

INFLUÊNCIA DA UMIDADE E DEBULHA MECÂNICA NA QUALIDADE DA SE
MENTE DE SORGO, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

José Peroba Oliveira Santos

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA COM ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
EM FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Fortaleza - 1982

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia com Área de Concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

JOSE PEROBA OLIVEIRA SANTOS

DISSERTAÇÃO APROVADA EM _____

Prof. Marcos Vinicius Assunção, Ph.D.
Orientador

Prof. Clairton Martins do Carmo, M.S.
Conselheiro

Prof. José Ferreira Alves, M.S.
Conselheiro

À Meus Pais
Otávio e Isaura

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Estudo através do Programa Institucional de Capacitação de Docentes (PICD) e DEMANDA SOCIAL da UFRPE e UFC.

Ao Programa de Pesquisa e Difusão da Cultura do Sorgo, convênio BNB/FCPC/UFC pelo fornecimento do material objeto desta pesquisa.

Ao Professor MARCOS VINÍCIUS ASSUNÇÃO, meus agradecimentos pela gentil e pronta orientação deste trabalho.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará na pessoa do Professor CLAIRTON MARTINS DO CARMO pela consideração, incentivo, amizade e correções.

Ao Professor JOSÉ FERREIRA ALVES, pela orientação estatística e revisão dos originais.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação de Agronomia, área de Concentração Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, pelos ensinamentos durante todo o curso.

À Secção de Estatística do IPA, nas pessoas dos Engenheiros Agrônomos, ODEMAR VICENTE DOS REIS e VENÉZIO FELIPE DOS SANTOS pela execução das análises estatísticas.

À Bibliotecária SÁLEMA MARIA LIMA SUGETTE pela orientação nas Referências Bibliográficas.

MARLENE MARIA DOS SANTOS, agradeço pelos seus trabalhos prestados como minha procuradora no período de realização deste curso.

Finalmente, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
3 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u>	16
3.1 - <u>Percentagem de Sementes Aderidas aos Racemos</u> ...	18
3.2 - <u>Percentagem de Sementes Quebradas</u>	21
3.3 - <u>Qualidade Fisiológica das Sementes</u>	21
3.3.1 - <u>Germinação</u>	21
3.3.2 - <u>Comprimento de Raiz de Plântulas</u>	22
3.3.3 - <u>Peso Seco de Plântulas</u>	23
3.3.4 - <u>Velocidade de Emergência no Campo</u>	23
3.3.5 - <u>Peso Seco da Parte Aérea da Planta</u>	23
3.3.6 - <u>População Inicial</u>	24
3.4 - <u>Procedimento Estatístico</u>	24
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	25
4.1 - <u>Percentagem de Sementes Aderidas aos Racemos e</u> <u>Quebradas</u>	25
4.2 - <u>Germinação</u>	25
4.2.1 - <u>Comprimento de Raiz de Plântulas</u>	28
4.2.2 - <u>Peso Seco de Plântulas</u>	32
4.2.3 - <u>Velocidade de Emergência</u>	35
4.2.4 - <u>Peso Seco de Parte Aérea da Planta e Popula</u> <u>ção Inicial</u>	35

	Página
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	43
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
APÊNDICE	49

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
01	Médias de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, antes do armazenamento, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$ e originais ¹ . Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.....	29
02	Médias de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento ¹ , resultante dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$ e originais ² . Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.....	30
03	Médias de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 120 dias de armazenamento ¹ , resultante dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$ e originais ² . Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.....	31
04	Médias do comprimento de raiz (mm) de plântulas de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento ¹ , resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.....	33
05	Médias do peso seco (mg) de plântulas de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento ¹ , resultantes dos méto	

TABELA

Página

	dos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.....	34
06	Médias do índice de velocidade de emergência no campo de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento ¹ , resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982..	36
07	Médias do peso seco (g) da parte aérea da planta de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento ¹ , resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.....	37
08	Médias da população inicial de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento ¹ , resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.....	38
09	Média e erro padrão da média relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de sorgo, cultivar EA-116, antes do armazenamento, resultante dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.....	40
10	Média e erro padrão da média relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento ¹ , resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.....	41

TABELA

Página

- 11 Média e erro padrão da média relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de sorgo, cultivar EA-116, após 120 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982..... 42
- 12 Análise de variância da percentagem de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, antes do armazenamento, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981 50
- 13 Análise de variância da percentagem de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982,..... 51
- 14 Análise de variância da percentagem de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 120 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982..... 52
- 15 Análise de variância do comprimento de raiz de plântulas de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982..... 53

TABELA

Página

16. Análise de variância do peso seco de plântulas de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e de umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982..... 54
17. Análise de variância do índice de velocidade de emergência no campo de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982 55
18. Análise de variância do peso seco da parte aérea da planta de semente de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982..... 56
19. Análise de variância da percentagem de população inicial de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982..... 57

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Aspecto geral da máquina ALMACO modelo SVSRG - 1, utilizada no beneficiamento das panículas de sorgo.	17
2	Vista da debulhadora mostrando cilindro debulhador, eixo do cilindro e local onde foram determinadas as velocidades com o tacômetro	19
3	Tacômetro - instrumento utilizado para determinar velocidade angular	20
4	Efeito da rotação de debulha e umidade na percentagem de sementes aderidas aos racemos de sorgo, cultivar EA-116. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	26
5	Efeito da rotação de debulha e umidade na percentagem de sementes quebradas de sorgo, cultivar EA-116. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981..	27

RESUMO

Sementes de sorgo, *Sorghum bicolor* L. Moench, cultivar EA-116, com diferentes níveis de umidade (8,8; 12,7; 15,1 e 23,1%), foram debulhadas manualmente (testemunha) e com as velocidades de um cilindro debulhador de 1390, 1890 e 2390 rpm. No estudo foram avaliadas as perdas e a qualidade fisiológica das sementes submetidas a danos mecânicos.

As perdas das sementes foram avaliadas pela percentagem de sementes aderidas aos racemos após a debulha e nas sementes visivelmente quebradas. Os resultados mostraram que houve aumento nas sementes aderidas quando o conteúdo de umidade aumentou. A percentagem de sementes quebradas aumentou quando o conteúdo de umidade da semente decresceu.

As respostas fisiológicas foram avaliadas pelo teste de padrão de germinação, comprimento de raiz de plântulas, peso seco de plântulas, velocidade de emergência, peso seco de planta e população inicial. O teste padrão de germinação foi efetuado logo após a debulha e aos 60 e 120 dias de armazenamento, nas condições ambientais em Fortaleza-Ceará-Brasil.

Foi observado que o aumento da velocidade do cilindro debulhador não só aumentou os danos visíveis, principalmente nas sementes com 8,8 e 23,1% de umidade, mas também, reduziu a germinabilidade e vigor de sementes aparentemente saudáveis, e aumentou a percentagem de sementes deterioradas. As sementes com teores de umidade de 12,7 ou 15,1% mostraram uma melhor qualidade quando a debulha foi manual ou a 1390 rpm.

ABSTRACT

Sorghum seeds of *Sorghum bicolor* L. Moench, cultivar EA-116, with different levels of moisture content (8,8; 12,7; 15,1; and 23,1%) were subjected to hand-thresher and different cylinder speeds of a thresher (1390, 1890 and 2390 rpm). This study was conducted to determine seed losses and physiological seed quality due to mechanical damage.

Seed losses were evaluated as percentage of adhered seeds on the racemes after threshing and visible cracked seeds. There was an increase in the adhered seeds as the moisture content increased. Cracked seed percentage increased as moisture seed content de decreased.

Physiological responses were evaluated by the standard germination test, seedling root length, seedling dry weight, speed of emergency, plant dry weight, and initial plant population. The standard germination tests were conducted as soon as the panicles were threshed, and at 60 or 120 days of storage under ambient condition of Fortaleza-Cearã-Brasil.

It was observed that increasing cylinder speeds of the thresher not only increased visible mechanical damage, mainly on seeds with 8,8 and 23,1% moisture content, but also reduced germinability and vigor of the apparently "good health seeds", and increased the percentage of deteriorated seeds. The seeds with 12,7 or 15,1% moisture content showed the best quality when threshing was carried out by hand or 1390 rpm.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo está alcançando gradativamente um lugar de destaque no Nordeste brasileiro, devido principalmente a sua tolerância à deficiência hídrica. Em regiões semi-áridas de Pernambuco já se obteve uma produtividade média de 2.000kg/ha, com apenas 200mm de chuva, enquanto que o milho requereu 400mm para atingir a mesma produtividade, (LIRA, 1979). No Ceará, em 1976 segundo o Relatório de Pesquisa do convênio BNB/UFC - Programa Trimestral de Desenvolvimento da Cultura do Sorgo no Nordeste, obteve-se até 2.400kg/ha, sem adubo com apenas 205mm de chuvas.

Os trabalhos de pesquisa realizados com a cultura do sorgo na região já indicam cultivares mais produtivos, assim como as melhores formulas de adubação e espaçamento. No entanto, ainda não se dispõe de informações concretas quanto aos fatores que possam afetar a qualidade da semente produzida.

O emprego de sementes de boa qualidade na agricultura é de fundamental importância no sucesso ou fracasso da produção. A qualidade da semente pode ser afetada por diversos fatores, dentre estes destacam-se misturas varietais, ataque de insetos, armazenamento inadequado e a ocorrência de danos mecânicos. Tais danificações são provocadas por impactos e abrasões que ocorrem durante o processamento, principalmente na operação de trilhagem.

Com a modernização da agricultura nota-se maior interesse no uso de trilhadeiras mecânicas em substituição ao método do beneficiamento manual devido ao seu elevado custo. Desta maneira, é importante a utilização adequada de tais máquinas, a fim de que se possa diminuir as perdas advindas dos danos mecânicos. Contudo, os estudos a respeito de danifica

ções mecânicas e dos níveis de umidades mais favoráveis à trilhagem de sementes são bastantes escassos.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a qualidade da semente de sorgo com 8,8; 12,7; 15,1 e 23,1% de umidade, debulhadas manualmente e pelo cilindro debulhador nas velocidades de 1390, 1890 e 2390 rpm.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Os primeiros estudos a respeito dos problemas de danificações mecânicas causados as sementes, datam do início do século. BROWN (1920), trabalhando com sementes de milho quebradas e inteiras, comparou a produção com estes danos. As danificações eram semelhantes àquelas frequentemente causadas na debulha ou pelo ataque de gorgulhos e ratos, porém sem atingir o embrião, restringindo-se ao endosperma. No campo, foi constatado uma maior germinação para as sementes inteiras, originando plântulas mais vigorosas do que as sementes quebradas. Verificou também uma maior produção média por área para as sementes inteiras.

HURD (1921), trabalhando com sementes de trigo e cevada, com tegumento inteiro e danificado, observou que as sementes inteiras resistiram ao ataque de fungos dos gêneros *Penicillium* e *Rhizopus*; a ocorrência de danos no endosperma, em presença de esporos de tais fungos ocasionou infecções sempre fatais às sementes, porém se o dano estava na região do embrião elas eram praticamente imunes.

