	14.222 a	4.667 a	
<i>Fusarium moniliforme</i>			
0	31.667 B	53.250 B	42.458 B
90	36.500 AB	71.583 A	54.042 A
150	49.333 A	57.600 AB	53.467 A
MÉDIA	39.167 b	60.811 a	
<i>Penicillium</i>			
0	85.417 A	85.417 AB	85.417 A
90	79.250 A	91.167 A	85.208 A
150	91.000 A	71.750 B	81.375 A
MÉDIA	85.222 a	82.778 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 21 Valores médios, em (%), de *Fusarium moniliforme*, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, armazenados por 150 dias, de acordo com nível de infestação e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CASAI DE INSETOS		MÉDIA
	0	75	
0	42.458 A	42.458 B	42.458 B
90	51.917 A	56.167 AB	54.042 A
150	39.583 A	67.350 A	53.467 A
MÉDIA	44.653 b	55.325 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para os grãos colhidos e debulhados mecanicamente, observou-se que a população de *Fusarium moniliforme* cresceu significativamente à medida que o nível de ataque de insetos e tempo de armazenamento foram aumentados (Tabela 21).

4.2.6 Germinação e vigor

Em 90 e 150 dias, houve decréscimo da germinação e do vigor tanto em grãos colhidos manualmente, quanto mecanicamente (500 rpm de velocidade no cilindro debulhador, selecionado segundo as análises estatísticas da primeira etapa), em função do tipo de cultivar, nível de infestação de inseto e, tempo de armazenamento (Tabelas 9A e 10A).

TABELA 22 Valores médios, em (%), de germinação e vigor, em 90 dias, em grãos colhidos e debulhados manualmente, armazenados em 90 dias, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0	92.000 A	93.500 A	92.750 A
90	73.917 B	61.250 B	67.583 B
MÉDIA	82.958 a	77.375 b	
Vigor			
0	88.083 A	93.417 A	90.750 A
90	44.583 B	48.083 B	46.333 B
MÉDIA	66.333 a	70.750 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 23 Valores médios, em (%), de germinação e vigor, em 90 dias, em grãos colhidos e debulhados manualmente, considerando a interação cultivar e nível de infestação.

CASAIIS DE INSETOS	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0	90.500 A	94.167 A	92.333 A
75	85.333 A B	85.500 A	85.417 A
150	80.333 A B	66.333 B	73.333 B
300	75.667 B	63.500 B	69.583 B
MÉDIA	82.958 a	77.375 b	
Vigor			
0	82.000 A	93.167 A	87.583 A
75	69.167 B	77.667 B	73.417 B
150	62.667 B	56.000 C	59.333 C
300	51.500 C	56.167 C	53.833 C
MÉDIA	66.333 a	70.750 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para os grãos colhidos e debulhados manualmente, a germinação da cultivar BR 2121 foi significativamente menos afetada que a cultivar BR 3123 tanto para o tempo de armazenamento de 90 dias, quanto para níveis de infestação, entretanto todos esses fatores não tiveram influência no vigor (Tabelas 22 e 23).

TABELA 24 Valores médios, em (%), de germinação e vigor, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0	76.750 A	89.667 A	83.208 A
90	52.917 B	59.000 B	55.958 B
MÉDIA	64.833 b	74.333 a	
Vigor			
0	60.000 A	75.583 A	67.792 A
90	26.417 B	41.167 B	33.792 B
MÉDIA	43.208 B	58.375 A	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 25 Valores médios, em (%), de germinação e vigor, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, considerando a interação cultivar e nível de infestação.

CASAS DE INSETOS	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0	77.500 A	88.000 A	82.750 A
75	69.167 AB	80.833 AB	75.000 A
150	58.333 B	68.667 B	63.500 B
300	54.333 B	59.833 C	57.083 B
MÉDIA	64.833 b	74.333 a	
Vigor			
0	56.000 A	67.500 A	61.750 A
75	44.167 AB	58.167 A	51.167 AB
150	36.167 B	55.667 A	45.917 B
300	36.500 B	52.167 A	44.333 B
MÉDIA	43.208 B	58.375 A	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para os grãos colhidos e debulhados mecanicamente, tanto a germinação quanto o vigor da cultivar BR 2121 foi significativamente mais afetada pelo tempo de armazenamento e pelo nível de infestação, durante 90 dias (Tabelas 24 e 25).

TABELA 26 Valores médios, em (%), de germinação e vigor, em grãos colhidos e debulhados manualmente, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0	93.000 A	94.500 A	93.750 A
90	82.833 B	85.167 A	84.000 B
150	59.833 C	53.167 B	56.500 C
MÉDIA	78.556 a	77.611 a	
Vigor			
0	88.167 A	94.167 A	91.167 A
90	63.000 B	76.667 B	69.833 B
150	47.500 C	47.167 C	47.333 C
MÉDIA	66.222 b	77.667 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 27 Valores médios, em porcentagem, de germinação e vigor, armazenados em 150 dias, em grãos colhidos e debulhados manualmente, considerando a interação cultivar e nível de infestação.

CASAS DE INSETOS	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0	89.222 A	93.667 A	91.444 A
75	67.889 B	61.556 B	64.722 B
MÉDIA	78.556 a	77.611 a	
Vigor			
0	82.556 A	91.222 A	86.889 A
75	49.889 B	54.111 B	52.000 B
MÉDIA	66.222 b	72.667 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para grãos colhidos e debulhados manualmente, verificou-se que não houve diferenças na germinação em função do tempo de armazenamento e nível de infestação para ambas as cultivares estudadas. Ao contrário do efeito sobre o vigor na qual a cultivar BR 2121 foi significativamente mais afetada (Tabelas 26 e 27).

