

IMPORTÂNCIA DO MÉTODO DE DEBULHA E DA UMIDADE NA QUALIDADE
DE SEMENTES DE FEIJÃO-DE-CORDA, *Vigna sinensis* (L.) Savi

ANTONIO FERNANDES MAIA

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

FORTALEZA - 1985

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Agronomia com Área de Concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a 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.

Antonio Fernandes Maia

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 02/05/85

Prof. Marcos Vinicius Assunção, Ph.D.
Orientador

Prof. José Ferreira Alves, M.S.
Conselheiro

Prof. José Braga Paiva
Conselheiro

À minha esposa MARIA DO CARMO pela
dedicação e compreensão.

Aos meus filhos DIEGO e TATIANNE
por um futuro saudável.

Aos meus pais FRANCISCO e CELSA
que me ensinaram a amá-los.

Aos meus irmãos pela amizade e
convívio.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA da Universidade Federal do Ceará e a todo o Corpo Docente do Departamento de Fitotecnia, pela consideração, apoio e ensinamentos recebidos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelos estímulos financeiros.

Ao Professor MARCOS VINICIUS ASSUNÇÃO pela dedicação e orientação deste trabalho.

Aos Professores JOSÉ FERREIRA ALVES e JOSÉ BRAGA PAIVA, pelas valiosas críticas, sugestões e revisão dos originais.

Ao Professor IBERÊ GUIMARÃES AGUIAR, pelo apoio durante a fase de elaboração deste trabalho.

Ao Engenheiro Civil JOSÉ ERIVALDO ARRAES, pela consideração e apoio financeiro.

Aos meus tios IVONILDE E ENOCK ARRAES, pela amizade e hospitalidade neste período de convivência.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, pela amizade e saudável convivência.

Ao analista RICARDO BARRETO COELHO, pela colaboração nos trabalhos de laboratório.

À RITA DE CARVALHO FEITOSA pelos serviços de dati
lografia.

Finalmente, a todos aqueles que de alguma forma con
tribuíram para que este trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u>	viii
<u>LISTA DE FIGURA</u>	ix
<u>RESUMO</u>	xii
<u>ABSTRACT</u>	xiii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
3 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u>	14
3.1 - <u>Cultivares</u>	14
3.2 - <u>Colheita e Métodos de Debulha</u>	14
3.3 - <u>Absorção de Água por Sementes Intactas</u>	15
3.4 - <u>Teor de Umidade das Sementes</u>	16
3.5 - <u>Tratamento e Armazenamento das Sementes</u>	16
3.6 - <u>Percentagem de Sementes Quebradas</u>	17
3.7 - <u>Percentagem de Danos Invisíveis em Sementes Sadias</u>	17
3.8 - <u>Determinação da Qualidade Fisiológica</u>	18
3.8.1 - <u>Teste de Germinação</u>	18
3.8.2 - <u>Comprimento de Raiz de Plântulas</u>	19
3.9 - <u>Tratamentos e Delineamento Experimental</u>	19
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	21

	Página
4.1 - <u>Percentagem de Sementes Quebradas</u>	21
4.2 - <u>Percentagem de Danos Invisíveis em Sementes Sadias</u>	23
4.3 - <u>Germinação</u>	23
4.4 - <u>Comprimento de Raiz de Plântulas</u>	27
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	40
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	41

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Esquema de análise de variância.....	20
2	Percentagem de sementes quebradas em cultivares de Feijão-de-Corda, obtida em função do teor de umidade da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.	22
3	Percentagem de danos invisíveis em sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, após imersão em cloreto férrico à 20%, obtida em função do teor de umidade da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.....	24
4	Análises de variância e coeficientes de variação, correspondentes à percentagem de germinação de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha, antes e após 60 e 120 dias de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.	25
5	Percentagem de germinação de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, antes do armazenamento, obtida em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983....	26

TABELA

Página

6	Percentagem de germinação de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, após 60 dias de armazenamento, obtida em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.....	28
7	Percentagem de germinação de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, após 120 dias de armazenamento, obtida em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.....	29
8	Média e erro padrão da média, relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de Feijão-de-Corda, antes do armazenamento, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.....	30
9	Média e erro padrão da média, relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de três cultivares de Feijão-de-Corda, após 60 dias de armazenamento, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.....	31
10	Média e erro padrão da média, relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de três cultivares de Feijão-de-Corda, após 120 dias de armazenamento, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.....	32

TABELA

Página

- 11 Análise de variância e coeficientes de va
riação, correspondentes ao comprimento de
raiz de plântulas (cm/plântula) de sementes
de cultivares de Feijão-de-Corda, obtidas
em função do teor de umidade inicial da se
mente e dos métodos de debulha, antes e
após 60 e 120 dias do armazenamento. For
taleza, Ceará, Brasil, 1983..... 33
- 12 Efeito do método de debulha no comprimento
de raiz de plântula (cm/plântula) de semen
tes de cultivares de Feijão-de-Corda, antes
do armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil,
1983..... 35
- 13 Comprimento de raiz de plântula (cm/plântu
la) de sementes de cultivares de Feijão-de-
-Corda, após 60 dias de armazenamento, ob
tido em função do teor de umidade inicial
da semente e dos métodos de debulha. For
taleza, Ceará, Brasil, 1983..... 37
- 14 Comprimento de raiz de plântulas (cm/plântu
la) de sementes de cultivares de Feijão-de-
-Corda, após 120 dias de armazenamento, ob
tido em função do teor de umidade inicial
da semente e dos métodos de debulha. Forta
leza, Ceará, Brasil, 1983..... 38

LISTA DE FIGURA

FIGURA		Página
1	Percentagem de absorção de água de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, durante 72 horas. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 ..	36

RESUMO

Vagens de três cultivares de Feijão-de-Corda (CE-31, CE-586 e CE-593), com 10,00 e 13,33% de umidade foram submetidos à três métodos de debulha: manual, "batedura com vara" e mecânico. Neste último método foi utilizado a debulhadora ALMACO (ALLAN MACHINE COMPANY), modelo SVSRG-1, com uma velocidade do cilindro debulhador de 1380 rpm. Este estudo foi conduzido para observar a influência destes fatores na qualidade da semente. Após a debulha, foi determinada a percentagem de danos mecânicos (visíveis e invisíveis) e qualidade fisiológica da semente (germinação e comprimento de raiz). O restante das sementes sadias foi fumigado com "Phostoxin" (gás fosfina) e armazenado em sacos de papel nas condições naturais do Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Federal do Ceará, por um período de 120 dias. Após 60 e 120 dias do armazenamento, foi determinada a qualidade fisiológica da semente.

Os resultados evidenciaram que a cultivar CE-586 foi menos susceptível à injúrias, quando as vagens foram debulhadas pelos métodos da "batedura" e mecânico. Neste primeiro método foi observado menor percentagem de sementes quebradas e danos invisíveis; contudo, ocorreram altas percentagens de sementes danificadas no método mecânico, principalmente nas sementes com baixo conteúdo de umidade. Foi constatado uma redução na germinação e comprimento de raiz antes e após o armazenamento, devido a danos invisíveis, resultante do considerável nível de sementes deterioradas. Como era esperado, as sementes debulhadas pelo método manual mostraram uma melhor qualidade.

ABSTRACT

Pods of three cultivars of Cowpea (CE-31, CE-586 and CE-593, with 10,00 and 13,33% moisture content were submitted to three threshing methods: hand-thresh, "beating with a stick" and mechanical. In this last method was utilized a head thresher (ALMACO-ALLAN MACHINE COMPANY), model SVSRG-1, with 1380 rpm of cylinder speed. This study was conducted to observe the influence of these factors on seed quality. After threshing, it was determined the percentage of mechanical damage (visible and invisible) and physiological seed quality (germination and root length). The remainder of the health seeds was fumigated with "Phostoxin" (phosphine gas) and stored in paper bags at the natural conditions of the Seed Technology Laboratory of the University Federal do Ceará, for a period of 120 days. After 60 and 120 days of storage, it was determined the physiological seed quality.

The results evidenced that the cultivars CE-586 was less susceptible to injuries, when the pods were threshed by the beating or machine methods. In this first method was observed less percentage of broken seeds or invisible damage; however, occurred higher percentage of damaged seeds on the mechanical method, mainly in the seeds with lower moisture content. It was constated a reduction on germination and root length before and after storage, due to invisible damage, resulting in considerable level of seed deterioration. As it was expected, the seeds from hand-thresh method showed the best attribute of quality.

1 - INTRODUÇÃO

No Brasil, especialmente na região nordestina, o Feijão-de-Corda ou Caupi (*Vigna sinensis* (L.) Savi.), juntamente com o arroz, milho e a farinha de mandioca, assume, há séculos, grande importância econômica e social, constituindo-se num dos alimentos básicos da dieta do homem do campo, em razão de ser uma grande fonte de proteína e carboidratos, adquirida a preços mais baixos, se comparado com outras fontes proteicas.