MEYERS (1924), verificando a influência do pericarpo danificado na germinação do milho, tomou dois lotes de sementes (inteiras e danificadas) e os dividiu em dois sublotes, tratando um deles com sublimado corrosivo. Verificou que as sementes inteiras, não tratadas com sublimado corrosivo, germinaram bem, apresentando nenhuma ou poucas e pequenas lesões causadas por fungos; já as sementes quebradas, sem tratamento, apresentaram lesões bem mais cedo, em maior número, mais severas, espalhando-se rapidamente e causando uma evidente redução no vigor das plântulas.

LUTE (1925) estudou os efeitos de danificações mecânicas de diversos tipos em sementes de sorgo, trigo, centeio e

cevada, concluindo que, para as quatro espécies, as quebras do tegumento acarretaram diminuição da germinação e que as injúrias na região do embrião foram mais sérias do que em outras partes da semente.

OATHOUT (1928), trabalhando com sementes de soja, verificou que um lote fôra severamente danificado quando da passagem na trilhadeira. Mesmo depois de eliminar mecânicamente as sementes quebradas, constatou que cerca de 30% das restantes apresentaram diferentes níveis de danificações: (a) sementes sem lesão; (b) sementes trincadas; (c) sementes com cotilêdones quebrados e (d) sementes com embrião afetado. Essas sementes, com 11,3 e 18,4% de umidade, foram submetidas a testes de germinação. As mais úmidas mostraram maior sensibilidade aos danos mecânicos; as sementes com embrião danificado não germinaram, enquanto as de cotilêdones quebrados foram mais afetadas que as de tegumento trincado. Observou ainda um melhor desenvolvimento das plantas provenientes de sementes sem danos, sendo sensível a diferença da testemunha em relação às sementes com lesões nos embriões. Observou também uma maior ocorrência de fungos nas quebras das sementes.

THORTON (1929), tomando como referência o trabalho de LUTE (1925), estudou o comportamento de sementes de sorgo Inteiras, quebradas e trincadas, usando testes de germinação. Constatou percentagem média de germinação de 80% nas sementes inteiras, 27% para as trincadas e 4% nas quebradas.

HARTER (1930), preocupou-se com a ocorrência e prejuízos causados por anormalidade que ocorrem em plântulas de feijão, consistindo na ausência da plúmula e/ou das folhas primárias ou ainda de apenas uma delas (baldheads). Dava-se como causa de tal fenômeno a presença de fungos, bactérias ou o ataque de insetos. O autor conduziu experimentos e verificou que sementes tratadas contra o ataque de microorganismos apresentavam plântulas com aquela anormalidade. Tentando obter uma resposta para o problema, ele testou sementes maduras e imatu

ras, não obtendo as referidas anormalidades nas plântulas. Sementes debulhadas manualmente provenientes de plântulas "baldheads" foram testadas, observando-se que produziram sementes das quais só resultavam plântulas normais, concluindo que não era um fator genético. Finalmente, comparou sementes debulhadas manualmente e mecanicamente, observando que as debulhadas mecanicamente produziam plântulas com aquelas anormalidades, enquanto que as provenientes de debulha manual só davam origem a plântulas normais. Verificou ainda que, quando as vagens estavam mais úmidas a ocorrência de "baldheads" era menor, e que diferentes cultivares apresentavam diferentes susceptibilidades a esse defeito.

WHITNEY (1930), examinando lotes de feijão Lima, *Phaseolus lunatus* L., originados da Califórnia observou grandes baixas no "stand". As sementes examinadas apresentaram 50 a 80% do tegumento e cotilédones rachados. Nos lotes em que não houve rachaduras fora de 5 a 11%. Em razão disso o autor concluiu que a trilhagem era a responsável pela danificação das sementes, resultando em má formação de plântulas e no baixo "stand" de alguns lotes. Afirmou ainda que as condições de alta temperatura e baixa umidade na região de onde vieram as sementes, na época da maturação e colheita, resultam em uma grande fragilidade para as sementes tornando-as mais susceptíveis à injúria durante a trilhagem. Sugeriu, que uma maior atenção deve ser dada à velocidade da máquina trilhadeira a fim de eliminar a alta percentagem de sementes danificadas.

BORTHWICK (1932), baseado no trabalho de HARTER (1930), procurou determinar em feijão Lima, *Phaseolus lunatus* L., outras anormalidades decorrentes da debulha mecânica. Constatou que as plântulas provenientes de sementes debulhadas mecanicamente possuíam cotilédones quebrados, ausência de um ou dois cotilédones. Em alguns casos, os cotilédones estavam presos às plântulas por uma pequena porção, o que causava ausência de translocação de nutrientes, resultando na formação de calosidades ou presença de raízes adventícias; quebras e

outros danos ao hipocôtilo; ausência ou má formação de raízes. Essas anormalidade não eram encontradas em lotes de sementes debulhados à mão. Procurando comprovar seus estudos, o autor provocou danos mecânicos artificialmente em sementes, pressionando-as contra a superfície de uma mesa ou golpeando-as com lâmina de aço, obtendo os mesmos tipos de anormalidades nas plântulas.

CROISIER (1942) estudou a ocorrência de "baldhead" em três cultivares de feijão comum e comparou a produção das plantas provenientes de plântulas normais e anormais. Mostrou que em condições normais, a emergência no campo é consideravelmente mais baixa que no laboratório ou em casa de vegetação. Verificou que plantas provenientes de plântulas anormais podem produzir vagens, mas em menor número, mais tardias e menos pesadas que as provenientes de plântulas normais.

FORSYTH & VOGEL (1945), comparando sementes de linho colhidas mecanicamente, observaram a ocorrência de diversos tipos de danificações, desde pequenas fendas até sementes quebradas, enquanto que sementes colhidas manualmente apresentavam-se isentas de qualquer dano. Eles observaram até 100% de germinação para as sementes colhidas manualmente e percentagens bem menores para aquelas colhidas mecanicamente. Quando a velocidade do cilindro trilhador variava de média a alta, a germinação também variava de boa a baixa. Concluíram que os principais motivos de baixos "stands" em linho eram as danificações mecânicas nas sementes e ocorrência de microorganismos, e que a principal fonte de danificações mecânicas era a velocidade da trilhadeira.

DRAKE (1946) trabalhou com duas amostras de sementes de feijão *Phaseolus vulgaris*, classificando as anormalidades encontradas em três tipos: (1) "baldheads" - sem a plúmula; (2) "snakehead" com as duas folhas primárias quebradas e (3) "halfsnakehead" - com apenas uma folha primária. Os resultados mostraram que as plantas normais produziam 3 a 5 vezes

mais que as "baldheads"; 2 a 3,5 vezes mais que as "snake heads" e 1,5 a 1,75 vezes mais que as "half-snakehead". Verificou em todos os casos que as plantas normais eram mais precoces e produziam mais que as anormais.

INGALIS (1946) trabalhou com várias amostras de feijão para verificar a ocorrência de "baldhead" e comparar a produção no campo de plantas normais e anormais. Ele constatou que nas amostras comerciais de feijão, a ocorrência de "baldhead" variava de 0 a 17%. Observou ainda, que 80% das plantas que apresentavam esse tipo de anormalidade produziam plantas menores e tardias, além de serem menos produtivas que as normais.

NUTILE (1946) conduziu dois experimentos, sendo que, no primeiro, as plantas "baldhead" desenvolveram-se em plantio comercial em competição com plantas normais. No outro experimento, as plantas "baldhead" foram plantadas em casa de vegetação e transportadas para o campo após 10 dias e espaçadas de 3 pés (0,91m), ficando assim livre da competição com as plantas normais. Os resultados do primeiro experimento mostraram que as plantas "baldhead" não podiam competir com o mais rápido desenvolvimento das normais que produziam 5 a 7,5 vezes mais que aquelas. No segundo experimento, as plantas normais produziam 1,4 a 1,8 vezes mais vagens que as "baldhead". Concluiu que plantas "baldhead", em escala comercial, produzem menos, apresentam maturação não uniforme, sendo portanto, de pouco ou nenhum valor.

HARDENBURG & ETO (1948) conduziram experimento com feijão *Phaseolus vulgaris*, L., com o objetivo de testarem a produção de plantas "snakehead". Para isto, após a germinação, provocaram artificialmente a ocorrência de "snakehead", cortando com lâmina de barbear diferentes partes da plântula. Os tratamentos obtidos foram os seguintes: (1) planta normal; (2) ausência de uma folha primária; (3) ausência de uma folha primária e da gema terminal; (4) ausência de gema terminal;

(5) ausência das duas folhas primárias; (6) ausência das folhas primárias e da gema terminal. O teste desse material, em campo revelou que somente na ausência das duas folhas primárias e da gema lateral houve uma redução significativa na produção.

Técnicos da ASGROW INCORPORATED (1949), citados por LAMEIDA (1972), provocaram artificialmente injúrias em sementes de feijão comum, deixando-as cair de diversas alturas e por diversas vezes sobre uma placa de alumínio. Utilizaram sementes que praticamente não apresentavam danos mecânicos, cuja umidade foi ajustada para 8%, 10% e 12%. A altura da queda variou de 6 polegadas a 6 pés (0,15m a 1,82m), para cada lote. Verificaram que a percentagem de sementes quebradas variava de 1 a 31%, dependendo da umidade das sementes, da altura e número de quedas sofridas. Pelos dados de germinação, observaram que muitas quedas de pequena altura causaram menos danos que uma ou duas quedas de grande altura. Observaram ainda, que sementes com 8% e 10% de umidade sofreram danificações quando deixadas cair um determinado número de vezes da altura de 1 pé (0,30m), enquanto que aquelas com 12% não foram danificadas quando deixadas cair 17 vezes da mesma altura.

Em outra investigação, os técnicos da ASGROW INCORPORATED (1949), ao compararem o efeito de trilhadeiras, com diferentes rotações no cilindro trilhador, sobre a germinação de feijão, concluíram que as maiores rotações por minuto causaram mais danos mecânicos e menor percentual de germinação.

TOOLE et alii (1951) estudaram em diversos cultivares de feijão, os efeitos de danificações durante a trilhagem e processamento das sementes. Constataram que cerca de 20% das sementes eram inutilizadas por quebras. Em outros casos, sementes aparentemente livres de danificações mostravam, em testes de germinação, plântulas anormais. Também verificaram, em algumas plântulas, anormalidades que não prejudicavam seu estabelecimento no campo.

ATKIN (1958) estudou a susceptibilidade das sementes de cultivares de feijão comum à danificação mecânica. As danificações foram causadas artificialmente, deixando as sementes caírem de uma altura de aproximadamente 70 cm sobre a placa de aço, por 15 vezes seguidas. Concluiu que havia diferenças entre as cultivares, sendo as sementes brancas as mais susceptíveis. Observou que o tegumento das sementes das cultivares resistentes era geralmente muito mais aderente aos cotilédones que o das cultivares susceptíveis. Ele concluiu que esta propriedade reduz ou impede a movimentação dos cotilédones, protegendo assim o embrião das possíveis injúrias.

