

AValiação DOS DANOS MECâNICOS NA COLHEITA DE MILHO DE ALTA QUALIDADE PROTéICA (QPM)¹

Roberta Jimenez de Almeida², Evandro Chartuni Mantovani³, Jamilton Pereira dos Santos⁴, Prabir Kumar Chandra⁵

RESUMO

A maioria dos genótipos de milho contém entre 9 e 10% de proteína, pobre em lisina e triptofano, os quais são dois aminoácidos essenciais. Com a descoberta de um gene mutante chamado Opaco₂, que modifica a composição da proteína, obteve-se um milho com alto teor de lisina e triptofano no endosperma branco, opaco e macio, sendo estas três últimas características indesejáveis. Através de ciclos avançados de seleção, obteve-se a variedade BR 2121 enriquecida dos aminoácidos essenciais, com endosperma de cor amarela, vítreo e semiduro. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os danos mecânicos causados durante a colheita e debulha de cultivares de milho híbridos semiduros (BR 2121-QPM, "Quality Protein Maize" – milho de alta qualidade protéica e BR 3123 Normal) em duas faixas de umidade (14 a 16% e 16 a 18%) e quatro velocidades de rotação do cilindro debulhador (0, 500, 600 e 700 rpm). As espigas foram debulhadas, utilizando-se uma colhedora-trilhadora modelo Nursey-master hidrostática. As análises de determinação de germinação e vigor objetivaram informar sobre a qualidade das sementes, a fim de possibilitar a observação do comportamento dos grãos após o processo de debulha (manual e mecânica). Em ambos cultivares foi observado um decréscimo da qualidade das sementes, porém mais acentuada para a cultivar de alto valor protéico.

PALAVRAS-CHAVE: dano mecânico, germinação, milho QPM, velocidade de rotação, vigor.

ABSTRACT

Evaluation of the Mechanical Damage Occurred During the Process of Harvest in corn Grains of QPM

Most of the corn genotypes contains of 9 to 10% of protein poor in lysine and tryptophan, which are two essential amino acids. The discovery of the mutant gene

¹ Parte da tese de mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Lavras.

² Eng^o Agrícola – MS em Ciência dos Alimentos. e-mail: rjimenezalmeida@yahoo.com

³ Eng^o Agrônomo – Pesquisador – Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas/MG.
e-mail: evandro@cnpms.embrapa.br

⁴ Eng^o Agrônomo – Pesquisador – Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas/MG.
e-mail: jamilton@cnpms.embrapa.br

⁵ Eng^o Agrícola – Pós-Doutorado em Engenharia de Alimentos.
e-mail: pchandra@abelha.zoot.usp.br

Opaco₂, that modifies the protein composition, was obtained a maize with high lysine and tryptophan content in the white, opaque and soft endosperm. These last three are undesirable characteristics. Through advanced cycles of selection, was obtained the hybrid BR 2121, enriched of the essential amino acids, with yellow color, vitreous and semi-hard endosperm. The purpose of this work was to evaluate the mechanical damage occurred during the harvest and thresh of varieties of semi-hards hybrids corn (BR 2121-QPM, Quality Protein Maize and BR 3123 - Normal) in different levels of moisture content (16 to 18% and 14 to 16%) and rotation velocities of the roller thresh (0, 500, 600 and 700 rpm). Was utilized a maize harvesting machine model Nursey-master hydrostatic. The analysis of germination and determination was objectived to report about the seeds quality to making possible the observation of behaviour the grains after the thresh process (manual and mechanical). Both varieties were observed a decreasing of seeds quality, however, more accentuated by the quality protein maize.

Key Words: mechanical damage, germination, QPM maize, rotation velocity, vigor.

INTRODUÇÃO

A maioria dos genótipos de milho contém entre 9 e 10% de proteína, pobre em lisina e triptofano, os quais são dois aminoácidos essenciais. Com a descoberta de um gene mutante chamado Opaco₂, que modifica a composição da proteína, obteve-se um milho com alto teor de lisina e triptofano no endosperma branco, opaco e macio, sendo estas três últimas características indesejáveis.