PAIVA et alii (1977) afirmam que, dos estados nordestinos, o Ceará apresenta a maior área cultivada, situando-se a produtividade em torno de 500 kg/ha. Acredita-se que esta produtividade possa ser incrementada pela adoção de nova tecnologia e de sementes de superior qualidade, visto que uma das causas deste baixo rendimento é a utilização de sementes não selecionadas.

Por outro lado, a qualidade da semente, principalmente de leguminosas, é afetada por vários fatores, entre os quais, os mais importantes são as danificações mecânicas. Os danos mecânicos podem ser causados por operação de colheita, de debulha e durante o beneficiamento, com decréscimo do poder germinativo, vigor, potencial de armazenamento e valor do produto para comercialização.

Recentes estudos, não publicados, desenvolvidos com o Feijão-de-Corda, pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, têm evidenciado que determinadas cultivares são mais susceptíveis aos danos mecânicos que outras, devido, provavelmente, a textura dos cotilédones. Por outro lado, é sabido que, dependendo do método de debulha e da umidade da semente, estes danos se manifestam em maior

ou menor escala. Considerando que muitos agricultores ainda utilizam o método de "Batedura com Vara", o qual determina sérios prejuízos à qualidade da semente desta importante leguminosa, nada mais justificável do que se realizar pesquisas que procurem fornecer subsídios à solução destes problemas, principalmente quando se sabe que várias cultivares serão lançados no Programa de Sementes do Estado.

Este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade de sementes de três cultivares de Feijão-de-Corda, com referência à susceptibilidade aos danos mecânicos em função da umidade e dos métodos de debulha.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

O conhecimento dos primeiros trabalhos experimentais que tratam dos problemas de danificações mecânicas causadas às sementes surgiu a partir do início deste século.

BROWN (1920), utilizando sementes de milho, inteiras e quebradas, procurou relacionar estes danos com a produção. As danificações eram similares às injúrias que ocorrem frequentemente na debulha ou pelo ataque de ratos e gorgulhos. As injúrias eram limitadas ao endosperma e não estendiam ao embrião. Ele verificou que a germinação, o peso da espiga e a produção por planta foram consistentemente maiores para as sementes inteiras.

Pesquisando o comportamento de sementes de trigo e cevada, com tegumento perfeito e danificado, HURD (1921) verificou que as sementes com tegumento intacto mostraram-se resistentes ao ataque de fungos dos gêneros *Penicillium* e *Rhizopus*; que injúrias no endosperma eram sempre fatais às sementes quando os esporos de tais fungos estavam presentes; porém, se a injúria era na região do embrião elas se mantinham praticamente imunes.

Investigando a influência do pericarpo danificado na germinação de milho, MEYERS (1924), tomou duas amostras de sementes: inteiras e danificadas. Cada lote foi dividido em dois sub-lotes, sendo um esterilizado com sublimado corrosivo e outro não. Verificou que as sementes inteiras, não esterilizadas, além de uma boa germinação, não apresentavam nenhuma, ou poucas e pequenas lesões causadas por fungos; as sementes quebradas, não esterilizadas, mostraram lesões bem mais cedo, em maior número, mais severas, espalhando-se rapidamente e causando uma evidente redução no vigor das plân

tulas; as sementes quebradas esterilizadas mostraram poucas lesões e sinais de mofo; as sementes inteiras, esterilizadas, apresentaram-se livres de lesões e de mofo.

LUTE (1925), pesquisando o comportamento de sementes de sorgo, centeio, cevada e trigo, submetidas a injúrias mecânicas, verificou que a presença de quebras no tegumento das sementes das quatro espécies provocou redução da germinação e que injúrias no embrião foram mais sérias do que em outras partes da semente.

WHITCOMB & HAY (1925) testaram danificações mecânicas artificiais em sementes de trigo, milho, aveia, centeio e alfafa. Eles constataram que as sementes de trigo, milho e alfafa apresentaram baixa germinação em laboratório, especialmente quando o dano atingiu o embrião.

ALBERTS (1927) provocou, artificialmente, injúrias mecânicas na coroa de sementes de milho. Ele concluiu que injúrias no pericarpo não reduzem a viabilidade, quando as sementes de milho eram armazenadas em local onde existia baixa flutuação de umidade atmosférica; concluiu, ainda, que o peso do broto e subsequente crescimento e vitalidade das plântulas foram inferiores nas sementes injuriadas do que nas sementes não injuriadas.

OATHOUT (1928) estudou os efeitos da trilhagem sobre a longevidade e vigor das sementes de soja. Após a operação de trilhagem, ele classificou as sementes em 4 categorias: a) sem injúria; b) rachaduras na casca; c) sementes com cotilédones quebrados e d) sementes com embrião danificado. Utilizou sementes com dois teores de umidade (11,3 e 18,4%). Os testes de germinação revelaram maior sensibilidade aos danos mecânicos para as sementes com umidade mais baixa; sementes com embrião danificado provocaram perdas na germinação, enquanto que as de cotilédones quebrados mostraram-se mais sensíveis que as sementes com rachaduras na casca. Observou, ainda, que para a umidade mais alta, o efeito da injúria foi marcante, com reflexo na percentagem de germinação e vigor das plantas.

THORTON (1929) avaliou o comportamento de sementes de sorgo inteiras, quebradas e trincadas. Os resultados mostraram percentagem média de germinação de 80% nas sementes inteiras, 27% para as trincadas e 4% nas quebradas.

Um dos primeiros estudos para verificar a ocorrência e prejuízos causados por "baldheads" (anormalidades que ocorrem em plântulas de feijão, que consistem na ausência total da plúmula e/ou das folhas primárias ou ainda de apenas uma delas) foi conduzido por HARTER (1930). Inicialmente, admitia que tal anormalidade era causada por fungos ou bactérias ou o ataque de insetos. Aquele pesquisador constatou que sementes livres de insetos e protegidas contra microrganismos (tratadas com HgCl₂) apresentavam, em testes de germinação, plântulas com aquelas anormalidades. Ao comparar sementes debulhadas à mão com aquelas debulhadas mecanicamente, o autor observou que havia alta percentagem de ocorrência de plântulas "baldhead" nas sementes debulhadas mecanicamente e, praticamente, nenhuma ocorrência naquelas debulhadas manualmente. Constatou, também, que nas vagens mais úmidas, a ocorrência de "baldheads" era menor e que diferentes variedades apresentavam diferentes gradientes de susceptibilidade àquela anomalia.

Tomando como referência o trabalho de HARTER (1930) BORTHWICK (1932), trabalhando com feijão lima (*Phaseolus lunatus* L.), descreveu outros tipos de anormalidade em sementes debulhadas mecanicamente, tais como, plântulas com cotilédones quebrados e ausência de um ou dos dois cotilédones; cotilédones permaneciam presos às plântulas por apenas uma pequena porção e neste caso, não havia eficiente translocação de nutrientes, formando-se, no local, calos ou surgindo raízes adventícias, presença de quebras e outros danos ao hipocótilo e ausência ou má formação de raízes.

CROSIER (1942), utilizando três variedades de feijão, procurou estudar a ausência de plúmula ("baldheads") e sua influência na produção. Verificou que as plantas provenientes de plântulas sem plúmulas, mostraram, em condições de campo, percentagem de emergência mais baixa que em labo

ratório ou casa de vegetação. Observou ainda, que plantas com essa anomalia eram mais tardias, menos pesadas e com menor número de vagens que as originadas de plantas normais.

FORSYTH & VOGEL (1945) estudaram os efeitos de injúrias mecânicas em sementes de diversas variedades de linho. Observaram que as sementes colhidas mecanicamente apresentavam diversos tipos de danificações: desde pequenas trincas, até sementes quebradas; já as colhidas manualmente apresentavam-se livres de injúrias. Os autores ao variarem a velocidade do cilindro trilhador notaram que, da velocidade média para alta, a germinação também variava de boa para baixa. Em razão disso, concluíram que as danificações ocorridas durante a debulha mecânica proporcionavam, principalmente, redução drástica nos "stands" da cultura do linho.

Comparando a produção de diversos tipos de anomalias em plantas de feijão: (a) "baldheads" - sem a plúmula; (b) "snakehead" com as duas folhas primárias quebradas e (c) "halfsnakehead" - com apenas uma folha primária, DRAKE (1946) concluiu que as plantas normais produziam 3 a 5 vezes mais que as "baldheads"; 2 a 2,5 vezes mais que as "snakeheads" e 1,5 a 1,75 vezes mais que as "half-snakehead".

