

**EFEITO DE DANIFICAÇÕES MECÂNICAS
CAUSADAS POR SEMEADORAS EM SEMENTES
DE SOJA (*Glycine max* (L) Merrill)**

LUIZ FERNANDES RAZERA

Engenheiro-Agrônomo

Orientador: Prof. José Dias Costa

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Univer-
sidade de São Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Fitotecnia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Janeiro, 1979

À minha mãe Mafalda
Aos meus irmãos e cunhados
Aos meus sogros

OFEREÇO

À minha esposa,
Izabel Cristina,
com muito carinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor José Dias Costa, pela amizade, orientação e ajuda em todas as fases deste trabalho.
- Aos Professores Francisco Ferraz de Toledo, Julio Marcos Filho e Jairo Teixeira Mendes Abrahão, pelas críticas e sugestões.
- Aos Engenheiros-Agrônomos Cláudio Alves Moreira e José Cione, pela colaboração e facilidades proporcionadas em diversas fases do trabalho.
- Aos Engenheiros-Agrônomos Antonio Augusto do Lago, Eduardo Zink, Ivanildo Muniz Santiago e Romeu de Tella, pelo constante estímulo e colaboração.
- A Professora Clarice Garcia Borges Demétrio, pelas análises estatísticas.
- A Biologista Izabel Cristina Jabur Razera, pela ajuda e apoio constante.
- As Firms Fausto B. Grimaldi e irmãos Ltda., Justino de Moraes, Irmãos S.A., Indústria, Comércio e Importação e, José J. Sans, S.A., Indústria e Comércio, pela pronta cessão das sementeiras.
- Ao Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, pela oportunidade de aperfeiçoamento de nossa carreira profissional.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida.

ÍNDICE

Página

1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. Sementes	25
4.2. Semeadoras	26
4.3. Semeaduras simuladas	27
4.4. Ensaio de laboratório	30
4.4.1. Sementes quebradas.....	30
4.4.2. Pureza física	30
4.4.3. Germinação	30
4.4.4. Valor cultural	31
4.4.5. Vigor	31
4.5. Ensaio de campo	32
4.6. Análise estatística dos dados	34
5. RESULTADOS	36
5.1. Sementes quebradas	41
5.2. Pureza física	42
5.3. Germinação	44
5.4. Valor cultural	46
5.5. Vigor	47
5.6. "Stand" inicial	48
5.7. "Stand" final	50
5.8. Produção de grãos	50

	Página
6. DISCUSSÃO	52
7. CONCLUSÕES	58
8. SUMMARY	59
9. LITERATURA CITADA	61

1. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de danificações mecânicas em sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill) que ocorrem durante a semeadura mecânica.

Foram utilizadas sementes da cultivar Santa Rosa, contendo 9,2% de umidade no momento da instalação dos testes, e três semeadoras comerciais de marcas diferentes.

Cada semeadora foi presa numa armação metálica dotada de um sistema motor de acionamento com o qual se conseguia variar a velocidade. As velocidades empregadas corresponderam àquelas que seriam obtidas se as máquinas estivessem realizando um trabalho no campo a 4, 6, 8 e 10 quilômetros por hora.

Ao serem liberadas pelas semeadoras, as sementes foram recolhidas em recipientes para, em seguida, serem utilizadas nos ensaios previstos; acrescentou-se o tratamento testemunha com sementes que não passaram pela operação de semeadura simulada.

Com as sementes assim preparadas foram realizados os ensaios de laboratório (porcentagem de sementes quebradas, pureza física, germinação, valor cultural e vigor) e os

de campo ("stand" inicial, "stand" final e produção de grãos).

Os ensaios de laboratório foram conduzidos no Laboratório da Seção de Sementes em Campinas e, o de campo, na Estação Experimental de Piracicaba, ambas do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo.

Os resultados das análises efetuadas, dentro das condições do trabalho, conduziram às seguintes conclusões: a) as três semeadoras testadas causaram danificações mecânicas nas sementes de soja; b) de uma forma geral as semeadoras utilizadas não diferiram entre si quanto à intensidade dos danos provocados nas sementes e, c) a velocidade de semeadura foi o principal fator que afetou a intensidade das danificações causadas pelas semeadoras.

2. INTRODUÇÃO

A soja (Glycine max (L.) Merrill) é uma das mais importantes espécies cultivadas do globo, constituindo-se matéria-prima empregada na elaboração de mais de uma centena de produtos, muitos dos quais contribuem para a melhoria da alimentação humana, com proteínas de alto valor.

Nos últimos anos, a lavoura de soja no Brasil tomou enorme expansão, a ponto de nosso país se colocar, atualmente, como o segundo maior produtor mundial dessa leguminosa. Esta expansão deu-se principalmente no sul do país, onde o sistema soja-trigo se completa, podendo o agricultor utilizar suas terras e maquinaria durante o ano todo, auferindo assim, maiores lucros.

Com a criação e multiplicação de novas cultivares e aperfeiçoamento das técnicas de cultivo, abrem-se enormes perspectivas para a expansão da cultura da soja também no Brasil Central, principalmente nas áreas de cerrado.

Embora venha crescendo rapidamente, o aumento da produção tem se verificado mais como consequência da expansão da área cultivada do que devido ao aumento da produtividade.

A produtividade, para qualquer cultura, é fun

ção de diversos fatores, sendo a qualidade da semente empregada, considerada dentre os mais importantes.

As principais características que determinam a qualidade das sementes são: pureza varietal, pureza física ou mecânica, vigor e poder germinativo. A pureza varietal deve ser mantida através de cuidados especiais durante todo o processo de produção até a nova semeadura, enquanto que a pureza física reflete a limpeza do campo e a eficiência do beneficiamento. O vigor e o poder germinativo são afetados por fatores que ocorrem desde a produção até a semeadura, destacando-se a maturidade, a conservação e as danificações mecânicas.