TABELA 28 Valores médios, em (%), de germinação e vigor, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0	78.333 A	90.167 A	84.250 A
90	68.333 A	78.667 A	73.500 A
150	48.500 B	57.833 B	53.167 B
MÉDIA	65.056 b	75.556 a	
Vigor			
0	58.500 A	72.333 A	65.417 A
90	41.667 B	53.333 B	47.500 B
150	30.500 B	36.167 C	33.333 C
MÉDIA	43.556 b	53.944 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 29 Valores médios, em (%), de germinação, em grãos colhidos e debulhados mecanicamente, considerando a interação cultivar e nível de infestação.

CASAS DE INSETOS	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Germinação			
0	74.667 A	86.667 A	80.667 A
75	55.444 B	64.444 A	59.944 B
MÉDIA	65.056 b	75.556 a	
Vigor			
0	54.667 A	65.222 A	59.944 A
75	32.444 B	42.667 B	37.556 B
MÉDIA	43.556 b	53.944 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para grãos colhidos e debulhados mecanicamente, houve efeito significativo para germinação e vigor em função do tempo de armazenamento e nível de infestação para ambas as cultivares estudadas (Tabelas 28 e 29).

4.2.7 Composição química

4.2.7.1 Carboidrato

O teor de carboidrato sofreu aumento significativo em cada cultivar, em função do tempo de armazenamento. A interação entre cultivar e tempo de armazenamento também foi significante. O nível de infestação de insetos influenciou significativamente o teor de carboidratos somente quando considerado o tempo de armazenamento de 150 dias, tanto para amostras colhidas manual ou mecanicamente (500 rpm de velocidade no cilindro debulhador, selecionado segundo as análises estatísticas da primeira etapa) (Tabela 11A e 12A).

O teor de carboidratos não foi influenciado negativamente pelo tempo de armazenamento, até pelo contrário. Embora não se tenha uma explicação científica neste momento, observou-se um acréscimo no teor de carboidratos no final de 90 dias de armazenamento, tanto para grãos colhidos manualmente quanto mecanicamente (Tabela 30).

TABELA 30 Valores médios de carboidrato, em grãos colhidos e debulhados manual e mecanicamente, de acordo com cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Grãos colhidos e debulhados manualmente			
0	63.667 B	63.467 B	63.567 B
90	66.142 A	68.892 A	67.517 A
MÉDIA	64.904 b	66.179 a	
Grãos colhidos e debulhados mecanicamente			
0	63.400 B	62.900 B	63.150 B
90	66.058 A	69.533 A	67.796 A
MÉDIA	64.729 b	66.217 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 31 Valores médios de carboidrato em grãos colhidos e debulhados manualmente, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
Grãos colhidos e debulhados manualmente			
0	63.667 B	63.467 C	63.567 C
90	65.617 A	69.533 A	67.575 A
150	64.683 AB	67.267 B	65.975 B
MÉDIA	64.656 b	66.756 a	
Grãos colhidos e debulhados mecanicamente			
0	63.400 B	62.900 C	63.150 C
90	67.083 A	70.250 A	68.667 A
150	64.567 B	68.317 B	66.442 B
MÉDIA	65.017 b	67.156 a	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O teor de carboidratos não foi influenciado negativamente pelo tempo de armazenamento, até pelo contrário. Embora não se tenha uma explicação

científica neste momento, observou-se um acréscimo no teor de carboidratos no final de 150 dias de armazenamento, tanto para grãos colhidos manualmente ou mecanicamente (Tabela 31).

4.2.7.2 Lipídeos

O teor de lipídeos não foi influenciado pelo sistema de colheita, período de armazenamento, nível de infestação e nem quanto às respectivas interações. Apenas foi significativa no que diz respeito a cultivar, destacando-se o milho de qualidade protéica (Tabelas 11A, 12A, 32).

TABELA 32 Valores médios de teor de lipídeos em duas variedades de milho, em grãos colhidos manual ou mecanicamente, em um período de até 150 dias de armazenamento.

CULTIVAR	COLHEITA e DEBULHA - TEMPO DE ARMAZENAMENTO (dias)			
	MANUAL		MECÂNICA	
	90	150	90	150
BR 2121	5.567 A	5.504 A	5.302 A	5.146 A
BR 3123	4.254 B	4.097 B	4.122 B	3.951 B

4.2.7.3 Proteína

Houve redução significativa do teor de proteína em função do tipo de cultivar e do tempo de armazenamento e a interação destes, para grãos colhidos e debulhados manual e mecanicamente, armazenados por 90 e 150 dias (Tabela 11A e 12A).

TABELA 33 Valores médios, em (%), de proteínas, em grãos de milho colhidos e debulhados manualmente, considerando a interação cultivar e tempo de armazenamento.

TEMPO (dias)	CULTIVAR		MÉDIA
	BR 2121	BR 3123	
0	8.113 B	6.857 A	7.485 B
90	9.138 A	6.896 A	8.017 A
MÉDIA	8.626 a	6.876 b	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O teor médio de proteína não foi influenciado negativamente pelo tempo de armazenamento, até pelo contrário, houve um aumento da cultivar BR 2121. Embora não se tenha uma explicação científica no momento, observou-se um acréscimo do teor de proteínas no final de 90 dias de armazenamento, para grãos colhidos e debulhados manualmente (Tabela 33).