BUNCH (1960) comentou que são muitos os tipos de injúrias que podem ocorrer nas sementes, tais como aquelas provocadas por insetos, moléstias, agentes físicos, químicos etc. As injúrias mecânicas são quase sempre resultado de abrasões e impactos, sendo que estes causam maiores prejuízos. Os feijões comum bem como todas as sementes de leguminosas são muito sensíveis aos impactos, pois têm o mesmo tipo de estrutura interna. Observou ainda, que de todas as operações, da colheita ao ensacamento, a que causa maior quantidade de estragos é a trilhagem. A rapidez de rotação dos cilindros provoca maiores oportunidades para ocorrência de impactos e a pior consequência é a morte das sementes, pois quando severamente danificadas não germinarão, e numa estocagem a longo prazo, não manterão o vigor. O mesmo autor dividiu os danos mecânicos em dois tipos: externos ou visíveis e internos, sendo estes últimos detectados apenas através de testes de viabilidade.

KING & RIDDOLLS (1960), estudando os efeitos dos danos mecânicos em sementes de trigo e ervilha, provenientes da colheita mecânica com várias rotações e diferentes aberturas na concavidade do cilindro debulhador, concluíram que a abertura do cilindro causou pequenos efeitos nos danos visíveis. Verificaram ainda que a baixa umidade e alta velocidade do cilindro foram os principais causadores dos danos visíveis; os danos invisíveis para o trigo foram avaliados pela redução da

germinação, aumentando significativamente com o aumento da velocidade do cilindro na colheita; no caso da ervilha a perda de germinação foi pequena, mesmo quando houve elevados níveis de danos visíveis.

BARRIGA (1961) estudou os efeitos dos danos mecânicos em sementes de feijões brancos de 41 cultivares a 3 níveis de umidade (15,5%, 12,3% e 9,7%), no momento dos impactos. Concluiu que há diferença de susceptibilidade entre as cultivares e que os efeitos das danificações eram inversamente proporcionais ao aumento da umidade. Resultados similares foram revelados por ATKIN (1958).

WEBSTER & DEXTER (1961) estudaram a germinação total, velocidade de germinação e vigor das plântulas em sementes de milho, trigo, cevada e feijão comum, quando submetidas a diversas injúrias, (danificações mecânicas e armazenamento a altas umidades relativas). Os resultados mostraram que as sementes mais secas eram mais sensíveis que as mais úmidas, sensibilidade esta traduzida pelo menor peso médio das plântulas, velocidade de emergência e germinação total. Quanto ao armazenamento, altas umidades relativas, sementes conservadas por 19 semanas, com 75% de umidade relativa, mostraram queda de germinação, velocidade de germinação e peso médio de plântulas de mais ou menor 10% em relação à testemunha. Porém, quando a umidade relativa era de 85% entre 7 e 10 semanas, aqueles índices sofreram reduções drásticas de até 80% a menos que a testemunha.

KANNENBERG & ALLARD (1964), estudando a associação entre a pigmentação e a formação de lignina em tegumento de feijões do tipo Lima, *Phaseolus lunatus* L., concluíram que as sementes de tegumento branco apresentaram menor proteção ao embrião do que as de tegumento colorido. Estabeleceram ainda que sementes com tegumento branco: (1) são mais facilmente danificadas; (2) possuem tegumento mais fino; (3) possuem células menores; (4) absorvem e perdem água mais rapidamente;

(5) germinam mais rapidamente; (6) são inferiores em emergência. Porém, a mais notável diferença entre os dois tipos de sementes é o menor conteúdo de lignina das sementes brancas, sugerindo ser esta a causa de sua maior susceptibilidade à danificação.

CLARK & KLINE (1965), estudando os efeitos de vários fatores sobre a germinação de feijão comum, verificaram que as sementes provenientes da colheita manual de três procedências perderam, depois de 5 meses de armazenagem, 1% de germinação, enquanto que as sementes colhidas mecanicamente, depois do mesmo período de tempo, apresentaram redução de 5% no seu poder germinativo.

GREEN et alii (1966) estudaram danificações mecânicas em sementes de soja (*Glycine max L.*) durante a colheita para tanto utilizaram o método de colheita manual e através do uso de combinada. No processo mecânico, foram usadas três rotações no cilindro bateador, 500, 700 e 900 rpm. Durante três anos, a colheita foi feita na época em que as sementes apresentavam as seguintes umidades; (1) maior que 14%; (2) entre 12 e 14% e (3) abaixo de 12%. Nos três anos, as sementes colhidas mecanicamente na última época (menor que 12% de umidade), apresentaram geralmente baixa porcentagem de plântulas normais, tanto nos testes de laboratório como de campo e alta porcentagem de cascas trincadas ou quebradas. Em quase todos os casos, as sementes colhidas manualmente apresentaram maior viabilidade e pequena incidência de sementes com casca quebradas ou trincadas. Dos lotes colhidos mecanicamente, os colhidos com menor rotação mostraram maior porcentagem de germinação em laboratório e campo, e menor número de sementes danificadas.

ZINK (1966) estudou em sementes de soja os efeitos imediatos e latentes de danificações mecânicas. Primeiramente, observou o efeito de impactos das sementes contra uma superfície rígida de metal; depois, os impactos sofridos por se

mentes quando jogados umas contra as outras, e finalmente, o efeito do local do impacto na semente. No primeiro caso, utilizou sementes com teores de umidade que variaram de 8 até 19%. Essas sementes foram deixadas cair uma, duas e quatro vezes de alturas de 5, 10 e 20 pés (1,52, 3,05 e 6,10m). Deste estudo, concluiu que sementes com 8% de umidade eram mais sujeitas à injúria, e que 4 quedas de 10 pés de altura provocaram maiores danos que os demais tratamentos. Observou que tanto danos imediatos como latentes ocorreram em consequência de injúria mecânica. Com 11% de umidade, ou menos, houve maior ocorrência de danos imediatos e a 12% ou mais, a germinação decresceu com armazenamento por 24 semanas, a 20°C e 75% de umidade relativa, ou sob condições de armazem. Para o estudo do local de impacto, foram utilizadas sementes com 8% de umidade e caídas de 20 pés (6,10m) de altura. Neste caso o autor verificou que os locais de impactos que mais prejudicaram a germinação foram o eixo embrionário, a região superior das sementes, próxima ao eixo embrionário, e as partes opostas à radícula.

KANTOR & WEBSTER (1967) estudaram os efeitos da debulha mecânica com diversas rotações (1040, 2350 e 2940 rpm), em sementes de sorgo com várias umidades. Sementes debulhadas com teor de umidade entre 10 e 15% apresentaram uma maior viabilidade do que aquelas com 20%. Estas últimas, apresentaram um declínio na germinação com o aumento da rotação da debulha. A mais alta percentagem de plântulas anormais nos lotes debulhados à mão foi de 5,2% enquanto que no tratamento mais severo, (2940 rpm) foi de até 50%. Eles concluíram que a percentagem de sementes quebradas reflete a severidade da trilha gem, contudo, uma pequena percentagem de sementes quebradas não indica necessariamente que não haja injúria interna em sementes aparentemente saudias.

CARVALHO (1969), citado por ABRAHÃO (1971), estudou em caupi, *Vigna sinensis* L., os efeitos da injúria mecânica das sementes. No primeiro estudo, sementes com 10, 13 e 16%

de umidade sofreram impactos nas partes denominadas: eixo hipocótilo-radícula; parte posterior ao eixo e partes laterais dos cotilédones. Os impactos foram causados por uma haste de plástico girando à velocidade de 1920, 2560 e 3200, pés (585,22; 780,29 e 975,36m) por minuto. Os resultados mostraram que os efeitos imediatos de danificações dependem do teor de umidade da semente no momento do impacto, da velocidade do corpo que colide com a semente e do local do impacto. Observou-se ainda, que a combinação de baixa umidade (10%) e impacto sobre o eixo hipocótilo-radícula, a uma velocidade de 3.200 pés (975,36m) por minuto sempre causou maiores danos. No segundo experimento, sementes com os mesmos teores de umidade já referidos foram deixados cair de 0,7; 14,21 e 28 pés (0; 2,13; 4,27; 6,4 e 8,53m) de altura. Neste caso, os efeitos imediatos dependeram do teor de umidade da semente e da altura da queda. Contudo quando a altura da queda aumentou, os danos às sementes também aumentaram. Com o aumento do teor de umidade das sementes, o autor diminuiu os efeitos causados pela altura da queda.

DORRELL & ADAMS (1969) induziram artificialmente injúria mecânica a sementes de feijão Nany, *Phaseolus vulgaris*. As sementes foram debulhadas manualmente, padronizadas quanto ao tamanho e equilibradas a um teor de umidade de $12 \pm 0,3$. As amostras foram então danificadas por uma trilhagem simulada, sendo batidas por uma pá de metal girando a aproximadamente 900 rpm. Eles constataram que a tolerância à injúria mecânica diminuiu à medida que aumentou o peso das sementes. Concluíram ainda que as rachaduras nos tegumentos aumentaram com a maior irregularidade da forma da semente, e que acumulando-se a densidade das sementes, a quebra dos cotilédones aumentou enquanto a rachadura na casca diminuiu.

ABRAHÃO (1971) estudou o efeito de classificações mecânicas em sementes de feijoeiro, utilizando três cultivares que foram submetidos a zero, um, dois e três choques mecânicos, deixando as sementes caírem de uma altura de 3,0 metros sobre uma placa de ferro de 0,70m x 0,50m x 0,006m de superfície

cie lisa. A placa fazia um ângulo de aproximadamente 40° com a horizontal, de tal modo que as sementes após a queda só tocassem uma vez nela, e fôsem recebidas numa caixa de papelão, disposta à sua frente. Após esses tratamentos, as sementes foram armazenadas em três ambientes. A extensão dos danos foi avaliada através de testes de germinação e vigor. O autor verificou que houve efeito imediato das danificações sobre a germinação e vigor das três cultivares estudadas; o efeito das danificações dependeu da cultivar e para cada cultivar foi função do número de choques. Concluiu então, que os níveis de umidade relativa do ambiente influenciaram o vigor e a germinação das cultivares. De um modo geral, a germinação das três cultivares, sob os diferentes números de choques e para os três níveis de umidade relativa não foi afetada pelas 5 épocas: 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a aplicação dos choques.