Trabalhos de campo conduzidos por INGALIS (1946), procurando determinar a ocorrência de "baldhead" e comparar a produção entre plantas normais e anormais, mostrou que em amostras comerciais de feijão, a ocorrência de "baldhead" variou de 0 (zero) a 17%. Concluiu ainda, que 80% das plantas "baldhead", além de produzirem menos, apresentavam plantas menores e tardias.

KARDENBURG & ETO (1948), ao provocarem artificialmente, em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), anormalidade do tipo "baldhead", amputando com lâmina de barbear, diversas partes das plântulas, obtiveram os seguintes tipos: a) ausência de uma folha primária; b) ausência das duas folhas primária e da gema; c) ausência da gema terminal; d) ausência das duas folhas primárias e e) ausência das folhas primárias e da gema terminal. Em face dos resultados, os au

tores concluíram que, dos vários tipos de anormalidades testadas, somente as plantas sem as duas folhas primárias causavam prejuízo significativo à produção.

Um trabalho que se tornou clássico em Tecnologia de Sementes foi aquele publicado por ASGROW INCORPORATED (1949), citado por ABRAHÃO (1971). Trata-se de uma monografia a respeito de danificações mecânicas em sementes de feijões. Os técnicos dessa associação de produtores de sementes ficaram alarmados com a queda do poder germinativo das sementes de feijões e, ao estudarem as causas determinantes da perda desse poder germinativo, concluíram que o mesmo era devido a danificações mecânicas causadas pelas máquinas durante o processamento das sementes. Para melhor conhecimento do assunto, causaram, experimentalmente, em laboratório, danos mecânicos às sementes, que pudessem ser comparados com aqueles produzidos pelas máquinas. No estudo utilizaram sementes com três níveis de umidade (8, 10 e 12%), as quais foram submetidas a quedas livres, de diversas alturas, sobre uma placa de alumínio rígida. Sementes com 8% de umidade, sem nenhuma queda, apresentavam 97% de germinação; quando submetidas a uma queda de 1,83 m, a germinação caiu para 55%; com 8 quedas, a germinação tornou-se praticamente nula. Quando a altura de queda era de 1,22 m foram necessárias três quedas para que a germinação se tornasse igual a 55% e 17 quedas para se reduzir a praticamente 0%. Sementes com 10% de umidade necessitavam de 2 quedas de 1,83 m para atingir 55% de germinação e de 13 quedas daquela altura para tê-la anulada; quando a altura era igual a 1,22 m, mesmos depois de 17 quedas, a germinação era de aproximadamente 10%. Sementes com 12% de umidade apresentavam entre 15 e 20% de germinação após 17 quedas de 1,83 m de altura e, 45% de germinação após 17 quedas de 1,22 m. Desta maneira, foi concluído que os efeitos de tais danos eram cumulativos e aumentavam com a diminuição da umidade das sementes no momento do impacto. Resultados semelhantes foram obtidos posteriormente por ATKIN (1958), BARRIGA (1961), ZINK (1966) e CARVALHO (1969).

Trabalhando com diversas variedades de feijão, TOOLE

et alii (1951) procuraram estudar injúrias mecânicas que ocorriam durante a trilhagem e processamento das sementes. Eles concluíram que a operação de trilhagem resultava, em alguns casos, em perda acima de 20% ocasionadas por quebras nas sementes. Em outros casos, sementes aparentemente isentas de danificações apresentavam plântulas anormais.

WORTMAN & RINKE (1951) analisaram, em sementes de dois híbridos de milho, os efeitos de injúrias mecânicas sobre a germinação. As sementes provenientes da colheita mecânica sempre apresentavam menor germinação, quando comparada com aquelas originadas de sementes colhidas à mão. Eles observaram ainda, que havia diferença significativa entre as variedades quanto à susceptibilidade aos danos mecânicos.

ATKIN (1958) provocou, artificialmente, injúrias mecânicas em sementes de diversas variedades de feijão. Os resultados mostraram que as variedades com sementes brancas eram as mais susceptíveis e que o tegumento das sementes das variedades resistentes era, geralmente, muito mais aderente aos cotilédones que os das variedades susceptíveis. Fundamentado nestes resultados, o autor concluiu que esta característica não só reduz ou previne a movimentação dos cotilédones, como também protege o embrião de danos mecânicos.

BARRIGA (1961), ao estudar os efeitos de danos mecânicos, durante a trilhagem, em sementes de feijões brancos (navy beans), de 41 variedades, em três níveis de umidade (15,5, 12,3 e 9,7%), constatou que, além dos danos visíveis, as sementes com umidade abaixo de 12,3% sofriam danos invisíveis consideráveis. Com tais evidências o autor afirmou que havia diferença de susceptibilidade entre as variedades e que os efeitos das danificações eram inversamente proporcionais ao aumento da umidade das sementes.

Trabalhando com sementes de feijão, milho, trigo e cevada, WEBSTER & DEXTER (1961) procuraram estudar os efeitos de diversas injúrias (danificações mecânicas e armazenamento a altas umidades relativas) sobre a germinação total, velocidade de germinação e vigor de plântulas. As sementes

de feijão, com 9 e 13% de umidade, foram submetidas a danificações por um cilindro girando a 1.000 r.p.m (uma e duas vezes). Os resultados revelaram que as sementes mais secas eram mais sensíveis aos danos mecânicos que as mais úmidas. Com relação ao armazenamento, os resultados mostraram queda acentuada na germinação, velocidade de germinação e peso médio de plantas, de mais ou menos 10% em relação ao controle, quando as mesmas eram conservadas por 19 semanas com 75% de umidade relativa. Contudo, quando a umidade relativa era de 85%, entre 7 e 10 semanas, estes valores chegaram a 80% menos que o controle.

MAMIOPIC & CALDWELL (1963) submeteram as sementes de duas variedades de soja a injúrias mecânicas artificiais. Os resultados do estudo indicaram que as injúrias proporcionavam uma baixa germinação e diminuição da longevidade durante o armazenamento.

FARIS & SMITH (1964), ao estudarem, em duas variedades de feijão, a relação entre a maturação na época da colheita e danos mecânicos, observaram que, quanto mais cedo se fazia a colheita, maior era a resistência dos danos mecânicos, observando, entretanto, que a produção e o tamanho das sementes eram bastante reduzidos.

Trabalhando com sementes de feijão lima (*Phaseolus lunatus* L.), KANNENBERG & ALLARD (1964) observaram que as sementes de tegumento branco apresentavam menor proteção ao embrião do que as de tegumento colorido. Constataram, também, que as sementes com tegumento branco são mais facilmente danificadas; possuem tegumento mais fino; possuem células menores, mais longas e em menor número por unidade de área na camada palissádica: absorvem e perdem água mais rapidamente; germinam mais rapidamente e são inferiores em emergência. Todavia, a mais notável diferença entre os dois tipos de sementes é o menor conteúdo de lignina das sementes brancas.

Trabalhando com duas variedades de soja, GREEN et alii (1966) procuraram estudar os efeitos da velocidade do cilindro na qualidade da semente durante a colheita. Para

tanto, os autores fizeram colheitas manuais e mecânicas com diversas velocidades do cilindro bateador (500, 700 e 900 rpm). Os resultados mostraram que, com raras exceções, as sementes colhidas manualmente apresentavam alta viabilidade e pequena incidência de sementes com casca quebrada ou trincada. Entre os lotes colhidos mecanicamente, aqueles colhidos com baixas rotações do cilindro produziram sementes com alta percentagem de germinação, em laboratório e campo, além de apresentarem menor número de sementes com tegumento danificado.

ZINK (1966) estudou os efeitos imediatos e latentes de danificações mecânicas e sementes de soja (*Glycine max* L.), com diferentes teores de umidade e submetidas a impactos em uma chapa metálica, deixando-as cair de diversas alturas (1,5 m a 6,0 m), por um número variável de quedas (1 a 4 vezes). O autor observou que as sementes com conteúdo de umidade de 8% eram mais sujeitas a injúria, e que 4 quedas de 3,05 m de altura foram mais prejudiciais que os demais tratamentos; as sementes com 11% de umidade ou menos mostraram maior ocorrência de efeitos imediatos, enquanto que sementes com teor de umidade de 12% ou mais, só apresentaram redução da germinação depois de armazenadas por 24 semanas a 20°C e 75% de umidade relativa.

Estudando a ocorrência de danificações mecânicas em sementes de sorgo, com diferentes teores de umidade e submetidas a diversas velocidades do cilindro trilhador (1040, 2350 e 2940 rpm), KANTOR & WEBSTER (1967), verificaram que sementes debulhadas com 10 e 15% de umidade foram as que melhor mantiveram a viabilidade, enquanto que aquelas com 20% de umidade mostraram um declínio progressivo na germinação à medida que aumentava a rotação do cilindro trilhador. Em alguns dos tratamentos mais severos, a ocorrência de plântulas anormais foi de 50%, enquanto que na debulha manual a maior ocorrência de plântulas anormais foi de 5,2%. Os autores concluíram que a severidade da trilhagem pode ser avaliada pela quantidade de sementes quebradas, muito embora uma pequena quantidade não signifique a ausência de danifi

cações interna.