Talvez os problemas mais sérios na produção da soja sejam as danificações mecânicas; estas ocorrem desde a colheita até a semeadura, devido principalmente aos impactos e abrasões.

As sementes de soja, sendo de tamanho relativamente grande, de tegumento delicado e, apresentando eixo embrionário superficial, são particularmente muito sensíveis às danificações mecânicas.

Muitas são as pesquisas realizadas a respeito de danificações mecânicas com sementes de soja e de outras grandes culturas, principalmente com relação à colheita e batedura mecânicas. No entanto, não foram encontrados na literatura, trabalhos que tenham procurado avaliar os efeitos das danificações mecânicas que podem ser causadas pelas semeadoras, durante a semeadura da soja.

O presente trabalho tem portanto como objetivo, estudar os efeitos das danificações mecânicas que podem ser causadas em sementes de soja por semeadoras comerciais operando em diversas velocidades de semeadura.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo POLLOCK e ROOS (1972), uma das causas mais sérias, e provavelmente a melhor compreendida, do baixo vigor das sementes é devida às danificações mecânicas que ocorrem por ocasião da trilhagem, limpeza, manuseio e semeadura.

NOBBE (1872), citado por HURD (1921), foi o primeiro a reconhecer o fato de que as sementes trilhadas mecanicamente eram mais injuriadas pelo sulfato de cobre que as debulhadas manualmente, devido aos danos provocados nos tegumentos, permitindo assim, a penetração do sulfato de cobre no embrião; apontou também que, quanto mais secas e quebradiças as sementes, maiores eram os danos sofridos na trilhagem. Desde então, uma crescente atenção tem sido dada a este problema, existindo atualmente um número relativamente grande de trabalhos sobre danificações mecânicas em sementes. Com relação às sementes de leguminosas, particularmente as de soja e feijão, os primeiros trabalhos encontrados a este respeito datam do segundo quarto deste século, envolvendo principalmente, os problemas da debulha mecânica.

OATHOUT (1928), trabalhando com sementes de soja, notou que elas eram severamente danificadas durante a trilha.

lhagem. Eliminou, mecanicamente, tanto quanto possível, as sementes danificadas e, embora após esta operação o lote se apresentasse com uma boa aparência, um exame cuidadoso mostrou que aproximadamente 30% das sementes se encontravam, de alguma forma, danificadas. Separou-as, então, em seis classes: a) sementes sem lesão; b) sementes com rachaduras no tegumento; c) sementes com danificações apenas nos cotilêdones; d) sementes com danificações no eixo embrionário; e) pequenos pedaços de sementes e f) sementes com o hilo completamente removido. Considerando que as duas últimas classes evidentemente não mais se prestavam como sementes, o autor utilizou as quatro primeiras para realizar testes de germinação. Antes, porém, separou-as em dois grupos: o grupo A com sementes apresentando 11,3% de umidade e o grupo B com sementes previamente umedecidas, apresentando 18,4% de umidade. Os resultados mostraram que as sementes mais úmidas foram as mais sensíveis aos danos mecânicos; as sementes com eixos embrionários afetados foram as mais prejudicadas, enquanto que as de cotilêdones danificados sentiram mais que as de tegumento trincado. Os efeitos se fizeram sentir não somente no número de plantas, mas também no tamanho e no vigor das mesmas. O autor notou, também, que o ataque de microorganismos ocorria nas regiões danificadas das sementes.

HARTER (1930), investigou as causas da ocorrência de plântulas "baldheads" em feijão, ou seja, anormalidades caracterizadas pela ausência parcial ou total das folhas primárias, ausência da plúmula ou ambas. Tais plântulas, quando não sucumbiam, apresentavam um desenvolvimento muito deficiente e produziam, quando muito, uma ou duas vagens imperfeitamente cheias. Até então, acreditava-se que este tipo de anormalidade era causado por insetos, fungos ou bactérias. O autor conduziu diversos experimentos e demonstrou que a ocorrência de plântulas "baldheads" era devida principalmente às danificações causadas às sementes pela debulha mecânica, pois,

tais plântulas raramente se desenvolviam de sementes debulhadas manualmente. Verificou ainda, que a maior ou menor susceptibilidade aos danos mecânicos era função da cultivar, mas em qualquer caso, quando as vagens estavam mais úmidas, a ocorrência de "baldheads" era menor. Posteriormente, diversos autores como CROSSIER (1942), DRAKE (1946), INGALLS (1946), NUTILE (1946), WESTER (1946) e pesquisadores da ASGROW, INCORPORATED (1949), compararam as produções de plantas provenientes de plântulas "baldheads" àquelas provenientes de plântulas normais; todos relataram que as plantas resultantes de plântulas "baldheads" se desenvolveram mais lentamente, tiveram a maturação atrasada e produziram muito menos que as resultantes de plântulas normais.

BORTHWICK (1932), observando plântulas de feijão de Lima (Phaseolus lunatus L.) produzidas de sementes trilhadas mecanicamente, notou que, além da ocorrência de plântulas "baldheads" descritas por HARTER (1930), outros tipos de anormalidades ocorriam. Assim, constatou o aparecimento de plântulas com: a) danificações nos cotilédones com a perda de um ou ambos, ou embora aderidos à plântula por uma pequena porção, mas de tal forma danificados que suas reservas não eram eficientemente translocadas; b) danificações na radícula, resultando na sua perda total ou, nos casos menos severos, permanecendo aderida mas com a sua função paralisada e substituída pelas raízes adventícias que cresciam das áreas injuriadas e c) danificações no hipocótilo, o qual se apresentava quebrado e, caso a quebra fosse próxima aos cotilédones, estes permaneciam abaixo do solo quando ocorria a germinação; frequentemente, no entanto, esta quebra era incompleta e a planta então logo se recuperava. Estes tipos de danificações foram encontrados em todos os lotes trilhados mecanicamente, o que não aconteceu naqueles trilhados à mão. Efeitos similares foram obtidos artificialmente com sementes debulhadas à mão e submetidas a choques mecânicos. Desta forma

o autor concluiu que os defeitos encontrados nas plântulas eram resultantes das danificações recebidas na trilhagem mecânica.