ALMEIDA (1972) estudou as danificações mecânicas em sementes de feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., com diferentes teores de umidade, numa trilhadeira mecânica com várias rotações no cilindro trilhador. Os testes de germinação, vigor e velocidade de germinação foram efetuados em quatro épocas distintas: inicial, logo após a operação de trilhagem; 75 dias, 150 e 225 dias. Após o armazenamento das sementes, entre outras observações, ele verificou que a percentagem de sementes quebradas aumentou à medida que cresceu a velocidade do cilindro debulhador; os testes de germinação e vigor mostraram a ocorrência de efeitos imediatos e latentes provocados pela trilhadeira; os testes de vigor foram mais eficientes para avaliar os efeitos dos danos do que os de germinação; as sementes debulhadas mecanicamente mostraram nos testes de germinação anormalidades que não foram constatadas nas sementes de lhadas à mão. Diante dos resultados, o autor recomendou, para as condições em que o material foi colhido, a rotação de 500 rpm para a debulha de sementes mais secas e 700 rpm para as mais úmidas.

POPINIGIS (1972), estudando os efeitos imediatos de injúria mecânica em sementes de soja, durante a colheita, com três teores de umidade e diferentes rotações, numa colhedeira automotriz, verificou uma perda de 4% de sementes quebradas, mesmo naquelas com teor de umidade mais elevado, 16,9%, e na rotação mais baixa (650 rpm) no cilindro da colhedeira e 11% apresentaram lesões no tegumento; como também os danos aumentaram à medida que diminuiu o teor de umidade e aumentou a velocidade do cilindro; verificou também que as sementes colhidas a 11,65% e 13,05% de umidade apresentaram um maior índice de germinação e vigor do que as colhidas a 16,85% de umidade.

SILVEIRA (1974), estudando o efeito da debulha mecânica sobre a germinação, vigor e produção, em sementes de quatro cultivares de milho, observou que; houve efeito da velocidade angular do cilindro trilhador sobre a danificação mecânica das sementes. Com o aumento da velocidade do cilindro aumentou a percentagem de sementes quebradas; houve diferença no comportamento das cultivares utilizadas e a germinação, vigor e a produção foram afetados pelas danificações.

MOORE (1974), citado por CARVALHO e NAKAGAWA (1980), observou que os efeitos latentes (invisíveis) da injúria mecânica são mais drásticos quando é do tipo "amassamento". Nestes casos, a área do tecido não injuriado em contacto com o injuriado é bem maior do que quando a injúria ocorre por quebra. O autor afirma, ainda, que o tecido afetado pelo "amassamento" serve como um centro de infecção para o resto da semente, resultando num rápido enfraquecimento e apodrecimento dos tecidos sadios.

3 - MATERIAL E MÉTODO

De um campo de multiplicação de sementes básicas, instalado numa área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, foram colhidas 640 panículas de sorgo, *Sorghum bicolor* L. Moench, cultivar EA-116 (forrageiro). Esta cultivar é identificada na literatura internacional como sendo 3937-2. Logo após a colheita, ocasião em que as sementes continham 32% de umidade, as panículas foram subdivididas em 4 grupos e expostas a secagem natural (7 horas/dias) de modo a se obter sementes com 4 níveis de umidade (23,1; 15,1; 12,7 e 8,8%). Estas umidades foram determinadas de acordo com as REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES (BRASIL, 1976). Para obtenção da umidade mais baixa (8,8%) foi necessária uma secagem artificial, além da natural, em um secador a 40°C, durante 24 horas. Quando as sementes atingiram os níveis de umidade citados, as panículas foram debulhadas manualmente e mecanicamente, utilizando-se 4 repetições de 10 panículas, com vistas aos tratamentos a que foram submetidas. A debulha manual foi utilizada colocando-se as panículas em um saco de pano e batendo-se com uma vara, enquanto que na mecânica utilizou-se a debulhadora ALMACO (ALLAN MACHINE COMPANY), modelo SVSRG-1 (FIGURA 1), com as seguintes características: (a) Cilindro de bulhador com 16,5cm de comprimento, diâmetro de 33,5cm e dentes com 2,1cm de altura; (b) potência do motor de 1/3 HP e 1.725 rpm. No processo mecânico foram utilizadas 3 diferentes rotações (1390, 1890 e 2390-rpm).

Desta maneira foram estabelecidos os seguintes tratamentos em função das umidades (U) x rotações (R):



FIGURA 1 - Aspecto geral da máquina ALMACO modelo SVSRG - 1, utilizada no beneficiamento das panículas de sorgo.

Tratamentos	Unidades (U) x Rotações (R)
01	U_1R_0 (8,8 x debulha manual)
02	U_1R_1 (8,8 x 1390 rpm)
03	U_1R_2 (8,8 x 1890 rpm)
04	U_1R_3 (8,8 x 2390 rpm)
05	U_2R_0 (12,7 x debulha manual)
06	U_2R_1 (12,7 x 1390 rpm)
07	U_2R_2 (12,7 x 1890 rpm)
08	U_2R_3 (12,7 x 2390 rpm)
09	U_3R_0 (15,1 x debulha manual)
10	U_3R_1 (15,1 x 1390 rpm)
11	U_3R_2 (15,1 x 1890 rpm)
12	U_3R_3 (15,1 x 2390 rpm)
13	U_4R_0 (23,1 x debulha manual)
14	U_4R_1 (23,1 x 1390 rpm)
15	U_4R_2 (23,1 x 1890 rpm)
16	U_4R_3 (23,1 x 2390 rpm)

Para a escolha destas rotações, considerou-se como ponto inicial 1390 rpm, por ser esta a que vem sendo utilizada pela equipe de Sorgo do Centro de Ciências Agrárias, em panículas provenientes dos campos experimentais. As diferentes rotações foram medidas através de um tacômetro (FIGURAS 2 e 3) e obtidas através de modificações na posição da correia nas estrias da polia do eixo do cilindro, deixando-se fixa a polia motora.

3.1 - Percentagem de Sementes Aderidas aos Racemos

Após cada debulha as sementes que permaneceram aderidas aos racemos foram retiradas manualmente e pesadas. A percentagem foi calculada em relação ao peso total das sementes

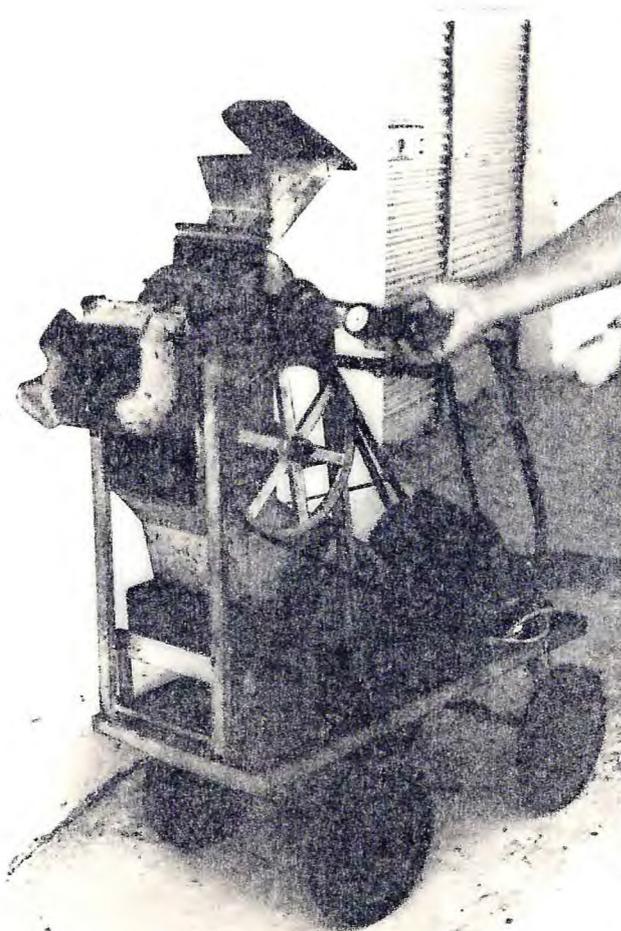


FIGURA 2 - Vista da debulhadora mostrando cilindro debulhador, eixo do cilindro e local onde foram determinadas as velocidades com o tacômetro.

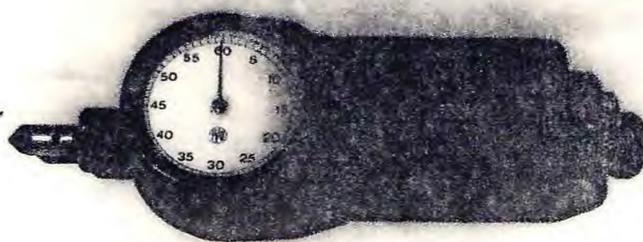


FIGURA 3 - Tacômetro - instrumento utilizado para determinar velocidade angular.

de cada repetição por tratamento.

3.2 - Percentagem de Sementes Quebradas

Das sementes obtidas, sem incluir as aderidas aos ramos, foram retiradas quatro repetições de 50 gramas, das quais foram separadas manualmente todas as sementes visivelmente quebradas ou trincadas. A percentagem foi calculada em função do peso das sementes danificadas nos 50 gramas.

3.3 - Qualidade Fisiológica das Sementes

Avaliada pelo percentual de germinação, comprimento de raiz, peso seco de plântulas, velocidade de emergência no campo, peso seco da parte aérea da planta e população inicial. A germinação foi efetuada logo após a debulha e aos 60 e 120 dias de armazenamento, em condições naturais do Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias. Os demais parâmetros foram avaliados apenas aos 60 dias do armazenamento.

3.3.1 - Germinação

Quatro repetições de cinquenta sementes para cada tratamento foram colocadas para germinação. Foi utilizado como substrato o papel toalha (GERMITEST), medindo 38 x 28cm, pré-umedecido em água destilada, usando-se duas folhas de papel para cada repetição, uma servindo de base para distribuição das sementes e outra para cobertura, sendo o conjunto dobrado em rolo. O conjunto de rolos com as sementes foi coloca

do verticalmente em depósitos de plástico abertos com nível de 1-2cm de água destilada, os quais foram dispostos no germinador elétrico tipo FANEM, sob temperatura de 25°C, no escuro e com umidade relativa próxima da saturação, por um período de 10 dias. As observações foram efetuadas no 5º e 10º dia a partir da data do plantio. Por ocasião das contagens foram consideradas plântulas normais aquelas que apresentaram uma folha emergindo do coleoptilo, radícula bem desenvolvida e aparentemente com potencial para estabelecer-se no campo. Baseado nesses critérios e no estado da semente o material foi classificado em plântulas normais, anormais e sementes deterioradas. De acordo com as prescrições das REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES (BRASIL, 1976).

3.3.2 - Comprimento de Raiz de Plântulas

Quatro repetições de vinte sementes para cada tratamento foram distribuídas numa linha reta, aproximadamente a 10cm da parte superior do papel toalha pré-umedecido em água destilada, e cobertas com outra folha do papel. Para que as raízes das plântulas crescessem no mesmo sentido, os rolos de papel contendo as sementes foram colocados no germinador a 25°C, dispostos segundo um ângulo de 45º, com a radícula das sementes apontada para baixo, facilitando deste modo a medição.

As medições foram efetuadas quatro dias após o plantio, sendo medidas apenas as raízes de plântulas consideradas normais. Os cálculos foram efetuados de acordo com POPINIGIS (1977).

