



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE – PARAÍBA



DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO E
PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLA

ESTUDO DE DANIFICAÇÕES MECÂNICAS EM
SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.)

MARIA EDNALVA CAVALCANTI DE OLIVEIRA

Campina Grande – Paraíba
Maio de 2004

MARIA EDNALVA CAVALCANTI DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE DANIFICAÇÕES MECÂNICAS EM
SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.)**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Campina Grande – Paraíba
Maio de 2004**

MARIA EDNALVA CAVALCANTI DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE DANIFICAÇÕES MECÂNICAS EM
SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.)**

*Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia
da Universidade Federal de Campina Grande – PB, em
cumprimento às exigências para a obtenção do grau de
Mestre.*

Área de Concentração: Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos
Agrícolas

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida
DEAg/CCT/UFCG

Co-orientador: Prof. Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira
DEAg/CCT/UFCG



048e Oliveira, Maria Ednalva Cavalcanti de
Estudo de danificacoes mecanicas em sementes de milho
(Zea mays L.) / Maria Ednalva Cavalcanti de Oliveira. -
Campina Grande, 2004.
71 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Agricola) -
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciencias
e Tecnologia.

1. Milho (Zea Mays L.) - Beneficiamento 2. Sementes -
Danos Mecanicos - Pureza Fisica - Germinacao 3. Dissertacao
I. Almeida, Francisco de Assis Cardoso, Dr. II. Pereira,
Jogerson Pinto Gomes, Dr. III. Universidade Federal de
Campina Grande - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 633.15(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

MARIA EDNALVA CAVALCANTI DE OLIVEIRA

ESTUDO DE DANIFICAÇÕES MECÂNICAS EM SEMENTES DE
MILHO (*Zea mays* L.)

BANCA EXAMINADORA

PARECER

APROVADO

Dr. Francisco de Assis C. Almeida-Orientador

Aprovada

Dr. Jógerson Pinto G. Pereira-Orientador

APROVAJA

Dr. Humberto Silva-Examinador

APROVADA

Dr. José Geraldo de V. Baraculy-Examinador

MAIO - 2004

*Não há santo como o Senhor;
Porque não há outro além de ti;
E rocha não há, nenhuma,
Como o nosso Deus.*

*Não multipliqueis palavras de orgulho,
Nem saiam coisas arrogantes da vossa boca;
Porque o Senhor é o Deus da sabedoria
E pesa todos os feitos na balança.
O arco dos fortes é quebrado,
Porém os débeis, cingidos de força.
Os que antes eram fartos
Hoje se alugam por pão,
Mas os que andavam famintos
Não sofrem mais fome;
Até a estéril tem sete filhos,
E a que tinha muitos filhos perde o vigor.
O Senhor é o que tira a vida e a dá;
Faz descer a sepultura e faz subir.
O Senhor empobrece e enriquece;
Abaixa e também exalta.
Levanta o pobre do pó
E, desde o monturo, exalta o necessitado,
Para o fazer assentar entre os príncipes,
Para o fazer herdar o trono de glória;
Porque do Senhor são as colunas da terra,
E assentou sobre elas o mundo.
Ele guarda os pés dos seus santos,
Porém os perversos emudecem
Nas trevas da morte;
Porque o homem não prevalece pela força.
Os que contendem com o Senhor
São quebrantados;
Dos céus troveja contra eles.
O Senhor julga as extremidades da terra;
Dá força ao seu rei
E exalta o poder do seu ungido.*

(1 Samuel 2: 2 – 10)

A meus pais, José Lacerda Cavalcanti (in memoriam) e Nair Palmeira Cavalcanti (in memoriam) que tanto amor me dedicaram.

Ao meu esposo, Francisco Miguel de Melo Oliveira e aos nossos filhos Náine Cavalcanti de Oliveira, Lucas Hariel Cavalcanti de Oliveira que são verdadeiras bênçãos do Senhor na minha vida.

A meus irmãos, Emir, Gaspar, Dora, Cilene, Francisco de Assis, Fernando (in memoriam) Edílson (in memoriam) Ednaldo, Edvaldo, Edna e Edneide, que apesar da distância que nos separa, sei que vocês têm muito carinho por mim.

Dedico

AGRADECIMENTOS

“Com efeito, grande coisa fez o Senhor por nós; por isso, estamos alegres. Quem sai andando e chorando, enquanto semeia, voltará com júbilo, trazendo os seus feixes.”(Salmos 126: 3 – 6)

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa de Estudo, que foi de grande oportunidade para realização deste trabalho.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso de Almeida**, pela sua dedicação, justiça, amizade e apoio concedido durante o curso.

Ao meu co-orientador, **Prof. Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira**, pelos seus ensinamentos, amizade, meu sincero agradecimento.

Aos Professores, **Dr. Humberto Silva e Dr. José Geraldo de Vasconcelos Baracuh**y, pela participação neste trabalho na forma de examinadores.

A Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, **EMEPA – PB**, Coordenadoria Regional de Alagoinha – PB, nas pessoas de **Dr. Rubens Fernandes da Costa e Dr. Valdemir Ribeiro Cavalcanti**, pela recepção e colaboração na realização deste trabalho.

A secretária do DEAg/UFCG, **Rivanilda Diniz Sobreiro de Almeida**, pela amizade e colaboração.

Agradecimentos especiais ao **Dr. José Marques Filho, Dr João Fernandes, Prof º Dra. Josivanda Palmeira Gomes** pelo incentivo na realização deste trabalho.

Aos amigos, **Maria Rocha, Acácio Figueiredo Neto, Nilene Rodrigues, Silvana Alves, Elvira Pessoa, Nubênia, Joaquim Rodrigues, Marcelo, Rita de Cássia e Marcilene**.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - A cultura do milho	5
2.2 - Colheita e danos mecânicos	6
2.3 - Umidade das sementes na colheita	8
2.4 - Impactos e danos	10
2.5 - Viabilidade em sementes	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 - Primeiro Experimento - 2002	16
3. 1. 1 - Danos mecânicos na debulha	17
3. 1. 2 - Perda decorrente da debulha mecânica	18
3. 1. 3 - Danos mecânicos no beneficiamento	18
3.2 - Segundo Experimento - 2003	19
3. 2. 1 - Danos mecânicos na debulha	19
3. 2. 2 - Perda decorrente da debulha mecânica	19
3. 2. 3 - Impactos provocados pelo lançamento das sementes em queda livre	19
3.3 - Teor de Umidade	20
3.4 - Pureza física	20
3.5 - Danos mecânicos	21

3. 6 – Germinação	22
3. 7 - Análise estatística	22
3. 7. 1 - Primeiro experimento	23
3. 7. 2 - Segundo experimento	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 - Primeiro Experimento	25
4. 1. 1 – Perda decorrente da debulha mecânica	25
4. 1. 2 - Pureza física	26
4. 1. 3 - Efeito dos danos mecânicos nas sementes	29
4. 1. 3. 1 - Debulha mecânica	29
4. 1. 3. 2 - Beneficiamento	31
4. 1. 4 - Estudo da germinação	33
4. 2 - Segundo Experimento	36
4. 2. 1 - Perda decorrente da debulha mecânica	36
4. 2. 2 - Pureza física	38
4. 2. 3 - Efeito dos danos mecânicos nas sementes	39
4. 2. 3. 1 - Debulha mecânica	39
4. 2. 3. 2 - Queda livre	42
4. 2. 4 - Estudo da germinação	47
4. 2. 4. 1 - Debulha mecânica	47
4. 2. 4. 2 - Queda livre	50
5 CONCLUSÕES	54
6 SUGESTÕES	56
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
8 ANEXOS	69

LISTA DE FIGURAS

Figura	Páginas
3. 1 Esquema operacional da Usina de Beneficiamento de Sementes (UBS).....	16
3. 2 Vista lateral da debulhadora acoplada ao trator Massey Ferguson no momento da debulha mecânica.....	17
3. 3 Vista frontal da bica de saída de “palha” da debulhadora.....	18
3. 4 Vista frontal da bica de ensaque da debulhadora.....	20
4. 1 Valores médios dos danos em sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de três diferentes alturas e rotações ($R_1 = 520$ rpm; $R_2=600$ rpm; $R_3=700$).....	43
4. 2 Valores médios dos danos em sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de debulhadas em três diferentes rotações com quatro teores de umidades ($y_1 = 20\%$; $y_2 = 16\%$; $y_3 = 14\%$; $y_4 = 12\%$).....	45
4. 3 Valores médios dos danos em sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de três diferentes alturas com quatro teores de umidades ($y_1 = 20\%$; $y_2 = 16\%$; $y_3 = 14\%$; $y_4 = 12\%$).....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela		Páginas
4. 1	Valores médios (%) das perdas de sementes de milho das variedades Sertanejo e Cruzeta no momento da debulha.....	26
4. 2	Análise de variância dos valores médios da pureza física de sementes de milho das variedades Sertanejo e Cruzeta depois dos processos de debulha e beneficiamento.....	26
4. 3	Valores médios (%) de pureza física de sementes de milho debulhadas sob ação da rotação do cilindro debulhador e beneficiadas na UBS.....	28
4. 4	Resumo da análise de variância e de regressão para sementes de milho danificadas pelos impactos das rotações durante o processo de debulha	30
4. 5	Valores médios (%) de sementes de milho das Variedades Sertanejo e Cruzeta danificadas pelos impactos ocorridos durante o processo de debulha para a interação Variedades x Rotações.....	31
4. 6	Resumo da análise de variância e de regressão para sementes de milho danificadas pelos impactos das rotações durante o processo de beneficiamento.....	32
4. 7	Valores médios (%) de sementes de milho das Variedades Sertanejo e Cruzeta danificadas pelos impactos ocorridos durante o processo de beneficiamento na UBS para a interação Variedades x Rotações.....	33
4. 8	Análise de variância dos valores médios da germinação de sementes de milho das Variedades Sertanejo e Cruzeta depois dos processos de debulha mecânica e beneficiamento na UBS.....	34
4. 9	Valores médios (%) da germinação de sementes de milho, Variedades Sertanejo e Cruzeta depois dos processos de debulha mecânica e beneficiamento na UBS para a interação Variedade x Rotações.....	35

4. 10	Valores médios (%) das perdas de sementes de milho da Variedade Sertanejo, colhidas com 20%, 16%, 14% e 12% de umidade.....	38
4. 11	Análise de variância dos valores médios da pureza física das sementes de milho Sertanejo depois do processo de debulha com 20%, 16%, 14% e 12% de umidade.....	38
4. 12	Valores médios (%) de pureza física de sementes de milho debulhadas em função da interação entre os fatores Umidades x Rotações.....	39
4. 13	Resumo da análise de variância e de regressão para sementes de milho danificadas pelos impactos das rotações durante o processo de debulha	41
4. 14	Valores médios (%) de sementes de milho da Variedade Sertanejo, danificadas pelos impactos ocorridos durante o processo de debulha para a interação Rotações x Umidades.....	42
4. 15	Resumo da análise de variância para os danos das sementes de milho depois de lançadas em queda livre das alturas de 3, 6 e 9 metros.....	42
4. 16	Valores médios (%) de sementes de milho da Variedade Sertanejo impactadas durante queda livre de 3, 6 e 9 metros para a interação Rotações x Alturas	70
4. 17	Valores médios (%) de sementes de milho da Variedade Sertanejo impactadas durante queda livre de 3, 6 e 9 metros para a interação Rotações x Umidades.....	70
4. 18	Valores médios (%) de sementes de milho da Variedade Sertanejo impactadas durante queda livre de 3, 6 e 9 metros para a interação Alturas x Umidades.....	71
4. 19	Análise de variância dos valores médios da germinação das sementes de milho da Variedade Sertanejo, colhidas com 20%, 16%, 14% e 12% de umidade, depois do processo de debulha mecânica	48
4. 20	Valores médios (%) da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois do processo de debulha mecânica para a interação Rotações x Umidades.....	48
4. 21	Análise de variância dos valores médios da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura.....	50

4. 22	Valores médios (%) da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura para interação Alturas x Rotações.....	51
4. 23	Valores médios (%) da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura para interação Alturas x Umidades.....	52
4. 24	Valores médios (%) da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura para interação Rotações x Umidades.....	53

RESUMO

No Brasil, as perdas de sementes e grãos de milho, provocadas, principalmente, pela colheita, debulha mecânica, beneficiamento e processos subseqüentes, são elevadas e provocam prejuízos econômicos para o país. Assim, conduziu-se o presente trabalho com a finalidade de avaliar os efeitos de danificações mecânicas em sementes de duas variedades de milho (*Zea mays* L) durante a debulha mecânica; sendo em um primeiro experimento (2001/2002) realizado com as variedades Cruzeta e Sertanejo, debulhadas com teor de umidade de 10% e submetidas às rotações de 520, 600 e 700 rpm, respectivamente. Em seguida a debulha, avaliou-se também o dano sofrido por essas sementes depois de sua passagem pelas diversas etapas da unidade de beneficiamento (UBS); e em um segundo experimento (2002/2003) com a variedade Sertanejo, colhida com teores de umidade de 20%, 16%, 14%, e 12%, submetidas à debulha mecânica na mesma máquina e rotações do primeiro experimento. No processo de debulha, as rotações empregadas na debulhadora, foram obtidas variando a aceleração do trator na qual a máquina se achava acoplada. As sementes recolhidas depois de cada operação eram acondicionadas em recipientes apropriados e levadas ao Laboratório de Pré-Processamento de Produtos Vegetais do DEAg/UFMG para as avaliações de porcentagem de perdas, danos (sementes quebradas, trincadas e fisuradas) pureza física e germinação. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial. Os resultados das análises efetuadas dentro de cada condição do trabalho, conduziram as seguintes conclusões: as sementes com 14% de umidade apresentaram maior porcentagem de pureza, de germinação e menor índice de dano mecânico; o efeito prejudicial do impacto na qualidade das sementes torna-se mais evidente com a elevação da velocidade do cilindro debulhador e da maior altura a que são lançadas; a variedade Cruzeta apresentou-se mais resistente aos impactos provocados pela debulha e beneficiamento, como também maior viabilidade (germinação), porém as perdas por ocasião da debulha foram menores para a variedade Sertanejo; a rotação de 600 rpm mostrou ser a mais indicada para a debulha dos milhos Cruzeta e Sertanejo.

ABSTRACT

In Brazil, the waste of seeds and grains of corn, caused mainly by harvesting, mechanical threshing, improvement, and subsequent processes, are high and cause economic damages for the country. Thus, the objective of this dissertation is to evaluate the effects of mechanical damages on seeds of two kinds of corn (*Zea mays* L.) during mechanical threshing; the first experiment (2001/2002) was done with the Cruzeta and Sertanejo varieties, threshed at a humidity proportion of 10%, at rotations of 520, 600 and 700 rpm, respectively. After the threshing, the damage done to the seeds was evaluated after they passed through the various phases of the improvement unit (UBS); and in another experiment (2002/2003) with the Sertanejo variety, picked up with the humidity proportion of 20%, 16%, 14% and 12%, submitted to mechanical threshing in the same machine and rotations as the first experiment. In processes of mechanical threshing, the rotations employed in the threshing machine were obtained by varying the tractor acceleration to which the machine was attached. The seeds gathered after each operation were stored in appropriate containers and then taken to the Laboratório de Pré-Processamento de Produtos Vegetais do DEAg/UFCG for evaluation of loss percentage, damage (broken or cracked seeds) germination and physical purity. The statistical delineation adopted was entirely combined with the treatments distributed in a factorial scheme. The results of the analyses done within each working condition led to the following conclusions: the seeds which had 14% of humidity presented a higher percentage of purity, germination and a lower index of mechanical damage; the harmful effect of the impact on the seed quality becomes more evident with the rise not only in the speed of the threshing cylinder but also in the height from which they are thrown; the Cruzeta variety was more resistant to the impacts caused by the threshing and improvement, as well as a greater viability (germination), but the losses at the moment of threshing were less with the Sertanejo variety; the 600 rpm rotation proved to be more advisable for the threshing of the Cruzeta and Sertanejo corn.