Ao examinarem os efeitos de injúrias mecânicas causadas artificialmente em sementes de feijão do tipo "navy" (*Phaseolus vulgaris* L.), DORRELL & ADAMS (1969) verificaram que: a tolerância à injúria mecânica diminuía com o aumento do peso das sementes; as rachaduras na casca aumentava à medida que a forma das sementes se tornava mais irregular; o aumento da densidade das sementes determinava maior quebra dos cotilédones e diminuía as rachaduras da casca. Evidenciaram ainda, que a redução da germinação e vigor das plântulas era determinada pelo aumento de quebras no embrião.

ABRAHÃO (1971) trabalhando com sementes de três variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), submetidas a zero, um, dois e três choques mecânicos, com as sementes caindo de uma altura de 2,5 m sobre uma placa de ferro de 0,70m x 0,50m x 0,006m de superfície lisa. Tal placa fazia um ângulo de 40° aproximadamente, com a horizontal, de tal modo que as sementes, após a queda, só tocassem uma vez nela e fossem recebidas numa caixa de papelão, dispostas à sua frente. Em seguida, as sementes foram armazenadas em três condições de umidade relativa (35, 65 e 85%). Pelos resultados, o autor constatou que houve efeito imediato das danificações sobre a germinação e vigor das três variedades estudadas, sendo que os danos estavam na dependência da variedade e, para cada variedade, foram função do número de choques. Além do mais, os níveis de umidade relativa influenciaram o vigor e a germinação das sementes das três variedades.

FAGUNDES (1971) procurou determinar, os efeitos latentes de injúrias mecânicas na perda de viabilidade e vigor das sementes de soja, durante o armazenamento. Para tanto, o autor usou diferentes níveis de injúrias fornecidas pela colhedeira, três níveis de umidade (11,6, 12,6 e 15,7%) e três velocidades do cilindro da colhedeira (600, 1000 e 1400 r.p.m). Ele observou que a diminuição da viabilidade e do vigor estava associado com o aumento da velocidade do cilindro, isto é, há uma relação direta entre velocidade do ci

lindro, sementes danificadas e subsequente níveis de deterioração. Por outro lado, ficou, também, evidenciado que o baixo teor de umidade das sementes determinava um aumento na percentagem de germinação, crescimento de raiz e emergência de campo, devido a ausência de efeitos latentes de injúrias mecânicas.

Os estudos de danificações mecânicas em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), realizados por ALMEIDA (1972) durante a colheita, com diferentes teores de umidade e submetidas a diferentes rotações do cilindro trilhador (500; 750 e 1000 r.p.m.), mostraram que: a trilhagem mecânica provocava quebras nas sementes, as quais aumentavam com a velocidade do cilindro e com a diminuição do teor de umidade das sementes; houve efeitos imediatos e latentes de danificações mecânicas provocadas pela trilhadeira; as sementes trilhadas mecanicamente acusaram, nos testes de germinação, o aparecimento de anormalidades que não foram constatadas nas sementes debulhadas manualmente. Em razão disso o autor recomenda, para as condições em que foram efetuadas as colheitas, a velocidade de 750 rpm no cilindro da trilhadeira, para sementes mais úmidas, e 500 rpm para sementes mais secas, embora tenham causado algum prejuízo à germinação e ao vigor das sementes.

CARVALHO(1969), citado por ALMEIDA(1972), trabalhou com caupi (*Vigna sinensis* L.) Savi, para verificar os efeitos imediatos da injúria mecânica sobre algumas características fisiológicas das sementes, influenciadas pelo teor de umidade no momento do impacto, pela velocidade e local do impacto. 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 por minuto. Os resultados mostraram que os efeitos imediatos de danificações dependiam: 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, ainda, que a combinação de baixa umidade

(10%) e impacto sobre o eixo hipocótilo-radícula, à velocidade de 3200 pés por minuto, sempre causava maiores danos.

SILVEIRA (1974) estudou os efeitos da debulha mecânica sobre a germinação, vigor e produção de cultivares de milho (*Zea mays* L.). Foram utilizadas sementes de quatro cultivares (Cateto, Centralmex, AG-152 e HMB-7974), submetidas a debulha manual e a três velocidades angulares do cilindro trilhador (420, 600 e 790 rpm). Ele concluiu que o aumento na velocidade do cilindro, proporcionava acréscimo na percentagem de sementes quebradas, com as cultivares apresentando comportamento diferente. Outrossim, observou que a germinação, o vigor e a produção foram afetadas pelas danificações.

SANTOS (1982) avaliou a influência da umidade e da debulha mecânica na qualidade de sementes de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, cultivar EA-116, com quatro níveis de umidade (8,8; 12,7; 15,1 e 23,1%), numa debulhadeira mecânica com três rotações do cilindro debulhador (1390, 1890 e 2390 rpm). No estudo foram avaliadas as perdas e a qualidade fisiológica das sementes submetidas a danos mecânicos. As perdas foram medidas pela percentagem de sementes aderidas aos racemos após a debulha, e nas visivelmente quebradas. O autor verificou que houve aumento nas sementes aderidas aos racemos, quando o conteúdo de umidade da semente aumentou e que a percentagem de sementes quebradas aumentava quando a umidade da semente decrescia. Após o armazenamento, em condições ambientais, foi constatado 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.

3 - MATERIAL E MÉTODO

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, durante o período de agosto de 1983 a novembro de 1983.

3.1 - Cultivares

Neste estudo foram utilizadas sementes de três cultivares de Feijão-de-Corda, CE-31, CE-586 e CE-593, pertencentes ao banco de germoplasma do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, cujas características são descritas a seguir: a CE-31 apresenta ciclo vegetativo de 80 dias, tegumento de coloração marron, peso de 100 sementes de 16,75g, forma da semente reniforme, comprimento das vagens de 22,61cm. A cultivar CE-586 apresenta ciclo vegetativo de 80 dias, tegumento de coloração creme, peso de 100 sementes de 18,00g, forma da semente reniforme e com comprimento das vagens de 24,18 cm; a CE-593 possui ciclo vegetativo de 80 dias, tegumento de coloração marron-claro, peso de 100 sementes de 20,06g, forma da semente rombóide, comprimento das vagens próximo a 23,15cm.

3.2 - Colheita e Métodos de Debulha

As vagens utilizadas neste trabalho foram colhidas

num campo de multiplicação de sementes, instalado numa área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará. Após a colheita manual, as vagens foram levadas ao laboratório de Tecnologia de Sementes, tendo-se selecionado, 400 vagens, 100 por repetição para cada cultivar e nível de umidade. As vagens selecionadas foram expostas à secagem natural (7 horas/dia), durante uma semana, de modo a obter-se sementes com 2 níveis de umidade (13,33 e 10,00%). Em seguida, as vagens foram debulhadas através de três processos: manualmente, "batedura com vara" e mecanicamente. A batedura com vara consistiu em bater-se as vagens colocadas num saco de pano. No processo mecânico, utilizou-se a debulhadora ALMACO (ALLAN MACHINE COMPANY), Modelo SVSRG-1, cujas especificações são as seguintes: (1) cilindro debulhador com 16,5cm de comprimento, diâmetro de 33,5cm e dentes com 2,1cm de altura; (2) potência do motor de 1/3 HP e 1725 r.p.m. A rotação do cilindro debulhador foi de 1380 r.p.m., sendo determinada através de um tacômetro.

Convém ressaltar, que de acordo com a literatura, a rotação empregada para a debulha de feijão está em torno de 750 r.p.m., contudo a máquina ALMACO aqui utilizada tem sido bastante eficiente na debulha de leguminosas (soja e cunhã) e gramíneas (sorgo) na menor velocidade do seu cilindro (1380 r.p.m.). Desta maneira, além dos objetivos principais desta pesquisa, tentou-se observar a utilização desta máquina na debulha de vagens de Feijão-de-Corda.