3.3.3 - Peso Seco de Plântulas

Obtido aos sete dias após o plantio das mesmas plantas usadas na determinação do comprimento de raiz. As determinações foram feitas pelo método da estufa a 105°C, conforme POPINIGIS (1977).

3.3.4 - Velocidade de Emergência no Campo

Avaliada a partir de um ensaio fatorial 4 x 4 num de lineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições de cinquenta sementes para cada tratamento. As parcelas eram constituídas por uma linha (repetição) de 1,0m de comprimento e espaçadas entre si de 0,70m. Na linha foi plantada uma semente a cada 0,02m, a uma profundidade uniforme de 0,02m. O ensaio foi instalado em área do setor de Horticultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em 14 de fevereiro de 1982.

Diariamente, às 8 horas, a partir do terceiro dia após o plantio, quando teve início a emergência, foi computado o número de plântulas emergidas em cada linha, até que o número de plântulas fosse constante, conforme metodologia citada por VIEIRA (1981) e OLIVEIRA (1981).

3.3.5 - Peso Seco da Parte Aérea da Planta

Determinou-se o peso da parte aérea das plantas aos 30 dias após o plantio utilizando-se também o mesmo ensaio para velocidade de emergência. De cada parcela foram colhidas cinco plantas ao acaso, dentre as que estavam em competição na linha, as quais foram cortadas à altura do nível do solo, posteriormente colocadas numa estufa regulada a 55-60°C, com circulação de ar, até atingir o peso constante e depois pesadas, segundo VIEIRA (1981).

3.3.6 - População Inicial

O teste de população inicial foi feito aos 35 dias após o plantio do ensaio utilizado para a velocidade de emergência no campo.

3.4 - Procedimento Estatístico

Os estudos de laboratório e de campo, com exceção aos referentes às sementes aderidas aos racemos e quebradas, foram conduzidas num ensaio fatorial 4 x 4, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, cada um com quatro repetições.

Os dados de germinação e população inicial foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$, segundo ALBUQUERQUE (1979). Após a transformação foram analisados de acordo com PIMENTEL GOMES (1963) e STEEL & TORRIE (1960).

Na comparação das médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Percentagem de Sementes Aderidas aos Racemos e Quebradas.

De uma maneira geral, observa-se na (FIGURA 4), que a percentagem de sementes aderidas aos racemos aumentou progressivamente à medida que aumentou o teor de umidade das sementes. Assim é que, com 8,8% de umidade, os valores para este parâmetro foram zero em qualquer uma das rotações utilizadas, enquanto que com 23,1%, as percentagens variam de zero a 15,5% e dependeram da rotação de debulha. Por outro lado, a debulha manual não deixa sementes aderidas aos racemos, ao contrário da mecânica que apresenta valores crescentes da maior para a menor rotação.

No tocante às sementes quebradas (FIGURA 5), observa-se um aumento de sementes danificadas nos tratamentos de mais baixa umidade para a mais alta e da menor para a maior rotação. Constata-se ainda, que a debulha manual e a de 1390 rpm não causaram danos às sementes, com exceção da rotação 1390 rpm em sementes com 8,8% de umidade. No entanto, estas quebras, no total de 0,5%, podem ser consideradas insignificantes em relação às demais. Estes resultados concordam com os obtidos por KANTOR & WEBSTER (1967) e SILVEIRA (1974), em sorgo e milho.

4.2 - Germinação

Apesar da análise estatística ter sido realizada para este parâmetro, logo após a debulha, aos 60 e 120 dias de ar

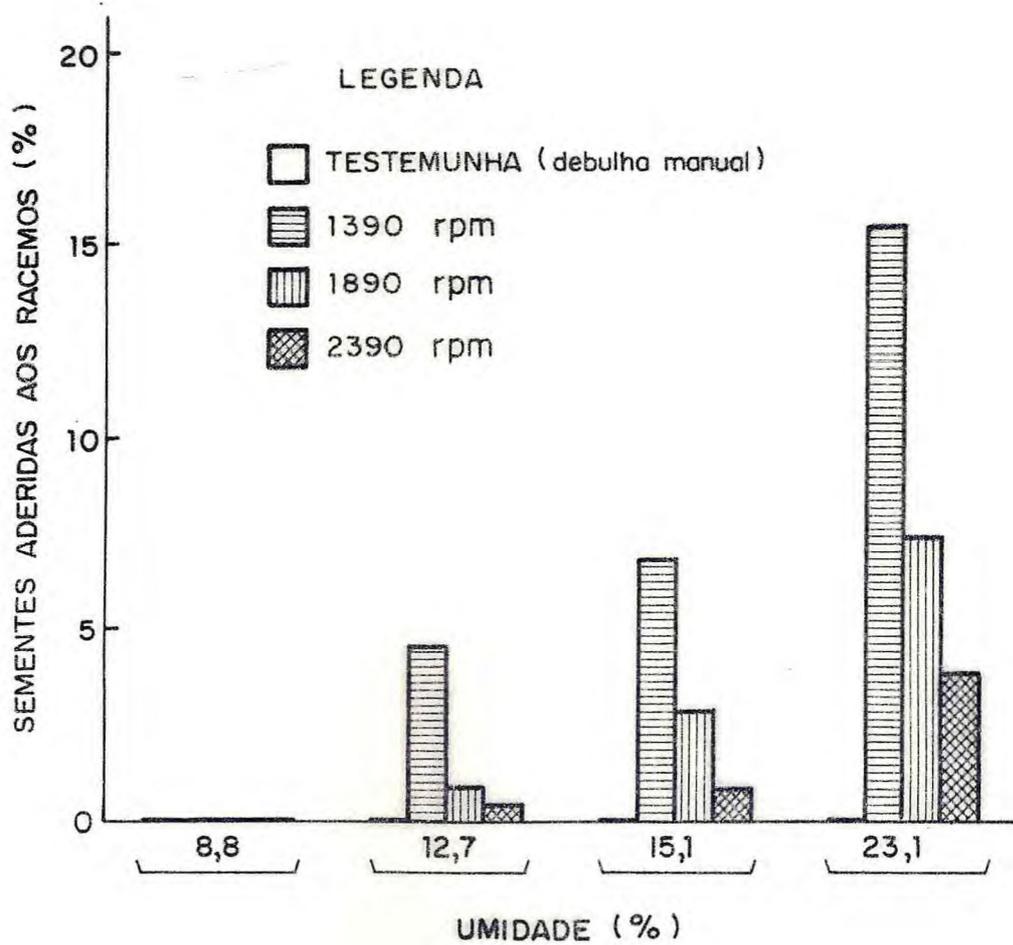


FIGURA 4 - Efeito da rotação de debulha e umidade na percentagem de sementes aderidas aos racemos de sorgo, cultivar EA-116. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

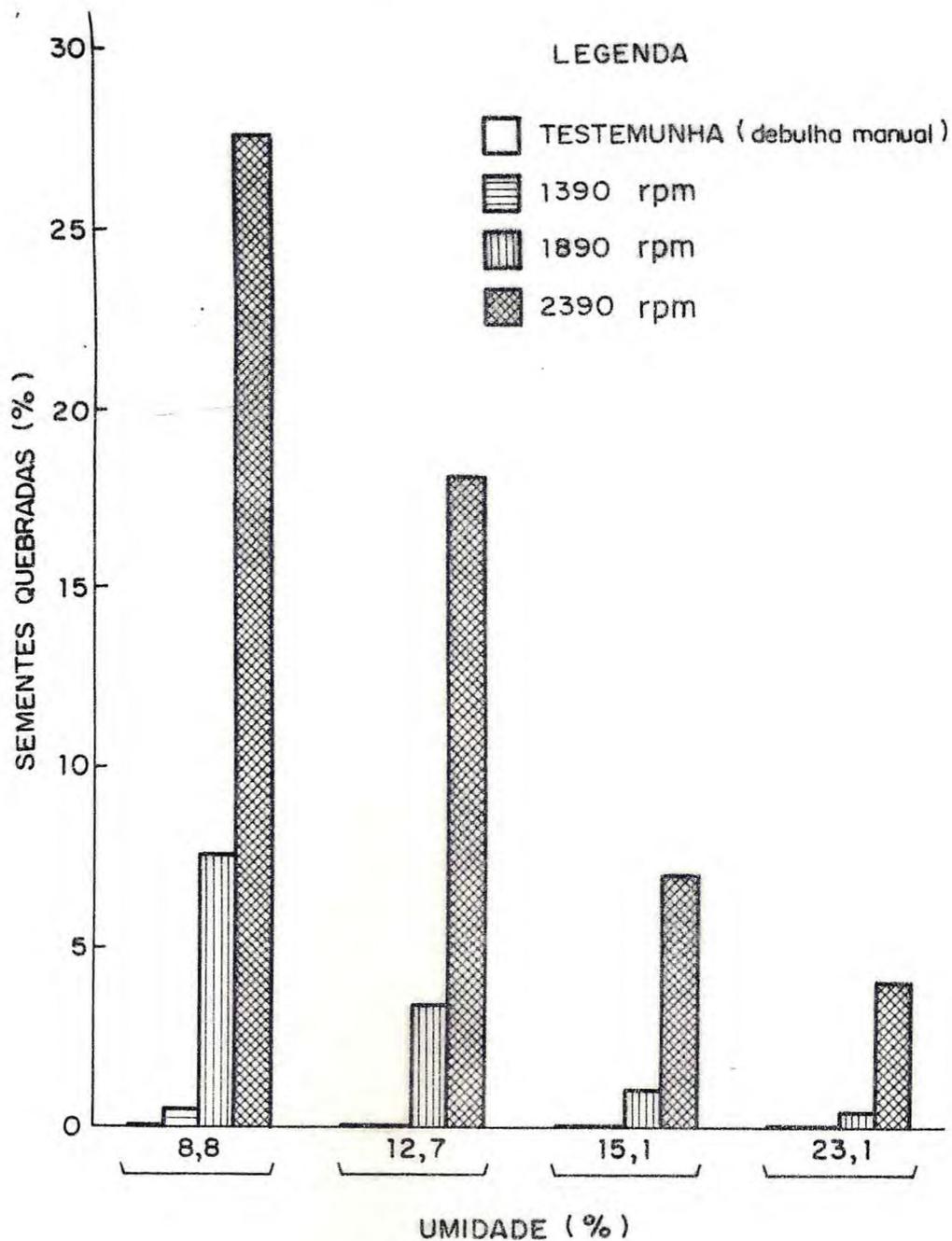


FIGURA 5 - Efeito da rotação de debulha e umidade na percentagem de sementes quebradas de sorgo, cultivar EA-116. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

mazenamento (TABELAS 1, 2 e 3), a discussão dos resultados terá por base o real potencial das sementes para futuros plantios. Convém salientar que o sorgo só deve ser comercializado quando a percentagem de germinação for igual ou superior a 70%. De acordo com as NORMAS TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES FISCALIZADAS. Evidencia-se nestas TABELAS que, quando a debulha foi manual, as sementes mantiveram praticamente sua viabilidade, nos diversos níveis de umidade, até os 120 dias de armazenamento. As médias foram aproximadamente 90,31; 85,63 e 80,50%, logo após a debulha, aos 60 e 120 dias, respectivamente. Quando a rotação foi de 1390 rpm, a germinação foi sempre superior a 70%, nos períodos considerados, nas umidades 8,8, 12,7 e 15,1%. Porém, alcançou valores inferiores e decrescentes (68,25; 61 e 55,50%) nos três períodos, na umidade de 23,1%. Com 1890 rpm, constata-se que mesmo antes do armazenamento (TABELA 1) apenas as sementes com 12,7 e 15,1% apresentaram médias acima do valor crítico, isto é, 73 e 71%, respectivamente. Nos outros dois períodos houve declínio gradativo da germinação nesta rotação (1890 rpm), com apenas 69,5% na umidade de 15,1% aos 60 dias (TABELA 2).