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*, L.) é um cereal que se caracteriza por sua ampla utilização na alimentação humana e animal, devido ao valor nutricional de sua composição que além de energético, apresenta vitaminas A e do complexo B, proteínas, gorduras, carboidratos, cálcio, ferro, fósforo e amido. Ademais, a casca das suas sementes é rica em fibras.

Nos últimos anos, a lavoura do milho no Brasil tem se expandido, a ponto de produzir 7,1% de toda a produção mundial que na safra de 2001/2002 foi da ordem de 593,39 milhões de toneladas (Corretora Mercado, 2003). A mesma fonte de informação alerta os envolvidos no processo de produção, dessa lavoura, de que para se atender a um mercado cada vez maior e mais exigente, se faz necessário melhorar, também, os meios de produção, notadamente os de pós-colheita.

Na operação de colheita do milho emprega-se o sistema manual e mecanizado, sendo empregado na Paraíba, em quase sua totalidade, o sistema semimecanizado, que consiste na colheita manual das espigas, as quais posteriormente são submetidas ao processo de debulha em máquinas de pequeno porte, geralmente acopladas do sistema hidráulico do trator e acionadas pelo eixo da tomada de potência do trator.

A qualidade da semente, para qualquer cultura, vem sendo considerada, em todo mundo, tão importante quanto os fatores climáticos, edáficos e biológicos. Entre as principais características que afetam a qualidade das sementes encontram-se: a pureza genética, a pureza mecânica ou física e a germinabilidade. O poder germinativo é influenciado por diversos fatores, entre os quais a maturidade, a conservação e danificações mecânicas das sementes.

O problema das danificações mecânicas em sementes vem merecendo atenção da pesquisa, devido aos seus efeitos deletérios, sendo os impactos e abrasões as principais causas responsáveis por essas danificações, principalmente as provocadas nas operações de debulha para separar as sementes da parte vegetativa.

Desta forma quando as etapas que seguem a colheita e debulha são mal conduzidas, podem acarretar perdas tanto físicas quanto fisiológicas, refletindo negativamente nos lucros. Para reduzir essas perdas é necessário conhecer as causas. Pinheiro Neto e Gamero

(2003) afirmam que os lucros podem ser calculados a partir das operações de colheita e debulha através da determinação das perdas totais.

Visando a redução dessas perdas, pesquisas têm sido realizadas em novos projetos de máquinas de processamento e beneficiamento para melhorar a eficiência das operações de acordo com as características de cada cultura desde o campo até o “galpão” pré-industrial. Dentre essas pesquisas, estuda-se a cultura do milho, que de plantio de subsistência passou a ser considerado alimento nobre na fabricação de produtos industrializados.

A debulha dessa cultura seja manual ou mecânica, provoca riscos de danos nas sementes e, por isso, é considerado como um dos fatores responsáveis pela redução da qualidade das sementes.

Os estudos sobre efeitos de danificações em sementes de milho na região Nordeste do Brasil e, especialmente, na Paraíba, são bastante escassos, bem como a existência de dados sobre teores de umidade mais favoráveis para a colheita e debulha das espigas.

Por esses motivos e devido ao incremento na utilização de debulhadoras mecânicas em colheitas semimecanizada no Estado, resolveu-se estudar alguns pontos relativos às danificações mecânicas em sementes de milho, visando reduzir a gravidade de seus efeitos, onde se preconiza como objetivo geral verificar o comportamento das sementes de milho com diferentes teores de umidade sob a ação de diferentes rotações do cilindro batedor da máquina debulhadora e como específico:

1. Determinar os efeitos de danificações mecânicas em sementes de milho da variedade Cruzeta com 10% de umidade e da variedade Sertanejo com 10, 12, 14, 16 e 20% de umidade e submetidas à debulha com rotações de 520, 600 e 700 rpm do cilindro batedor, e, avaliar os efeitos imediatos do processo sobre a germinação.
2. Avaliar a germinação das sementes da variedade Sertanejo depois de debulhadas nas condições do item anterior e lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura do milho

O milho é uma das culturas mais antigas do mundo. Era consumido pelos povos primitivos americanos: maias, astecas e incas. Com a descoberta da América expandiu para todos os continentes. Possui alto valor alimentício, sendo utilizado na alimentação humana e animal; a sua importância cresce à medida que novos subprodutos são desenvolvidos a partir de sua matéria-prima. Além de ser energético, o milho apresenta em sua composição vitaminas A e do complexo B, proteínas, gorduras, carboidratos, cálcio, ferro, fósforo e amido. As cascas das sementes são ricas em fibras. Sua composição química pode ser alterada pela seleção e manipulação genética e, em menor escala, pela fertilização utilizada (Marcos et al., 1999).

As oscilações de preço e de produção constituem um problema dado sua importância nas criações de suínos e de aves sendo motivo de maior preocupação. Atualmente, o Brasil é o segundo produtor de aves do mundo e um dos maiores criadores de suínos. A escassez do milho, principal componente da ração na avicultura e suinocultura, prejudica a produção de carnes e conseqüentemente as exportações. O que era considerado lavoura tipicamente de subsistência passou a ser lavoura de interesse comercial (Garcia, 2003).

Segundo Franceschini et al. (1996) dentro da produção nacional de cereais e de leguminosas, o desempenho da lavoura de milho tem efeito direto e significativo sobre o volume da colheita: de cada três quilogramas colhidas, mais de um vem do milho.

O principal carboidrato encontrado na semente de milho é o amido, que perfaz mais de 70% do grão, composto de 27% de amilose e de 73% de amilopectina sendo, portanto, de alta digestibilidade (Marcos et al., 1999).

Botelho (2003) cita que quanto maior o teor de óleo na semente de milho, menor será o percentual de amido e conseqüentemente menor energia oriunda do amido, menor massa do grão, menor produtividade e menor capacidade de armazenamento.

Segundo Lopes Filho (1999) a moagem úmida é o principal objetivo na recuperação do amido do milho com alta qualidade para uso industrial em geral (confecção de tecidos, processamento de couro, produção de papel e adesivos entre outros) e na indústria de alimento, usado como amido modificado para melhorar propriedades de vários outros produtos.

A semente de milho apresenta uma película protetora de característica elástica que a envolve. Essa película evita o ataque de insetos, reduz os efeitos dos impactos causados na debulha e demais processamentos. De acordo com Ruffato et al. (2001) quanto mais seco se encontra o grão menor a elasticidade, tornando-o vulnerável aos danos provenientes da ação dos equipamentos.

2.2. Colheita e danos mecânicos

O processo de colheita mecânica apresenta grande vantagem em relação ao processo de colheita manual, exceto aos problemas associados às perdas qualitativa e quantitativa. O percentual de danos mecânicos, na produção agrícola, tem sido alvo de discussão entre pesquisadores e produtores. Para se definir o momento mais apropriado para a colheita vários fatores são considerados: taxa de alimentação, rotação do cilindro trilhador e teor de umidade no momento da colheita, os quais influenciam a germinação e o vigor das sementes. Porém, trabalhos realizados por Souza et al. (2002) mostraram que quando se aumenta a taxa de alimentação da colheitadeira ocorre uma diminuição no índice de danos, um maior percentual de pureza, germinação e vigor nas sementes. Silva (1997) constatou que a colheita mecânica causou redução da qualidade do grão de milho, gerando impureza, danos físicos internos e externos, e reduzindo a massa específica.

Com o desenvolvimento da mecanização agrícola surgiram os problemas de índices de perdas qualitativas e quantitativas, causados por equipamentos indispensáveis ao processo de colheita, debulha e beneficiamento a que as sementes são submetidas. As perdas causam prejuízos elevados aos produtores, podendo ser minimizadas com

regulagens apropriadas das máquinas. Medeiros Filho et al. (2002) relataram que o impacto e a abrasividade ocorridas por ocasião da colheita, da debulha e do beneficiamento nas sementes de milho, constituíram fatores altamente prejudiciais à sua qualidade, causando de imediato, danos físicos, diminuição na germinação e no vigor. Afirmaram, ainda, que as injúrias mecânicas causadas por agentes físicos durante o manuseio das sementes, além de provocarem prejuízos diretos, facilitaram a ação de agentes patogênicos deletérios.

Os danos mecânicos como cortes, abrasões e amassamento provocam perdas devido ao baixo valor comercial e provável infecção por fungos. Segundo Caneppele et al. (2003) além das perdas médias brasileiras estimadas em 10% do total de grãos produzidos anualmente, existem perdas qualitativas que prejudicam o uso do produto para determinados fins, provocando assim maiores prejuízos. Dentre essas perdas estão os fatores que reduzem a qualidade e quantidade das sementes armazenadas que são a presença de insetos, ácaros e fungos, além das condições inadequadas de armazenamento. Para Portella (2003) o processo e a época de colheita e debulha têm prejudicado a qualidade genética/industrial da cultura de milho apresentando perdas por problemas mecânicos. De acordo com Costa et al. (2002) é na colheita que ocorrem os maiores desperdícios, não só em forma de grãos/sementes deixados nas lavouras, como também pela redução da qualidade das sementes produzidas nas diferentes regiões.

Segundo Vasconcelos et al. (2002) o percentual de perda aceitável na colheita está em torno de 4%. No Brasil, a colheita manual é de 54,3% aproximadamente e apresenta uma perda média de 1 a 1,5%, enquanto que a colheita mecanizada corresponde a 45,7% da produção, podendo ocorrer perdas de 8 a 10%. Os autores observaram, ainda, que a utilização de cultivar recomendada, o manejo adequado da calagem e da adubação, a semeadura bem feita e os tratamentos culturais utilizados pelos agricultores foi responsável pelo aumento nos rendimentos.

O processo de colheita causa danificações nas sementes de milho, principalmente, durante a operação de debulha, e provoca redução na sua qualidade fisiológica e posterior efeitos no período da armazenagem. A mecanização é utilizada em todas as fases de produção de sementes, por isso os equipamentos devem ser regulados de maneira que se evite maiores perdas no momento da colheita. Popinigis (1985) comenta que a semente é um ser vivo e por isso deveria ser colhida manualmente, mesmo reconhecendo que não é prático nem econômico para o produtor.

Vários fatores, físicos e biológicos, podem contribuir para que o processo de deterioração do milho se instale e se acentue sempre que o pericarpo (barreira natural de proteção da semente) é rompido com o processo mecânico (colheita, debulha, limpeza, etc.). As trincas no pericarpo funcionam como portas de entrada para microorganismos, especialmente fungos (Mantovani e Fontes, 1989).

Sato e Cícero (2003) trabalharam com seleção de espigas e debulha de sementes de milho para avaliarem seus efeitos no campo e na Unidade de Beneficiamento de Sementes sobre a qualidade física e infestação por insetos. Submeteram as espigas às debulhas manual e mecânica e utilizaram debulhador estacionário acoplado ao trator; observaram que a maior incidência de danos ocorreu nas sementes debulhadas mecanicamente no campo e que a seleção das espigas com palha, não reduziu a infestação por insetos e nem melhorou a qualidade das sementes.

Os danos mecânicos em sementes, durante a colheita, a debulha e o beneficiamento, são extremamente prejudiciais à qualidade das sementes, pois o produto que sofreu injúria tem seu valor de mercado reduzido, até mesmo por seu aspecto visual (Andrade et al., 1998). Os autores ao estudarem os efeitos de danos mecânicos em sementes de feijão verificaram que os efeitos prejudiciais do impacto na qualidade das sementes tornaram-se mais evidente com a elevação da velocidade de impacto.

2. 3. Umidade das sementes na colheita

Na colheita mecânica é de grande importância se saber a relação entre a velocidade de rotação do cilindro debulhador e o teor de umidade da semente no momento da debulha. O milho deve ser colhido a partir da maturação fisiológica que ocorre quando 50% das sementes na espiga apresentam uma pequena mancha preta no ponto de inserção das mesmas com o sabugo (Mantovani, 2003). Para Stewart (2003) a maturidade fisiológica ocorre quando o índice de umidade da semente está entre 31 e 33%.

Em virtude da alta umidade na maturação fisiológica a colheita deve ser realizada sem maiores problemas quando as sementes de milho apresentarem um teor de umidade entre 25 e 18% desde que, depois de colhidas sejam submetidas à secagem artificial antes de serem armazenadas (Fancelli e Dourado Neto, 1996).

Oliveira et al. (1999) trabalharam com sementes de milho nas umidades de 18 e 28% para verificar o efeito da colheita mecanizada após 18 meses de armazenagem das sementes em armazém convencional. Verificaram que as sementes colhidas em espigas e debulhadas mecanicamente apresentaram danos mecânicos superiores a 20%, os quais foram decorrentes do processo de colheita, despalha e debulha, sendo observado maior percentual de dano mecânico em sementes colhidas com 28% de umidade. O aumento desse percentual deu-se, provavelmente, devido aos processos de despalha e debulha que foram somados ao resultado de dano do processo de colheita; no teste de germinação, em geral, não houve diferença de qualidade entre as sementes colhidas a 18 e 28% de umidade. Todavia, na colheita mecânica das espigas, as sementes colhidas com 28% de umidade apresentaram estatisticamente um menor percentual de plântulas normais em relação àquelas colhidas em espigas a 18% de umidade. Concluíram, no entanto, que sementes colhidas em grãos apresentaram maior índice de dano mecânico e maior redução na sua qualidade fisiológica.

Waelti e Buchele citado por Gonçalves, 1981 trabalharam com cultivares de milho, para determinação das propriedades físicas e morfológicas dos grãos e sabugos e fizeram a correlação dessas propriedades com as danificações dos grãos como resultado da operação da debulha. Concluíram, no entanto, que as propriedades mais importantes da planta que influenciaram a danificação mecânica foram: resistência à debulha, dureza do grão, dureza do sabugo. Em geral, verificaram que a danificação do grão estava relacionada com seu conteúdo de umidade. Todavia, propuseram que a danificação fosse expressa em termos dessas variáveis do que do teor de umidade.

Kantor e Webster (1967) trabalharam com sementes de sorgo com várias umidades para verificar os efeitos da debulha mecanizada à diversas rotações do cilindro batedor (1040 à 4.100rpm). Utilizando sementes sem danos visíveis, observaram que as sementes que tinham sido debulhadas com 10 e 15% de umidade apresentavam melhor viabilidade que aquelas com 20%, que demonstravam um declínio na germinação; por outro lado, o aumento das rotações do cilindro refletiu em um maior número de sementes quebradas e redução na viabilidade. Observaram ainda que, enquanto sementes debulhadas a mão deviam origem a 5% de plântulas normais, os tratamentos mecânicos, mais severos apresentaram cerca de 50%. Concluíram, portanto que as quantidades de sementes quebradas de um lote era indicação de uma debulha mal conduzida, embora a presença de pequena quantidade delas não significassem que estivessem livres de danificações internas.

As sementes mais úmidas estavam mais protegidas do que as sementes mais secas que se apresentavam com maior dureza e como consequência mais sujeitas às injúrias.