HULBERT e WHITNEY (1934), estudando as regulagens da semeadora para a semeadura da ervilha (Pisum sativum), notaram que as sementes eram consideravelmente danificadas nesta operação. Para determinar a extensão destas danificações, utilizaram quatro cultivares de ervilha, sendo duas de sementes lisas e duas de sementes rugosas, todas colhidas manualmente. Os estudos foram feitos empregando-se várias densidades de semeadura. Os dados obtidos mostraram que as cultivares de sementes lisas eram bem mais sensíveis que as de sementes rugosas e, que havia uma nítida relação entre o total de danificações e a perda de viabilidade das sementes. Observaram que a cultivar de sementes lisas e grandes sofreram duplamente os efeitos das danificações mecânicas em relação à cultivar de sementes lisas e pequenas, e que, nos tipos rugosos, o tamanho das sementes teve pouco efeito sobre o total de danos. Verificaram, ainda, que a aplicação de grafite, de forma a ficar uma fina camada aderida aos tegumentos das sementes, reduziu as danificações causadas pela semeadora a um mínimo; o grafite não afetou a germinação das sementes.

GOSS (1935) trabalhando com feijão de Lima, detectou uma grande queda na germinação das sementes devida às danificações mecânicas. Saliou que as rachaduras nos tegumentos das sementes não ocorrem apenas na trilhagem, mas também nas operações de limpeza. Encontrou uma média de 11% de sementes danificadas após a trilhagem contra 16% após a limpeza das sementes.

BAINER (1947) realizou uma série de testes com diversas semeadoras empregadas para a semeadura de beterraba açucareira. Notou que as porcentagens de germinação no campo eram menores quando comparadas às da semeadu

ra manual, atribuindo estas diferenças aos seguintes fatores: a) profundidade uniforme da sementeira manual; b) maior uniformidade de compactação do solo em torno das sementes na sementeira manual; c) danificações mecânicas nas sementes ao passarem pela sementeira e d) os testes de laboratório indicaram que os orifícios dos discos das sementeiras, ora levavam mais que uma semente, ora não levavam semente alguma.

BARMINGTON (1948) conduziu uma série de testes utilizando oito sementeiras comerciais, sendo quatro de discos horizontais e quatro de discos verticais, para determinar o número de sementes por orifício, a densidade de sementeira e as danificações mecânicas causadas às sementes de beterraba açucareira. Os testes foram realizados empregando velocidades nos discos que variaram de 10 a 180 pés por minuto. Verificou que os danos mecânicos nas sementes variaram de 1,56% a 26,11% e que a maioria das sementeiras testadas provocaram os menores danos nas sementes quando a velocidade do disco era tal que proporcionava a média de uma ou pouco menos que uma semente por orifício do disco; mesmo nestes casos, as danificações mecânicas variaram de 1,93% a 10,66%.

McBIRNEY (1948), também trabalhando com sementes de beterraba açucareira, verificou que a primeira característica da sementeira que afetava a porcentagem de emergência no campo era a danificação mecânica que ela causava às sementes. O autor conduziu uma série de testes para determinar a perda de germinação resultante dos vários graus de danificações ocorridos nas sementes, utilizando na sementeira, discos dentados e perfurados, de diferentes espessuras e a diferentes velocidades. Verificou que as danificações mecânicas variaram de 4 a 12% e que a perda de germinação foi de 1,5% para cada 1% de sementes danificadas.

das. Posteriormente conduziu outra série de testes para novamente verificar a correlação entre danificações mecânicas e perda de germinação das sementes. Utilizou uma semeadora com discos perfurados empregando uma baixa velocidade periférica no disco (11,3 pés por minuto). Notou que as danificações mecânicas variaram de 3% a 12% nos diferentes testes, não havendo, no entanto, diferenças significativas entre a porcentagem de sementes danificadas e a porcentagem de perda de germinação.

Técnicos da ASGROW, INCORPORATED (1949) apresentaram um amplo estudo desenvolvido para determinar as causas das danificações mecânicas em sementes de feijão. Suas conclusões foram que os efeitos de tais danos dependiam da intensidade e do número de choques, sendo portanto cumulativos; ao trabalharem com sementes contendo 8%, 10% e 12% de umidade, verificaram que as danificações mecânicas eram maiores nas sementes contendo os menores teores de umidade. Posteriormente outros pesquisadores como ATKIN (1958), BARRIGA (1961) e ZINK (1966) ao trabalharem com outras cultivares e espécies, obtiveram resultados semelhantes.

Ainda os técnicos da ASGROW, INCORPORATED (1949) relataram que um tipo de injúria que ocorre principalmente em soja e feijão, é um encurvamento exagerado do hipocótilo, e que, isto é normalmente resultado da quebra da ponta da radícula; tal encurvamento, nos casos extremos, acarreta uma forma contorcida no hipocótilo a ponto de as plântulas emergirem quase que de modo invertido. Algumas plântulas com a ponta da raiz quebrada, desenvolvem raízes secundárias vigorosas suficientes para a continuação do crescimento normal.