Finalmente, os dados indicam que no tratamento 2390 rpm, as sementes foram severamente afetadas, principalmente, quando nas umidade extremas (8,8 e 23,1%).

4.2.1 - Comprimento de Raiz de Plântulas

Os efeitos dos diferentes tratamentos no comprimento da raiz de plântulas encontram-se na (TABELA 4). Na umidade de 8,8%, a maior média foi observada na debulha manual, a qual não diferiu de 1390 rpm; as duas outras rotações influenciaram igualmente neste parâmetro. Na umidade de 12,7%, apesar de o maior comprimento de raiz ser observado na debulha manual, constata-se que não houve diferença estatística entre esta e as rotações de 1390 e 1890 rpm. As raízes das plântu

TABELA 01 - Médias de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, antes do armazenamento, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%$ e originais¹. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

Rotações (rpm)	Umidade (%)				
	8,8	12,7	15,1	23,1	Médias
Debulha Manual	A 71,66 a (90,00) ¹	A 71,13 a (89,25)	A 73,11 a (91,50)	A 72,12 a (90,50)	72,00 (90,13)
1390	A 67,99 a (85,75)	A 62,77 b (79,00)	A 62,54 b (78,50)	B 55,71 b (68,26)	68,25 (77,88)
1890	AB 54,69 b (66,50)	A 58,88 b (73,00)	A 57,44 b (71,00)	B 48,68 c (56,25)	54,92 (66,69)
2390	B 39,38 c (40,25)	A 50,21 c (59,00)	A 50,28 c (59,00)	B 40,18 d (41,75)	45,01 (50,00)
Médias	58,43 (70,63)	60,75 (75,06)	60,84 (75,00)	54,17 (64,19)	

(1) Valores entre parênteses indicam percentagem média original.

Duas médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, ou precedidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

TABELA 02 - Médias de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultante dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\%}$ e originais². Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Rotações (rpm)	Umidades (%)				Médias
	8,8	12,7	15,1	23,1	
Debulha Manual	69,44 (87,50) ²	66,64 (84,00)	69,76 (88,00)	66,52 (83,00)	68,09 a (85,63)
1390	62,29 (78,00)	59,37 (74,00)	62,20 (78,00)	51,51 (61,00)	58,84 b (72,75)
1890	46,72 (53,00)	54,07 (65,50)	56,61 (69,50)	38,92 (39,50)	49,08 c (56,88)
2390	38,51 (37,00)	46,44 (52,50)	42,39 (45,50)	36,33 (35,50)	40,92 d (42,63)
Médias	54,24a (63,88)	56,63a (69,00)	57,74a (70,25)	48,32b (54,75)	

(1) Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média: 77%.

(2) Valores entre parênteses indicam percentagem média original.

Duas médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 03 - Médias de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 120 dias de armazenamento¹, resultante dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$ e originais². Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Rotações (rpm)	Umidades (%)				Médias
	8,8	12,7	15,1	23,1	
Debulha Manual	A 63,80 a (80,00) ²	A 64,24 a (81,00)	A 65,74 a (83,00)	A 62,04 a (78,00)	63,96 (80,50)
1390	A 60,43 a (75,00)	A 57,12 ab (70,50)	A 60,07 ab (75,00)	B 48,18 b (55,50)	56,45 (69,00)
1890	A 45,01 b (50,00)	A 50,80 bc (60,00)	A 52,89 b (63,50)	B 34,04 c (32,00)	45,69 (51,38)
2390	B 34,05 c (31,50)	A 44,43 c (49,00)	AB 40,68 c (42,50)	B 33,03 c (30,00)	38,05 (38,25)
Médias	50,82 (59,13)	54,15 (65,13)	54,85 (66,00)	44,32 (48,88)	

(1) Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,3°C; umidade relativa média: 80%.

Valor entre parênteses indicam percentagem média original.

Duas médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, ou precedidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

las do tratamento 2390 rpm foram bem menores do que as outras. Em sementes com 15,1 e 23,1% de umidade, observa-se uma maior média na debulha manual e uma equivalência de valores nos processos mecânicos. Isto parece evidenciar que nas umidades mais elevadas as diferentes rotações influenciam semelhantemente neste parâmetro.

Considerando as diversas rotações dentro de cada umidade, constata-se que na debulha manual ocorreu um decréscimo significativo no comprimento de raiz de plântulas com o aumento da umidade das sementes. Assim sendo, fica evidenciado que nas umidades mais elevadas o vigor das plântulas é afetado, mesmo que as sementes não tenham sofrido danos mecânicos. Na rotação de 1390 rpm as médias igualmente decresceram com o aumento de umidade. No entanto, não houve diferença estatística entre 8,8 e 12,7% e entre esta última e 15,1%. Na rotação de 1890 rpm os valores foram bem aproximados nas umidades de 8,8; 12,7 e 15,1% e maiores que 23,1%. Esta tendência das médias serem semelhantes com o aumento de rotação, dentro das umidades, foi comprovado na rotação de 2390 rpm, quando os dados mostram que não existe diferença significativa entre as médias.

4.2.2 - Peso Seco de Plântulas

Os valores médios referentes ao peso seco de plântulas encontram-se na TABELA 5. Observa-se nesta TABELA que as médias decresceram com o aumento da rotação, sendo os maiores valores constatados na debulha manual, seguida de 1390 rpm, a qual não diferiu significativamente de 1890 rpm e esta por sua vez não diferiu de 2390 rpm. Considerando as diferentes umidades, os dados indicam menores pesos nas plântulas provenientes de sementes com 23,1 e 8,8. As médias das umidades 12,7 e 15,1% não diferiram significativamente do valor obtido na umidade de 8,8%.

TABELA 04 - Médias do comprimento de raiz (mm) de plântulas de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Rotações (rpm)	Umidades (%)			
	8,8	12,7	15,1	23,1
Debulha Manual	A 112,69 a	A 107,39 a	A 104,29 a	B 93,34 a
1390	A 105,54 a	AB 103,02 a	BC 93,78 b	C 84,57 ab
1890	A 92,97 b	A 96,29 a	A 94,41 b	B 79,44 b
2390	A 93,44 b	A 87,53 b	A 93,50 b	A 83,58 ab

(1) Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média 77%.

Duas médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, ou precedidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 05 - Médias do peso seco (mg) de plântulas de sementes desorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Rotações (rpm)	Umidade (%)				Médias
	8,8	12,7	15,1	23,1	
Debulha Manual	9,63	10,00	9,13	8,90	9,42 a
1390	8,45	9,18	7,70	6,60	7,98 b
1890	6,88	7,85	7,60	7,00	7,33 bc
2390	6,35	6,95	7,50	6,15	6,74 c
Médias	7,83 ab	8,50 a	7,98 a	7,16 b	

(1) Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média: 77%.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4.2.3 - Velocidade de Emergência

Verifica-se (TABELA 6) que as duas maiores rotações (1890 e 2390 rpm) influenciaram negativamente a velocidade de emergência das plântulas. A debulha manual apresentou maior valor médio, o qual não diferiu estatisticamente de 1390 rpm. Este parâmetro não foi afetado pelo teor de umidade das sementes.

4.2.4 - Peso Seco da Parte Aérea da Planta e População Inicial

Na TABELA 7 encontram-se os valores médios referentes a estes parâmetros. As médias do peso seco da parte aérea não diferiram entre si, apesar de se observar um pequeno acréscimo à medida que aumentou a rotação de debulha. Isto ocorreu, provavelmente, devido a menor competição entre as plantas originadas daqueles tratamentos, permitindo desta maneira que tais plantas apresentassem um maior acúmulo de matéria seca. Os diferentes níveis de umidade influenciaram igualmente neste parâmetro.

Quanto à população inicial (TABELA 8), observa-se maiores médias na debulha manual e na rotação de 1390, nos diferentes níveis de umidade. As duas maiores rotações apresentaram menores populações. Considerando que este teste avalia a capacidade de sobrevivência das plantas em condições de campo, pode-se evidenciar mais uma vez que as sementes da debulha manual e de 1390 rpm possuem melhores atributos para o plantio.

Após esta análise geral dos resultados, pode-se afirmar que as sementes foram mais danificadas à medida que aumentou a rotação de debulha e que, entre os processos mecânicos utilizados neste estudo, a rotação de 1390 rpm é a mais aconselhável para a debulha de sorgo. As sementes com umidades de

TABELA 06 - Médias do índice de velocidade de emergência no campo de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Rotações (rpm)	Umidades (%)				Médias
	8,8	12,7	15,1	23,1	
Debulha Manual	12,58	10,38	11,39	9,00	10,84 a
1390	10,67	9,90	9,99	10,56	10,28 a
1890	7,74	8,93	5,69	7,74	7,53 b
2390	6,23	5,30	5,92	5,93	5,85 b
Médias	9,30	8,63	8,25	8,31	

(1) Armazenamento em condição natural; temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média: 77%.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 07 - Médias do peso seco (g) da parte aérea da planta de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Rotações (rpm)	Umidades (%)				Médias(*)
	8,8	12,7	15,1	23,1	
Debulha Manual	1,76	1,62	1,84	1,91	1,78
1390	2,22	2,11	1,95	1,97	2,06
1890	2,38	1,91	2,18	1,89	2,09
2390	2,63	1,67	2,12	2,06	2,12
Médias (*)	2,25	1,83	2,02	1,96	

(1) Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média: 77%.

(*) Não houve diferença significativa entre médias.

TABELA 08 - Médias da população inicial de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Rotações (rpm)	Umidades (%)			
	8,8	12,7	15,1	23,1
Debulha Manual	51,18 a (60,50) ²	45,58 a (51,00)	51,49 a (61,00)	43,54 b (47,00)
1390	52,89 a (63,50)	45,34 a (50,50)	47,97 a (55,00)	49,66 a (58,00)
1890	40,32 b (42,00)	43,29 a (47,00)	31,74 b (28,00)	40,95 b (43,00)
2390	34,01 c (32,00)	32,41 b (29,00)	34,32 b (36,00)	34,62 c (33,00)

(1) Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média: 77%.