2. 4. Impactos e danos

Paiva et al. (2000) apontam como ponto de estrangulamento no processo de produção de sementes com alto padrão de qualidade, a ocorrência de danos mecânicos, considerado um dos problemas mais sérios na produção agrícola.

Os danos mecânicos causados às sementes têm uma grande influência na conservação das características fisiológicas dos produtos agrícolas. Martins Netto et al. (1996) utilizando análise de regressão para verificarem o efeito de dano mecânico em sementes de sorgo observaram que a cada 10% de dano mecânico no lote de sementes, ocorreu uma redução de aproximadamente 8% na germinação. Para 1% de dano houve uma redução de 1% no índice de velocidade de emergência.

A injúria mecânica pode ser classificada em dois tipos, em função do grau de umidade: por “quebramento” ou por “esmagamento”. “Quebramento” é o tipo de injúria que a semente sofre quando seu grau de umidade é muito baixo e o impacto recebido na superfície se distribui ao longo de uma linha resultante das forças em ação, com praticamente a mesma intensidade do momento do impacto e por “esmagamento” quando o teor de umidade é muito alto, onde o impacto se distribui de maneira muito limitada (Paiva, 1997).

De acordo com Lersch Junior (1999) os danos mecânicos são produzidos de maneira progressiva desde a debulha mecânica até a fase final do beneficiamento. O autor concluiu em seu trabalho que, as sementes de milho de forma redonda apresentaram-se mais danificadas e que a germinação e o vigor das sementes foram afetados pelas etapas do beneficiamento, quando essas estão associadas aos danos mecânicos. Para Oliveira (1997) os danos mecânicos ocorrem em cada ponto do beneficiamento e são acumulativos afetando o potencial de armazenamento. De acordo com Carvalho e Nakagawa (1988) as injúrias mecânicas apresentam efeitos cumulativos, ou seja, os danos causados pelo impacto anterior somam-se ao de um novo impacto. Figueiredo Neto (2003) concluiu, entre outros resultados, que as injúrias nas sementes de feijão macassar, se elevam com o

aumento do número de passagens das sementes pelas diferentes etapas da UBS a qual estão sujeitas, demonstrando um caráter cumulativo, indicando haver uma relação direta entre o número de choques e seus efeitos.

Segundo Gunasekaran e Muthukumarappan (1993) vários fatores, como temperatura de secagem, tensão aplicada na quebra das sementes, umidade, dureza e características genóticas do produto, influenciam a susceptibilidade à quebra. Esta susceptibilidade refere-se ao potencial de fragmentação do produto quando o mesmo é submetido a uma força de impacto durante o beneficiamento.

Vieira et al. (1994) verificando os efeitos dos danos mecânicos no beneficiamento de sementes de soja, concluíram que a susceptibilidade a danos mecânicos pode aumentar conforme a variedade e o teor de umidade das sementes no beneficiamento.

Coan et al. (1986) estudaram o comportamento das sementes de milho quanto às perdas e danos mecânicos causados por trilhadora de cereais com diferentes rotações do cilindro batedor e verificaram que a percentagem de sementes quebradas aumentou de 1,32 para 1,71% quando a velocidade tangencial do cilindro batedor variou de 11,23 para 14,68 m/s. Observaram, também, que o acréscimo da velocidade tangencial do cilindro batedor de 13,31 para 20,16 m/s causou um aumento de injúria latente nas sementes, afetando sensivelmente o poder germinativo, reduzindo-o de 90 para 74%. Quanto à percentagem de impurezas, constataram tendência de redução à medida que a rotação de trabalho aumentava.

A qualidade da semente é afetada, principalmente pela injúria mecânica, constituindo-se em problema praticamente inevitável, pois todas as etapas do processo produtivo sofrem conseqüências devido aos golpes aplicados sobre as sementes, com finalidade de separá-las da estrutura que as contém (Andrade et al., 1999).

De acordo com Paiva (1997) a injúria mecânica é apontada por muitos tecnólogos de sementes, como um dos mais sérios problemas da produção de sementes, tendo como principal causa, a mecanização nas várias fases dos processos: colheita, transportes, secagem e beneficiamento.

Na UBS para vencer as várias etapas, as sementes são submetidas a elevadores, mecanismos que provocam danificações, sobretudo em queda livre. Pereira (1997) observou a ocorrência de dano leve e grave no embrião das sementes de milho provocado pela máquina de pré-limpeza durante o beneficiamento e concluiu que o aumento dos danos causou efeitos imediato e latente sobre a qualidade das sementes.

Borba et al. (1992) ao estudarem a debulha manual e mecânica a 400, 500, 600 e 700 rpm em espigas de milho híbrido HS-BR201 depois de colhidas manualmente, comprovaram que as sementes debulhadas com velocidades do cilindro debulhador de 400 e 700 rpm e teores de umidade de 10 e 22% apresentaram percentuais de danos mecânicos de 7,4 e 54,2% e vigor de 86 e 71% respectivamente, embora não tenham ocorrido diferenças significativas na germinação.

De acordo com Chaves et al. (1992) os danos mecânicos não visíveis, conhecidos também por danos latentes, com rupturas de pequena proporção no tegumento, são difíceis de serem detectados logo após a colheita, e tornam as sementes susceptíveis a fungos e insetos, diminuindo a qualidade fisiológica das sementes. Para Costa et al. (1979) os danos não visíveis correspondem àqueles que irão manifestar-se durante o armazenamento, com queda da qualidade fisiológica da semente e que são representados por trincas microscópicas e abrasões.

Cícero et al. (1996) ao avaliarem os danos mecânicos em sementes de milho através de análise de imagens, concluíram que essa técnica apresenta vantagens em relação aos demais métodos, permitindo um minucioso exame dos danos localizados e possibilitando a comprovação dos seus efeitos fisiológicos por meio do teste de germinação.

Baudet et al. (1978) analisaram os danos mecânicos em sementes de soja, decorrentes do manuseio mecânico num elevador de caçambas, de descarga centrífuga e acoplado a um secador, onde constataram que à medida que se aumentou o número de passagens das sementes pelo sistema elevador-secador, os danos se elevaram de forma significativa.

2.5. Viabilidade em sementes

Pesquisadores em agricultura concentram grandes esforços no sentido de aumentar a produtividade, utilizando variedades mais produtivas e resistentes às doenças através de melhoramento genético. Esse ganho de qualidade, obtido nas variedades, é repassado aos agricultores por meio das sementes, insumo básico e necessário, para a maioria das espécies de interesse agrícola. De acordo com Moraes (2001) a agricultura do mundo

depende fundamentalmente das sementes e da grande importância de sua viabilidade durante o armazenamento.

A utilização de sementes de boa qualidade é fator importantíssimo para o sucesso de culturas de interesse econômico, pois possibilita a obtenção de boa emergência no campo e de plantas vigorosas e uniformes com reflexos diretos na produtividade (Almeida et al., 1997).

Para Popinigis (1985) a qualidade da semente nada mais é que a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária. Os componentes físicos e fisiológicos são afetados pelo ambiente em que as sementes se formam e também pelas condições de colheita, de secagem, de beneficiamento e de armazenamento.

A semente como principal insumo da agricultura deve garantir o estabelecimento da cultura. Para isso, a semente tem que possuir um bom desempenho com ótimas condições de vigor e germinação, livre de danos mecânicos e de impurezas. A qualidade da semente pode ser influenciada por operações de colheita, secagem, beneficiamento, armazenagem e plantio, que se diferenciam entre si em relação a cada tipo de semente. Rocha et al. (1994) trabalharam com sementes de milho utilizando parte da Unidade de Beneficiamento de Sementes. Para realização desse trabalho cinco foram os pontos de tomada de amostras na avaliação do beneficiamento de sementes de milho; observaram que à medida que o produto passava pelos equipamentos ocorria uma diminuição de impurezas; que os equipamentos como máquina de pré-limpeza, separador tipo "trieur" e a balança ensacadora, apresentaram índices de danificações mecânica maior que os outros equipamentos de tratamento da semente; quanto ao percentual de sementes danificadas (sementes quebradas e trincadas, carunchadas e ardidadas) variou de 14,8% em relação à máquina de pré-limpeza a 9,2% em relação à balança ensacadora.

As sementes de milho são separadas no beneficiamento em função de suas características de forma e tamanho diferenciados. Trabalhos realizados por Aguilera et al. (2003) indicaram maior qualidade fisiológica em sementes achatadas em relação às sementes esféricas. As sementes achatadas tratadas quimicamente apresentaram melhor desempenho no teste de frio do que as sementes esféricas. Concluíram que, o tratamento químico permite a obtenção de maior percentagem de germinação nas sementes de milho.

Santiago (2000) estudando o efeito do beneficiamento em sementes de milho constatou que não houve influência do processo de beneficiamento sobre o grau de umidade e a germinação das sementes. Sendo esse efeito melhor relacionado com queda

nos índices de vigor. O autor observou que no final do armazenamento ocorreu um decréscimo nos valores do índice de vigor e aumento na incidência de pragas e fungos. Mesmo assim, as sementes permaneceram dentro dos padrões de comercialização exigidos pelo mercado.

De acordo com Figueiredo Neto (2003) a qualidade de sementes pode ser expressa pela interação de quatro componentes: genético, físico, fisiológico e sanitário. O autor analisou os componentes fisiológicos, que se refere ao potencial de longevidade da semente e a sua capacidade para gerar planta perfeita e vigorável, em sementes de feijão macassar depois dos impactos causados pelas operações na unidade de beneficiamento de sementes e concluiu que os impactos sofridos pelas sementes durante o seu beneficiamento não exerceram efeitos imediatos sobre a germinação e o vigor das sementes.

Silveira (1974) estudou o efeito da debulha sobre a germinação e vigor de cultivares de milho e verificou que a germinação, o vigor e a produção foram afetados pelas danificações e também que à medida que se aumentou a velocidade do cilindro, aumentou a porcentagem de sementes quebradas. O autor recomendou a velocidade de 600 rpm para a trilhagem dos cultivares testados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Pré-Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba (EMEPA) na cidade de Alagoinha (PB) com Latitude $6^{\circ} 57' 32''$ S, Longitude $35^{\circ} 33' 9''$ W e altitude de 113 metros.

3. 1. Primeiro Experimento - 2002

Consistiu do estudo dos danos físicos e da germinação de duas variedades de milho colhidas manualmente e debulhadas mecanicamente em três diferentes rotações (520, 600 e 700 rpm) e submetidas às etapas do beneficiamento na UBS (Figura 3. 1).

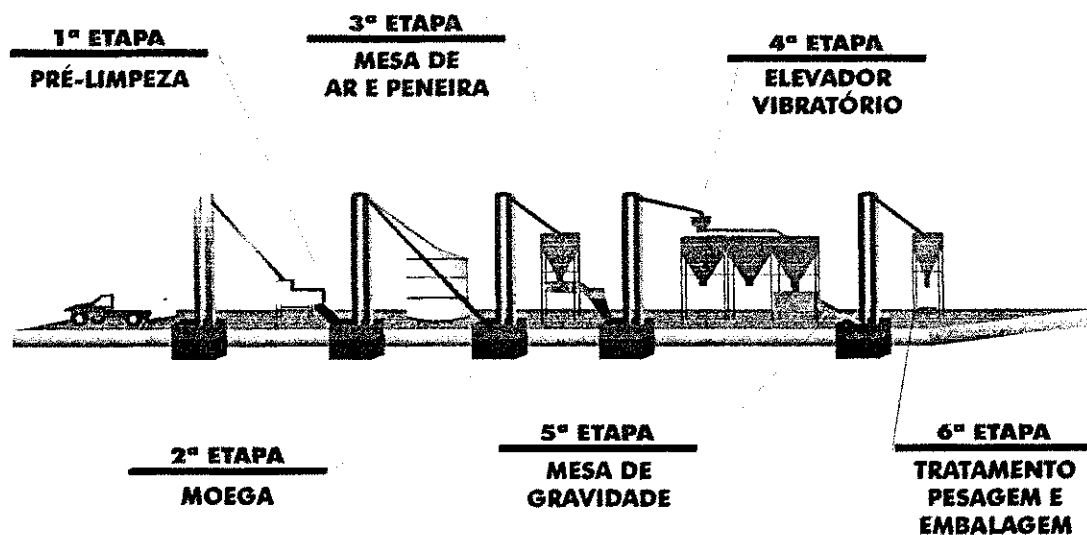


Figura 3. 1. Esquema operacional da Usina de Beneficiamento de Sementes (UBS)

As velocidades do cilindro batedor da debulhadeira estacionária modelo PAIN, n^o. 315, conectada a um trator Massey Ferguson 4 x 2, pneus de borracha, com acionamento

rotativo na TDP (Figura 3. 2) foram determinadas por tacômetro modelo VENTURE, com leitura máxima de 50.000 rotações por minuto (rpm).

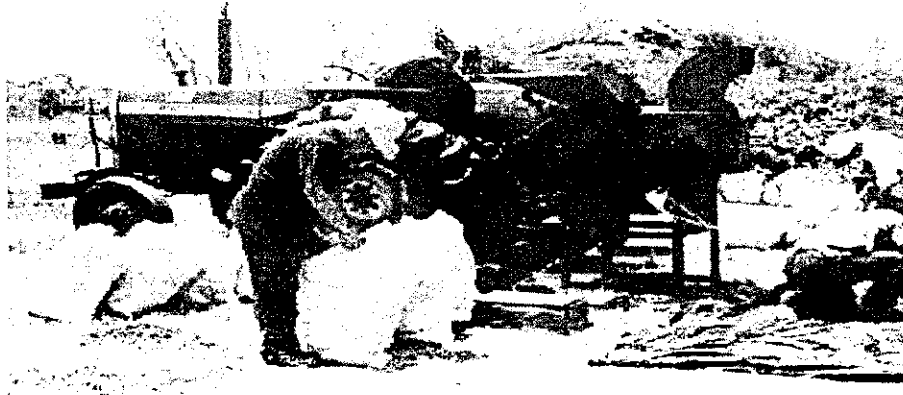


Figura 3. 2. Vista lateral da debulhadora acoplada ao trator Massey Ferguson no momento da debulha mecânica

As variedades utilizadas no estudo, conhecidas por Sertanejo e Cruzeta, safra 2001/2002 foram escolhidas por serem bastante cultivadas no estado da Paraíba, apresentando resistência à seca, produtividade e interesse comercial, quer para a produção de milho verde ou de sementes secas. Procedentes de campo experimental da EMEPA e que se encontravam com umidade de 10,0 % b.u., por ocasião da debulha.

3. 1. 1. Danos mecânicos na debulha

Do material colhido foi retirada amostra de cada variedade para debulha manual referente à testemunha. Os lotes foram debulhados mecanicamente com rotações definidas de 520, 600 e 700 rpm e submetidos ao beneficiamento na UBS, passando cada lote por todos os elevadores até a balança ensacadora da UBS. Com amostras de 10 kg, aproximadamente, avaliou-se os seguintes itens: pureza física, danos mecânicos e germinação.

3. 1. 2. Perda decorrente da debulha mecânica

Consideraram-se como perdas decorrentes do processo de debulha as sementes isoladas e as aderidas ao sabugo, recolhidas na bica de saída de “palha” (Figura 3. 3). A determinação da percentagem de perdas foi calculada em relação às sementes recolhidas na bica de ensaque da debulhadora (Figura 3. 4) depois da análise de pureza física.