TABELA 34 Valores médios, em (%), de proteína em duas cultivares, em grãos colhidos manual ou mecanicamente, em um período de até 150 dias de armazenamento.

CULTIVAR	COLHEITA e DEBULHA - TEMPO DE ARMAZENAMENTO (dias)			
	MANUAL		MECÂNICA	
	90	150	90	150
BR 2121	8.626 A	8.677 A	8.938 A	8.845 A
BR 3123	6.876 B	6.656 B	6.807 B	6.602 B

Foi detectada, entretanto, diferença significativa no teor de proteína entre as cultivares tanto para a colheita manual quanto para a mecânica (Tabela 34).

Triptofano e Lisina

Utilizou-se um fator de transformação $Y' = 1/y$, (Ostle, 1977), a fim de facilitar a interpretação da análise de variância dos dados, segundo os critérios adotados (Tabelas 11A e 12A).

TABELA 35 Valores médios, em (%), do teor de triptofano (valores não transformados) em duas variedades de milho, em grãos colhidos e debulhados manual ou mecanicamente.

CULTIVAR	COLHEITA e DEBULHA – TEMPO DE ARMAZENAMENTO (dias)			
	MANUAL		MECÂNICA	
	90	150	90	150
BR 2121	0.065 A	0.068 A	0.067 A	0.068 A
BR 3123	0.031 B	0.034 B	0.033 B	0.038 B

TABELA 36 Valores médios, em (%), do teor de lisina, em duas variedades de milho, em grãos colhidos e debulhados manual ou mecanicamente.

CULTIVAR	COLHEITA e DEBULHA – TEMPO DE ARMAZENAMENTO (dias)			
	MANUAL		MECÂNICA	
	90	150	90	150
BR 2121	0.301 A	0.310 A	0.339 A	0.322 A
BR 3123	0.159 B	0.167 B	0.162 B	0.181 B

Não houve comprometimento dos teores de lisina e triptofano ao longo do período de armazenamento. A diferença entre as cultivres é devida a natureza da composição química naturalmente existente entre elas (Tabela 35 e 36).

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho foi realizado na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas - MG, nos laboratórios de Análise Foliar, Análise de Sementes, Automação Agropecuária, Bromatologia, Patologia de Sementes e Grãos, Pesquisa para o Controle de Pragas e Grãos Armazenados.

Foram utilizados duas cultivares híbridas de milho, BR 2121, QPM (Quality Protein Maize) e BR 3123, Normal, com o objetivo de estudar danos mecânicos, conseqüentes de colheita manual e mecânica, quando submetidos ao armazenamento por um período de 150 dias. Amostras foram utilizadas a fim de avaliar o comportamento da umidade, desenvolvimento do *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, percentual de grãos danificados, perda de peso, ocorrência de fungos, germinação e vigor e composição química dos grãos quanto a alterações no teor de carboidratos, lipídeos e proteínas dando ênfase aos aminoácidos, lisina e triptofano.

A cultivar QPM foi a que sofreu maior dano quando submetida à debulha mecânica do que a Normal, independente da faixa de umidade. A velocidade de 500 rpm do cilindro debulhador foi aquela que causou menor dano ao grão, aproximando-se mais das condições ideais apresentadas pela testemunha.

A germinação e o vigor, logo após a colheita e debulha, diferiram quanto à cultivar e rotação, onde a cultivar Normal sofreu menores danos e a rotação de 500 rpm foi aquela que preservou melhor estas características.

Durante o armazenamento, grãos colhidos e debulhados manual ou mecanicamente, apresentaram uma variação na faixa de umidade, em função da cultivar e nível de infestação estudados. Os níveis mais altos mantiveram as amostras com, aproximadamente, 12%, oscilando entre 11 e 13%, tanto em 90, quanto em 150 dias.

Quanto ao desenvolvimento de insetos primários e secundários, a cultivar QPM favoreceu o crescimento dos mesmos, independente do método de colheita e debulha. Este comportamento refletiu no percentual de grãos carunchados.

A cultivar QPM apresentou menor perda de peso do que a Normal, durante o armazenamento, independente do método de colheita e debulha.

Quanto ao surgimento dos fungos *Aspergillus*, *Fusarium moniliforme* e *Penicillium*, a cultivar QPM sofreu maior ocorrência de fungos, estando, conseqüentemente, mais suscetíveis à contaminação fúngica.

A germinação e o vigor, durante o armazenamento, diminuíram, porém apresentaram comportamento semelhante, sendo a cultivar Normal ligeiramente inferior, somente quanto a germinação em grãos colhidos e debulhados manualmente.

Quanto à composição química, carboidratos, lipídeos e proteínas (lisina e triptofano), não foi detectada influência negativa tanto quanto a danos mecânicos, níveis de infestação e tempo de armazenamento nas cultivares estudadas.