MOORE (1956) citou que suas observações feitas em lotes de sementes de soja, mostraram que mais de 50% das sementes apresentavam tegumentos trincados, bem como injúrias internas; danificações de 15% a 25% eram bastantes comuns nas chamadas sementes de boa qualidade. Muitas sementes que não mostravam danificações externas visíveis, continham injúrias internas

(esmagamento e fraturas). Salientou que o teste padrão de germinação em laboratório frequentemente não mostra uma boa relação entre a germinação total e a porcentagem de sementes danificadas. Observações cuidadosas mostraram consideráveis diferenças no comportamento da germinação entre sementes danificadas e não danificadas, porém, estas diferenças se acentuavam quando as condições de germinação se tornavam mais adversas. Os dados apresentados pelo autor mostraram que sementes de soja com tegumentos não rachados, ligeiramente rachados e moderadamente rachados, apresentaram, respectivamente, 96%, 72% e 52% de emergência.

ATKIN (1958) estudando a diferença de susceptibilidade aos danos mecânicos entre cultivares de sementes de feijão ("snap beans"), notou que as mais resistentes geralmente apresentavam os tegumentos muito mais aderidos aos cotilédones e estes bem mais juntos que as mais susceptíveis. Concluiu que o tegumento aderente e os cotilédones bem unidos previnem ou reduzem a movimentação dos mesmos, protegendo, assim, o embrião contra as danificações.

BUNCH (1960) comentou que são muitos os tipos de danos que podem ocorrer nas sementes como a imaturidade, os provocados por insetos, microorganismos, agentes físicos, químicos e envelhecimento. As danificações mecânicas referem-se aos causados por agentes físicos ou mecânicos que ocorrem durante o manuseio das sementes; quase sempre são resultados de impactos e abrasões. Observou ainda, que os efeitos das danificações mecânicas, ocorridas desde a colheita até o ensacamento, são cumulativos e a consequência extrema é a morte das sementes. Muitas vezes, porém, as danificações mecânicas não são suficientes para destruir as estruturas essenciais das sementes, mas são suficientes para que as mesmas proporcionem plântulas fracas e anormais, apresentem maior susceptibilidade ao ataque de microorganismos, maior sensibilidade aos fun

gicidas e menor potencial de armazenamento.

BARRIGA (1961) trabalhou com 41 cultivares de feijão branco ("navy beans") e três níveis de umidade (15,5%, 12,3% e 9,7%), para estudar os efeitos das danificações mecânicas ocorridas na trilhagem. Notou que ocorriam danos visíveis e ocultos e que as avaliações destes, através de observações feitas durante a germinação, eram bem mais sensíveis que um simples exame visual às sementes danificadas. Concluiu que o grau de danificação diferia consideravelmente entre as cultivares e que quanto menor o teor de umidade da semente, maiores eram os efeitos das danificações.

PETERS e FENSTER (1965) coletaram sementes de sorgo em recipientes após elas terem passado através de semeadoras em movimento e, em seguida, examinaram-nas no laboratório. As três semeadoras testadas provocaram danos mecânicos que afetaram não apenas a porcentagem de sementes inteiras, mas também, a porcentagem de germinação; o decréscimo na porcentagem de germinação foi de 3,1% e 14% para as semeadoras que apresentaram, respectivamente, o melhor e o pior desempenho. Os autores afirmaram que o decréscimo de germinação devido aos danos mecânicos pode ser especialmente custoso ao produtor, considerando-se que a emergência no campo pode ser por volta de 20% a 30% menor que a germinação obtida nos testes de laboratório.

DEXTER (1966) relatou que é bastante conhecido o fato de as sementes de feijão, soja e milho serem danificadas pelas semeadoras durante a semeadura. Afirmou, ainda, que as danificações se acentuam com a operação muito rápida da semeadura, seleção inadequada dos discos e emprego de sementes com baixo teor de umidade. Para estudar o assunto, utilizou sementes de feijão de um lote com 11% de umidade, tratando parte do mesmo com pó de serra umedecido por duas horas; com este tratamento as sementes atingiram cerca de 16% de umidade e foram armazenadas até o plantio. A semeadu

ra foi realizada equipando-se a semeadora com pratos novos e de tamanho recomendado, operando-se a duas velocidades: a recomendada (cerca de 4830 metros por hora) e muito rápida (cerca de 9660 metros por hora). Metade dos depósitos da semeadora continham sementes secas e a outra metade, sementes umedecidas. Quando as plântulas emergiram e se desenvolveram suficientemente para mostrarem possíveis imperfeições, o número de plântulas normais e anormais foram determinados; para as sementes com 11% de umidade a porcentagem de plântulas normais foi de 36,2%, enquanto que, para as sementes previamente umedecidas, esta porcentagem foi de 76,3%.

GREEN et alii (1966) trabalharam com duas cultivares de soja com o propósito de estudar os efeitos das danificações mecânicas na qualidade das sementes durante a colheita. Utilizaram dois métodos de colheita, ou seja, um manual e outro mecânico; neste foram empregadas três velocidades no cilindro batedor: 500, 700 e 900 rpm. Durante três anos consecutivos as colheitas foram realizadas em quatro épocas: a) quando as sementes ainda estavam com umidade acima de 14%; b) entre 14% e 12% de umidade; c) abaixo de 12% de umidade e d) quando a umidade das sementes já havia caído para menos de 12%, mas após a ocorrência de uma chuva. Nos três anos houve uma tendência geral de as sementes colhidas mecanicamente e, nas últimas épocas, apresentarem baixas porcentagens de plântulas normais, tanto nos testes de germinação em laboratório como no campo, além de altas porcentagens de sementes com tegumentos trincados e quebrados. Salvo poucas exceções, as sementes colhidas manualmente apresentaram alta viabilidade e baixa incidência de tegumentos trincados ou quebrados. Dentro dos lotes colhidos mecanicamente, os colhidos com baixas velocidades do cilindro da combinada apresentaram sementes com altas porcentagens de plântulas normais, tanto nos testes de laboratório como nos de campo e,

com baixas porcentagens de trincas ou quebras nos tegumentos. Os autores concluíram ainda, que dentro de cada lote, as se mentes maiores foram as que apresentaram as maiores porcenta gens de quebras na trilhagem.