Figura 3. 3. Vista frontal da bica de saída de “palha” da debulhadora

3. 1. 3. Danos mecânicos no beneficiamento

As amostras, de cada rotação foram submetidas ao beneficiamento, logo após a operação de debulha, onde foi utilizado todo o complexo da UBS, obedecendo ao esquema operacional da Figura 3. 1. Foram coletadas 10 kg de sementes para formação das amostras de trabalho, correspondente a cada rotação para cada variedade. Posteriormente, para a análise de pureza física, retirou-se sub-amostras de 3 kg para a avaliação dos danos mecânicos e do poder germinativo das sementes.

3.2. Segundo Experimento - 2003

As amostras utilizadas neste experimento foram provenientes do campo de produção, formado com sementes da variedade Sertanejo do primeiro experimento. A colheita e debulha deram-se quando os teores de umidade b. u. das sementes atingiram 20; 16; 14 e 12% , respectivamente.

3. 2. 1. Danos mecânicos na debulha

As espigas da variedade Sertanejo com quatro teores de umidade foram submetidas à debulha mecânica, imediatamente depois da colheita manual, sendo retirada uma amostra de cada umidade para debulha manual. Utilizou-se para este experimento a mesma máquina debulhadora empregada no primeiro experimento, regulada para as mesmas rotações (520, 600, 700 rpm).

3. 2. 2. Perda decorrente da debulha mecânica

Os procedimentos adotados na avaliação das perdas ocorridas durante o processo de debulha, nesse experimento, foram os mesmos adotados no primeiro experimento e determinado para cada rotação da debulha e teor de umidade das sementes.

3. 2. 3. Impactos provocados pelo lançamento das sementes em queda livre

As sementes coletadas durante a debulha em cada rotação com seu respectivo teor de umidade foram submetidas depois de homogeneizado cada lote, a choques mecânicos

que se constituíram de queda livre de alturas de 3, 6 e 9 metros, sobre uma superfície metálica lisa de 840mm x 510mm x 5mm. A placa fazia um ângulo de aproximadamente 45° com a horizontal de tal modo que as sementes após a queda só a tocassem uma única vez, sendo depositada em lona plástica. Logo depois de submetidas aos choques, as amostras de 2 kg de cada tratamento foram acondicionadas em recipientes para análise.

3.3. Teor de Umidade

O controle da umidade das sementes no campo foi efetuado pelo método da estufa a $130 \pm 2^\circ \text{C}$, durante 4 h, de acordo com a Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) utilizando-se 3 sub-amostras de 30 gramas em cada repetição. Por ocasião da debulha, empregou-se o método-padrão da estufa a $105 \pm 3^\circ \text{C}$, durante 24 h, para o conhecimento do teor de umidade (BRASIL, 1992).



Figura 3. 4. Vista frontal da bica de ensaque da debulhadora

3. 4. Pureza física

Para a determinação da pureza física, os testes foram realizados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) exceto a quantidade de sementes que

foi de 10 kg, para cada rotação, e para o cálculo das impurezas, pesaram-se todas as partículas presentes na amostra, bem como as sementes defeituosas, fragmentos e sementes de outras espécies. A porcentagem da pureza foi determinada pela relação entre a massa das sementes puras e a massa total da amostra, mediante o seguinte modelo matemático:

$$P_z = 100 \left[1 - \frac{m_i}{m_m} \right] \quad (1)$$

em que,

P_z = pureza física de sementes, %,

m_i = massa de impureza, g,

m_m = massa total da amostra, g.

3. 5. Danos mecânicos

Logo depois da debulha da amostra de sementes em cada rotação, os danos foram avaliados visualmente, utilizando-se uma amostra de 800 gramas, distribuídas em quatro repetições de 200 gramas cada. Nessa operação seguiu-se a recomendação de Andrade et al. (1999) onde foi usado uma bancada com fundo branco em razão de promover melhor identificação das sementes. Os danos mecânicos foram classificados nas três categorias:

- Danos leves: sementes com tegumento rompido ou com fissura,
- Danos intermediários: sementes visualmente com trinca (partidas ao meio internamente, protegidas apenas pelo tegumento)
- Danos severos: sementes partidas ao meio.

O cálculo do índice de mecânico foi obtido através da seguinte expressão:

$$D = 100 \cdot \frac{m_d}{m_m} \quad (2)$$

em que,

D = índice de danos mecânicos, %,

m_d = massa de sementes com danos mecânicos, g,

m_m = massa total da amostra, g.

3. 6. Germinação

Nos testes de germinação foram empregadas técnicas adaptadas às Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) e utilizou-se quatro repetições de 50 sementes em vez de 100. A semeadura deu-se em bandejas de plástico de 38 cm de comprimento, 26 cm de largura e 7 cm de altura, contendo substrato de areia peneirada em malha fina (N16 ABNT) e esterilizada em estufa a 130° C por 24 horas. O substrato, antes da semeadura, foi umedecido com água destilada e no decorrer do teste, quando necessário. A contagem das plântulas foi efetuada no 7° dia depois da semeadura.

3. 7. Análise Estatística

Realizou-se a análise dos dados do primeiro e segundo experimento com o auxílio do software ASSISTAT Versão 6,5 beta (Silva, 1996) e o teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade para comparar as médias dos tratamentos. Ademais se aplicou análise de variância na regressão, testando-se polinômios de primeiro e segundo graus para representar dados quantitativos, considerando sua significância e o maior valor do coeficiente de correlação.

3. 7. 1. Primeiro Experimento

Os danos mecânicos ocorridos no momento da debulha e no beneficiamento das sementes foram analisados em esquema fatorial 2 x 3, sendo duas variedades (Sertanejo e Cruzeta) e três rotações do cilindro batedor (520, 600, 700 rpm) em um delineamento estatístico inteiramente casualizado, com três repetições. Utilizou-se para a análise da pureza física o mesmo esquema fatorial, com quatro repetições. Para a germinação, utilizou-se o esquema fatorial 2 x 4, com duas variedades (Sertanejo e Cruzeta) e uma debulha manual e três rotações do cilindro batedor ($R_1 = 520$ rpm; $R_2 = 600$ rpm e $R_3 = 700$ rpm) com quatro repetições.

3. 7. 2. Segundo Experimento

Os danos causados pela debulha das sementes de milho na variedade Sertanejo foram analisados em esquema fatorial 3 x 4, sendo três rotações ($R_1 = 520$ rpm; $R_2 = 600$ rpm e $R_3 = 700$ rpm) e quatro níveis de umidade (20, 16, 14 e 12% b. u.) com três repetições. Utilizou-se para a análise da pureza física, o mesmo esquema fatorial, com quatro repetições. A análise dos danos causados às sementes submetidas à queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura, foi feita em esquema fatorial 3 x 3 x 4, três rotações ($R_1 = 520$ rpm; $R_2 = 600$ rpm e $R_3 = 700$ rpm) três alturas 3, 6 e 9 metros e quatro níveis de umidade 20, 16, 14 e 12% b. u. com três repetições. Para germinação das sementes impactadas no processo de debulha, utilizou-se o esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro rotações ($R_0 =$ debulha manual; $R_1 = 520$ rpm; $R_2 = 600$ rpm e $R_3 = 700$ rpm) e quatro níveis de umidade (20, 16, 14 e 12% b. u.) e para germinação das sementes impactadas por queda livre utilizou-se o esquema fatorial 3 x 4 x 4, três impactos em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura, quatro rotações ($R_0 =$ debulha manual; $R_1 = 520$ rpm; $R_2 = 600$ rpm e $R_3 = 700$ rpm) e quatro níveis de umidade (20, 16, 14 e 12% b. u.) com quatro repetições.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. 1. Primeiro Experimento

4. 1. 1. Perda decorrente da debulha mecânica

Os dados relativos às perdas por ocasião da debulha, não sofreram análise estatística, pois não houve repetição para os tratamentos, e foram calculados como percentagem de peso total de semente que sofreram debulha mecânica em um debulhador estacionário acoplado a um trator, com umidade de 10% b. u.

Analisando-se os dados contidos na Tabela 4. 1, tem-se que as perdas de sementes por ocasião da debulha mecânica em um debulhador estacionário acoplado a um trator deram-se tanto pelo efeito da rotação do cilindro debulhador quanto pela resistência do material vegetal. Embora os dados não sendo comparáveis por meio da estatística, nota-se para a variedade Cruzeta maior suscetibilidade a perdas comparadas com a variedade Sertanejo, e que o milho debulhado na rotação de 600 rpm provocou menor quantidade de perdas que quando debulhado nas outras rotações de 520 rpm e 700 rpm, e que esta última foi melhor que a 520 rpm. Resultados que concordam com as observações da EMBRAPA (1992) no que diz respeito a se ajustar à rotação do cilindro debulhador de acordo com o teor de umidade das sementes no momento da debulha.

Tabela 4. 1. Valores médios (%) das perdas de sementes de milho das variedades Sertanejo e Cruzeta no momento da debulha

Perdas na debulha com umidade de 10% b. u.			
Variedades	Rotações		
	R ₁ = 520	R ₂ = 600	R ₃ = 700
Sertanejo	1,40	1,04	1,33
Cruzeta	1,59	1,28	1,37

4. 1. 2. Pureza física

Os dados de pureza física depois dos processos de debulha e beneficiamento a que foram submetidas às sementes de milho, variedades Sertanejo e Cruzeta, demonstraram, através de análise de variância, Tabela 4. 2., valores de F significativos a 1% de probabilidade para Variedades e interação Variedades x Rotações no processo de debulha e Variedades, Rotações e para interação Variedades x Rotações no beneficiamento

Tabela 4. 2. Análise de variância dos valores médios da pureza física de sementes de milho das variedades Sertanejo e Cruzeta depois dos processos de debulha e beneficiamento

Fonte de Variação	G. L.	Debulha		Beneficiamento	
		Q. M.	F	Q. M.	F
Variedades	1	70,29	692,15**	16,78	327,66**
Rotações	2	10,68	105,23 ^{ns}	4,22	82,52**
Variedades x Rotações	2	2,88	28,38**	1,18	23,18**
Resíduo	18	0,10		0,05	
Total	23				

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, ^{ns} não significativo

Examinando-se a Tabela 4. 3, verifica-se que na debulha, as médias encontradas na rotação R₃ (700 rpm) foram superiores a R₁ e R₂, tanto para a variedade Sertanejo quanto para a variedade Cruzeta. Comportamento semelhante se verifica com o beneficiamento onde R₂ e R₃ superaram R₁ e não diferiram estatisticamente entre si.

A comparação entre variedades indica superioridade do Sertanejo sobre o Cruzeta nos dois processos (debulha e beneficiamento).

Confrontando-se as médias dos dois processos verifica-se que a pureza física no beneficiamento foi superior (5,54%) a pureza física da debulha. Rocha et al. (1994) constataram em pesquisa que as sementes de milho saíram da máquina de pré-limpeza (início do processo) com 14,8% de impurezas e deixou a balança ensacadora (final do processo de beneficiamento) com 9,2% de impurezas, concluindo, então, que houve uma redução significativa das impurezas à medida que o produto foi submetido à passagem pelos equipamentos durante o processo de beneficiamento.

No presente trabalho, a colheita foi manual, logo as impurezas como fragmentos de sementes, trincas, frações de sabugo e palhas, resultaram da máquina debulhadora e da passagem das sementes pelas cinco etapas do beneficiamento a que foram submetidas na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS).

Resultados que põem de manifesto a necessidade de alertar a todos os envolvidos no processo de manter regulada as máquinas de debulha e beneficiamento, como forma de minimizar prejuízos por meio de melhoria da qualidade de sementes colhidas e beneficiadas, garantindo aos produtores e comerciantes a redução de erros provenientes da aquisição de materiais de qualidade desconhecida e o pagamento de preços reais. Ademais, estes resultados indicam a necessidade de se ter informação sobre a qualidade das máquinas em termos de adaptabilidade às necessidades do usuário, e que a falta de testes e ensaios de máquinas agrícolas dificulta a vida do produtor, que conta com pouca segurança na hora de comprar seu maquinário.

Tabela 4. 3. Valores médios (%) de pureza física de sementes de milho debulhadas sob ação da rotação do cilindro debulhador e beneficiadas na UBS

Pureza física na debulha			
Variedades	Rotações		
	R ₁ = 520	R ₂ = 600	R ₃ = 700
Sertanejo	91,86 aB	92,34 aB	93,87 aA
Cruzeta	89,52 bB	87,64 bC	90,63 bA
D.M.S.	Entre linha		0,58
	Entre coluna		0,47
CV (%)			0,35
Pureza física no beneficiamento			
Sertanejo	96,94 aB	97,58 aA	97,52 aA
Cruzeta	94,42 bB	96,11 bA	96,51 bA
D.M.S.	Entre linha		0,41
	Entre coluna		0,34
CV(%)			0,23

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Todavia, como se observa pelos resultados, as duas variedades de milho (Sertanejo e Cruzeta) atendem a classificação quanto à qualidade para impurezas e materiais estranhos requerida pelas normas de classificação do milho (Puzzi, 2000) em que permite como tolerância máxima (% p/p) 1,5; 2,0 e 3,0 para os tipos 1, 2 e 3, respectivamente. Brooker et al. (1992) descrevem que dentre os principais fatores que determinam a qualidade dos grãos e sementes, está o alto poder de pureza física. Assim, as máquinas de debulha que proporcionam elevado percentual de pureza são preferidas, pois diminuem a necessidade de processamento posterior para limpeza do produto.

4. 1. 3. Efeito dos danos mecânicos nas sementes

4. 1. 3. 1. Debulha mecânica

Na Tabela 4. 4, encontra-se o resumo da análise de variância, com valores de F significativos a 1% de probabilidade para rotações, variedades e sua interação e o desdobramento da análise de regressão constatou efeito linear e quadrático para os tratamentos analisados.

Os resultados referentes à avaliação do grau de danificação em sementes de milho da variedade Sertanejo e Cruzeta, debulhado mecanicamente, indicam, conforme dados contidos na Tabela 4. 5, maior resistência aos impactos impostos pela máquina debulhadora da Variedade Cruzeta (1,22) frente a Variedade Sertanejo (3,02) em 59,6 %. Verifica-se ainda que a debulha realizada a uma rotação de 600 rpm (R_2) promoveu menor índice de danos mecânicos e que este foi maior quando a rotação foi de 700 rpm (R_3) e que a debulha na rotação de 520 rpm (R_1) danificou mais as sementes que a R_2 e menos que R_3 .

Borba et al. (1992) constataram na debulha mecânica de milho colhido manualmente com 10, 15,5 e 22% de umidade que as rotações de 400 e 700 rpm com umidade de 10 e 22% provocaram danos mecânicos da ordem de 7,4 e 54,2% respectivamente. Sobre o tema, Pedroza (1991) também verificou que os valores do índice de danos em sementes de milho da Variedade Central Mex cresceram com o aumento da velocidade do cilindro batador da debulhadora.

Na literatura especializada, Souza et al. (2002) advertem que a presença de danos mecânicos em sementes colhidas e debulhadas mecanicamente é inevitável. Isto, além de prejudicar a qualidade da semente para o plantio, afeta também a qualidade dos grãos, diminuindo consideravelmente o seu valor de mercado para o consumo. Portanto, os danos mecânicos podem ser altamente prejudiciais ao produto final, seja ele destinado ao consumo ou ao plantio, tema que é apontado por Paiva et al. (2000) como ponto de estrangulamento no processo de produção de sementes de alto padrão de qualidade.