(2) Valores entre parênteses indicam percentagem média original

Duas médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

8,8 e 23,1% não devem ser utilizadas no processo; portanto, deve-se trabalhar com sementes possuindo umidade na faixa de 12 a 15%. Os resultados aqui obtidos, estão parcialmente de acordo com os de BARRIGA (1961) e WEBSTER & DEXTER (1961), os quais constataram que sementes de mais baixa umidade foram mais sensíveis às danificações. Por outro lado, OATHOUT (1928) e KANTOR & WEBSTER (1967), o primeiro em soja e outros dois em sorgo, observaram maiores danos em sementes com mais alta umidade.

Além do mais, ao examinar-se as TABELAS, 9, 10 e 11, constata-se que a percentagem de sementes deterioradas na umidade de 23,1% (tratamentos 13; 14; 15 e 16), foi superior a da umidade de 8,8% (tratamentos 1, 2, 3 e 4), mostrando a razão da viabilidade da semente ter sido mais afetada pelos danos naquela maior umidade. Isto evidencia que, em umidades mais baixas, os danos visíveis são maiores (FIGURA 5), no entanto, ocorre uma maior percentagem de danos invisíveis nas umidades mais altas, os quais se revelam ao avaliar-se a qualidade fisiológica das sementes.

TABELA 09 - Média e erro padrão da média relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de sorgo, cultivar EA-116, antes do armazenamento, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

Tratamentos	$\bar{x} \pm s\bar{x}$					
	Plântulas		Sementes			
	Normais	Anormais	Deterioradas			
01	90,00 \pm 1,22	6,00 \pm 1,58	4,00 \pm 0,71			
02	85,25 \pm 2,06	10,50 \pm 1,66	3,75 \pm 1,11			
03	66,50 \pm 2,72	21,75 \pm 2,87	11,75 \pm 0,63			
04	40,25 \pm 0,75	33,75 \pm 2,17	26,00 \pm 2,48			
05	89,25 \pm 2,25	5,75 \pm 2,29	5,00 \pm 0,71			
06	79,00 \pm 1,47	11,50 \pm 1,26	9,50 \pm 1,19			
07	73,00 \pm 4,18	19,50 \pm 3,07	7,50 \pm 1,26			
08	59,00 \pm 2,94	30,50 \pm 2,84	10,50 \pm 2,10			
09	91,50 \pm 0,87	3,50 \pm 0,29	5,00 \pm 0,71			
10	78,50 \pm 2,96	13,50 \pm 1,85	8,00 \pm 1,58			
11	71,00 \pm 1,47	20,25 \pm 1,25	8,75 \pm 0,49			
12	59,00 \pm 5,30	31,75 \pm 5,25	9,25 \pm 1,93			
13	90,50 \pm 1,04	3,25 \pm 1,38	6,25 \pm 0,75			
14	68,25 \pm 0,85	21,00 \pm 0,91	10,75 \pm 0,48			
15	56,25 \pm 1,60	16,00 \pm 2,48	27,75 \pm 3,82			
16	41,75 \pm 4,70	32,50 \pm 3,75	25,75 \pm 3,57			

TABELA 10 - Média e erro padrão da média relativos à percentagem de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Tratamentos	$\bar{x} \pm s\bar{x}$					
	Plântulas			Sementes		
	Normais		Anormais	Deterioradas		
01	87,50	$\pm 1,71$	6,50	$\pm 1,50$	6,00	$\pm 0,82$
02	78,00	$\pm 3,56$	13,00	$\pm 3,11$	9,00	$\pm 0,58$
03	53,00	$\pm 2,08$	30,50	$\pm 2,99$	16,50	$\pm 0,96$
04	37,00	$\pm 5,97$	34,00	$\pm 2,45$	29,00	$\pm 3,70$
05	84,00	$\pm 2,83$	10,00	$\pm 1,63$	6,00	$\pm 1,63$
06	74,00	$\pm 1,41$	18,50	$\pm 1,50$	7,50	$\pm 0,50$
07	65,50	$\pm 2,50$	23,50	$\pm 2,99$	11,00	$\pm 0,58$
08	52,50	$\pm 3,50$	32,00	$\pm 2,00$	15,50	$\pm 1,50$
09	88,00	$\pm 0,82$	7,00	$\pm 1,29$	5,00	$\pm 0,58$
10	78,00	$\pm 3,16$	16,00	$\pm 2,45$	6,00	$\pm 0,82$
11	69,50	$\pm 3,59$	21,50	$\pm 3,86$	9,00	$\pm 0,58$
12	45,50	$\pm 4,35$	33,50	$\pm 3,40$	10,00	$\pm 2,71$
13	83,00	$\pm 4,51$	11,50	$\pm 3,86$	5,50	$\pm 1,50$
14	61,00	$\pm 6,56$	29,00	$\pm 4,20$	10,00	$\pm 2,71$
15	39,50	$\pm 2,50$	30,50	$\pm 4,86$	30,00	$\pm 3,56$
16	35,50	$\pm 6,40$	29,50	$\pm 4,92$	35,00	$\pm 3,87$

(1) Armazenamento em condição natural, temperatura, média: 27,5°C; umidade relativa média: 77%.

FIGURA 11 - Média e erro padrão da média relativos a percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de sorgo, cultivar EA-116, após 120 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Tratamentos	$\bar{x} \pm s\bar{x}$					
	Plântulas			Sementes		
	Normais	Anormais	Deterioradas	Normais	Anormais	Deterioradas
01	80,00 \pm 4,69	11,50 \pm 0,96	8,50 \pm 3,86	75,50 \pm 2,50	13,50 \pm 2,22	11,00 \pm 1,29
02	50,00 \pm 4,32	32,00 \pm 4,08	18,00 \pm 1,41	31,50 \pm 3,30	38,00 \pm 5,03	30,50 \pm 3,20
03	81,00 \pm 1,91	12,00 \pm 2,16	7,00 \pm 0,58	70,50 \pm 1,26	18,50 \pm 1,71	11,00 \pm 0,58
04	60,00 \pm 3,16	28,00 \pm 3,56	12,00 \pm 1,41	49,00 \pm 3,70	35,00 \pm 2,38	16,00 \pm 1,63
05	83,00 \pm 1,73	10,00 \pm 1,15	7,00 \pm 0,58	75,00 \pm 2,38	15,50 \pm 2,98	9,50 \pm 0,96
06	75,00 \pm 2,38	15,50 \pm 2,98	9,50 \pm 0,96	63,50 \pm 3,30	22,50 \pm 2,22	14,00 \pm 3,16
07	42,50 \pm 0,96	30,50 \pm 0,96	27,00 \pm 1,29	78,00 \pm 0,82	15,00 \pm 0,58	7,00 \pm 1,00
08	55,50 \pm 3,50	25,00 \pm 4,04	19,50 \pm 1,71	32,00 \pm 6,98	27,00 \pm 5,20	41,00 \pm 3,11
09	30,00 \pm 4,83	28,50 \pm 3,77	41,50 \pm 5,38			

(1) Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,3°C; umidade relativa média: 80%.

5 - CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos neste trabalho foram extraídas as seguintes conclusões:

1 - Os métodos mecânicos de debulha e os teores de umidades influenciam marcadamente na qualidade fisiológica das sementes de sorgo e no seu potencial de armazenamento.

2 - A debulha manual, apesar de possibilitar o aproveitamento total das sementes sem lhes causar danos, não é recomendável em virtude da morosidade do processo. Entretanto, na escolha de um processo mecânico, deve-se selecionar uma rotação adequada do cilindro debulhador (1390 rpm) e utilizar sementes com umidade entre 12,7 e 15,1%, pois rotações e umidade acima destes valores causam danos mecânicos e diminuem a qualidade das sementes.

3 - Após a debulha na rotação e umidade recomendadas sugere-se repassar os racemos na máquina a fim de diminuir as perdas de sementes.

4 - Apesar da rotação de 1390 rpm ter sido indicada para a debulha de panículas de sorgo no presente trabalho, observa-se que as sementes ainda sofrem danos quando comparados com a debulha manual. Desta maneira sugere-se a execução de outras pesquisas que causem menores danos possíveis às sementes.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ABRAHÃO, J.T.M. Contribuição ao estudo de efeitos de danificações mecânicas em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1971. 112p. Tese de doutoramento.
02. ALBUQUERQUE, J.J.L. Estatística Experimental. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Estatística e Matemática Aplicadas. Fortaleza, 1979, 115p.
03. ALMEIDA, L.D. Danificações mecânicas em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1972. Tese de doutoramento.
04. ATKIN, J.D. Relative susceptibility of Snap bean to mechanical injury of seed. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. Geneva, N.Y. 72:370-3, 1958.
05. BARRIGA, G. Effects of mechanical abuse of Navy bean seed at various moisture levels. Agron. J., Washington, 53:950-1, 1961.
06. BORTHWICK, H.A. Thresher injury in baby Lima beans. J. Agric. Res. Washington, 44(6):503-10, 1932.
07. BRASIL. Ministério da Agricultura. Delegacia Federal-CE / Comissão Estadual de Sementes e Mudanças. Normas Técnicas Para Produção de Sementes Fiscalizadas. Fortaleza, 1980. 42p.

08. BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Sementes e Mudas. Regras para Análise de Sementes. Brasília, 1976. 188p.
09. BROWN, E.B. Relative yields from broken and entire kernels of seed corn. Agron. J., Washington. 12:196-7, 1920.
10. BUNCH, H.D. Mechanical injury in seeds. Its causes and effects. In: Annual Convention South Carolina Seedsmay Association. 23, Clemson, 1960, p. 378-82.
11. CARVALHO, N.M. de & NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção, Campinas. Fundação Cargil, 1980. 326p.
12. Ceará. Universidade Federal. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Fitotecnia. Programa Tricnal de Desenvolvimento da Cultura do Sorgo no Nordeste. Relatório de Pesquisa. 1976. Fortaleza, 1977, 79p. Convênio BNB/UFC.
13. CLARK, B.E. & KLINE, D.B. Effects of water temperature, seed moisture content, mechanical injury, and calcium nitrate solution on the germination of Snap bean seed in laboratory germination tests. Geneva, New York State Agric. Exp. Sta, 1965. p. 110-20.
14. CROSIER, W. Baldheads in beans, occurrence and influence on yields. Proc. Assoc. Off. Seed Anal., Oklahoma, 34:118-23, 1942.
15. DORRELL, D.G. & ADAMS, M.W. Effect of some seed characteristics on mechanically induced seedcoat damage in Navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Agron. J. Washington, 61(5):672-3, 1969.
16. DRAKE, V.C. Comparison of yield in Snap beans between normal and certain types of abnormal plants. Proc. Assoc. Off. Seed Anal., Oklahoma, 36:164-72, 1964.