Conclui-se, então, que a cultivar BR 2121, QPM, ainda necessita de melhorias em suas características tecnológicas, pois ainda está mais susceptível ao ataque de fungos e insetos, à danificação mecânica, à perdas de germinação e vigor, em relação à Normal, embora não tenha sofrido alterações quanto a qualidade nutricional durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, J.M. Weight loss caused development of *Sitophilus zeamais*. Mostch. in maize. *Journal Stored Product*. v.12, p.269-272, 1976.
- AYRES, G.A., BABCOCK, C.E., e HULL, D.O. Com combine field performance in Iowa. In: **GRAIN DAMAGE SYMPOSIUM, 1972**, Columbus. *Proceeding...*, Columbus: Ohio State University. 1972. p.12-28.
- BAKER, J.E. Differential net food tilization by larvae of *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus granarius*. *Journal Insect Physiology*, v.20, p.1937-1942, 1974.
- BAKER, J.E. Nitrogeous excretory products of adults of *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus granarius*. *Comp. Biochemistry Physiology*, v.53, n.1, p.107-109, 1976.
- BEESON, W.M.; PICKETT, R.A.; MERTZ, E.T.; CROMWELL, G.L.; NELSON, O.E. Nutricional value of high lysine corn. Purdue: Purdue University. p.1-8, 1966.
- BITRAN, E.A.; MELLO, E.J.R. Prejuizos causados pelo gorgulho *Sitophilus zeamais* em milho armazenado. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DO MILHO, 9, 1972, Anais...**, 1972. p.102-104.
- BOYER, C.D. e SHANNON, J.C. Carbohydrates of the kernel. In: WATSON, S.A. **Corn: Chemistry and Technology**. 3.ed. Minessota: American Association of Cereal Chemists, 1994. p.253-269.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF. 1992. 365p.
- BYG, D.M.; HALL, G.E. Corn losses and kernel damage when field shelling corn. In: **REUNIÃO ANUAL DA AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURE ENGINEERS, 1967**, St. Joseph. *Anais...* St. Joseph: ASAE, 1967. 9p.
- CAMPOS, T.B.; BITRAN, E.A. Danos causados por gorgulhos ao milho ensacado. *Ciência e Cultura*, v.27, n.7, 1975, p.610.



- CHOWDHURRY, M.H.; BUCHELE, W.F. Effects of the operating parameters of the rubber roller sheller. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.18, n.3, p.482-486, 1975.
- CHOWDHURRY, M.H.; BUCHELE, W.F. Colorimetric determination of grain damage. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.19, n.3, p.807-808, 1976.
- CHOWDHURRY, M.H.; BUCHELE, W.F. Effects of different bio-parameters for colorimetric evaluation of grain damage. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.19, n.6, p.1019-1021, 1976a.
- DIMLES, R.J. Report on kernel structure on wet milling of high lysine corn. **Procedures High Lysine Corn Conference**. Purdue Univ., p.121-127, 1966.
- EARLE, F.R.; CURTIS, J.J.; HUBBARD, J.E. Composition of the component parts of the corn kernel. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.23, p.504-511, 1946.
- EMBRAPA MILHO E SORGO. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**. Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS, 1994. 342 p.
- GOMES, H.S.; SANTOS, J.P. Infestacion y dano del Sitophilus zeamais em diez genótipos de mais. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.19, n.1, p.6-9, 1993.
- GENEL, M.A.; BARNES, D. Los insectos e sus daños a los granos almacenados. **Foll. Miscelaneous.**, v.6, p.1-39, 1958.
- GUIMARÃES, P.E.O.; LOPES, M.A.; GAMA, E.E.G. et al. Quality Protein Maize Improvement at the National Maize and Sorghum Research Center CNPMS/EMBRAPA/BRAZIL. In: LARKINS, B.A.; MERTZ, E.T. **Quality Protein Maize: 1964-1994**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1994, p.1-3.
- GUIMARÃES, P.E.O.; LOPES, M.A. Melhoramento da qualidade protéica do milho. **Óleos & Grãos**, v.23, p.45-48, 1995.
- GUPTA, P.D.; SINHA, R.N. Excretion and its products in some stored-grain-infesting beetles. **Entomology Society. American.**, v.52, n.5, p.632-638, 1960.

- HALL, D.W. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. Roma: FAO, 1971, 400 p.
- HALL, G.E. Damage during handling of shelled corn and soybean. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.17, n.2. p.335-338, 1974.
- IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1997.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. Milho. Florianópolis, 1996, 72 p. (Estudo de Economia e Mercado de Produtos Agrícolas, 4).
- JOHNSON, W.H.; LAMP, B.J Principles, Equipament and Systems for Corn Harvesting. Ohio: Agricultural Consulting Associates, 1966. 370 p.
- LÁZZARI, F. A. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. Curitiba: ed. do Autor. 1993, 140 p.
- LeFORD, D.R.; RUSSEL, W.A. Evaluation of physical grain quality in the BS17 e BS1(HS) C1 synthetics of maize. Crop Science, v.25, p.471-476, 1985.
- MANTOVANI, B.H.M.; OLIVEIRA, A.C.; MANTOVANI, E.C. Avaliação de danos mecânicos em grãos de milho, durante a colheita mecânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 8, 1978. Anais..., Botucatu, p.116-155, 1978.
- MANTOVANI, E.C. A colheita mecânica do milho. In: FUNDAÇÃO CARGIL. Colheita mecânica, secagem e armazenamento do milho. Campinas, 1989, p.1-24.
- MERTZ, E.T.; BATES, L.S.; NELSON, O.E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Science, v.145, p.279-280, 1963.
- MERTZ, E.T. Thirty years os Opaque-2 maize. In: LARKINS, B.A.; MERTZ, E.T. Quality Protein Maize: 1964-1994. Sete Lagoas: EMBRAPA MILHO E SORGO, 1994, p.1-3
- MOSHENIN, N.M. Physical Properties of Plant and Animal Materials. 1977, 733p.