ZINK (1966) estudou os efeitos imediatos e la tentes das danificações mecânicas provocadas, em sementes de soja, pelas quedas de uma a quatro vezes, sobre uma superfí cie rígida de metal de alturas de 5, 10 e 20 pés. Concluiu que a severidade das injúrias às sementes foi afetada pelo teor de umidade das mesmas, pela altura da queda e pelo nũ me ro de quedas. As sementes com o teor de umidade mais baixo (8%) foram as mais prejudicadas e, quatro quedas de 10 pés foi o tratamento mais severo; as sementes com 11% de umidade ou menos mostraram-se imediatamente afetadas pelos danos me cânicos, enquanto que, as com 12% de umidade ou mais, não se mostraram imediatamente afetadas pelas danificações, porém, quando testadas a intervalos regulares, após armazenagem em ambientes de 20°C e 75% de umidade relativa ou, sob condi ções de armazém aberto, apresentaram maior decréscimo de ger minação que as sementes não danificadas. O autor estudou tam bém, o efeito do local do impacto na severidade dos danos, utilizando sementes colhidas manualmente e secas a 8% de umi dade, deixando-as cair de uma altura de 20 pés; observou uma íntima relação entre a severidade dos danos e o local afeta do na semente, sendo mais sensíveis, pela ordem, o eixo ra dícula-hipocótilo, a junção dos cotilédones com o eixo radí cula-hipocótilo e as margens cotiledonares opostas à radícu la.

DELOUCHE (1967) mencionou que as danificações mecânicas nas sementes ocorrem desde a planta mãe até a se meadura e são causadas principalmente pelos impactos, abra sões e cortes. Três fatores afetam a severidade e a extensão dos danos mecânicos: as operações mecânicas, o operador e as características morfológicas e estruturais das sementes. As

máquinas e equipamentos utilizados desde a colheita até a semeadura causam danificações de maior ou menor grau; uma única operação pode causar apenas um leve dano às sementes, porém, o efeito cumulativo nas várias operações pode ser considerável. Operadores treinados e conscientes do problema são os melhores seguros contra estes danos. As características morfológicas e estruturais das sementes das grandes culturas de leguminosas (feijão, ervilha, soja, etc.) são tais que as danificações mecânicas constituem uma constante ameaça, pois, elas apresentam eixo embrionário lateralmente posicionado e protegido apenas por um tegumento fino e frágil. As sementes podem então estar severamente danificadas sem, no entanto, apresentar qualquer evidência visível ou sinais como rupturas no tegumento, rachaduras, quebras, etc.; as injúrias internas, não visíveis, constituem problemas especialmente em sementes de feijão, amendoim e soja. Este autor citou, ainda, que os efeitos das danificações mecânicas sobre a viabilidade e o vigor das sementes podem ser imediatos, quando as sementes são imediatamente afetadas, tornando-se incapazes de germinar, ou latentes, quando embora a germinação não se mostre imediatamente afetada, o vigor, o potencial de armazenamento e o comportamento no campo são reduzidos.

GRECO et alii (1968) realizaram diversos ensaios com uma semeadora-adubadora, dentre os quais as determinações da queda do poder germinativo das sementes de diversas espécies, após passarem pela máquina. Esta foi colocada sobre cavaletes e acionada manualmente através de uma manivela adaptada à roda motora, mantendo-se, em todas as provas, uma velocidade de 65 rpm, correspondente à velocidade de semeadura de 6,1 quilômetros por hora. Os resultados dos testes de germinação realizados antes e depois da passagem das sementes pela semeadora mostraram quedas no poder germinativo das sementes de 8,5% em amendoim, 7,5% em arroz, 2,1% em milho híbrido e 0,9% em soja.

CARVALHO (1969) produziu, artificialmente, danos mecânicos em sementes de "cowpea" (Vigna sinensis L.) e estudou seus efeitos imediatos sobre algumas características fisiológicas das sementes. Utilizou sementes com 10, 13 e 16% de umidade e as submeteu a diversos impactos. Os resultados mostraram que os efeitos imediatos de danificações mecânicas dependiam do teor de umidade da semente no momento do impacto, da intensidade do choque e do local do impacto. Os efeitos mais danosos ocorreram quando o local atingido foi o eixo embrionário e nas sementes com a umidade mais baixa.

DORREL e ADAMS (1969) estudaram as respostas às danificações mecânicas em sementes de feijão branco ("navy beans"). Para tanto, as sementes foram debulhadas manualmente, classificadas pelo tamanho e equilibradas a um teor de umidade de $12 \pm 0,3\%$. A análise dos dados indicou que: a) quanto maior o peso da semente, menor a sua tolerância às danificações mecânicas; b) quanto mais irregular a forma das sementes, maiores as rachaduras ocorridas no tegumento e c) quanto maior a densidade das sementes, maior a ocorrência de quebra nos cotilédones e menor a ocorrência de rachaduras no tegumento. Os autores observaram também que as sementes mais resistentes às danificações mecânicas apresentavam uma fina camada parenquimatosa fortemente aderida aos cotilédones.

ABRAHÃO (1971) estudou o comportamento das sementes de três cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) submetidas a zero, uma, duas e três quedas livres de uma altura de 2,5m sobre placa de ferro de superfície lisa e armazenadas sob três níveis de umidade relativa do ar. Para avaliar a extensão dos danos, utilizou testes de germinação e de vigor. Verificou que houve efeito imediato das danificações sobre a germinação e o vigor das sementes das três cultivares estudadas; a extensão dos danos dependeu da cultivar e, para cada cultivar, foi função do número de choques. Verificou também, que houve efeito dos níveis de umidade relativa estudados so

bre a germinação e o vigor das sementes das três cultivares. Resultados semelhantes foram obtidos por GRINSPUN (1974) com sementes de feijão macaçar (Vigna sinensis L.).