17. FORSYTH, D.D. & VOGEL, O.A. Effect of seedcoat injuries during threshing on emergence of flax seedlings. Agron. J. Washington, 37:387-93, 1945.
18. GOMES, F.P. Curso de Estatística experimental. 7 ed. Piracicaba, S.P., Nobel, 1977. 430p.
19. GREEN, D.E.; CAVANAH, L.E. & PINNELL, E.L. Effect of seed moisture content, field weathering, and combine cylinder speed on soybean seed quality. Crop. Sci. 6(1): 07-10, 1966.
20. HARDENBURG, E.V. & ETO, W.H. The role of snakehead plants in beans. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci., Geneva, N.Y. 51:486-92, 1948.
21. HARTER, L.L. Thresher injury a cause of baldhead in beans. J. Agric. Res., Washington, 40(4):371-84, 1930.
22. HURD, A.M. Seed-coat injury and viability of seeds of wheat and barley as factors in susceptibility to molds and fungicides. J. Agric. Res., Washington, 91(2): 99-122, 1921.
23. INGALLS, R.A. A study of the occurrence of baldheads in beans and a comparison of their field performance with that of normal plants. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. Oklahoma, 36:177-83, 1946.
24. KANNENBERG, L.W. & ALLARD, R.W. An association between pigment and lignin formation in the seed coat of the Lima bean. Crop. Sci., Oklahoma, 4:621-2, 1964.
25. KANTOR, D.J. & WEBSTER, O.J. Effects of freezing and mechanical injury on viability of sorghum seed. Crop. Sci. Madison, 7:1961-99, 1967.

26. KING, D.L. & BIDDOLLS, A.W. Damage to wheat seed and pea seed in threshing, J. Agric. Eng. Res., Silsoc, 5(4): 387-98, 1960.
27. LIRA, M. de A. Sorgo granífero, uma opção para a zona Semi-Árida de Pernambuco. Pesq. agropec. pernambucana. Recife, 3(2):149-60, dez. 1979.
28. LUTE, A.M. Some notes on the behavior of broken seeds of cereals and sorghums. Proc. Assoc. Off. Seed. Anal. Oklahoma, 17:33-5, 1925.
29. MEYRES, M.T. The influence of broken pericarp on the germination and yield of corn. J. Am. Soc. Agron. Washington, 16(8):540-50, 1924.
30. NUTILE, G.E. Growth and yield of baldhead bean plants in the field. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. Oklahoma, 36: 184-8, 1946.
31. OATHOUT, C.H. The vitality of soybean seed as effected by storage conditions and mechanical injury. J. Am. Soc. Agron., Washington. 20:837-55, 1928.
32. OLIVEIRA, P.J. Influência do armazenamento na germinação e vigor de sementes de feijão-de-corda. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1981, 48p. Tese de Mestrado.
33. POPINIGIS, F. Fisiologia da Semente. Brasília, AGIPLAN, 1977, 289p.
34. _____, . Immediate effects of mechanical injury on soybean (Glycine max L. Merrill) seed. Mississippi, State University, 1972, 75p. Tese de Mestrado.
35. SILVEIRA, J.F. da. Efeitos da debulha mecânica sobre germinação, vigor e produção de cultivares de milho (Zea mays L.). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" 1974, 49p. Tese de mestrado.

36. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of Statistics. New York, McGraw - Hill, 1960, 48lp.
37. THORNTON, B.J. Factors causing low germination in sorghum seed. Proc. Assoc. Off. Seed. Anal. Oklahoma, 91: 23-6, 1929.
38. TOOLE, E.H., TOOLE, V.K., LAY, B.J., GROWDER, J.T. Injury to seed beans during threshing and processing. Washington, U.S.D.A., 1951, 10p. (U.S.D.A. Circular, 874).
39. VIEIRA, D.J. Influência da densidade da semente de sorgo na germinação, vigor e produtividade. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1981, 66p. Tese de Mestrado.
40. WEBSTER, L.V. & DEXTER, S.T. Effects of physiological quality of seeds on total germination, rapidity of germination and seedling vigor. Agron. J., Washington, 53:997-9, 1961.
41. WHITNER, W.A. Mutilated seed-a contributing factor in defective stands of Lima beans. Phytopathology, Lancaster, 20:143-5, 1930.
42. ZINK, E. Immediate and latente effects of mechanical abuse on the germination of soybean seed. Mississippi, State University, 1966, 55p. Tese de Mestrado.

A P Ê N D I C E

TABELA 12 - Análise de variância da percentagem de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, antes do armazenamento, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\%}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

Causas de Variação	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	15	7 261,39	484,09	40,23**
Umidade (U)	3	470,71	156,90	13,04**
Rotação (R)	3	6 261,15	2 087,05	173,45**
Umidade x Rotação	9	529,51	58,83	4,89**
Umidade + U x R	(12)	1 000,23		
Umidade dentro R ₀	3	8,47	2,82	0,23ns
Umidade dentro R ₁	3	304,27	101,42	8,43**
Umidade dentro R ₂	3	248,44	82,81	6,88**
Umidade dentro R ₃	3	439,04	146,34	12,16**
Rotação + U x R	(12)	6 790,67		
Rotação dentro U ₁	3	2 573,34	857,78	71,29**
Rotação dentro U ₂	3	905,61	301,87	25,09**
Rotação dentro U ₃	3	1 106,03	368,67	30,64**
Rotação dentro U ₄	3	2 205,68	735,22	61,10**
Resíduo	48	577,55	12,03	-

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - não significativo

CV - 5,97%.

TABELA 13 - Análise de variância da percentagem de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\%}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Causas de Variação	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	15	8018,10	534,54	19,53**
Umidade (U)	3	848,35	282,78	10,33**
Rotação (R)	3	6672,88	2224,29	81,27**
Umidade x Rotação	9	496,86	55,20	2,02ns
Resíduo	48	1313,67	27,36	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - não significativo

CV - 9,65%

(1) - Armazenamento em condição natural, temperatura média 27,5°C, umidade relativa média: 77%.

TABELA 14 - Análise de variância da percentagem de germinação de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 120 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Causas de Variação	G.L	SQ	QM	F
Tratamentos	15	7925,94	528,39	28,25**
Umidade (U)	3	1108,37	369,45	19,75**
Rotação (R)	3	6295,64	2098,54	112,18**
Umidade x Rotação (UxR)	9	521,92	57,99	3,10**
Umidade + U x R	(12)	1630,30		
Umidade dentro R ₀	3	27,71	9,23	0,49ns
Umidade dentro R ₁	3	390,80	130,26	6,96**
Umidade dentro R ₂	3	856,86	285,62	15,27**
Umidade dentro R ₃	3	354,90	118,30	6,32**
Rotação + U x R	(12)	6817,56		
Rotação dentro U ₁	3	2302,45	767,48	41,28**
Rotação dentro U ₂	3	865,38	288,46	15,42**
Rotação dentro U ₃	3	1401,16	467,05	24,97**
Rotação dentro U ₄	3	2258,57	749,52	40,07**
Resíduo	48	897,90	18,70	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - não significativo

CV - 8,48%

(1) - Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,3°C; umidade relativa média: 80%.

TABELA 15 - Análise de variância do comprimento de raiz de plântulas de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Causas de Variação	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	15	5114,72	340,98	12,38**
Umidade	3	2363,96	787,99	28,61**
Rotação	3	2229,21	743,07	26,98**
Umidade x Rotação	9	521,55	57,95	2,10*
Umidade + U x R	(12)	2885,51		
Umidade dentro R ₀	3	266,70	266,70	9,68**
Umidade dentro R ₁	3	365,16	365,16	13,26**
Umidade dentro R ₂	3	235,94	235,94	8,57**
Umidade dentro R ₃	3	94,04	94,04	3,41**
Rotação + U x R	(12)	2750,76		
Rotação dentro U ₁	3	1115,15	371,72	13,50**
Rotação dentro U ₂	3	899,36	299,79	10,89**
Rotação dentro U ₃	3	326,43	108,81	3,95**
Rotação dentro U ₄	3	409,83	136,61	4,96**
Resíduo	48	1321,73	27,54	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

CV - 5,50%

(1) - Armazenamento em condição natural, temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média 77%.

TABELA 16 - Análise de variância do peso seco de plântulas de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e de umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Causa de Variação	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	15	88,02	5,87	9,47**
Umidade (U)	3	14,46	4,82	7,77**
Rotação (R)	3	63,43	21,14	34,10**
Umidade x Rotação	9	10,13	1,13	1,82ns
Resíduo	48	29,84	0,62	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - não significativo

CV - 10,01%

(1) - Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,5°C, umidade relativa média: 77%.

TABELA 17 - Análise de variância do índice de velocidade de emergência no campo de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento, resultados dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Causas de Variação	G.L.	SQ	QM	F
Blocos	3	21,65	7,22	
Tratamentos	15	318,14	21,21	1,06ns
Umidade (U)	3	11,22	3,74	25,03ns
Rotação (R)	3	265,10	88,37	1,32**
Umidade x Rotação	9	41,82	4,65	2,04ns
Resíduo	45	158,78	3,53	

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - não significativo

CV - 21,79%

(1) - Armazenamento em condição natural, temperatura média: 27,5°C, umidade relativa média: 77%.

TABELA 18 - Análise de variância do peso seco da parte aérea da planta de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Causas de Variação	G.L.	SQ	QM	F
Blocos	3	4,63	1,54	
Tratamentos	15	4,09	0,27	0,96ns
Umidade (U)	3	1,50	0,50	1,79ns
Rotação (R)	3	1,18	0,39	1,39ns
Umidade x Rotação	9	1,41	0,16	0,57ms
Resíduo	45	12,81	0,28	

(1) - Armazenamento em condição natural; temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média: 77%.

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 19 - Análise de variância da percentagem de população inicial de sementes de sorgo, cultivar EA-116, após 60 dias de armazenamento¹, resultantes dos métodos de debulha e da umidade inicial. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981/1982.

Causas de Variação	G.L.	SQ	QM	F
Blocos	3	415,30	138,43	
Tratamentos	15	3162,09	210,80	5,68**
Umidade (U)	3	103,60	34,53	0,93ns
Rotação (R)	3	2331,47	777,15	20,92**
Umidade x Rotação	9	727,00	80,77	2,17*
Umidade + U x R	(12)	830,60		
Umidade dentro R ₀	3	192,25	64,08	1,73ns
Umidade dentro R ₁	3	154,62	51,54	1,39ns
Umidade dentro R ₂	3	306,46	102,15	2,75ns
Umidade dentro R ₃	3	11,68	3,89	0,10ns
Rotação + U x R	(12)	3058,47		
Rotação dentro U ₁	3	970,10	323,36	8,71**
Rotação dentro U ₂	3	468,58	156,19	4,21*
Rotação dentro U ₃	3	1153,77	384,59	10,35**
Rotação dentro U ₄	3	466,01	155,33	4,18*
Resíduo	45	1671,43	37,14	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - não significativo

CV - 14,36%

(1) - Armazenamento em condição natural: temperatura média: 27,5°C; umidade relativa média: 77%.