Através de ciclos avançados de seleção, obteve-se a variedade BR 2121 enriquecida dos aminoácidos essenciais, com endosperma de cor amarela, vítreo e semiduro. Entretanto, ainda não há disponibilidade de informações sobre o comportamento dos grãos em relação aos danos mecânicos causados durante o processo de colheita, ao ataque de insetos e à sua interação com a contaminação por fungos.

São dois os tipos de danos físicos conhecidos em grãos de milho, o exterior e o interior. Segundo WATSON (1994), o primeiro é geralmente visível, usualmente designado

como dano mecânico, e 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.

O dano mecânico ocorre, inicialmente, durante a colheita e é um dos mais importantes fatores que afetam o armazenamento do milho, *Zea mays* (STROSHINE e YANG 1990). Injúrias no pericarpo dos grãos geralmente facilitam a invasão fúngica. Tem sido estimado que o dano nos grãos, após serem debulhados mecanicamente, acelera o processo de deterioração, quando comparados aos debulhados manualmente (WILKE et al. 1993).

MANTOVANI et al. (1978) constataram que a umidade é uma variável importante a ser considerada, em relação à porcentagem de dano ocasionada pela colheita mecânica, pois, no caso de dano mecânico, o efeito da umidade dependeu, de certa forma, do tipo de força a que os

grãos estiveram sujeitos durante a manipulação. Durante a colheita do milho, as sementes sofreram, principalmente, o efeito do esforço de compressão, sob o qual as sementes com menor umidade pareceram ser mais resistentes. Com o aumento da umidade, a força necessária para destacar os grãos do sabugo aumentou, contribuindo para o aumento do dano mecânico nessas condições.

LEONARDT e colaboradores, citados por MOSHENIN (1977), encontraram que grãos de milho com baixa umidade eram mais susceptíveis à quebra por impacto a grãos mais úmidos, embora estes estivessem menos resistentes a injúrias no embrião.

LeFORD e RUSSEL (1985) observaram que a umidade ótima, na época da colheita, para a preservação da qualidade física dos grãos variou entre 19 e 26%. Valores fora desta faixa resultaram em grãos com maior susceptibilidade à quebra.

CHOWDHURY e BUCHELE (1978), em um experimento sobre colheita mecanizada, apresentaram dados segundo os quais os danos aumentaram para valores de teor de umidade maiores e menores que 22,5%, para velocidades do cilindro debulhador variando entre 440 rpm e 640 rpm.

POPOVIC e MILICEVIC (1987) relataram 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 95,0%, 70,0% e 47%, respectivamente.

PAULSEN (1983) afirmou que não se pode presumir que híbridos desejáveis, em relação à susceptibilidade à quebra, sejam necessariamente indesejáveis em se tratando de outras características de qualidade, tais como rendimento, resistência a doenças, valor nutritivo, resistência a fungos, taxa de secagem, dureza, potencial de colheita, etc.

Em estudo sobre o potencial de seleção de genótipos de milho, na produção de grãos resistentes à injúria física, realizado por LeFORD e RUSSEL (1985), conclui-se que os grãos resistentes à quebra tendem a ser pequenos, densos e apresentarem maior resistência à debulha.

SANTOS e MANTOVANI (1997) recomendam que o ajuste da rotação do cilindro debulhador deve ser realizado de acordo com a umidade dos grãos. Quanto mais úmidos os grãos, maior é a dificuldade em serem debulhados, exigindo, assim, 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.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os danos mecânicos causados durante a colheita e debulha de grãos de milho (colheita e debulha manual e colheita manual e debulha mecânica), em duas faixas de umidade e quatro velocidades de rotação do cilindro debulhador. As análises de

determinação de germinação e vigor objetivaram informar sobre a qualidade das sementes, a fim de possibilitar a observação do comportamento dos grãos após o processo de debulha

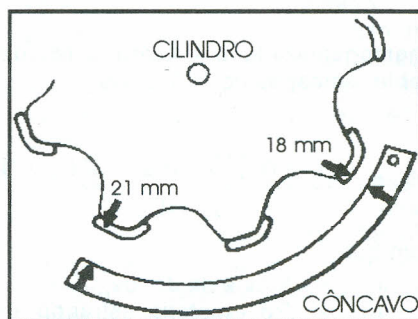
MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, foram utilizados dois híbridos semiduros, os amarelos BR 2121 (de alto valor protéico) e o BR 3123 (Normal), cultivados 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.