3.3 - Absorção de Água por Sementes Intactas

A avaliação do referido parâmetro foi realizado a partir de 4 amostras (repetições), cada uma com 50 sementes, retiradas ao acaso, dentro de cada cultivar. Após a pesagem, as sementes foram imersas em 250ml de água destilada, durante 2, 4, 6, 8, 10, 24, 48 e 72 horas. A cada intervalo, as sementes eram retiradas e antes de serem pesadas,

removia-se com papel toalha, a água aderida à superfície destas. Para o cálculo da umidade absorvida pelas sementes, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Água Absorvida} = \frac{Pf - Po}{Po} \times 100$$

onde:

pf = Peso final

Po = Peso original

3.4 - Teor de Umidade das Sementes

O teor de umidade das sementes das três cultivares foi determinado a partir de 2 amostras de 20 gramas, colocadas em recipientes metálicos e postos para secagem em estufa elétrica (PRECISION SCIENTIFIC-FANEN), com temperatura de 105°C, durante 24 horas. Após a secagem, os recipientes com as sementes foram pesados em balança de torção com precisão de 0,01 gramas e capacidade para 120 gramas. O cálculo do teor de umidade das sementes foi na base úmida, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$(\%) \text{ Umidade} = \frac{Pu - Ps}{Pu - t} \times 100$$

onde:

Pu = Peso da semente úmida + tara

Ps = Peso da semente seca + tara

t = Peso do recipiente (tara)

3.5 - Tratamento e Armazenamento das Sementes

Logo após a debulha, as sementes foram expurgadas com Phostoxin (56% de fosfeto de alumínio), na proporção de uma pastilha para 60 kg de sementes, por um período de 48 horas. Após o tratamento, as sementes foram embaladas em sacos de papel, com capacidade de 1 kg cada um, de acordo com o tratamento e repetição, e armazenadas, durante 120 dias nas condições naturais do Laboratório de Tecnologia de Sementes, que possuía uma temperatura média de 27°C e umidade relativa média de 77%.

3.6 - Percentagem de Sementes Quebradas

A percentagem de sementes quebradas, para cada tratamento, foi calculada em função do peso em 100 vagens debulhadas. As amostras de sementes de cada repetição foram separadas, manualmente, retirando-se aquelas visivelmente quebradas ou trincadas. Após a separação foi determinado o peso de cada componente e transformado em percentagem.

3.7 - Percentagem de Danos Invisíveis em Sementes Sadias

O cálculo da percentagem de danos invisíveis, consistiu de 4 amostras de 50 sementes para cada tratamento, e foi determinada através do "Teste de Cloreto Férrico para Identificar Danos Mecânicos" - utilizado pelo Laboratório de Sementes, Department of Crop Science, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A., cujo procedimento é o seguinte:

- 1) Preparar uma solução de Cloreto Férrico à 20%.
- 2) Separar as amostras de sementes em dois ou qua

tro lotes de 100 e colocá-las em uma placa de petri.

3) Colocar bastante solução dentro da placa de petri para cobrir completamente todas as sementes.

4) Retirar e contar as sementes com manchas escuras 5 min após a imersão das mesmas na solução, mesmo aquelas com pequeníssimas manchas.

5) Continuar a separar as sementes escuras até 15 min após a imersão das mesmas.

6) Calcular a percentagem de sementes com manchas escuras. O menor valor indica um menor número de sementes injuriadas.

3.8 - Determinação da Qualidade Fisiológica

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através dos testes de germinação e comprimento de raiz de plântulas. Todos os testes foram analisados após a debulha, aos 60 e 120 dias de armazenamento.

3.8.1 - Teste de Germinação

Os testes de germinação foram efetuados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976), com duas modificações: 4 amostras de 50 sementes para cada tratamento, ao invés de 4 amostras de 100 sementes, e apenas uma contagem no 5^o dia, segundo ABRAHÃO (1971). O substrato utilizado para cada repetição constou de duas folhas de papel toalha da marca "GERMITEST", umedecido em água destilada, sendo que uma das folhas serviu de base para a distribuição das sementes, e uma segunda folha foi utilizada como cobertura protetora. Após a cobertura das sementes com a "fo

lha protetora", o conjunto foi enrolado em forma de cartucho e colocado em depósitos plásticos abertos, na posição vertical, contendo uma lâmina de 1-2cm de água destilada, para evitar a evaporação excessiva que por sua vez foram dispostos no germinador elétrico (FANEN) a 25°C, no escuro e tendo a umidade relativa permanecida próximo da saturação.

3.8.2 - Comprimento de Raiz de Plântulas

Este teste foi realizado de maneira análoga ao teste de germinação, usando-se 4 amostras de 15 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas entre duas folhas de papel toalha "GERMITEST", previamente umedecida em água destilada. Os rolos de papel contendo as sementes foram colocados no germinador a 25°C, dispostos segundo um ângulo de 45°, com a ponta da radícula apontando para a direção descendente, de acordo com POPINIGIS (1977). As medições em centímetros (cm) foram efetuadas no quarto dia após o início do teste.

3.9 - Tratamentos e Delineamento Experimental

No presente trabalho foram usados 3 cultivares (CE-31, CE-586 e CE-593), 3 métodos de debulha (manual, batadura com vara e mecânica) e 2 níveis de umidade (13,33 e 10,00%), arranjados num fatorial 3 x 3 x 2, no delineamento completamente casualizado, com 4 repetições.

Os dados de germinação e comprimento de raiz de plântulas foram submetidas à análise de variância (TABELA 1) e as comparações entre as médias foram feitas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados referentes a sementes quebradas e danos invisíveis não foram submetidos à análise estatística.

TABELA 1 - Esquema da análise de variância.

Causas de Variação	G.L.
Tratamentos	17
Cultivares (C)	2
Métodos de Debulha (D)	2
Umidade (U)	1
C x D	4
C x U	2
D x U	2
C x D x U	4
Resíduo	54
TOTAL	71

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Percentagem de Sementes Quebradas

Os dados da TABELA 2 mostram que os métodos de debulha e os níveis de umidade influenciaram diferentemente no percentual de sementes quebradas dentro de cada cultivar. Assim é que, no processo mecânico, as três cultivares apresentaram elevados índices de quebras, particularmente naquelas com menor teor de umidade. Acredita-se, porém, que estes elevados índices ocorreram devido a alta rotação empregada, levando-se a supor que isto não teria ocorrido se fosse utilizada uma menor rotação. No entanto, ficou evidenciado que as cultivares responderam diferentemente a este processo, sendo a CE-586 mais resistente aos danos. Desta maneira, torna-se necessário a realização de outras pesquisas que investiguem menores rotações para estas cultivares. Nos métodos de debulha manual e batedura com vara, as quebras mostraram-se insignificantes em relação ao método mecânico. Os resultados concordam com aqueles obtidos por GREEN et alii (1966), ALMEIDA (1972), SILVEIRA (1974) e SANTOS (1982), trabalhando com sementes de soja, feijão, milho e sorgo, respectivamente, os quais verificaram que sementes debulhadas manualmente não apresentavam praticamente, nenhuma incidência de sementes quebradas, ao passo que na debulha mecânica, a ocorrência de danificações aumentava significativamente.

Quanto à influência da umidade da semente observa-se na referida TABELA que, no processo de batedura com vara, as sementes com 10,00% de umidade, apresentam menor percentagem de quebras do que aquelas com 13,33%. Esta maior per

TABELA 2 - Percentagem de sementes quebradas em cultivares de Feijão-de-Corda, obtida em função do teor de umidade da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Cultivares	Umidade (%)	Métodos de Debulha		
		Manual	Batedura	Mecânica
CE-31	13,33	0,0	3,47	39,35
	10,00	0,0	2,04	46,12
CE-586	13,33	0,0	3,72	14,72
	10,00	0,0	2,23	20,57
CE-593	13,33	0,0	4,29	33,91
	10,00	0,0	2,49	42,42

centagem de quebras nas sementes com maior umidade decorre, provavelmente, da maior dificuldade de extração das sementes, as quais estão mais aderentes às vagens, requerendo portanto, um maior número de impactos para uma completa remoção. Por outro lado, evidencia-se, ainda, que na debulha mecânica, as sementes das cultivares CE-31 e CE-593 foram as mais sensíveis a este método nos dois níveis de umidade. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por OATHOUT (1928), ASGROW INCORPORATED (1949), citado por ABRAHÃO (1971) e ALMEIDA (1972), sendo os dois primeiros em soja e o último em feijão.

4.2 - Percentagem de Danos Invisíveis em Sementes Sadias

De conformidade com os dados apresentados na TABELA 3, verifica-se, a exemplo do que ocorreu com a percentagem de sementes quebradas, que o método de debulha manual, como se esperava, não exerceu, qualquer influência na incidência de danos invisíveis. Já nos outros dois processos estes foram consideravelmente elevados, especialmente no método mecânico.

Quanto à influência da umidade, constata-se que as cultivares CE-31 e CE-593, debulhadas pelo processo de batidura com vara, revelaram considerável ocorrência de danos invisíveis nas sementes com o mais alto teor de umidade (13,33%). No processo mecânico, esta influência se mostrou praticamente irrelevante.