- NEUKON, H.; BÜCHI, W.** Industrial utilization of maize. In: **CIBA-GEIGY AGROCHEMICALS. Maize.** Switzerland, 1979, p.95.
- NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B.** Determinação espectrofotométrica de nitrogênio em amostras digeridas de plantas em sistema de análise por injeção de fluxo. **Revista Química Nova**, 1995, 75 p.
- OSTLE, B.** **Estadística Aplicada.** México: Limusa, 1977, 629p.
- PAES, M.C.D.** Perspectivas Nutricionais do Milho de Alta Qualidade Protéica. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY PROTEIN MAIZE. Improvement and Use**, 1994. **Proceeding...**, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1994, 16 p.
- PARKIN, E.A.** Stored product entomology. **American Review Entomology**, v.1, p.223-240, 1956.
- PAULSEN, M.R.; HILL, L.D.; WHITE, G.F. et al.** Breakage susceptibility of corn-belt genotypes. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.26, n.6, p.1830-1836, 1983.
- PAULSEN, M.R.; NAVE, W.R.** Corn damage from conventional and rotary combines. **Transactions of the ASAE**, v.23, n.5, p.1110-1116, 1980.
- PEDERSEN, J.R.** Insects: identification, damage and detection. **Cereal Chemists**, St. Paul, p.435-491, 1992.
- PEIXOTO, M.J.V.V.D.; PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G. et al.** Perspectiva de Utilização de Milhos de Alta Qualidade Protéica no Brasil. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v.14, n.165, p.23-34, 1990.
- PIERCE, R.O.; HANNA, M.A.** Corn kernel damage during on farm handling. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.36, n.1, p.239-241, 1985.
- PIMENTEL GOMES, F.** **Curso de estatística experimental.** Piracicaba: Nobel, 1990, 468 p.
- POPOVIC, R.; MILICEVIC, M.** Effect of processing on pericarp injuries in maize seeds. **Informatsionnyil Byulleten po kukuruze.** Inst. Za kukuruz. Zemun Polje, Belgrado, Yugoslávia, v. 6, p.257-268, 1987.

- PUZZI, D.** Abastecimento e armazenamento de grãos. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603 p.
- PINTO, N.F.J.A.** Patologia de Sementes. Circular Técnica, 29. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1998, 44 p.
- SÁ, N.G. de.** Nutrição e Dietética. 5.ed. São Paulo, 1984, 174 p.
- SANTOS, J.P.; MANTOVANI, E.C.** Perdas de grãos na cultura do milho; pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento. Circular Técnica, 24. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1997, 40 p.
- SAUL, R.A.; STEELE, J.L.** Why damage shelled corn costs more to dry. *Agricultural Engineer.*, v.47, n.6, p.326-337, 1966.
- SILVA, D.J. de.** Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, 1981, 166 p.
- SIMONS, P.** An outline of recent progress in stored-product entomology. *Journal Economic Entomology*, v.57, n.1, p.2931, 1966.
- SINGH, N.B.; SINHA, R. N.** Carbohydrate, lipid and protein in the developmental stages of *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) *Entomology Society American*, v. 70, n.1, p.107-111, 1977.
- STEELE, J.L.; SAUL, R.A.; HUKILL, W. V.** Deterioration of shelled corn as measured by carbon dioxide production. *Transactions of the ASAE, St. Joseph*, v.12, p.685-689, 1969.
- STOREY, C.L.** Effect and control of insects affecting corn quality. *Corn Chemists and Technology*, Kansas: Agricultural Research Service, p.18-199, 1987.
- STROSHINE, R.L.; YANG, X.** Effects of hybrid and grain damage on estimation dry matter loss high-moisture shelled corn. *Transactions of the ASAE, St. Joseph*, v.33, n.4, p.1291-1298, 1990.
- WATSON, S.A.** Corn and Sorghum starches: Productions. In: **WHISTLER, R.L.; BeMILLER, J.N.; PASCHALL, E.F.** *Starch: Chemistry and Technology*, 2.ed., Orlando: Academic Press, 1984, p.417-468.

- WATSON, S.A. Measurement and Maintenance of Quality. In: WATSON, S.A. Corn: Chemistry and Technology. 3.ed. Minnessota: American Association of Cereal Chemists, 1994. p.125-168.**
- WEBER, E.J. The lipids of corn germ and endosperm. Journal American Oil Chemists. Society., v.56, p.637-641, 1979.**
- WEBER, E.J. Lipids of the kernel. In: WATSON, S.A. Corn: Chemistry and Technology. 3.ed. Minnessota: American Association of Cereal Chemists, 1994. p.311-342.**
- WIGGLESWORTH, V.B. The principles of insect physiology. London: Chapman and Hall, 1972, 827 p.**
- WILKE, W.F.; MERONUCK, R.A.; MOREY, R.V. et al. Storage life of sheleed corn treated with a fungicide. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.36, n.6, p.1854-1854, 1993.**
- WILSON, C.M. Proteins of the kernel. In: WATSON, S.A. Corn: Chemistry and Technology. 3.ed. Minnessota: American Association of Cereal Chemists, 1994. p.273-305.**
- ZAGATTO, E.A., KRUG, F.J. et al. Manual de análises de plantas e águas empregando sistemas de injeção de fluxo. Piracicaba: USP/Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 1981, 1**