As espigas foram colhidas manualmente e, posteriormente, debulhadas tanto manual quanto mecanicamente em diferentes velocidades do cilindro debulhador.

A partir das recomendações 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. As distâncias adotadas foram 21 e 18 mm para côncavo e cilindro, respectivamente (Figura 1).

A debulha mecânica dos grãos de milho foi realizada por meio de uma colhedora-trilhadora modelo Nursey-master hidrostática estacionada e em funcionamento.



Fonte: Santos e Mantovani 1997

Figura 1. Regulagem da abertura entre o cilindro e o côncavo.

Foram consideradas as seguintes condições:

- velocidade de trabalho de cinco km/h, correspondente a 1,38 m/s. Para percorrer uma distância de 25 m, foram necessários 18 s.
- média de uma espiga em cada planta, e 5 plantas por metro, obtendo-se, assim, um valor médio de 125 espigas para cada repetição.

Portanto, para que 125 espigas fossem colhidas mecanicamente, em 18 segundos (simulando condições de campo), sete espigas foram introduzidas manualmente, por segundo, na entrada da plataforma alimentadora.

A avaliação de danos mecânicos foi realizada no laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Milho e Sorgo, de acordo com a metodologia desenvolvida por CHOWDHURY e BUCHELE (1976, 1976a), utilizando-se uma amostra de grãos (400 grãos) correspondente ao ensaio de campo, que foi

homogeneizada e dividida a fim de obter amostras de 100 grãos.

O índice de danos foi obtido por meio da equação 1.

$$I = \frac{(d_1 + d_2)10 + 6 d_3 + 2 d_4 + d_5}{10} \quad (1)$$

em que

- I = Índice de danos;
- d₁ = Pó - material estranho, grãos quebrados, partículas menores que 5 mm (%);
- d₂ = Dano severo - mais da metade do grão faltando (%);
- d₃ = Dano grande - metade e menos da metade do grão quebrado, faltando partes, trincas no embrião (%);
- d₄ = Dano pequeno - pequenos estragos superficiais (%);
- d₅ = Grãos não danificados (%).

As amostras de 100 grãos, já previamente submetidas a uma limpeza, não produziram a variável "d₁" da fórmula 1, que significa pó, material estranho, grãos quebrados e partículas menores que cinco 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'-dibenzil-dietildiamino-p''hidroxitrifenilcarbinol) 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, nas categorias.

Objetivando informar sobre a qualidade dos grãos, após o processo de debulha em diferentes rotações do cilindro debulhador, utilizou-se uma análise similar ao que

é geralmente utilizado em sementes, os teste de germinação e vigor.

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

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 4 com quatro repetições. Portanto, foram utilizadas duas variedades de milho (BR 2121, BR 3123), duas faixas de umidade (18 a 16%, 16% a 14%) e quatro rotações na colhedora-trilhadora (0 rpm - manual, 500 rpm, 600 rpm, 700 rpm), representando dezesseis tratamentos com quatro repetições, e totalizando 64 parcelas experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dano Mecânico

De acordo com os resultados da análise de variância do índice de danos, o dano mecânico presente nos grãos de milho, logo após a colheita, foi afetado significativamente ao nível de 5% de probabilidade, no que se refere a cultivar, rotação de debulha e interação destes. As faixas de umidade, conforme análise estatística, não diferiram entre si.

Portanto, neste trabalho, o percentual de umidade contido nos grãos de milho não foi o principal responsável pelos danos ocasionados no decorrer do processo de colheita.

Nas Figuras 2 e 3, é possível observar a incidência do percentual de grãos danificados, em diferentes categorias de danos, durante a colheita e debulha dos grãos em quatro velocidades de rotação do cilindro debulhador e em dois cultivares.