4.3 - Germinação

As análises de variância deste parâmetro encontram-se na TABELA 4, na qual não se verifica significância estatística apenas para as interações cultivar x umidade e culti

TABELA 3 - Percentagem de danos invisíveis em sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, após imersão em cloreto férrico à 20%, obtida em função do teor de umidade da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Cultivares	Umidade (%)	Métodos de Debulha		
		Manual	Batedura	Mecânica
CE-31	13,33	0,0	33,35	63,50
	10,00	0,0	3,00	64,50
CE-586	13,33	0,0	3,50	35,50
	10,00	0,0	1,00	38,00
CE-593	13,33	0,0	21,00	44,50
	10,00	0,0	3,50	48,50

TABELA 4 - Análises de variância e coeficientes de variação, correspondentes à percentagem de germinação de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha, antes e após 60 e 120 dias do armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Causas de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		Antes do ar- mazenamento	60 dias após o armazenamento	120 dias após armazenamento
Cultivares (C)	2	845,72 ^{**}	772,05 ^{**}	753,55 ^{**}
Debulha (D)	2	5046,05 ^{**}	6836,05 ^{**}	5735,39 ^{**}
Umidade (U)	1	80,22 [*]	133,39 ^{**}	355,56 ^{**}
Interação C x D	4	217,30 ^{**}	239,14 ^{**}	213,14 ^{**}
C x U	2	11,72ns	26,06 [*]	57,56 ^{**}
D x U	2	194,39 ^{**}	204,39 ^{**}	102,72 ^{**}
C x D x U	4	26,63ns	20,30 [*]	23,47ns
Erro	54	11,92	6,61	10,29
CV		5,07%	3,94%	5,03%

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns - Não significativo.

var x debulha x umidade, antes do armazenamento, e cultivar x debulha x umidade aos 120 dias do armazenamento.

Observando-se as médias de germinação antes do armazenamento (TABELA 5), constata-se que o método de debulha manual, como era de se esperar, revelou, para as três cultivares, germinação significativamente superior aos demais métodos. Para o processo mecânico, observa-se, todavia, que a germinação foi severamente reduzida; essa baixa germinação foi devido a grande incidência de danificações. Tais resultados assemelham-se aos obtidos por SILVEIRA (1974) e GREEN et alii (1966), os quais observaram maiores danos às sementes com o aumento da velocidade de trilhagem. Convém destacar, no entanto, que a baixa germinação da CE-31, mesmo no método manual, foi decorrência do maior período de exposição das vagens às condições adversas de campo após atingirem o ponto de colheita, o que causou decréscimo na qualidade fisiológica das sementes. Esta cultivar amadurece mais cedo que as outras duas, no entanto as mesmas foram colhidas na mesma época.

Além do mais, evidencia-se nas TABELAS 6 e 7, que a germinação decresceu ao longo do período de armazenamento, especialmente na debulha mecânica. Isto ocorreu devido as sementes neste processo terem sofrido maiores danos invisíveis, conseqüentemente perderam mais intensamente as suas qualidades em virtude do maior consumo de suas reservas necessárias ao processo germinativo, como também ao ataque de insetos e fungos. SANTOS (1982), observou idêntico comportamento em sementes de sorgo. Associação destes fatores causou o aparecimento de plântulas anormais e sementes deterioradas ao longo do armazenamento (TABELAS 8, 9 e 10).

Com relação ao teor de umidade das sementes (TABELAS 5 e 7), verifica-se que a interação umidade x método de debulha, sementes com 10,00% de umidade apresentaram menores percentagens de germinação na debulha mecânica. O mesmo foi constatado aos 60 dias do armazenamento (TABELA 6). Estes resultados estão coerentes com a literatura, pois segundo WEBSTER & DEXTER (1961), sementes trilhadas com umidade mais

TABELA 5 - Percentagem de germinação de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, antes do armazenamento, obtida em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Métodos de Debulha	Cultivares		
	CE-31	CE-586	CE-593
Manual	A 69,25 a	B 87,50 a	B 91,00 a
Batedura	A 62,75 b	B 70,00 b	B 71,25 b
Mecânica	A 51,75 c	B 58,75 c	A 54,25 c

Umidade (%)	Métodos de Debulha		
	Manual	Batedura	Mecânica
13,33	A 82,16 a	B 63,83 a	C 55,00 a
10,00	A 83,00 a	B 72,16 b	C 52,16 b

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 6 - Percentagem de germinação de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, após 60 dias de armazenamento, obtida em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Cultivares	Umidade (%)	Métodos de Debulha		
		Manual	Batedura	Mecânica
CE-31	13,33	68,00 cde	58,50 f	49,00 g
	10,00	69,50 bcd	61,00 f	46,00 g
CE-586	13,33	86,00 a	63,00 def	49,50 g
	10,00	89,00 a	73,00 bc	47,50 g
CE-593	13,33	88,00 a	62,00 ef	50,50 g
	10,00	91,00 a	75,50 b	46,50 g

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

TABELA 7 - Percentagem de germinação de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, após 120 dias de armazenamento, obtida em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Métodos de Debulha	Cultivares		
	CE-31	CE-586	CE-593
Manual	A 66,25 a	B 85,00 a	B 86,25 a
Batedura	A 58,75 b	B 66,50 b	B 66,50 b
Mecânica	A 47,00 c	A 48,00 c	A 49,75 c

Umidade (%)	Cultivares		
	CE-31	CE-586	CE-593
13,33	A 56,83 a	B 63,83 a	B 64,00 a
10,00	A 57,83 a	B 69,16 b	B 71,00 b

Umidade (%)	Métodos de Debulha		
	Manual	Batedura	Mecânica
13,33	A 76,33 a	B 60,00 a	C 48,33 a
10,00	A 82,00 b	B 67,83 b	C 48,16 a

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 8 - Média e erro padrão da média, relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de Feijão-de-Corda, antes do armazenamento, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Tratamentos	$\bar{x} \pm s\bar{x}$		
	Plântulas		Sementes
	Normais	Anormais	Deterioradas
C1 U1 M1	70,00 ± 1,63	30,00 ± 1,63	0,0 ± 0,0
C1 U1 M2	61,00 ± 3,46	39,00 ± 3,46	0,0 ± 0,0
C1 U1 M3	52,00 ± 1,41	47,00 ± 1,15	1,0 ± 2,0
C1 U2 M1	68,50 ± 3,00	31,00 ± 2,58	0,5 ± 1,0
C1 U2 M2	64,50 ± 1,91	35,50 ± 1,91	0,0 ± 0,0
C1 U2 M3	51,50 ± 4,43	41,00 ± 4,32	0,5 ± 1,0
C2 U1 M1	85,50 ± 6,60	14,50 ± 6,60	0,0 ± 0,0
C2 U1 M2	65,00 ± 2,58	34,00 ± 1,63	1,0 ± 2,0
C2 U1 M3	57,50 ± 1,91	42,50 ± 1,91	0,0 ± 0,0
C2 U2 M1	89,50 ± 3,03	10,00 ± 3,65	0,5 ± 1,0
C2 U2 M2	75,00 ± 2,58	25,00 ± 2,28	0,0 ± 0,0
C2 U2 M3	52,00 ± 5,41	47,50 ± 6,40	0,5 ± 1,0
C3 U1 M1	91,00 ± 2,58	8,50 ± 1,91	0,5 ± 1,0
C3 U1 M2	65,50 ± 1,91	34,50 ± 1,91	0,0 ± 0,0
C3 U1 M3	55,50 ± 6,19	44,50 ± 6,19	0,0 ± 0,0
C3 U2 M1	91,00 ± 1,15	9,00 ± 1,15	0,0 ± 0,0
C3 U2 M2	77,00 ± 2,58	22,50 ± 3,41	0,0 ± 0,0
C3 U2 M3	53,00 ± 2,58	46,50 ± 3,41	0,5 ± 1,0