Tabela 4. 4. Resumo da análise de variância e de regressão para sementes de milho danificadas pelos impactos das rotações durante o processo de debulha

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios
Rotações	2	14,76**
Variedades	1	0,87**
Rotações x Variedades	2	0,23**
Danos da Variedade Sertanejo (10% b. u.)		
Linear	1	9,84**
Quadrática	1	6,60**
Resíduo	8	0,04
CV (%)		9,06
Danos da Variedade Cruzeta (10% b. u.)		
Linear	1	2,32**
Quadrática	1	0,48**
Resíduo	8	0,00
CV (%)		8,90

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 4. 5. Valores médios (%) de sementes de milho das variedades Sertanejo e Cruzeta danificadas pelos impactos ocorridos durante o processo de debulha para a interação Variedades x Rotações

Variedades	Rotações		
	R ₁ = 520	R ₂ = 600	R ₃ = 700
Sertanejo	3,56 aA	2,46 aC	3,06 aB
Cruzeta	1,30 bAB	0,93 bB	1,43 bA
D.M.S.	Entre linha		0,32
	Entre coluna		0,39
CV (%)	8,50		

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

4. 1. 3. 2. Beneficiamento

A análise de variância dos danos ocorridos nas sementes de milho durante o seu beneficiamento na UBS demonstrou valores de F significativos para variedades e sua interação com os impactos provocados pelas rotações do cilindro debulhador, assim como os efeitos lineares da regressão na análise de variância e quadrático da variedade Sertanejo (Tabela 4. 6).

A Tabela 4. 7 contém os resultados obtidos na avaliação visual das danificações mecânicas ocorridas durante o beneficiamento na UBS. Observa-se que a intensidade de danos ocorridos na variedade Sertanejo foi superior (1,20) aos resultados apresentados pela variedade Cruzeta (0,69) em 42,5%. Foi verificado entre as rotações que a de 600 rpm (R₂) na variedade Sertanejo, obteve um percentual maior de danos. As sementes foram mais danificadas na variedade Cruzeta com rotação do cilindro debulhador de 700 rpm (R₃) seguida pelas rotações 520 rpm (R₁) e 600 rpm (R₂) provavelmente esse fato deve-se às sementes trincadas provenientes do processo de debulha que se manifestaram posteriormente pelos impactos provocados pelo equipamento da UBS. Sobre o tema, Lersch Junior (1999) comenta

que os danos mecânicos são produzidos progressivamente a partir da debulha mecânica e no final do beneficiamento. De acordo com Ruffato et al. (2001) a susceptibilidade à quebra do produto, nas operações subseqüentes, aumenta com a intensidade e o número de trincas presentes, reduzindo a qualidade dos grãos em vários aspectos

Tabela 4. 6. Resumo da análise de variância e de regressão para sementes de milho danificadas pelos impactos das rotações durante o processo de beneficiamento

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios
Rotações	2	0,03 ^{ns}
Variedades	1	1,18**
Rotações x Variedades	2	0,63**
Danos da Variedade Sertanejo (10% b. u.)		
Linear	1	1,20**
Quadrática	1	2,90**
Resíduo	8	0,002
CV (%)		5,50
Danos da Variedade Cruzeta (10% b. u.)		
Linear	1	1,38**
Quadrática	1	0,00 ^{ns}
Resíduo	8	0,01
CV (%)		26,37

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, ^{ns} não significativo

Tabela 4. 7. Valores médios (%) de sementes de milho das Variedades Sertanejo e Cruzeta danificadas pelos impactos ocorridos durante o processo de beneficiamento na UBS para a interação Variedades x Rotações

Variedades	Rotações		
	R ₁ = 520	R ₂ = 600	R ₃ = 700
Sertanejo	1,23 aB	1,56 aA	0,83 aC
Cruzeta	0,56 bB	0,50 bB	1,03 aA
D.M.S.	Entre linha		0,21
	Entre coluna		0,26
CV (%)			12,57

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

4. 1. 4. Estudo da germinação

A análise da variância, Tabela 4. 8, dos dados de germinação obtidos depois dos processos de debulha e beneficiamento a que foram submetidos as sementes de milho, variedades Sertanejo e Cruzeta, demonstrou valores de F significativos a de 1 e 5% de probabilidade para variedades, impactos e para a interação variedades x impactos. As médias obtidas para as interações, as diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação encontram-se na Tabela 4. 9.

Tabela 4. 8. Análise de variância dos valores médios da germinação de sementes de milho das Variedades Sertanejo e Cruzeta depois dos processos de debulha mecânica e beneficiamento na UBS

Fonte de Variação	G. L.	Debulha		Beneficiamento	
		Q. M.	F	Q. M.	F
Variedades	1	55,12	12,84**	98,00	9,71**
Rotações	3	9,79	2,28 ^{ns}	33,83	3,35*
Variedade x Rotações	3	27,12	6,32**	72,66	7,20**
Resíduo	24	4,29		10,08	
Total	31				

** , * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, ^{ns} não significativo

A análise estatística dos dados de germinação demonstrou ter havido diferenças no comportamento das variedades em relação aos impactos, refletidos na viabilidade em decorrência da rotação do cilindro debulhador e da passagem pelas diferentes etapas da UBS a que foram submetidas depois da debulha, como se observa na Tabela 4. 9. A variedade Cruzeta mostrou a 1% de probabilidade uma maior germinação, quando submetida à debulha mecânica e ao beneficiamento e neste, ocorreu, também, igual comportamento a rotação de 600 rpm.

Tabela 4. 9. Valores médios (%) da germinação em sementes de milho, Variedades Sertanejo e Cruzeta depois dos processos de debulha mecânica e beneficiamento na UBS para a interação Variedade x Rotações

Debulha				
Variedades	Rotações			
	R ₀ = manual	R ₁ = 520	R ₂ = 600	R ₃ = 700
Sertanejo	90,00 bA	90,00 aA	92,50 aA	93,00 aA
Cruzeta	97,00 aA	93,00 aAB	95,00 aAB	91,00 aB
D.M.S.	Entre linha			4,03
	Entre coluna			3,02
CV (%)				2,23
Beneficiamento				
Sertanejo	90,00 bAB	92,50 aA	84,00 bB	93,00 aA
Cruzeta	97,00 aA	89,50 aB	94,00 aAB	93,00 aAB
D.M.S.	Entre linha			6,19
	Entre coluna			4,63
CV(%)				3,46

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Debulha manual (R₀) 520 rpm (R₁) 600 rpm (R₂) e 700 rpm (R₃)

Com relação ao comportamento da germinação das variedades em cada rotação, observa-se que os mesmos não influenciaram a variedade Sertanejo e que a variedade Cruzeta germinou menos somente quando foi submetida a rotação de 700 rpm, frente a testemunha. Quando os impactos promovidos pela debulha se somaram aos impactos do beneficiamento, verificou-se menor germinação da variedade Sertanejo a rotação de 600 rpm (R₂) frente às rotações de 520 (R₁) e 700 rpm (R₃) que não diferenciaram estatisticamente entre si. Estes resultados evidenciaram que os efeitos dos impactos sobre as sementes de milho, promovidos pelas três diferentes rotações do cilindro debulhador e pela soma das cinco etapas a que foram

submetidas na UBS (Figura 3. 1) durante o processo de beneficiamento, deve-se mais concretamente a variedade, ou seja, os efeitos imediatos destes impactos não afetaram fortemente a germinação das sementes, isto é, não diminuíram a germinação a nível baixo, frente à testemunha. No entanto, os resultados indicam a necessidade de se pesquisar os efeitos latentes desses impactos, os quais devem se revelar ao longo da armazenagem. Em relação aos efeitos dos impactos (da debulha mecânica e do beneficiamento na UBS) a germinação da variedade Cruzeta (93,37%) foi superior a Sertanejo (89,87%). Esse comportamento é provavelmente devido ao fato da variedade Sertanejo possuir sementes de tamanho menor, indicando ser mais pesadas (ou de maior massa) o que de acordo com os princípios da dinâmica, adquirem maior energia cinética em queda livre e, por conseguinte maior força de impacto, redundando em maiores possibilidades de injúrias. Tais resultados se aproximam daqueles obtidos por Bilanski (1966) e Paiva (1997) que verificaram maior resistência aos danos mecânicos nas sementes de milho de maior tamanho e, concordam com os de Moore (1972) ao admitir uma intolerância aos choques em razão direta do peso das sementes e uma proporcionalidade entre o peso e tamanho das sementes e os efeitos das injúrias mecânicas. Igualmente, durante o beneficiamento do milho Lersch Junior (1999) verificou que a germinação e o vigor das sementes foram afetados pelas etapas do processo quando essas estavam associadas aos danos mecânicos. Zink (1966) concluiu após revisar trabalhos sobre injúria mecânica em sementes de soja que a pouca experiência dos produtores, nos Estados Unidos, no ano de 1966, causaram sérios problemas com a semente produzida naquele ano, isto devido, principalmente, aos danos mecânicos que afetou sua qualidade.

4. 2. Segundo Experimento

4. 2. 1. Perda decorrente da debulha mecânica

Os resultados de avaliação das perdas das sementes de milho, variedade Sertanejo, com umidade de 12, 14, 16 e 20% b. u., submetidas à debulha mecânica com velocidade de rotação do cilindro batedor de 520, 600 e 700 rpm, estão apresentados na Tabela 4. 10. Por terem sido

obtidas logo depois da passagem de aproximadamente 20 kg de milho em espiga em cada rotação, os dados não sofreram análise estatística por não ter havido repetição para os tratamentos, tendo sido calculadas como percentagem de perda total do processo de debulha. Conforme se observa a intensidade do dano está relacionado com a rotação do cilindro debulhador e o teor de umidade da semente. Quanto à umidade, em uma análise individual para cada rotação (R_1 , R_2 e R_3) observa-se que a quantidade de semente de milho lançada fora da máquina, junto com a palha e o sabugo aumenta com o aumento do teor de umidade empregada na debulha, tendo, em termos médio, a rotação de 520 rpm sido mais agressiva que a debulha realizada com as rotações de 600 e 700 rpm. Ademais, excetuando a umidade de 20%, a debulha processada na rotação de 520 rpm promoveu maior perda por lançamento das sementes junto com a palha e o sabugo. Esses resultados indicam que quanto mais úmidas as sementes, maior a dificuldade de separá-las da espiga. Por outro lado a velocidade de debulha apresenta um ponto (600 rpm) que se traduz no de melhor aproveitamento, isto é, em aumento do rendimento. Essas observações, em parte, encontram apoio nas recomendações técnicas para o cultivo do milho (EMBRAPA, 1992) ao afirmar que quanto mais úmida as sementes maiores a dificuldade de debulha-las, exigindo maior rotação do cilindro debulhador.

Neste contexto, Silva et al. (1998) advertem para a falta de manutenção e regulagem das máquinas debulhadoras que são agentes responsáveis no processo de perdas, e, recomendam como solução do problema, treinamento dos operadores para executarem o trabalho nas máquinas debulhadoras. Observações essas que comungam com as de Costa e Tavares (1995) e em parte, com Mohsenin (1970) ao afirmar que no processo de debulha, as sementes estão sujeitas a tensão de compressão, sendo as sementes mais úmidas mais sujeitas a danos mecânicos, em função da dificuldade de se desligarem do sabugo, o que não ocorre com as sementes mais secas que são debulhadas mais facilmente. Portella (2003) verificou que o emprego da maior folga entre o cilindro e o côncavo e a redução na rotação do cilindro são os pontos fundamentais para obter sucesso na regulagem ideal de uma colhedora, para a cultura do milho, diminuindo-se, assim, as perdas durante o processo de colheita mecânica.

Tabela 4. 10. Valores médios (%) das perdas de sementes de milho da Variedade Sertanejo, colhidas com 20%, 16%, 14% e 12% de umidade

Perdas na debulha de milho a diferentes umidades			
Umidades (%)	Rotações		
	R ₁ = 520	R ₂ = 600	R ₃ = 700
12	2,26	1,36	1,88
14	2,26	2,88	3,02
16	2,72	1,65	2,45
20	4,78	4,90	3,41

4. 2. 2. Pureza física

A análise de variância dos valores médios da pureza física de sementes de milho da variedade Sertanejo, Tabela 4. 11 demonstrou efeito significativo a 1 e 5% de probabilidade para impactos, umidades e sua interação.

Tabela 4. 11. Análise de variância dos valores médios da pureza física das sementes de milho Sertanejo depois do processo de debulha com 20%, 16%, 14% e 12% de umidade

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F
Rotações	2	0,45	7,90**
Umidades	3	0,18	3,21*
Rotações x Umidade	6	0,14	2,48*
Resíduo	36	0,05	
Total	47		

** , * - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

Constata-se pelos dados contidos na Tabela 4. 12, referentes à pureza física das sementes da variedade Sertanejo com umidade de 12, 14, 16 e 20% e debulhadas com rotações de 520, 600 e 700 rpm que as rotações R₁ (520 rpm) e R₂ (600 rpm) na umidade

de 16% apresentaram inferioridade frente as demais rotações para cada umidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2002) quando ao analisar pureza física de sementes de feijão verificou que ao fixar a rotação do cilindro trilhador, a pureza física aumentou com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora.

Observa-se ainda que, para cada umidade dentro das rotações, com exceção a rotação R₂ (600 rpm) nas umidades de 12%, 16% e 20% as demais se comportaram iguais estatisticamente. Tem-se, também que em valores absolutos a pureza física na umidade de 14% foi superior (33,44%) as demais umidades. Fato esse também observado por Souza et al. (2002) quando concluiu que as sementes de feijão com 14,10% de umidade apresentaram maior percentagem de pureza física.

Tabela 4. 12. Valores médios (%) de pureza física de sementes de milho debulhadas em função da interação entre os fatores Umidades x Rotações

Pureza física na debulha			
Umidades	Rotações		
	R ₁ = 520	R ₂ = 600	R ₃ = 700
20%	98,24 aA	98,40 aAB	98,49 aA
16%	98,04 bA	98,25 bB	98,74 aA
14%	98,49 aA	98,79 aA	98,56 aA
12%	98,31 aA	98,70 aAB	98,65 aA
D. M. S. linha			0,46
D. M. S. coluna			0,41
CV (%)			0,24

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

4. 2. 3. Efeito dos danos mecânicos nas sementes

4. 2. 3. 1. Debulha mecânica

O resumo da análise de variância encontra-se na Tabela 4. 13, com valores de F significativos a 1% de probabilidade para impactos, umidades e sua interação e o

desdobramento da análise de regressão indica efeito linear e quadrático para os tratamentos analisados.

Os dados resultantes da debulha mecânica estão contidos na Tabela 4. 14, e são referentes à avaliação de danificações em sementes de milho da variedade sertanejo em quatro níveis de umidade. A umidade de 14% b. u. (2,04) apresentou maior resistência aos impactos provenientes da máquina debulhadora, em média 18,7% em relação à umidade de 12% (2,51) 15,0% para a umidade de 16% (2,40) e na umidade 20% b. u. (2,35) 13,2%. Entre as rotações foi observado que o nível de danificação às sementes foi variável conforme a velocidade de impacto, sendo que a rotação de R₂ (600 rpm) apresentou maior resistência aos impactos resultantes da debulha mecânica nas sementes de milho, enquanto que a rotação R₃ (700 rpm) apresentou o maior percentual de danos, exceto o valor encontrado na umidade de 20%, fato que se deve, provavelmente, a que o grão por ser um material anisotrópico e viscoelástico, sua resposta a forças externas depende do seu teor de umidade. Fato também observado por Moreira (Ruffato et al., 2001). Verifica-se também que os danos diminuíram na umidade de 20% à medida que a velocidade do cilindro aumentou, ocorrendo situação contrária para a umidade de 12%. Resultados que estão de acordo, em parte, com os obtidos por Popinigis (1985) ao concluir que as danificações, em sementes de soja, tornaram-se mais drásticas quando o teor de umidade diminuiu, e à medida que maior velocidade do cilindro foi utilizada na debulha. Andrade et al. (1999) trabalhando com danos mecânicos em feijão, observou que a intensidade de injúria mecânica se eleva com o aumento da velocidade de impacto ao qual as sementes são impostas, apresentando maior intensidade para sementes com menor teor de umidade. Em síntese, verifica-se a importância do teor de umidade e da velocidade de impacto como fatores que definem a severidade dos danos mecânicos nas sementes. Afirmativa que encontra apoio em relato feito por Andrade et al. (1999). Em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Almeida (1972) colheu plantas com dois teores de umidade em sementes submetidas à debulha mecânica com velocidades de 500, 750 e 1000 rpm no cilindro da máquina trilhadeira, além da debulha manual das vagens e pode observar que as percentagens de sementes quebradas cresceram com o aumento do teor de umidade das sementes.