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A	Resumo das análises de variância dos resultados obtidos da equação de índice de danos id (incluindo a rotação de 0 rpm), germinação e vigor 73
TABELA 2A	Resumo das análises de variância dos resultados obtidos da equação de índice de danos id (excluindo a rotação de 0 rpm), germinação e vigor 73
TABELA 3A	Resumo das análises de variância de valores de umidade de grãos, colhidos manual e mecanicamente, durante um período de 90 dias de armazenagem. 74
TABELA 4A	Resumo das análises de variância de valores de umidade de grãos, colhidos manual e mecanicamente, durante um período de 150 dias de armazenagem..... 74
TABELA 5A	Resumo das análises de variância do número de <i>Sitophilus zeamais</i> (Sz) e <i>Tribolium castaenum</i> (Tc) vivos, e percentual de grãos carunchados (%G), em grãos, colhidos manual e mecanicamente, armazenados por um período de até 150 dias. 75
TABELA 6A	Resumo das análises de variância dos resultados de perda de peso, em grãos colhidos manual e mecanicamente, após 150 dias de armazenamento. 76
TABELA 7A	Resumo das análises de variância dos resultados de sanidade de grãos, quanto a ocorrência de <i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> e <i>Penicillium</i> , após 90 dias de armazenamento, em grãos colhidos manual e mecanicamente..... 77
TABELA 8A	Resumo das análises de variância dos resultados de sanidade de grãos, quanto a ocorrência de <i>Aspergillus</i> ,

	<i>Fusarium moniliforme</i> e <i>Penicillium</i> , após 150 dias de armazenamento, em grãos colhidos manual e mecanicamente.....	78
TABELA 9A	Resumo das análises de variância dos valores de germinação e vigor dos grãos, colhidos manual e mecanicamente, durante um período de 90 dias de armazenagem.	79
TABELA 10A	Resumo das análises de variância dos valores de germinação e vigor dos grãos, colhidos manual e mecanicamente, durante um período de 150 dias de armazenagem.	79
TABELA 11A	Resumo das análises de variância da composição química dos grãos, no que diz respeito ao conteúdo de carboidratos (C), lipídeos (L), proteínas (P), lisina (lis) e triptofano (trip), em amostras colhidas manual e mecanicamente e armazenadas durante 90 dias.	80
TABELA 11A	Resumo das análises de variância da composição química dos grãos, no que diz respeito ao conteúdo de carboidratos (C), lipídeos (L), proteínas (P), lisina (lis) e triptofano (trip), em amostras colhidas manual e mecanicamente e armazenadas durante 150 dias.	81

TABELA 1A Resumo das análises de variância dos resultados obtidos da equação de índice de danos (I) (incluindo a rotação de 0 rpm), germinação e vigor.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Índice de danos	Germinação	Vigor
Cultivar	1	242.581*	337.641*	1590.016*
Umidade	1	0.856	0.016	244.141
Cultivar x Umidade	1	0.123	1.266	118.266
Rotação	3	263.040*	371.432*	2525.016*
Cultivar x Rotação	3	24.476*	18.182	36.016
Umidade x Rotação	3	1.074	212.307	124.891
Cult. X Umid. x Rot.	3	4.998	16.557	165.266
Erro	48	2.181	15.182	67.984
TOTAL	63			

Índice de danos: CV 9,16%; germinação: CV 4,54% ; vigor: CV 11,51%.

TABELA 2A Resumo das análises de variância dos resultados obtidos da equação de índice de danos (I) (excluindo a rotação de 0 rpm), % de dano pequeno (d4), % de grãos sem danos (d5).

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Índice de danos	% dano pequeno	% sem dano
Cultivar	1	310.592*	630.750*	2255.021*
Umidade	1	0.227	0.750	0.521
Cultivar x Umidade	1	1.367	65.333*	38.521
Rotação	2	15.346*	163.000*	258.063*
Cultivar x Rotação	2	2.513	54.250*	34.646
Umidade x Rotação	2	7.437	76.750*	84.021*
Cult. x Umid. x Rot.	2	1.339	18.583	2.771
Erro	36	2.888	15.417	17.493
TOTAL	47			

Índice de dano: CV 9,38%; % dano pequeno: CV 17,26%; % sem dano: CV 6,15%.

TABELA 3A Resumo das análises de variância de valores de umidade de grãos, colhidos manual e mecanicamente, durante um período de 90 dias de armazenagem.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Manual	Mecânica
Cultivar	1	1.264*	0.665
Inseto	3	0.746*	1.696*
Cultivar x Inseto	3	0.080	0.018
Tempo armazenamento	1	63.595*	52.647*
Cultivar x Tempo arm.	1	0.165	1.284*
Inseto x Tempo arm.	3	1.910*	1.268*
Cult. x Inseto x T. arm.	3	0.023	0.071
Erro	32	0.187	0.269
TOTAL	47		

Manual: CV 3,46%; Mecânica: CV 4,17%.