C1 - Cultivar CE-31

M1 - Método Manual

C2 - Cultivar CE-586

M2 - Método Batedura com vara

C3 - Cultivar CE-593

M3 - Método Mecânico

U1 - Umidade de 13,33%

U2 - Umidade de 10,00%

TABELA 9 - Média e erro padrão da média, relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de três cultivares de Feijão-de-Corda, após 60 dias de armazenamento, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Tratamentos	$\bar{x} \pm s\bar{x}$		
	Plântulas		Sementes
	Normais	Anormais	Deterioradas
C1 U1 M1	68,0 ± 1,63	30,5 ± 1,00	1,5 ± 1,00
C1 U1 M2	58,5 ± 1,91	39,5 ± 1,91	2,0 ± 1,63
C1 U1 M3	49,0 ± 1,15	48,0 ± 1,63	3,0 ± 1,15
C1 U2 M1	69,5 ± 2,51	28,5 ± 3,00	2,0 ± 1,63
C1 U2 M2	61,0 ± 3,46	36,5 ± 2,51	2,5 ± 1,91
C1 U2 M3	46,0 ± 1,63	48,5 ± 1,91	5,5 ± 1,00
C2 U1 M1	86,0 ± 4,32	13,0 ± 3,82	1,0 ± 1,15
C2 U1 M2	63,0 ± 2,00	35,5 ± 1,91	1,5 ± 1,91
C2 U1 M3	49,5 ± 1,91	48,0 ± 1,63	2,5 ± 1,91
C2 U2 M1	89,0 ± 2,58	10,5 ± 1,91	0,5 ± 1,00
C2 U2 M2	73,0 ± 2,58	25,5 ± 1,00	1,5 ± 1,91
C2 U2 M3	47,5 ± 4,43	48,5 ± 3,41	4,0 ± 1,63
C3 U1 M1	88,0 ± 1,63	12,0 ± 1,63	1,5 ± 1,91
C3 U1 M2	62,0 ± 3,26	36,0 ± 2,82	2,0 ± 1,63
C3 U1 M3	50,5 ± 2,51	46,5 ± 2,51	3,0 ± 1,15
C3 U2 M1	91,0 ± 2,51	8,0 ± 2,51	1,0 ± 2,58
C3 U2 M2	75,5 ± 1,91	22,5 ± 1,91	2,0 ± 1,63
C3 U2 M3	46,5 ± 2,51	48,5 ± 2,51	5,0 ± 2,58

TABELA 10 - Média e erro padrão da média, relativos à percentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes deterioradas de três cultivares de Feijão-de-Corda, após 120 dias de armazenamento, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Tratamentos	$\bar{x} \pm s\bar{x}$		
	Plântulas		Sementes
	Normais	Anormais	Deterioradas
C1 U1 M1	65,5 ± 1,91	31,50 ± 1,91	3,0 ± 2,00
C1 U1 M2	58,0 ± 3,65	39,00 ± 44,76	3,0 ± 1,15
C1 U1 M3	47,0 ± 2,58	49,00 ± 1,15	4,0 ± 1,63
C1 U2 M1	67,0 ± 4,76	28,50 ± 1,91	4,5 ± 3,41
C1 U2 M2	59,5 ± 5,74	38,00 ± 2,82	2,5 ± 3,00
C1 U2 M3	47,0 ± 3,82	47,00 ± 2,58	6,0 ± 1,63
C2 U1 M1	81,0 ± 4,76	15,00 ± 3,82	4,0 ± 1,63
C2 U1 M2	62,50 ± 3,41	35,50 ± 1,91	2,0 ± 2,30
C2 U1 M3	48,0 ± 4,32	48,00 ± 2,82	4,0 ± 2,82
C2 U2 M1	89,0 ± 2,58	9,50 ± 3,41	1,5 ± 1,91
C2 U2 M2	70,5 ± 1,91	27,00 ± 2,58	2,5 ± 1,91
C2 U2 M3	46,5 ± 1,91	48,00 ± 1,63	5,5 ± 1,00
C3 U1 M1	82,5 ± 2,51	13,50 ± 1,00	4,0 ± 1,63
C3 U1 M2	59,5 ± 2,51	37,00 ± 3,46	3,5 ± 1,91
C3 U1 M3	50,0 ± 3,26	45,00 ± 2,58	5,0 ± 1,15
C3 U2 M1	90,00 ± 1,63	8,00 ± 1,63	2,0 ± 2,30
C3 U2 M2	73,5 ± 2,51	23,00 ± 1,15	3,5 ± 1,91
C3 U2 M3	45,5 ± 3,41	49,50 ± 1,00	5,0 ± 3,46

baixa são mais sensíveis às danificações. Entretanto, no presente trabalho, constatou-se que as sementes com umidade de 13,33%, debulhadas pelo método tradicional, batedura manual, apresentavam uma menor percentagem de germinação, em razão dos danos provocados às sementes pela maior frequência de batidas nas vagens.

4.4 - Comprimento de Raiz de Plântulas

As análises de variância deste parâmetro encontram-se na TABELA 11, na qual não se verifica significância estatística apenas para umidade, cultivar x umidade, debulha x umidade e cultivar x debulha x umidade, antes do armazenamento; cultivar e debulha x umidade, aos 60 dias do armazenamento e cultivar, cultivar x umidade e cultivar x debulha x umidade, aos 120 dias do armazenamento.

Analisando-se os dados relativos a este parâmetro antes do armazenamento (TABELA 12), constata-se que a CE-31 apresentou plântulas com maior comprimento de raiz do que as outras duas cultivares, no método manual e batedura. Este maior comprimento está correlacionado, provavelmente, com o menor tamanho de suas sementes (100 sementes pesam 16,75g), comparado a 18,00g e 20,05g, da CE-586 e CE-593, respectivamente, o que permitiu uma maior velocidade de absorção de água (FIGURA 1), fazendo com que as substâncias de reservas fossem translocadas mais rapidamente dos cotilédones para a radícula. Na debulha mecânica, por ser o processo que causou maiores danos às sementes, não se verifica superioridade da CE-31, em virtude deste método ter afetado igualmente o vigor das sementes das três cultivares.

Observando o comprimento de raiz através da interação cultivar x debulha x umidade, após 60 dias do armazenamento (TABELA 13), constata-se que a cultivar CE-593 foi mais afetada que as outras duas, independente da umidade da

TABELA 11 - Análises de variância e coeficientes de variação, correspondentes ao comprimento de raiz de plântulas (cm/plântula) de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, obtidas em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha, antes e após 60 e 120 dias do armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Causas de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		Antes do ar- mazenamento	60 dias após o armazenamento	120 dias após o armazenamento
Cultivares (C)	2	3,32**	0,44ns	0,07ns
Debulha (D)	2	2,47**	3,03**	4,10**
Umidade (U)	1	0,38ns	4,78**	0,32**
Interação C x D	4	0,92**	0,67**	0,18*
C x U	2	0,16ns	0,78**	0,005ns
D x U	2	0,34ns	0,0005ns	0,42**
C x D x U	4	0,17ns	0,70**	0,0125ns
Erro	54	0,15	0,16	0,05
CV		4,51%	1,036%	3,12%

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns - Não significativo.

TABELA 12 - Efeito do método de debulha no comprimento de raiz de plântula (cm/plântula) de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, antes do armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Métodos de Debulha	Cultivares		
	CE-31	CE-586	CE-593
Manual	A 9,54 a	B 8,42 a	B 8,53 a
Batedura	A 9,24 a	B 8,32 a	B 8,45 a
Mecânica	A 8,22 b	A 8,34 a	A 8,08 a

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.

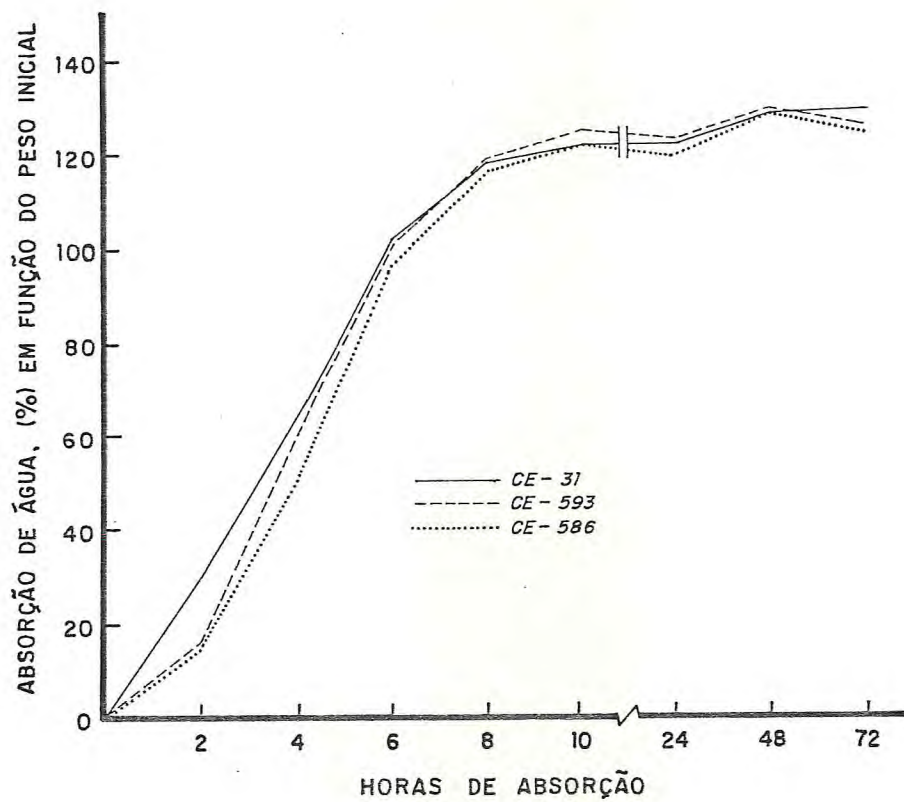


FIGURA 1 - Percentagem de absorção de água de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, durante 72 horas. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