Em resumo, observa-se para o trabalho que além das sementes danificadas durante a debulha, muitas sofreram danificações imperceptíveis a olho nu. A umidade das sementes e a velocidade da rotação do cilindro debulhador influem decisivamente nas perdas por

danificações mecânicas. O cilindro deve permanecer a uma velocidade que permita um bom trabalho de debulha, no caso em estudo, a rotação de 600 rpm é a mais aconselhada para sementes que contenham 12% de umidade.

Tabela 4. 13. Resumo da análise de variância e de regressão para sementes de milho danificadas pelos impactos das rotações durante o processo de debulha

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios
Rotações	2	1,27**
Umidades	3	0,36**
Rotações x Umidades	6	0,36**
Danos da Variedade Sertanejo (20% b. u.)		
Linear	1	4,93**
Quadrática	1	5,79**
Resíduo	8	0,18
CV (%)		8,67
Danos da Variedade Sertanejo (16% b. u.)		
Linear	1	7,37**
Quadrática	1	2,49**
Resíduo	8	0,07
CV (%)		5,51
Danos da Variedade Sertanejo (14% b. u.)		
Linear	1	7,82**
Quadrática	1	0,69**
Resíduo	8	0,00
CV (%)		3,13
Danos da Variedade Sertanejo (12% b. u.)		
Linear	1	9,63**
Quadrática	1	3,52**
Resíduo	8	0,00
CV (%)		2,13

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 4. 14. Valores médios (%) de sementes de milho da Variedade Sertanejo, danificadas pelos impactos ocorridos durante o processo de debulha para a interação Rotações x Umidades

Rotações	Umidades (%)			
	20	16	14	12
R ₁ = 520	2,80 aA	2,79 aA	2,02 bC	2,43 bB
R ₂ = 600	2,13 bB	1,73 bC	1,53 cC	2,42 bA
R ₃ = 700	2,14 bB	2,70 aA	2,58 aA	2,68 aA
D. M. S. linha				0,22
D. M. S. coluna				0,25
CV (%)				4,79

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

4. 2. 3. 2. Queda livre

A análise de variância dos dados de sementes de milho lançadas de três alturas 3, 6 e 9 metros em queda livre após debulha mecânica revelaram valores de F significativos para impactos, altura, umidade e interações impactos x altura, impactos x umidade, altura x umidade e impactos x altura x umidade (Tabela 4. 15).

Tabela 4. 15. Resumo da análise de variância para os danos das sementes de milho depois de lançadas em queda livre das alturas de 3, 6 e 9 metros

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F
Rotações	2	2,11	212,76**
Altura (m)	2	6,03	607,27**
Umidade	3	1,77	178,09**
Rotações x Altura (m)	4	0,81	81,81**
Rotações x Umidade	6	2,52	253,58**
Altura (m) x Umidade	6	0,32	33,13**
Rotações (rpm) x Altura (m) x Umidade	12	0,19	19,2083**
Resíduo	72	7,01	
Total	107		

** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Os resultados da avaliação das sementes do milho, Sertanejo submetidas a impactos produzidos por queda livre de três diferentes alturas estão apresentados na Figura 4. 1 e Tabela 4. 16 do anexo.

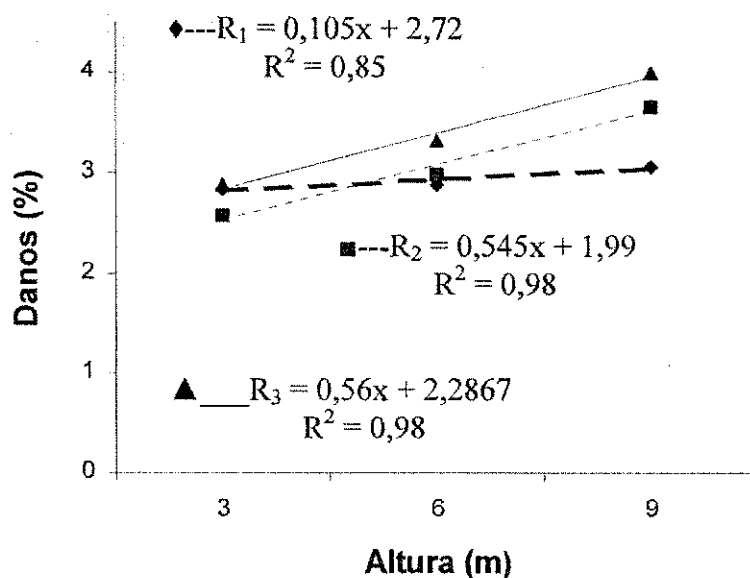


Figura 4. 1. Valores médios dos danos em sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de três diferentes alturas e rotações ($R_1 = 520$ rpm; $R_2 = 600$ rpm; $R_3 = 700$ rpm)

O percentual de sementes danificadas foi influenciado pela a altura da qual as sementes foram lançadas em queda livre sobre uma placa metálica plana inclinada a 45 graus, e pela rotação do cilindro debulhador a que foram submetidas à debulha mecânica, em que o coeficiente de variação foi de 3,17% (Tabela 4. 16 do anexo e Figura 4. 1). Os resultados indicam ainda que a medida em que o produto foi lançado a maiores alturas, os danos foram aumentando tanto com a altura da queda livre quanto com a rotação da máquina debulhadora, a exceção do lançamento das sementes à altura de 3 metros e debulhada a rotação de 600 rpm, em que os danos foram menores estatisticamente que as debulhadas a rotação de 520 e 700 rpm, os quais se comportaram estatisticamente iguais. Resultados que em parte concordam com os de Zink (1966) quando afirma que a severidade das injúrias das sementes de soja, lançadas em queda livre sobre uma superfície rígida de metal de alturas de 5, 10 e 20 pés (1 pé = 0,305 m) foi afetada pelo teor de umidade das sementes, pela altura da queda e pelo número de quedas e, também, com as

observações de Delouche (1967) ao afirmar que as máquinas e equipamentos utilizados desde a colheita até a semeadura causam danificações de maior ou menor grau as sementes; que uma única operação pode causar apenas um leve dano as sementes, porém o efeito cumulativo nas várias operações pode ser considerável.

Sobre o tema, Carvalho (1969) estudou o efeito imediato de danos mecânicos, produzidos artificialmente em sementes de *Vigna sinensis* com umidade de 10, 13 e 16% e, pode observar que os mesmos dependem da intensidade do choque e do local do impacto e que a medida que aumenta a altura da queda, aumenta os danos ocorridos. Todavia, aumentando a umidade da semente, consegue-se conter os efeitos causados pela altura da queda.

Baudet et al. (1978) estudaram os danos mecânicos em sementes de soja ocorridos durante o manuseio mecânico num elevador de caçambas de descarga centrifuga acoplado a um secador, concluíram que a medida em que se aumenta o número de passagens das sementes pelo sistema elevador-secador, os danos se elevam de forma significativa, e quando se utilizou as velocidades de 85 e 105 rpm com teor de umidade de 12,2%, a porcentagem de danos visíveis foi significativamente menor que a de 145 rpm.

Observa-se, assim, que a injúria (dano) mecânica tem um efeito que depende da altura de queda livre, isto é, a cada impacto, dependendo da altura, a semente torna cada vez mais sensível à injúria mecânica, de sorte que se ela cai da terceira altura (9 m) o efeito do golpe será maior do que a da primeira (3 m) altura. Afirmativa que encontra apoio nas constatações de Carvalho e Nakagawa (1988) que em estudo aos impactos mecânicos, observaram que os mesmos são cumulativos, isto é, a semente que caiu 5 vezes de uma mesma altura, o efeito do quinto golpe será maior que o do quarto, e assim sucessivamente.

Os resultados apresentados e discutidos com respeito à debulha, advertem da importância que se deve dispensar a debulha mecânica do milho, se realizada na unidade de beneficiamento com prévia seleção de espigas e fluxo uniforme permite melhor regulagem do debulhador e por conseqüência melhor qualidade de sementes. Razão que levou a Finch et al. (1980) recomendar a regular a debulhadeira conforme indicações da fábrica, mantendo a rotação indicada e alimentação com fluxo constante da espiga.

Observando-se a Figura 4. 2 e Tabela 4. 17 do anexo, referentes às médias obtidas para a interação impacto x umidade, nota-se que os danos sofridos pelas sementes do milho Sertanejo depois da debulha a três diferentes rotações e lançadas em queda livre de três diferentes alturas para as umidades de 20, 16 e 14%, aumenta com o aumento da

velocidade do cilindro debulhador. Entretanto, quando as sementes foram debulhadas e lançadas com teor de umidade de 12%, os danos se manifestaram contrário, isto é, a medida em que se reduziu a rotação do cilindro debulhador maior foram os danos sofridos pelas sementes, concluindo-se quanto a influência da umidade de colheita que a menor porcentagem de sementes quebradas deu-se para as sementes colhidas com teor de umidade entre 16 – 14%.

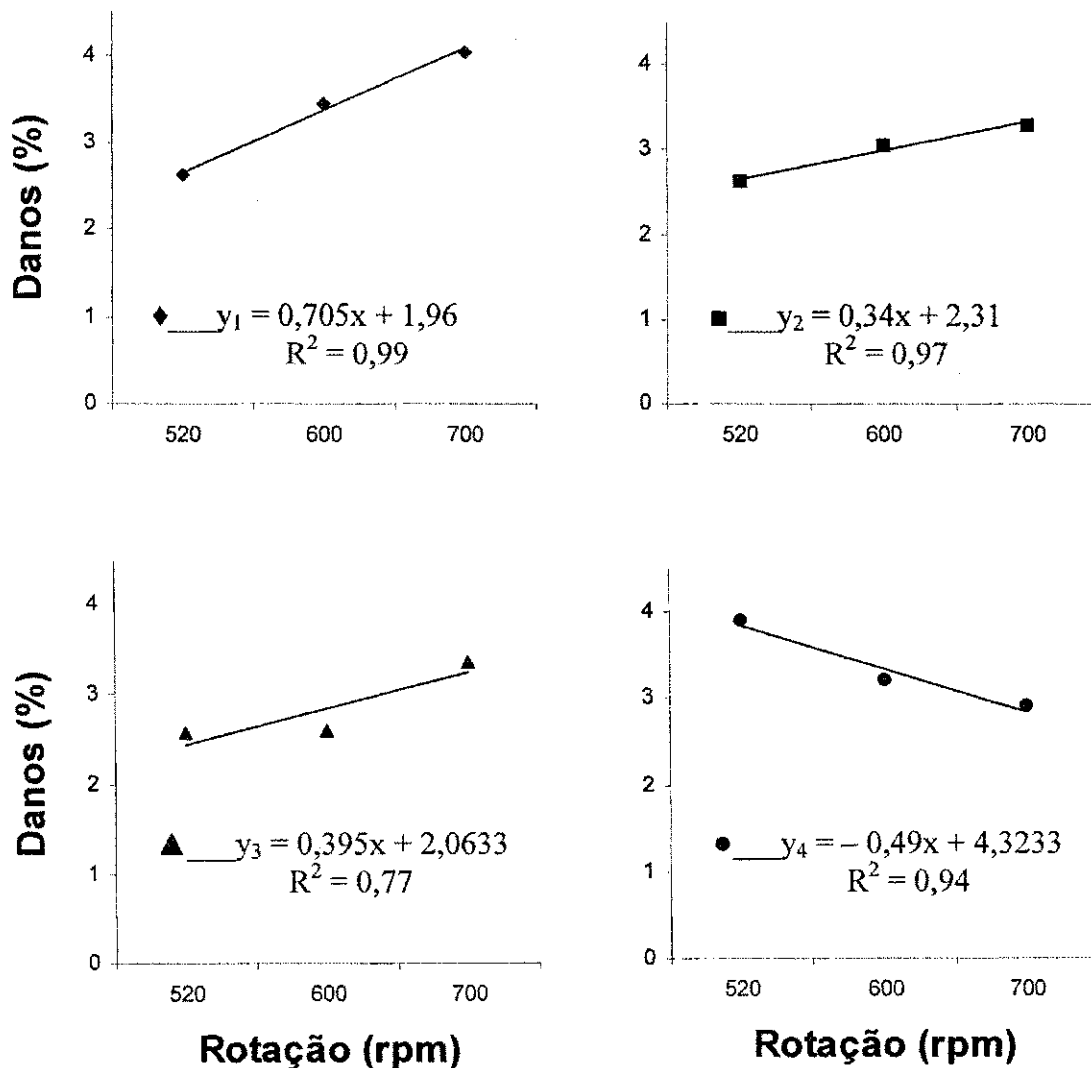


Figura 4. 2. Valores médios dos danos em sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de debulhadas em três diferentes rotações com quatro teores de umidades ($y_1 = 20\%$; $y_2 = 16\%$; $y_3 = 14\%$; $y_4 = 12\%$)

Analisando-se os dados obtidos para rotação dentro de umidade, percebe-se um comportamento variado dos danos, em que as sementes debulhadas a velocidade de 600 rpm do cilindro debulhador (R_2) com 14% de umidade, em confronto com as demais foi a que suportou melhor, estatisticamente, os impactos, isto é, foram os que apresentaram os menores percentuais de danos. Esse comportamento vem confirmar os resultados apresentados nos itens anteriores, de que a debulha realizada na rotação de 600 rpm, danifica menos as sementes que as debulhadas a rotações de 520 e 700 rpm. Silveira (1974) estudando os efeitos da debulha mecânica sobre a germinação e vigor de cultivares de milho verificou que o aumento de sementes quebradas, a redução de germinação e vigor ocorreu com o aumento da velocidade do cilindro debulhador, e recomendou para a colheita de sementes de milho a velocidade de 600 rpm. Para vários autores, citados por Andrade et al. (1998) o teor de umidade e a velocidade de impacto são fatores importantes que definem a severidade dos danos mecânicos nas sementes. O que foi verificado, também, por Keller et al. (Paiva, 1997) quando relacionaram as danificações nas sementes de milho com a velocidade de impacto, teor de água, tipo e ângulo da superfície de impacto e puderam concluir que para os teores de umidades testados (12,3 a 22,3%) as danificações aumentaram à medida que a umidade decresceu, e que as sementes com umidade entre 19,1 a 22,2%, apresentaram o percentual de danificação no mesmo nível.