BRUWER (1971) apresentou um grande número de ensaios realizados com semeadoras envolvendo levantamento ao nível de fazenda, testes de campo, testes de laboratório e verificações práticas de ajustagem. No laboratório as semeadoras foram montadas numa armação com suportes, de forma a simular semeaduras em condições de campo, empregando-se velocidades de 4, 6, 8, 10 e 12 quilômetros por hora. Verificou que a velocidade empregada na semeadura pode afetar o número de sementes plantadas por hectare e que as semeadoras nem sempre apresentam o mesmo desempenho, quer com sementes pequenas ou grandes, quer com sementes redondas ou chatas. Os danos mecânicos visíveis encontrados foram de até 6% em sementes de milho, 3,7% em sementes de amendoim, 5% em sementes de sorgo e girassol e, 8,4% em sementes de feijão. O autor afirmou que estas danificações provavelmente foram devidas mais à escolha do disco do que a outros fatores.

ALMEIDA (1972) trabalhou com sementes de três cultivares de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) para verificar os efeitos das danificações mecânicas ocorridas na trilhagem, bem como, determinar as melhores condições para o armazenamento das mesmas. As plantas foram colhidas com dois teores de umidade nas sementes e submetidas à trilhagem mecânica com velocidades de 500, 750 e 1000 rpm no cilindro da trilhadeira, além da debulha manual das vagens. As sementes foram então armazenadas em câmara fria e seca e em ambiente de laboratório. O autor observou que as porcentagens de sementes quebradas aumentaram com o aumento da velocidade do cilindro da trilhadeira e com a diminuição do teor de umidade das sementes. Além disso, os testes de germinação e de vigor mostraram efeitos imediatos e latentes de danificações mecânicas, provocadas pela trilhadeira. As sementes das três

cultivares apresentaram vigor sempre maior quando armazenadas em câmara com temperatura e umidade relativa baixas.

COPELAND (1972) comentou que as sementes de feijão e soja, mesmo quando cuidadosamente colhidas e processadas, apresentam-se danificadas mecanicamente, sofrendo normalmente uma queda de germinação de 10%; se manipuladas sem os devidos cuidados, esta queda pode chegar a 20% ou 30% e até mais. Nem todos os efeitos das danificações mecânicas são visíveis: os efeitos visíveis são aqueles prontamente observados através de um simples exame visual às sementes, ou em laboratório, no teste de germinação; os efeitos invisíveis ocorrem quando as danificações mecânicas não são suficientes para proporcionar uma injúria palpável. No entanto cada pequeno dano sofrido pela semente adiciona-se, acumulando-se uma injúria tal que sua germinação, seu vigor e seu potencial de produtividade podem ficar sensivelmente reduzidos.

Segundo DELOUCHE (1972) a morfologia e a fisiologia da semente de soja fazem-na especialmente susceptível aos danos mecânicos e à deterioração no campo ou no armazém. A colheita é talvez o passo mais crítico, tanto da produção como do processamento da semente de soja, pois, o atraso da colheita não apenas contribue para o decréscimo da sua germinação e vigor resultantes da deterioração no campo, mas também aumenta a sua susceptibilidade às danificações mecânicas. A data ótima para a colheita das sementes de soja é a mais cedo possível após o teor de umidade das mesmas cair para 13 - 14%, porque o efeito adverso do tempo é minimizado e elas são menos susceptíveis às danificações mecânicas a 13-14% de umidade que em qualquer outro nível de umidade, acima ou abaixo deste. Este autor citou, ainda, que as danificações mecânicas ocorridas durante a colheita, manuseio e beneficiamento, não apenas causam quebras nas sementes, mas também rachaduras no tegumento e no eixo embrionário, sendo este, talvez, o mais importante em termos de germinação porque as sementes parti

das podem ser separadas do lote pelo beneficiamento, o mesmo não acontecendo com as sementes contendo rachaduras. Estas produzem, em média, apenas 50% de plântulas normais nos testes de germinação; desta forma, se um lote contém 18% de sementes com rachaduras, sua germinação será 9% mais baixa como resultado direto das danificações mecânicas.

Para MOORE (1972) a intensidade dos danos mecânicos é largamente variável nas diferentes espécies de sementes por várias razões. Assim, as sementes das grandes culturas das leguminosas, devido ao seu peso e tamanho, são particularmente susceptíveis às danificações mecânicas. As injúrias na radícula ou na junção da radícula aos cotilédones são frequentemente comuns e causam a perda imediata ou prematura da viabilidade da semente. Também a natureza das danificações mecânicas é largamente variável. Os danos mais severos reduzem a viabilidade do lote de sementes imediatamente após a sua ocorrência, enquanto que os pequenos danos não causam a imediata perda da viabilidade, mas a torna progressivamente mais crítica com o armazenamento. O autor salientou ainda, que mesmo os menores danos, tendem a promover infecções, germinação atrasada e desuniforme, reduzir o vigor das plântulas e a viabilidade das sementes; conseqüentemente, os lotes tornam-se altamente dependentes da ação protetiva dos fungicidas e das condições favoráveis de germinação no momento da semeadura.

POLLOCK e ROSS (1972) salientaram que as considerações sobre o efeito das danificações mecânicas no vigor das sementes usualmente são confinadas às operações de trilha gem e beneficiamento, provavelmente porque os danos ocorridos nestes processos são detectáveis nos testes de germinação em laboratório. Infelizmente, isto oculta o fato de que sérias danificações mecânicas podem ocorrer durante a semeadura.