TABELA 4A Resumo das análises de variância de valores de umidade de grãos, colhidos manual e mecanicamente, durante um período de 150 dias de armazenagem.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Manual	Mecânica
Cultivar	1	0.723	0.001
Inseto	1	2.016*	2.641
Cultivar x Inseto	1	0.001	0.342
Tempo armazenamento	2	19.399*	21.048*
Cultivar x Tempo arm.	2	0.250	0.659
Inseto x Tempo arm.	2	0.533	0.663
Cult. x Inseto x T. arm.	2	0.002	0.353
Erro	24	0.294	0.799
TOTAL	35		

Manual: CV 4,56%; Mecânica: CV 7,42%.

TABELA 5A Resumo das análises de variância do número de *Sitophilus zeamais* (Sz) e *Tribolium castaenum* (Tc) vivos, e percentual de grãos carunchados (%G), em grãos colhidos manual e mecanicamente, armazenados por um período de até 150 dias.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Manual			Mecânica		
		Sz	Tc	%G	Sz	Tc	%G
Cultivar	1	5247917.361*	1308.028	361.063	240263.361	5353.361	121.477
Inseto	1	1233210.250	190241.361*	4444.313*	8328034.028*	472198.028*	5542.848*
Cultivar x Inseto	1	33678084.694	7656.250	92.116	45724.694	2686.694	75.829
Tempo armazenamento	2	38877937.583*	1036106.583*	33587.282*	12743337.528*	860201.694*	36763.588*
Cultivar x Armaz.	2	2268807.028	765.028	164.224	62460.028	1568.028	21.545
Inseto x Armaz.	2	671178.083	37646.861	788.159*	2365632.028	264372.694*	1738.368*
Cult. x Ins. x Armaz.	2	1126371.194	15280.750	236.410	90893.861	2609.694	53.196
Erro	24	981605.694	11045.111	109.812	833403.250	20445.250	27.446
TOTAL	35						

Manual Sz: CV 64,38%; Tc: CV 36,15%; %G: CV 19,03%. Mecânica Sz: CV 92,68%; Tc: CV 51,22%; %G: CV 10,76%.

TABELA 6A Resumo das análises de variância dos resultados de perda de peso, em grãos colhidos manual e mecanicamente, após 150 dias de armazenamento.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Manual	Mecânica
Cultivar	1	551.665*	5.461
Inseto	3	1043.894*	981.294*
Cultivar x Inseto	3	68.721*	13.883
Tempo armazenamento	3	2589.329*	1723.459*
Cultivar x Tempo arm.	3	135.982*	1.075
Inseto x Tempo arm.	9	319.245*	269.906*
Cult. x Inseto x T. arm.	9	28.049	3.943
Erro	64	17.935	15.822
TOTAL	95		

Manual: CV 4,70%; Mecânica: CV 4,36%.

TABELA 7A Resumo das análises de variância dos resultados de sanidade de grãos, quanto a ocorrência de *Aspergillus*, *Fusarium moniliforme* e *Penicillium* após 90 dias de armazenamento, em grãos colhidos manual e mecanicamente.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios				
		Manual			Mecânica	
		<i>Aspergillus</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>
Cultivar	1	2.737	43.178*	3631.380*	0.396	2128.003*
Inseto	3	3.353	0.726	82.769	2.661	142.492
Cultivar x Inseto	3	0.754	1.285	166.727	0.229	86.430
Tempo armazenamento	1	21.511*	14.968*	1.505	7.725*	20.803
Cultivar x Tempo arm.	1	1.574	0.642	287.630*	1.130	215.053
Inseto x Tempo arm.	3	3.353	0.725	82.769	2.661	145.796
Cult. x Inseto x T. arm.	3	0.754	1.285	166.727	0.229	87.841
Erro	32	1.532	0.549	44.734	1.580	124.730
TOTAL	47					

Manual *Aspergillus*: CV 58,34%; *Fusarium*: CV 10,51%; *Penicillium*: CV 7,85%. Mecânica *Fusarium* CV 16,18%; *Penicillium* CV 13,98%.

TABELA 8A Resumo das análises de variância dos resultados de sanidade de grãos, quanto a ocorrência de *Aspergillus*, *Fusarium moniliforme* e *Penicillium* após 150 dias de armazenamento, em grãos colhidos manual e mecanicamente.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Manual	Mecânica		
		<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>
Cultivar	1	766.367*	6.898	4216.338*	1764.000*
Inseto	1	43.121	10.639*	1025.067*	53.778
Cultivar x Inseto	1	452.271	0.179	746.200*	256.000
Tempo armazenamento	2	53.025	22.571*	511.375*	62.146
Cultivar x Tempo arm.	2	237.275	7.830	539.359*	315.146
Inseto x Tempo arm.	2	558.538*	3.460	671.042*	741.965*
Cult. x Inseto x T. arm.	2	120.538	0.824	187.092	221.687
Erro	24	142.852	1.979	94.791	99.410
TOTAL	35				

Manual *Penicillium*: CV 14,72%; Mecânica *Aspergillus*: CV 56,46%; *Fusarium*: CV 19,48%; *Penicillium*: CV 11,87%.