Os resultados da interação Alturas x Umidades Tabela 4. 18 do anexo e Figura 4. 3, referentes aos impactos impostos as sementes do milho Sertanejo pela debulha mecânica a três diferentes velocidades do cilindro debulhador e três alturas a que foram lançadas em queda livre, indicam que os danos aumentam com o aumento da altura a que foi lançada as sementes, isto é, as sementes lançadas de uma altura de 3 metros proporcionaram o menor (2,77%) número de injúria, seguida pela altura de 6 metros a (3,06%) e 9 metros (3,58%) demonstrando, assim, que quanto maior a altura de lançamento maior os danos causados as sementes de milho.

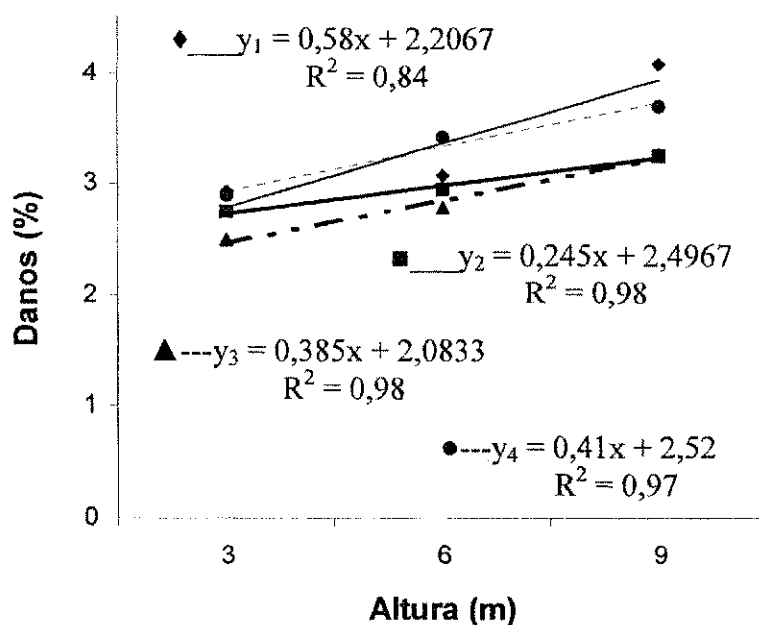


Figura 4. 3. Valores médios dos danos em sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de três diferentes alturas com quatro teores de umidades ($y_1 = 20\%$; $y_2 = 16\%$; $y_3 = 14\%$; $y_4 = 12\%$)

Observa-se, ainda, que as maiores danificações deram-se para as sementes com teor de umidade de 20 e 12% e as mais resistentes às debulhadas e lançadas em queda livre com teor de umidade de 16 e 14%. Os resultados aqui obtidos acham-se conforme aqueles relatados por Bunch (Paiva, 1997) com sementes de milho. Esse autor concluiu que sementes de milho transportada em um transportador pneumático com teores de umidade de 14, 16 e 18% aparentemente não sofreram danificações, ao contrário das sementes com umidade 8, 10, 12 e 20% em que os danos foram bem visíveis.

4. 2. 4. Estudo da germinação

4. 2. 4. 1. Debulha mecânica

A análise da variância revelou valores de F significativos a 1% de probabilidade para rotações, umidades e sua interação (Tabela 4. 19). As médias obtidas para a referida interação, as diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação encontram-se na Tabela 4. 20.

Tabela 4. 19. Análise de variância dos valores médios da germinação das sementes de milho da Variedade Sertanejo, colhidas com 20%, 16%, 14% e 12% de umidade, depois do processo de debulha mecânica

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F
Rotações	3	88,95	14,90**
Umidade	3	52,62	8,81**
Rotações x Umidade	9	72,27	12,10**
Resíduo	48	5,96	
Total	63		

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Pelos dados contidos na Tabela 4. 20, para a interação rotações x umidades, observa-se efeito de umidade dentro de rotação quando a debulha foi realizada com sementes contendo 20 e 12% de umidade, sendo que a 12% a germinação foi menor quando a debulha deu-se a rotação R₃ (700 rpm) e R₀ (testemunha) tendo as demais rotações não interferido na viabilidade (germinação) imediata das sementes, no entanto, na umidade de 20% a germinação das sementes debulhadas com rotação R₃ (700 rpm) foi estatisticamente inferior a R₀ (testemunha) e R₂ (600 rpm) quando comparada a R₁ (520 rpm).

Tabela 4. 20. Valores médios (%) da germinação de sementes de milho, Variedade Sertanejo depois do processo de debulha mecânica para a interação Rotações x Umidades

Rotações	Umidades (%)			
	20	16	14	12
R ₀ = manual	95,50 abA	95,00 aA	94,00 aA	89,00 bB
R ₁ = 520	91,50 bA	93,50 aA	95,50 aA	96,00 aA
R ₂ = 600	96,50 aA	94,75 aA	92,50 aA	92,50 abA
R ₃ = 700	79,50 cC	92,50 aAB	96,00 aA	88,75 bB
D. M. S. linha				4,59
D. M. S. coluna				4,59
CV (%)				2,63

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Observa-se através dos dados de interação rotações x umidade que para os três primeiros níveis de rotações (R_0 , R_1 , R_2) a germinação imediatamente depois da debulha não foi afetada pelas diferentes umidades, a exceção da umidade de 12% que estatisticamente afetou a germinação reduzindo-a. O acréscimo da velocidade do cilindro batedor R_3 (700 rpm) causou um aumento correspondente aos danos das sementes debulhadas com umidade de 20% afetando sensivelmente o poder germinativo, provocando uma redução média de 15,4 e 5,6%, respectivamente, isto é, passou de 94% para 79,5%, quando a umidade da semente no momento da debulha era de 20% e para 88,7% quando a semente foi debulhada com umidade de 12%.

Estes resultados encontram apoio no trabalho de Coan et al. (1986) ao observarem que o dano provocado pela debulha mecânica em semente de milho tende aumentar com o acréscimo de velocidade tangencial do cilindro batedor, prejudicando sensivelmente a semente quanto ao poder germinativo. Com relação à umidade Carvalho e Nakagawa (2000) informam que as sementes de milho com teor de umidade relativamente alto pode ter importante contribuição no dano total sofrido, vez que as sementes mais úmidas não se soltam com facilidade do sabugo, o que faz com que a espiga fique exposta aos impactos do cilindro debulhador por mais tempo, exibindo níveis mais elevados de danos mecânicos, como uma consequência direta do acúmulo de impactos. Por outro lado a injúria mecânica por “quebramento” começa a aumentar de intensidade a medida que o teor de água se reduz a valores inferiores a 12-14%.

Sobre o tema, Paiva (1997) constatou redução de germinação em sementes de milho colhidas e beneficiadas mecanicamente. Igualmente Silveira (1974) debulhou mecanicamente sementes de quatro variedades de milho utilizando três velocidades do cilindro debulhador (420, 600 e 790 rpm), e constatou redução na germinação dessas sementes nas rotações de 600 e 790 rpm. Com sementes de feijão, Souza et al. (2002) obtiveram melhor germinação com sementes debulhadas com 14,10% de umidade a 420 e 540 rpm. Balastreire (1987) tratando do assunto aborda que teor de umidade muito alto aumenta a quebra de grãos e, portanto, diminui a sua qualidade e teor muito baixo, aumenta as perdas devido aos impactos provocados pela colhedora.

4. 2. 4. 2. Queda livre

A análise de variância revelou valores de F significativos a 1% de probabilidade para impactos e umidades, e para todas as interações, e ao nível de 5% para a interação alturas x impactos, e não significativo para altura (Tabela 4. 21). As médias das interações duplas, acham-se nas Tabelas de 4.22 a 4. 24, bem como as diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação.

Tabela 4. 21. Análise de variância dos valores médios da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F
Altura (m)	2	10,56	1,50 ^{ns}
Rotações	3	386,09	55,03**
Umidade	3	223,09	31,79**
Altura (m) x Rotações	6	19,78	2,82*
Altura (m) x Umidade	6	47,45	6,76**
Rotações x Umidade	9	149,00	21,23**
Altura (m) x Rotações x Umidade	18	26,89	3,83**
Resíduo	144	7,01	
Total	191		

** , * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} não significativo

Com relação à interação alturas x rotações (Tabela 4. 22), tem-se para as rotações a exceção de R₁ (520 rpm) e R₂ (600 rpm), com as sementes lançadas da altura de 3 metros, igualdade estatística para todas as demais condições de rotações dentro de alturas. Quanto ao efeito da altura a que as sementes do milho Sertanejo foi lançado em queda livre, observa-se a exceção do lançamento a altura de 6 metros depois da debulha a R₁ (520 rpm) redução da germinação, em comparação a debulha manual (R₀) , sendo R₃ (700 rpm), a rotação que apresentou os menores percentuais de germinação, diferindo estatisticamente de todas as demais, isto é, cada altura dentro de cada rotação, a exceção das sementes

debulhadas a rotação R₂ (600 rpm) e lançadas da altura de 3 metros que estatisticamente se igualou a R₃ (700 rpm).

Estes resultados indicam o efeito cumulativo dos impactos sucessivos sofridos pelas sementes durante as etapas a que são submetidas depois da colheita. A redução da germinação das sementes, provenientes de impactos mecânicos, também foi observado por Razera (1979) quando verificou superioridade da sementeira manual em relação à mecânica em sementes de soja. Delouche (1967) afirma que uma única operação pode causar apenas um leve dano às sementes, porém o efeito cumulativo nas várias operações pode ser considerável. A susceptibilidade à quebra do produto, nas operações posteriores, aumenta com a intensidade e o número de trincas presentes, reduzindo a qualidade das sementes em vários aspectos (Ruffato et al., 2001).

Tabela 4. 22. Valores médios (%) da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura para interação Alturas x Rotações

Alturas (m)	Rotações			
	R ₀ = manual	R ₁ = 520	R ₂ = 600	R ₃ = 700
3	93,37 aA	90,18 bB	88,75 bBC	87,37 aC
6	93,37 aA	92,75 aA	90,12 abB	86,68 aC
9	93,37 aA	90,68 abB	91,43 aAB	85,68 aC
D. M. S. linha				2,43
D. M. S. coluna				2,21
CV (%)				2,93

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Com relação à interação alturas x umidades (Tabela 4. 23) tem-se médias superiores para as umidades mais baixas (14 – 12%) em que as sementes foram colhidas, debulhadas e lançadas as alturas de 3, 6 e 9 metros. Dentro da umidade maior (20%) a germinação não diferiu com as alturas de 3 e 6 metros, assim como na colheita com 16% de umidade para as alturas de 3 e 9 metros.

Tabela 4. 23. Valores médios (%) da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura para interação Alturas x Umidades

Alturas (m)	Umidades (%)			
	20	16	14	12
3	86,93 bB	87,75 bB	91,81 aA	93,18 aA
6	86,25 bB	92,06 aA	91,87 aA	92,75 aA
9	89,81 aAB	88,81 bB	91,00 aAB	91,56 aA
D. M. S. linha				2,43
D. M. S. coluna				2,21
CV (%)				2,93

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

No caso da interação rotações x umidades (Tabela 4. 24), observa-se que a germinação para todas as rotações, decresceu bastante com a umidade de 20%, porém com a umidade de 16% houve estabilização a partir da rotação R₁ (520 rpm). A colheita realizada com sementes apresentando 14% de umidade a germinação foi menor quando debulhada em R₂ (600 rpm) e R₃ (700 rpm), sendo esta inferior a R₂ (600 rpm). Dentro de umidade a germinação diminui com o aumento da umidade de colheita, com destaque para a debulha realizada em R₂ (600 rpm) e R₃ (700 rpm), sendo as médias da germinação nessas rotações estatisticamente inferiores a todas as demais. Resultados semelhantes foram encontrados por Borba et al. (1994) quando trabalharam com sementes de milho colhidas manual e mecanicamente com velocidades do cilindro batedor (400, 500, 600 e 700 rpm) e com umidades de 10, 15,5 e 22%, verificaram que as sementes com maior grau de umidade, trilhadas com as maiores rotações do cilindro, tiveram maior redução na germinação e vigor. Abrahão (Razera, 1979) quando estudou o comportamento de sementes de feijão submetidas a zero, uma, duas e três quedas livres de uma altura de 2,5 m sobre placa de ferro e observou que houve efeito imediato das danificações sobre a germinação e o vigor das sementes das três cultivares analisadas.

Tabela 4. 24. Valores médios (%) da germinação de sementes de milho da Variedade Sertanejo depois de lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura para interação Rotações x Umidades

Rotações	Umidades (%)			
	20	16	14	12
R ₀ manual	95,50 aA	95,00 aA	94,00 aA	89,00 bB
R ₁ = 520	89,16 bB	87,91 bB	92,91 abA	94,83 aA
R ₂ = 600	85,83 cC	88,83 bB	91,08 bB	94,66 aA
R ₃ = 700	80,16 dC	86,41 bB	88,25 cB	91,50 bA
D. M. S. linha				2,81
D. M. S. coluna				2,81
CV (%)				2,93

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

5. CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

1. A debulha mecânica das espigas de milho das variedades Cruzeta e Sertanejo provocou maior quebra nas rotações de 520 e 700 rpm;
2. Obteve-se menor porcentagem de sementes quebradas com a variedade Cruzeta do que com a Sertanejo na debulha e no beneficiamento, e os danos causados as sementes da variedade Sertanejo quando lançadas em queda livre de 3, 6 e 9 metros de altura, aumentaram com a elevação da queda livre sobre a placa metálica;
3. Houve efeitos imediatos de danificações mecânicas provocadas pela debulha, beneficiamento e queda das três alturas a que foram lançadas as sementes sobre uma placa metálica;
4. As sementes do milho Sertanejo com teor de umidade de 14% e 16% resistiram mais aos efeitos dos impactos provenientes da debulha e do seu lançamento sobre uma placa metálica de três diferentes alturas e apresentaram maior germinação;
5. A rotação de 600 rpm foi a mais indicada para a debulha do milho Cruzeta e Sertanejo nos teores de umidade analisados;
6. A germinação da variedade Cruzeta foi superior a da variedade Sertanejo. Do mesmo modo, a germinação das duas variedades foi afetada pelas rotações da debulha e os choques promovidos pela queda livre das três diferentes alturas de lançamento da variedade Sertanejo;
7. Houve influência da debulha e do beneficiamento sobre a pureza física das sementes, sendo esta percentualmente menor na debulha mecânica que a analisada depois da última etapa do beneficiamento (ensacamento). Concluiu-se, também, que as impurezas diminuem com a elevação da rotação do cilindro debulhador.

6. SUGESTÕES

6. SUGESTÕES

Pela relevância deste trabalho, sugere-se:

1. Relacionar tamanho, forma e teor de umidade da semente com rotações no momento da debulha mecânica;
2. Analisar uma faixa maior de rotações do cilindro debulhador;
3. Estudar os efeitos latentes dos danos causados as sementes durante os processos de debulha e beneficiamento no período de armazenagem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, L. A.; CARON, B. O.; CELLA, W. L.; LERSCH JUNIOR, I. Qualidade fisiológica de sementes de milho em função da forma e do tratamento químico das sementes. *Scientia Agrícola*, v. 54 – Número especial, p. 211 – 215. Disponível no site: www.ufsm.br/ccr/revista/. Acesso em maio, 2003.

ALMEIDA, F. DE A. C.; MATOS, V. P.; CASTRO, J. R.; DUTRA, A. S. **Avaliação da qualidade e conservação de sementes a nível de produtor**. In: Almeida, F. de A. C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. (ed.): *Armazenamento de Grãos e Sementes nas Propriedades Rurais*. Campina Grande UFPB/SBEA, 1997, 201 p.

ALMEIDA, L. D' A. **Danificações mecânicas em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Piracicaba, ESALQ/USP, 117 p. (Tese de Doutorado). 1972.