POPINIGIS (1972) estudou os efeitos imediatos

de danificações mecânicas em sementes de soja colhidas com diversos teores de umidade (11,65%, 13,05% e 16,85%) empregando velocidades de 650, 800, 1000 e 1250 rpm no cilindro da combinada. Verificou que, a diminuição dos níveis de umidade da semente e o aumento da velocidade do cilindro, aumentaram as porcentagens de sementes quebradas e de sementes com tegumento trincados. Observou também, que as sementes colhidas mecanicamente tendiam a ser menores que as colhidas manualmente. As sementes colhidas com 16,85% de umidade apresentaram maior germinação e vigor que as colhidas com 13,05% e 11,65% de umidade. O aumento da velocidade do cilindro bateador causou um decréscimo na germinação e na emergência no campo.

SEDIYAMA et alii (1972) estudaram os efeitos do retardamento da colheita da soja procurando determinar uma época ideal para efetuá-la. O trabalho foi realizado em dois anos agrícolas, utilizando-se três cultivares que foram colhidas em épocas diferentes: a primeira colheita de cada cultivar foi feita quando 95% das sementes apresentavam a coloração típica de vagem madura, e as demais, 3, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a primeira colheita. A debulha foi feita manual e mecanicamente. A conclusão, em termos de qualidade das sementes, foi que a época mais adequada para a colheita da soja é aquela logo após o estágio de 95% de vagens maduras. Com o retardamento das colheitas houve uma tendência geral de aumento de sementes partidas e quebradas. Verificaram que a debulha mecânica contribuiu para diminuir a qualidade das sementes, produzindo injúrias e diminuindo o poder germinativo.

MIYAZAKA (1973) citou que, na colheita da soja, é muito importante prevenir a ocorrência de danos mecânicos nas sementes através da ajustagem correta da combinada. Dependendo da velocidade que se dá ao cilindro da combinada, o prejuízo da colheita pode ser maior que 20%, quando a perda média normal não pode exceder a 10%. Além da alta porcentagem de sementes partidas durante a trilhagem, muitas sofrem dani

ficações imperceptíveis a olho nú e não produzirão plantas vigorosas. A umidade das sementes e a velocidade de rotação do cilindro da combinada influem decisivamente nas perdas por danificações mecânicas. O cilindro deve girar com a menor velocidade possível, desde que faça um bom trabalho de trilhagem; na prática, a rotação de 500 rpm é a mais aconselhável para sementes que contenham 13-14% de umidade.

PICKETT (1973) estudou os efeitos das velocidades do cilindro da combinada na eficiência da trilhagem e nas danificações mecânicas de sementes de feijão. Observou que com o aumento da velocidade do cilindro, diminuiu a perda na trilhagem e aumentou os danos mecânicos nas sementes. Suas conclusões foram que as danificações mecânicas na colheita dependem principalmente do teor de umidade das sementes e da velocidade do cilindro da combinada. Considerando que a velocidade do cilindro necessária à trilhagem é determinada principalmente pela umidade das vagens, a extensão das danificações mecânicas depende, em grande parte, das condições do tempo antes e durante a colheita. O autor considerou que as condições excelentes são aquelas em que as sementes estão com umidade entre 17 e 20% e as vagens com umidade tão baixa quanto possível, preferivelmente abaixo de 12%. Quando a umidade das sementes é baixa, a colheita deve ser feita quando as vagens estão muito secas, de forma que a trilhagem possa ser feita com baixas velocidades no cilindro.

COELHO (1974) trabalhou com nove lotes de sementes de soja da cultivar Lee, com o propósito de estudar os efeitos imediatos das danificações mecânicas acumulados na colheita, debulha, beneficiamento e transporte. Cada lote foi separado, com o auxílio de uma lente de aumento, em duas frações: sementes com lesões aparentes e sementes sem lesões aparentes. A análise da germinação em laboratório mostrou que as sementes não danificadas apresentaram porcentagens de germina

ção superiores às das frações com lesões, sugerindo que as danificações mecânicas eram a causa principal da presença de plântulas anormais e de sementes mortas. Concluiu que a presença de danos mecânicos em sementes de soja é um dos principais fatores que limitam a produtividade desta cultura.

DELOUCHE (1974) citou que os problemas mais crônicos e difíceis da qualidade da semente de soja, se referem à germinabilidade e ao vigor. A semente de soja madura é geralmente de forma esférica e tem um tegumento relativamente fino. O endosperma é representado por apenas uma fina camada de células imediatamente abaixo do tegumento. O restante do interior da semente é ocupado pelo embrião, o qual consiste de um curto eixo radícula-hipocótilo, dois cotilédones e uma plúmula (terminal ao eixo radícula-hipocótilo) entre os cotilédones. O curto eixo radícula-hipocótilo é curvado de forma a ficar contra as margens basais dos cotilédones, com sua ponta voltada à mesma direção dos ápices dos cotilédones. A posição do eixo radícula-hipocótilo e a delicadeza do tegumento da semente, que é a sua única proteção, torna a semente especialmente vulnerável às danificações por agentes mecânicos de quaisquer fontes: colheita, condutores, beneficiamento, etc. Sendo o eixo radícula-hipocótilo essencial à germinação normal, qualquer dano substancial a ele, pode ser desastroso do ponto de vista da qualidade da semente. A semente de soja torna-se bastante quebradiça e susceptível aos danos causados por forças mecânicas quando o seu teor de umidade cai para menos de 12% (ou está acima de 18%). A porcentagem de germinação de um lote de sementes de soja, com 10% de umidade ou menos, pode ser imediatamente reduzido de até 10% pela força de um impacto resultante de uma queda de 5 pés (1,52m) sobre uma superfície de metal, enquanto que, uma queda de 20 pés na mesma superfície tem muito pouco ou nenhum efeito imediato na germinação de um lote com 14% de umidade. A força mecânica gerada na secção de trilhagem da combinada e alguns tipos de

condutores é muitas vezes maior às resultantes das quedas de 5 ou mesmo 10 pés.