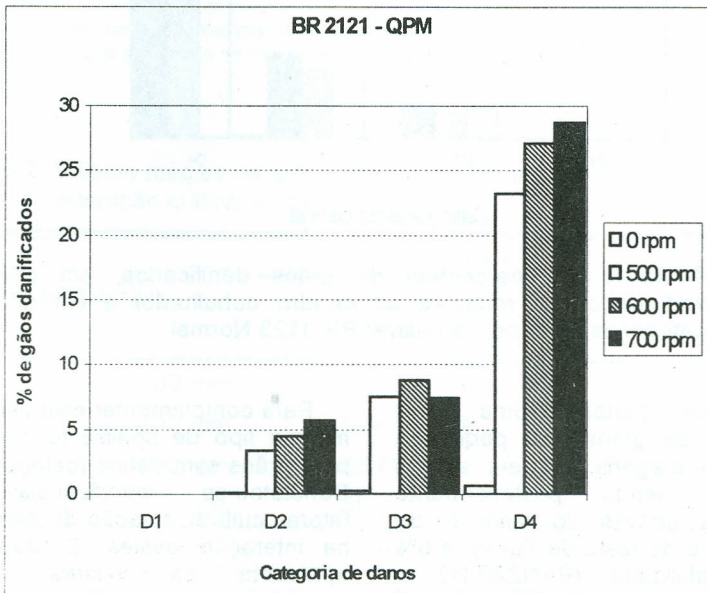


Figura 2. Avaliação do percentual de grãos danificados, em diferentes velocidades de rotações do cilindro debulhador e em diferentes categorias de dano, na cultivar BR 2121-QPM.

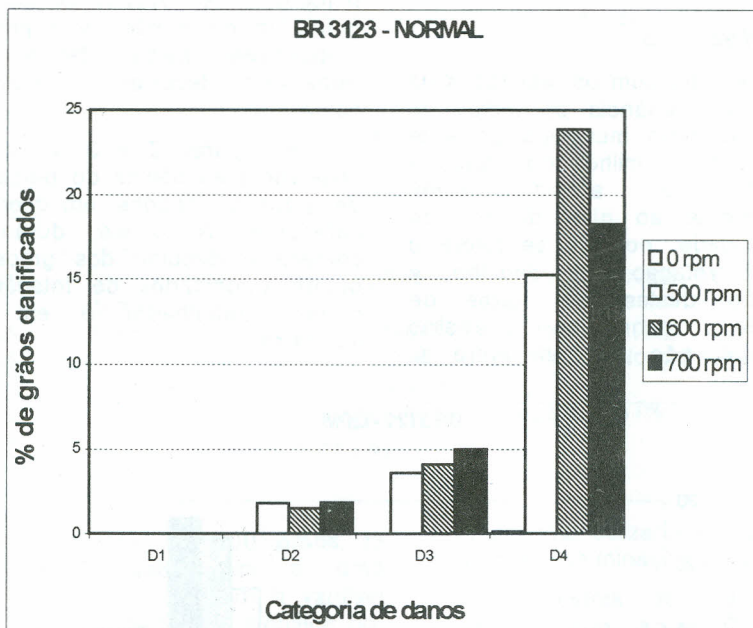


Figura 3. Avaliação do percentual de grãos danificados, em diferentes velocidades de rotações do cilindro debulhador e em diferentes categorias de dano, na cultivar BR 3123 Normal.

Notou-se, portanto, uma maior incidência de grãos com pequenos estragos (categoria d_4), em ambas cultivares, sendo posteriormente analisados através do teste F de Snedecor e do teste de Tukey, a 5% de probabilidade (BANZATTO e KRONKA 1992; PIMENTEL GOMES 1990).

Quanto ao surgimento de grãos com pequenas injúrias, em grãos colhidos mecanicamente, não houve diferença significativa entre 500 e 600 rpm (BR 2121) e entre 500 e 700 rpm (BR 3123) (Quadro 1).

Para complementar este estudo, o mesmo tipo de análise foi realizado para grãos sem danos (categoria d_5). Constatou-se significância nos fatores cultivar, rotação de debulha e na interação destes. O Quadro 2 apresenta os valores médios utilizados no teste de Tukey, a 5% de probabilidade, em que a rotação de 500 rpm apresentou maiores valores de grãos sem danificações (65,88% - BR 2121 e 79,38% - BR3123).

Mesmo não havendo diferença significativa entre 500 e 700 rpm para a cultivar Normal, através do teste de médias, considerou-se o maior valor observado

Quadro 1. Valores médios de grãos com pequenos danos (categoria d₄), considerando a interação cultivar e rotação de debulha

ROTAÇÃO		CULTIVAR	
		BR 2121 QPM	BR 3123 NORMAL
Mecânica	700 rpm	28,75 A	18,25 B
	600 rpm	27,13 AB	23,88 A
	500 rpm	23,25 B	15,25 B
Manual	0 rpm	0,62 C	0,12 C
Média		19,93 a	14,37 b

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.