TABELA 13 - Comprimento de raiz de plântula (cm/plântula) de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, após 60 dias de armazenamento, obtido em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Cultivares	Umidade (%)	Métodos de Debulha		
		Manual	Batedura	Mecânica
CE-31	13,33	7,80 abc	7,60 abcd	7,40 abcde
	10,00	7,57 abcd	7,27 abcde	6,59 de
CE-586	13,33	7,06 bcde	7,71 abc	7,39 abcde
	10,00	7,24 bcde	7,56 abcd	6,82 cde
CE-593	13,33	8,29 a	7,88 ab	6,52 e
	10,00	6,81 cde	6,79 cde	6,38 e

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

semente, principalmente na debulha mecânica. Contudo, quando o método de debulha foi manual ou batadura observa-se uma tendência para esta cultivar apresentar maiores comprimentos de raiz, na umidade mais alta, apesar da maior expressividade da cultivar CE-31. Além do mais, esta interação indica que as sementes com 13,33% de umidade originaram plântulas mais vigorosas do que aquelas com 10,00%. Estes resultados evidenciam que as sementes maiores (CE-593) estão mais sujeitas à perda de vigor, quando submetidas à danos mecânicos, mormente quando possuem uma umidade mais baixa.

Analisando-se o comprimento de raiz de plântulas aos 120 dias após o armazenamento (TABELA 14), constata-se que na interação cultivar x método de debulha não houve significância estatística entre as cultivares, quando as vagens foram debulhadas pelos métodos manual e batadura; ao passo que no método de debulha mecânica, a CE-31 mostrou comprimento de raiz superior as demais cultivares. Ainda com relação a referida TABELA, constata-se que na interação método de debulha x umidade, os métodos manual e batadura mostraram superioridade em relação ao processo mecânico. Quanto a influência da umidade, constata-se que apenas no método mecânico, ocorreu significância estatística, sendo a umidade mais alta (13,33%) a que apresentou maior comprimento de raiz. Tais resultados se justificam, devido ao fato de que as sementes debulhadas nesta umidade estão menos sujeitas à danificações.

TABELA 14 - Comprimento de raiz de plântula (cm/plântula) de sementes de cultivares de Feijão-de-Corda, após 120 dias de armazenamento, obtido em função do teor de umidade inicial da semente e dos métodos de debulha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

Métodos de Debulha	Cultivares		
	CE-31	CE-586	CE-593
Manual	A 7,36 a	A 7,32 a	A 7,51 a
Batedura	A 7,34 a	A 7,38 a	A 7,41 a
Mecânica	A 6,91 b	B 6,60 b	B 6,51 b

Umidade (%)	Método de Debulha		
	Manual	Batedura	Mecânica
13,33	A 7,35 a	A 7,40 a	B 6,68 a
10,00	A 7,44 a	A 7,34 a	B 6,46 b

Duas médias seguidas pela mesma letra maiúscula, 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.

5 - CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitem as seguintes conclusões.

1 - A debulha mecânica de vagens de Feijão-de-Corda utilizada neste trabalho permitiu verificar que as cultivares se comportam diferentemente quanto à susceptibilidade aos danos mecânicos.

2 - No método da batedura, a maior percentagem de quebra ocorre nas sementes com 13,33% de umidade, em virtude da dificuldade de remoção das sementes das vagens. Já no método mecânico, as quebras são maiores nas sementes com menor teor de umidade, 10,00%.

3 - Dentre as cultivares, a CE-586 parece ser menos susceptível aos danos mecânicos visíveis e invisíveis. A cultivar CE-31 apresenta mais danos invisíveis do que a CE-593, no método mecânico e batedura.

4 - Os métodos de batedura e mecânico afetam negativamente o poder germinativo das sementes, sendo este último mais drástico do que o primeiro. As cultivares CE-586 e CE-593 têm comportamento idêntico quanto a este parâmetro.

5 - O processo mecânico afeta mais a germinação e o vigor das sementes do que o teor de umidade.

6 - As sementes das vagens debulhadas mecanicamente possuem um menor potencial de armazenamento do que aquelas debulhadas através da batedura, principalmente quando apresentam menor teor de umidade.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. 112 p. Tese de Doutorado.
- ALBERTS, H. W. Effects of pericarp injury on moisture absorption, fungus attack, and vitality of corn. J. Amer. Soc. Agron. 19: 1021-1030, 1927.
- ALMEIDA, L. D. Danificações mecânicas em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1972. Tese de Doutorado.
- 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.
- BARRIGA, G. Effects of mechanical abuse of Navy bean seed at various moisture levels. Agron. J., Washington, 53: 950-1, 1961.
- BORTHWICK, H. A. Thresher injury in baby Lima beans. J. Agric. Res. Washington, 44 (6): 503-10, 1932.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Sementes e Mudas. Regras para Análises de Sementes. Brasília, 1976. 188 p.
- BROWN, E. B. Relative yields from broken and entire kernels of seed corn. Agron. J., Washington. 12: 196-7, 1920.

- BUNCH, H. D. Mechanical injury in seeds. Its causes and effects. In: Annual Convention South Carolina Seedsmay Association. 23, Clemson, 1960. p. 378-82.
- CROSIER, W. Baldheads in beans, occurrence and influence on yields. Proc. Assoc. Off. Seed. Anal., Oklahoma, 34:118-23, 1942.
- DORRELL, D. G. & ADAMS, M. W. Effect of some seed characteristics on mechanical induced seedcoat damage in Navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Agron. J. Washington, 61 (5): 672-3, 1969.
- 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.
- FARIS, D. G. & SMITH, F. L. Effect of maturity at time of cutting on quality of Dark Red Kidney Beans. Crop. Sci. 4 (1): 66-69, 1964.
- FORSYTH, D. D. & VOGEL, O. A. Effects of seedcoat injury during threshing on emergence of flax seedlings. Agron. J. Washington, 37: 387-93, 1945.
- FAGUNDES, S. R. F. Latent effects of mechanical injury on soybean seed (*Glycine max* (L.) Merrill. Mississippi State University, 1971. 80 p. Tese de Mestrado.
- 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.
- HARDENBURG, E. V. & ETO, W. H. The role of snakehead plants in beans. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci., Geneva, N. Y. 61: 486-92, 1948.
- HARTER, L. L. Thresher injury a cause of baldhead in beans. J. Agric. Res., Washington, 40(4): 371-84, 1930.

- HURD, A.M. Seed-coat injury and viability of seeds of wheat and barley as factors in susceptibility of molds and fungicides. J. Agric. Res., Washington, 91(2): 99-122, 1921.
- INGALIS, 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.
- 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.
- KANTOR, D. J. & WEBSTER, O. J. Effects of freezing and mechanical injury on viability of sorghum seed. Crop. Sci. Madison, 7: 1961-99, 1967.
- 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.
- MAMIOPIC, N. G. & CALDWELL, P. Effects of mechanical damage and moisture content upon viability of soybeans in sealed storage. Proc. Assoc. Off. Seed. Anal. 53:215-220, 1963.
- 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.
- 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.
- PAIVA, J. B.; SANTOS, J. H. R.; OLIVEIRA, F.J. & TEÓFILO, E. M. Aspectos da Cultura do Caupi, *Vigna sinensis* (L.) Savi, no Norte e Nordeste do Brasil, discutidos na Reunião de 02 a 05 de agosto de 1977. Fortaleza. Departamento de Fitoetecnia da UFC/CCA. 1977. 39p.

- POPINIGIS, F. Fisiologia da Semente. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289 p.
- SANTOS, J. P. O. Influência da umidade e debilidade mecânica na qualidade da semente de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1982, 57p. Tese de Mestrado.
- SILVEIRA, J. F. da. Efeitos da debilidade 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.
- THORTON, B. J. Factors causing low germination in sorghum seed. Proc. Assoc. Off. Seed. Anal. Oklahoma, 91: 23-6, 1929.
- 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).
- 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.
- WHITCOMB, W. O. & HAY, W. D. Notes on the germination of broken seeds. Proc. Assoc. Off. Seed. Anal. 17: 38-39, 1925.
- WORTMAN, L. S. & RINKE, E. H. Seed corn injury at various stages of processing and its effects upon cold test performance. Agron. J., 43 (7): 299-304, 1951.
- ZINK, E. Immediate and latente effects of mechanical abuse on the germination of soybean seed. Mississippi, State University, 1966. 55p. Tese de Mestrado.