ALVES, W. M.; FARONI, L. R. D. A., CORRÊA, P. C.; QUEIROZ, D. M.; TEIXEIRA, M. M. Influência dos teores de umidade de colheita na qualidade do milho (*Zea mays* L.) durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 40 – 45, 2001.

ANDRADE, E. T. de; CORRÊA, P. C.; ALVARENGA, E. M.; MARTINS, J. H. Efeitos de danos mecânicos controlados sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Armazenamento*. Viçosa, v. 23, n. 2, p.41 – 51, 1998.

ANDRADE, E. T. de; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H. ; ALVARENGA, E. M. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 54 – 60, 1999.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987, p. 270 –289.

BAUDET, L.; POPINIGIS, F.; PESKE, S. Danificações mecânicas em sementes de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*) transportadas por um sistema elevador-secador. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 3, n. 4, p. 29–38, 1978.

BILANSKI, W. K. Damage resistance of seed grains. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 9, p. 360 – 363, 1966.

BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; ANDREOLI, C.; OLIVEIRA, A. C. Influência do grau de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays L.*). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, Goiânia, 1994. **Anais...** Goiânia: ABMS, 1994. p. 263.

BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; OLIVEIRA, A. C. **Debulha mecânica, teor de umidade e qualidade das sementes**. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 1988 – 91. Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS, 1992, p. 204–205.

BOTELHO, E. Qualidade. Uma questão de sobrevivência. **Revista SEED News**, p. 32, Pelotas – RS, março/abril, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF. 1992. 365 p.

BROOKER, D. B.; BAKKEL-ALKEMA, F. W.; HALL, C. M. **Drying and storage of grains and oil seeds**. New York: Van Nostrand Reinhold. 1992. 420 p.

CANEPPELE, C.; CANEPPELE, M. A. B.; LAZZARI, S. M. N. Resistência de híbridos de milho, *Zea mays* (L.) ao ataque de *Sitophilus zeamais* (MOTS.) **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 51 – 58, 2003.

CARDOSO PENNA, J. A. **Safra de milho não atende demanda interna**. Disponível no site: <http://www.siterural.com/noticias>. Acesso em 06/05/2003.

CARVALHO, L. M. **Some physiological responses of cow-pea seed (*Vigna sinensis*) to mechanical injury**. Miss. State University. State College. Mississippi. 1969 (Dissertação Mestrado – MS. Thesis)

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Injúria mecânica: sementes, ciência, tecnologia e produção**. 3ª ed. Campinas: Fundação Cargil, 1988. 424 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência e produção**, 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588 p., ISBN: 85-87632 – 01 – 9.

CASINI, C. Armazenamento. Silos-Bolsa. **Revista SEED News**, p. 24 – 26, Pelotas – RS, março/abril, 2003.

CHAVES, M. A.; MOREIRA, S. M. C.; ALVARENGA, L. C. Efeito de múltiplos impactos na germinação de três cultivares de sementes de soja. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 17, n. 1/2, p. 2-9, 1992.

CÍCERO, S. M.; VAN DER HEIJDEN, G. W. A. M.; VAN DER BURG, W. J.; BINO, R. J. Avaliação de danos mecânicos em sementes de milho por meio de análise de imagens. In:

CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996, Londrina – PR. **Resumos...**
Londrina: ABMS – IAPAR, 1996, p. 229.

COAN, O.; BEDUSCHI, L. C.; SCHERENEIR JUNIOR, N. Desempenho de uma trilhadora de cereais marca Nogueira, modelo BC – 40, operando com milho (*Zea mays* L.) cultivar HMD-7974. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15, 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNESP, 1986.

CORREA, P. C.; AFONSO JUNIOR, P. C. Uso do teste de condutividade elétrica na avaliação dos danos provocados por diferentes taxas de secagem em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, p. 21 –26, 1999.

CORRETORA MERCADO – **Mercantil e Corretora de Mercadorias**. Disponível no site: www.corretoramercado.com.br/estatistica. Acesso em 06/05/2003

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M. HENNING, A. A. Avaliação de perdas e dos efeitos da colheita mecânica sobre a qualidade fisiológica e a incidência de patógenos em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n. 3, p. 59-70, 1979.

COSTA, N. P.; TAVARES, L. C. V. Fatores responsáveis pelos elevados percentuais de perdas de grãos durante a colheita mecânica em soja. **Inf. ABRATES**, v. 5, p. 17 – 25, 1995.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; PEREIRA, J. E.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Avaliação da qualidade de sementes e grãos de soja provenientes da colheita mecanizada, em diferentes regiões do Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 211-219, mai., 2002.

DELOUCHE, J. Determinants of seed quality . In: SHORT COURSE FOR SEEDMEN, 1967, Mississippi: **Seed Technology Laboratory**, 1967. v. 14, p.53-68.

EMBRAPA. **Recomendações Técnicas para o Cultivo do Milho**. SPI/EMBRAPA: 1992, Brasília – DF, 1992, N/P.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Milho: Fisiologia da produção. Seminário sobre Fisiologia da Produção e Manejo de Água e de Nutrientes na Cultura do Milho de Alta Produtividade, POTAFOS, p. 20, ESALQ/USP, Piracicaba – SP, 1996.

FIGUEIREDO NETO, A. **Impactos em sementes de feijão Vigna causados pelas operações na unidade de beneficiamento e seus efeitos sobre a viabilidade**. Campina Grande: UFCG – CCT, 2003. 64 p. (Dissertação de Mestrado).

FINCH, E. O.; COELHO, A. M.; BRANDINI, A. Colheita do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. V. 6, n.72, p. 61 – 66, dez. 1980.

FRANCESCHINI, A. S.; MARTINS, J. H.; CORREA, P. C.; FARONI, L. R. D. A.; CECON, P. R. Avaliação da qualidade do milho BR – 201 submetido a diferentes condições de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 21, n. 1 e 2, p. 13 – 16, 1996.

GARCIA, J. C. Produção brasileira em 2002/2003 pode mudar cenário mundial. **MERCADO. Revista Brasileira de Agropecuária**, n. 17, 2003.

GONÇALVES, C. A. R. **Efeitos de métodos de colheita e debulha de sementes sobre a germinação e produção de milho (Zea mays L.)** Piracicaba: ESALQ, 1981. 122 p. (Dissertação de Mestrado).

GUNASEKARAN, S.; MUTHUKUMARAPPAN, K. Breakage susceptibility of corn of different stress-crack categories. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 36, n. 5, p. 1445-1446, 1993.

KANTOR, D. J.; WEBSTER, O. J. **Effects of freezing and mechanical injury on viability of sorghum seed.** *Crop Sci.*: Madison, n. 7, p. 196-199, 1967

LERSCH JUNIOR, I. **Qualidade das sementes nas etapas de beneficiamento do milho.** Resumo da tese/dissertação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 1999. Disponível no site: <http://ged.capes.gov.br/AgTest/silverstream/pages/pgRelatorioTesesCompleto.html?ANOBA..> Acesso em 07/04/2003.

LOPES FILHO, J. F. Avaliação da maceração dinâmica do milho após um curto período de hidratação e subsequente quebra do pericarpo do grão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v. 19, n. 3, set/dez., 1999.

MANTOVANI, B. H. M.; FONTES, R. A. **Secagem e armazenamento de milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1989. 35 p. (Boletim técnico, 2).

MANTOVANI, E. C. **Colheita e pós-colheita:** EMBRAPA. Disponível no site: www.cnpms.embrapa.br/milho/colregula.htm. Acesso em 15/11/2003.

MARCOS, S. K.; HONÓRIO, S. L.; JORGE, J. T.; AVELAR, J. A. A. Influência do resfriamento do ambiente de armazenamento e da embalagem sobre o comportamento pós-colheita do milho verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v. 3, n. 1, p. 41 – 44, 1999.

MARTINS NETTO, D. A.; BORBA, C. S.; OLIVEIRA, A. C.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; ANDREOLI, C. Efeito de diferentes graus de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. . In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996, Londrina – PR. **Resumos...** Londrina: ABMS – IAPAR, 1996, p. 230.

MEDEIROS FILHO, S.; PAIVA, L. E.; FRAGA, A. C. Efeito da colheita mecânica, beneficiamento e condições de armazenamento sobre o desempenho de sementes de milho no campo. **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 26, n. 1, p. 45 – 51, jan/fev., 2002.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plants and animal materials**. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1970. 731p.

MOORE, R. P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E. H. **Viability of seed**. London, Chapman and Hall. 1972. p. 94 – 113.

MORAES, A. M. **Cultivo in vitro e crioarmazenagem de sementes de mamona (Ricinus communis L.)** Campina Grande – PB: UFPB 2001. 95 p. (Dissertação de Mestrado).

OLIVEIRA, A. **Influência de danos mecânicos ocorridos no beneficiamento sobre a qualidade fisiológica sanitária e potencial de armazenamento de sementes de soja**. Resumos de tese/dissertação da CAPES, 1997. Disponível no site: <http://ged.capes.gov.br/AgTest/silverstream/pages/pgRelatorioTesesCompleto.html?ANOBA..> Acesso em.07/04/2003.

OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M. DE; VIEIRA, M. DAS G. G. C.; VON PINHO, E, V. R. Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. **Ciência Agrotécnica**., Lavras, v. 23, n. 2, p. 289 – 302, abr/jun., 1999.

PAIVA, L. E. **Danos mecânicos em sementes de milho Ag-122 no beneficiamento, colhidas mecanicamente em espigas e em grãos, e seu comportamento no armazenamento e desempenho em campo**. Lavras: UFL, 1997. 102 p. (Tese de Doutorado).

PAIVA, L. E.; MEDEIROS FILHOS, S.; FRAGA, A. C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: Efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 846 – 856, nov/dez., 2000.

PEDROZA, J. P. **Efeito de danos mecânicos sobre propriedades físicas de grãos de milho**. Campina Grande: UFPB. 1991. 72 p. (Dissertação de Mestrado).

PEREIRA, E. P. **Efeitos imediato e latente dos danos físicos ocorridos na colheita, na secagem e no beneficiamento sobre a qualidade de sementes de milho**. Universidade Federal de Viçosa – MG, 1997. Disponível no site: <http://ged.capes.gov.br/AgTest/silverstream/pages/pgRelatorioTesesCompleto.html?ANOBA..>. Acesso em 07/04/2003.

PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*). **FCA/UNESP – Botucatu/SP. Energia na Agricultura**, v. 14, n. 1, p. 69 – 82, 2003.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PORTELLA, J. A. **Influencia do ponto de colheita nas perdas de grãos de milho**. Disponível no site: <file:///A:/colheita%20E%20Umidade.htm>. Acesso em 09/11/2003.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola 2000, 666 p.

RAZERA, L. F. **Efeito de danificações mecânicas causadas por seadoras em sementes de soja (*Glycine Max (L) Merrill*)**. Piracicaba, 1979, 61 p. (Dissertação de Mestrado).

ROCHA, F. E. de C.; SILVA, E. C. de; ALVES, E. R. de S.; TEIXEIRA, R. N. Danos em sementes de milho durante beneficiamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1.281 – 1.285, ago. 1994.

RUFFATO, S.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M. Análise de impactos em grãos de milho pelo método de elementos finitos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 21 – 27, 2001.

SANTIAGO, M. S. **Efeito do beneficiamento e do armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho (Zea mays L.)** Resumos de tese/dissertação da CAPES, 2000. Disponível no site: <http://ged.capes.gov.br/AgTest/silverstream/pages/pgRelatorioTesesCompleto.html?ANOBA..>. Acesso em 07/04/2003.

SATO, O.; CÍCERO, S. M. Seleção de espigas e debulha das sementes de milho (*Zea mays* L.): 1 – Efeitos sobre a qualidade física e infestação por insetos. **Scientia Agrícola** – v. 49, UNESP, Jaboticabal – SP. Disponível no site: www.esalq.usp.br/scientia/v49/ns.012.htm. Acesso maio, 2003.

SILVA, A. A. L. Desenvolvimento de um índice para avaliação de danos mecânicos em grãos de milho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 5, n. 3, p. 244 – 253, 1997.

SILVA, F. A. S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 1996, Cancun. **Anais...** Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p. 294 – 298.

SILVA, R. P.; CAIXETA, R. V.; SILVA, E. C. Perdas de grãos ocorridas na pré-colheita e mecanismos de uma colhedeira de milho (*Zea mays*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, POÇOS DE CALDAS. **Anais...** Poços de Caldas: Universidade Federal de Lavras, 1998.

SILVEIRA, J. F. da. **Efeitos da debulha mecânica sobre germinação, vigor e produção de cultivares de milho** (*Zea mays* L.). Piracicaba: **ESALQ**, 1974, 49 p. (Dissertação de Mestrado)

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; CECON, P. R. Efeito da colheita mecanizada sobre a qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 21 – 29, 2002.

STEWART, G. **Corn: Harvesting and Storage**. Disponível pelo site: www.gov.on.ca/omafra/english/crops/pub811/. Acesso em 15/11/2003

VASCONCELOS, R. C.; VON PINHO, R. G.; REIS, R. P.; LOGATO, E. S. Tecnologias aplicadas na cultura do milho em Lavras – MG na safra 1998/1999. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 117 – 127, Jan/Fev., 2002.

VIEIRA, C. P.; VIEIRA, R. D.; PASCHOALICK, J. H. N. Effects of mechanical damage during soybean seed processing on physiological seed quality and storage potential. UPLB, College, Philippines, **Seed Science & Technology**, v. 22, n. 3, p. 581 – 589, 1994.

ZINK, E. **Immediate and latent effects of mechanical abuse on the germination of soybean seed**. State College, Miss., 1966. 55 p. (Thesis M. S. - Mississippi St. University).

8. ANEXOS

8. ANEXOS

Tabela 4. 16. Valores médios (%) de sementes de milho da Variedade Sertanejo impactadas durante queda livre de 3, 6 e 9 metros para a interação Rotações x Alturas

Rotações	Alturas (metros)		
	3	6	9
R ₁ = 520	2,8575 aB	2,8883 cB	3,0667 cA
R ₂ = 600	2,5825 bC	2,9925 bB	3,6758 bA
R ₃ = 700	2,8933 aC	3,3233 aB	4,0158 aA
D. M. S. linha			0,0975
D. M. S. coluna			0,0975
CV (%)			3,17

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4. 17. Valores médios (%) de sementes de milho da Variedade Sertanejo impactadas durante queda livre de 3, 6 e 9 metros para a interação Rotações x Umidades

Rotações	Umidades (%)			
	20	16	14	12
R ₁ = 520	2,6356 cB	2,6211 cB	2,5878 bB	3,9056 aA
R ₂ = 600	3,4433 bA	3,0589 bC	2,6178 bD	3,2144 bB
R ₃ = 700	4,0444 aA	3,3000 aB	3,3789 aB	2,9200 cC
D. M. S. linha				0,1237
D. M. S. coluna				0,1126
CV (%)				3,17

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4. 18. Valores médios (%) de sementes de milho da Variedade Sertanejo impactadas durante queda livre de 3, 6 e 9 metros para a interação Alturas x Umidades

Alturas (metros)	Umidades (%)			
	20	16	14	12
3	2,9378 cA	2,7678 cB	2,5089 cC	2,8967 cA
6	3,0889 bB	2,9578 bC	2,7978 bD	3,4278 bA
9	4,0967 aA	3,2544 aC	3,2778 aC	3,7156 aB
D. M. S. linha				0,1237
D. M. S. coluna				0,1126
CV (%)				3,17

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.