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

ROTAÇÃO		CULTIVAR	
		BR 2121 QPM	BR 3123 NORMAL
Mecânica	700 rpm	58,13 C	74,88 BC
	600 rpm	59,63 C	70,50 C
	500 rpm	65,88 B	79,38 B
Manual	0 rpm	99,00 A	99,87 A
Média		70,66 b	81,15 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.

Portanto, pode-se concluir que a rotação de 500 rpm foi a que proporcionou menores danos aos grãos, durante o processo de colheita manual e debulha manual e

mecânica, principalmente para a cultivar híbrida BR 3123.

Germinação e vigor

Os resultados obtidos pela aplicação do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, não indicaram diferenças entre as faixas de umidade e sim no percentual de germinação e vigor entre as cultivares, sendo a Normal aquela que melhor conservou estas características, quando comparada à de alto valor protéico. As diferentes velocidades do cilindro debulhador diferiram da testemunha debulhada manualmente (0 rpm), mostrando ser

esta a responsável por uma menor perfuração da superfície do grão, quebra, lasca ou arranhão. Nas diferentes rotações (debulha mecânica) não foram detectadas diferenças estatísticas pelo teste de médias, (Quadro 3).

Houve uma diminuição dos percentuais dos valores médios de germinação e vigor em ambos os métodos de colheita e em ambos cultivares, demonstrando, portanto, um decréscimo acentuado na qualidade das sementes.

Quadro 3. Valores médios, em (%), de germinação e vigor em sementes, considerando a interação cultivar e rotação

ROTAÇÃO		CULTIVAR			
		BR 2121		BR 3123	
		QPM		NORMAL	
		Germinação			
Mecânica	700 rpm	82.00	B	86.88	B
	600 rpm	78.63	B	84.50	B
	500 rpm	81.50	B	87.63	B
Manual	0 rpm	92.00	A	93.50	A
Média		83.53	b	88.12	a
		Vigor			
Mecânica	700 rpm	58.00	B	69.00	B
	600 rpm	60.75	B	73.75	B
	500 rpm	60.38	B	70.38	B
Manual	0 rpm	87.38	A	93.25	A
Média		66.63	b	76.59	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.

CONCLUSÕES

- Os grãos de milho do cultivar semidura BR 2121, alto valor protéico, foram os que sofreram maior influência do cilindro debulhador após o processo de debulha mecânica. Assim, esta cultivar apresentou, maior percentual de grãos danificados, quando comparada com a cultivar Normal.
- Os grãos de milho do cultivar semidura BR 3123 - Normal mostraram-se mais resistentes à danificação mecânica, quando comparados aos da cultivar de alto valor protéico, apresentando maior percentual de íntegros.
- Houve um decréscimo na qualidade das sementes, de ambos cultivares, para debulha mecânica, o qual foi mais acentuado na cultivar de alto valor protéico, não se detectando diferenças estatísticas entre as rotações para a debulha mecânica.

AGRADECIMENTOS

Ao conselho Nacional de Pesquisa Científica-CNPq, pelo suporte financeiro para esta pesquisa.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATTO, D.A, KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Funep, 1992, 247 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF. 1992. 365p.
- 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.
- CHOWDHURRY, M.H.; BUCHELE, W.F. The nature of corn kernel damage inflicted in the shelling crescent of grain combines. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.21, n.3, p.610-614, 1978.
- 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.
- MOSHENIN, N.M. **Physical properties of plant and animal materials.** 1977, 733p.
- 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.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- POPOVIC, R.; MILICEVIC, M. Effect of processing on pericarp injuries in maize seeds. **Informatsionnyil Byulleten po kukuruze.** Inst. Za kukuruz. Zemun Polje, Belgrado, Jugoslávia, v. 6, p.257-268, 1987.
- 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.
- 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. Measurement and Maintenance of Quality. In: WATSON, S.A. **Corn: Chemistry and Technology.** 3.ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1994. p.125-168.
- WILKE, W.F.; MERONUCK, R.A.; MOREY, R.V. et al. Storage life of sheeled corn treated with a fungicide. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.36, n.6, p.1854-1854, 1993.