TABELA 9A Resumo das análises de variância de valores de germinação e vigor de grãos, colhidos manual e mecanicamente, durante um período de 90 dias de armazenagem.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Manual		Mecânica	
		Germin.	Vigor	Germin.	Vigor
Cultivar	1	374.083*	234.083*	1083.000*	2760.333*
Inseto	3	1337.167*	2749.917*	1583.833*	742.806*
Cultivar x Inseto	3	232.806*	185.139	22.389	33.833
Tempo					
armazenamento	1	7600.333*	23674.083	8910.750*	13872.000*
Cultivar x Tempo arm.	1	602.083*	10.083	140.083	2.083
Inseto x Tempo arm.	3	1086.389*	2727.472*	1367.028*	1538.167*
Cult. x Inseto x T. arm.	3	231.694*	95.806	41.806	81.917
Erro	32	44.938	48.021	93.771	139.729
TOTAL	47				

Manual Germinação: CV 8,36%; Vigor: 10,11%. Mecânica Germinação: CV 13,92%; Vigor: CV 23,27%.

TABELA 10A Resumo das análises de variância de valores de germinação e vigor de grãos, colhidos manual e mecanicamente, durante um período de 150 dias de armazenagem.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Manual		Mecânica	
		Germin.	Vigor	Germin.	Vigor
Cultivar	1	8.028	373.778*	992.250*	971.361*
Inseto	1	6426.694*	10955.111*	3864.694*	4511.361*
Cultivar x Inseto	1	261.361*	44.444	20.250	0.250
Tempo					
armazenamento	2	4477.750*	5765.444*	2990.361*	3102.083*
Cultivar x Tempo arm.	2	74.194	147.444*	4.750	53.694
Inseto x Tempo arm.	2	3695.361*	4714.778*	1735.528*	1821.528*
Cult. x Inseto x T. arm.	2	121.694	10.111	41.583	33.250
Erro	24	47.361	39.500	119.833	118.778
TOTAL	35				

Manual Germinação: CV 8,81% ; Vigor: CV 9,05%. Mecânica Germinação: CV 15,57% ; Vigor: CV 22,36%.

TABELA 11A Resumo das análises de variância da composição química dos grãos, no que diz respeito ao conteúdo de carboidratos (C), lipídeos (L), proteínas (P), lisina (lis) e triptofano (trip), em amostras colhidas manual e mecanicamente e armazenadas durante 90 dias.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios									
		Manual					Mecânica				
		C	L	P	lis	tri	C	L	P	lis	tri
Cultivar	1	19.508*	20.672*	36.733*	109.383*	3413.171*	26.552*	16.709*	54.464*	116.171*	3089.931*
Inseto	3	0.504	0.015	0.248	0.046	3.012	3.077	0.061	0.586	0.972	8.786
Cultivar x Inseto	3	1.591	0.079	0.011	0.158	8.248	0.244	0.019	0.016	0.178	4.613
Tempo armazenamento	1	187.230*	0.195	3.397*	1.721*	62.476*	259.005*	0.832*	3.137*	0.474	104.528*
Cultivar x Tempo armz.	1	26.107*	0.232	2.916*	0.002	0.472	7.402*	0.235	0.011	0.593	23.982
Inseto x Tempo armz.	3	0.504	0.015	0.248	0.046	3.012	3.077	0.061	0.586	0.257	8.786
Cult. X Ins. x Armz.	3	1.591	0.079	0.011	0.158	8.248	0.244	0.019	0.016	0.743	4.613
Erro	32	0.922	1.076	0.313	0.270	3.144	1.349	0.164	0.396	0.591	11.109
TOTAL	47										

Manual Carboidrato: CV 1,46%; Lipídeos: CV 6,67%; Proteínas: CV 7,22%; Lisina: CV 10,70%; Triptofano: CV 7,43%. **Mecânica** Carboidrato: CV 1,77%; Lipídeos: CV 8,61%; Proteínas: CV 8,00%; Lisina: CV 16,15%; Triptofano: CV 14,41%.

TABELA 12A Resumo das análises de variância da composição química dos grãos, no que diz respeito ao conteúdo de carboidratos (C), lipídeos (L), proteínas (P), lisina (lis) e triptofano (trip), em amostras colhidas manual e mecanicamente e armazenadas durante 150 dias.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios									
		Manual					Mecânica				
		C	L	P	lis	Tri	C	L	P	lis	tri
Cultivar	1	39.690*	17.837*	36.764*	73.058*	2239.318*	41.174*	12.840*	45.293*	56.801*	1584.167*
Inseto	1	7.471*	0.047	1.300	0.083	0.089	0.080	0.168	0.100	0.048	3.479
Cultivar x Inseto	1	0.160	0.002	0.109	0.044	0.089	0.302	0.015	0.022	1.002	5.116
Tempo armazenamento	2	48.854*	0.419	0.391	2.050	97.346*	92.439*	0.754*	0.102	1.722*	103.364*
Cultivar x Armaz.	2	13.236*	0.138	1.490*	0.952	57.664*	15.924*	0.156	0.170	1.752*	54.375*
Inseto x Armaz.	2	3.135	0.239	0.338	0.025	0.089	0.442	0.069	0.099	0.332	2.953
Cult. X Ins. x Armaz.	2	0.561	0.007	0.042	0.013	0.089	2.036	0.016	0.087	0.029	1.851
Erro	24	1.418	0.134	0.417	0.268	6.053	1.505	0.148	0.429	0.454	13.469
TOTAL	35										

Manual Carboidrato: CV 1,81%; Lipídeos: CV 7,61%; Proteínas: CV 8,42%; Lisina: CV 11,07%; Triptofano: CV 10,85% .
Mecânica Carboidrato: CV 1,86%; Lipídeos: CV 8,45%; Proteínas: CV 8,48%; Lisina: CV 15,15%; Triptofano: CV 17,16%.