STANWAY (1974) estudou os efeitos dos danos mecânicos sobre a germinação das sementes de três cultivares de soja separando-as em quatro classes: a) com pouca ou nenhuma quebra no tegumento; b) com grandes quebras no tegumento mas com o embrião intacto; c) com grandes quebras no tegumento e fragmentação nos cotilédones e d) com apenas um cotilédone aderido ou não ao tegumento. As sementes com quebras ou fendas transversais também foram separadas em quatro classes: 1) sementes intactas; 2) sementes inteiras com fendas transversais no centro; 3) sementes quebradas transversalmente e maiores que a metade, e 4) sementes quebradas transversalmente e menores que a metade. Os resultados dos testes de germinação em laboratório mostraram que a porcentagem de germinação decresceu com o aumento dos danos mecânicos no tegumento. As sementes da classe (b) deram uma germinação inferior a 30% enquanto que as da classe (a) deram 76% de germinação. Nas sementes com quebras transversais o autor notou que a posição da quebra foi mais importante que o tamanho da porção afetada; a germinação das sementes intactas foi aproximadamente o dobro daquelas com quebras transversais nos cotilédones. O autor sugeriu que as sementes com fragmentação nos cotilédones deveriam ser consideradas como material inerte da amostra.

GRODZKI (1975) realizou um experimento de campo com soja da cultivar Paraná visando avaliar as perdas e as danificações devidas à colheita mecânica. Verificou que, embora utilizando uma velocidade bem baixa no cilindro trilhador (350 rpm) as sementes sofreram danos mecânicos sensíveis quanto à porcentagem de sementes quebradas e quanto à porcentagem de danos nos tegumentos. A diferença de germinação observada entre a colheita manual e a colheita mecânica não foi significativa, mas o vigor das sementes colhidas me

canicamente sofreu uma redução apreciável.

MAEDA et alii (1977) separaram sementes de soja em nove classes de danificações facilmente identificáveis a olho nú e submeteram-nas a testes de germinação em laboratório. Verificaram que a classe de danificação de maior ocorrência foi a mecânica e que as sementes dessa classe apresentavam uma sensível queda no poder germinativo.

SINGH e LINVILL (1977) trabalhando com feijão ("navy beans") mostraram que a perda ocorrida na trilhagem aumentava com a elevação da umidade das vagens e que os danos mecânicos aumentavam com o aumento da velocidade do cilindro da combinada e com a diminuição do teor de umidade das sementes.

MOREIRA et alii (1979) trabalharam com semeadoras de tração mecânica e animal, adquiridas de três fabricantes, para determinar o desempenho (número de sementes por metro) das mesmas, bem como os danos mecânicos causados nas sementes. Utilizaram sementes de amendoim da cultivar Tatu e as semeaduras foram simuladas com velocidades variáveis compatíveis com o tipo de máquina ensaiada (de 2 a 10 quilômetros por hora), correspondentes àquelas que seriam obtidas se a máquina estivesse se deslocando no campo; as alturas de sementes nos depósitos também foram variadas, simulando um trabalho normal. Verificaram que a velocidade foi o parâmetro que mais influenciou no desempenho e na porcentagem de sementes quebradas. Com o aumento da velocidade, aumentaram também a vazão e a porcentagem de danos nas sementes; quase sempre, porém, obtiveram menores números de sementes por metro, evidenciando-se maior aumento da porcentagem de injúrias que da vazão. A altura de sementes no depósito não apresentou efeito estatístico para as variáveis estudadas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Sementes

As sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill) da cultivar Santa Rosa utilizadas no presente trabalho foram produzidas no ano agrícola 1975/76, em campo de cooperação da região abrangida pelo Posto de Sementes de Aguaí, da Coordenadora de Assistência Técnica Integral (CATI), órgão da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Em julho de 1976, foi tomada ao acaso, uma saca de 50kg de sementes de um lote de 47 sacas, a qual foi armazenada em condições de laboratório em Campinas até novembro do mesmo ano. O lote foi identificado na origem como AG 17/76, sendo AG a sigla do Posto de Sementes de Aguaí e 17/76 os números designativos da ordem de loteamento da espécie e cultivar, e o ano de colheita, respectivamente.

A cultivar Santa Rosa foi escolhida pelo fato de ser a mais plantada no Brasil nos últimos anos, ocupando, no Estado de São Paulo, 70% do total de 390.000 hectares de soja plantados no ano agrícola 1974/75 (BATAGLIA et alii, 1976).

Os resultados das análises efetuadas no Posto de Sementes de Aguaí em 30/04/76, após o beneficiamento do referido lote, encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 - Pureza física, germinação, umidade e peneira do lote original das sementes.

Lote	Pureza física %	Germinação %	Umidade %	Peneira
AG 17/76	100	86	10,3	15

4.2. Semeadoras

O trabalho foi realizado com três semeadoras (S_1 , S_2 e S_3) de tração mecânica, adquiridas de três diferentes fabricantes, cujas características técnicas mais importantes dos seus mecanismos dosadores e distribuidores de sementes são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Principais características técnicas dos mecanismos de dosagem e distribuição de sementes das semeadoras utilizadas.

Semeadora	D mm	D orif. mm	pol.	Nº orif.	Espessura mm	Vel. tang. cm/s
S_1	75	16	5/8	8	10	4,22
S_2	161	19	3/4	11	5	8,29
S_3	81	19	3/4	10	5	3,45

D = diâmetro da circunferência descrita pelos centros dos orifícios dos discos;

D orif. = diâmetro dos orifícios dos discos;
Nº orif. = número de orifícios dos discos;
Espessura = espessura dos discos na altura dos orifícios;

Vel. tang. = velocidade tangencial do centro dos orifícios dos discos para cada km/h de velocidade de deslocamento da semeadora.

As três semeadoras utilizadas apresentavam o sistema convencional de dosagem de sementes, ou seja, com discos horizontais providos de orifícios para alojar as sementes, conforme mostra a figura 1.

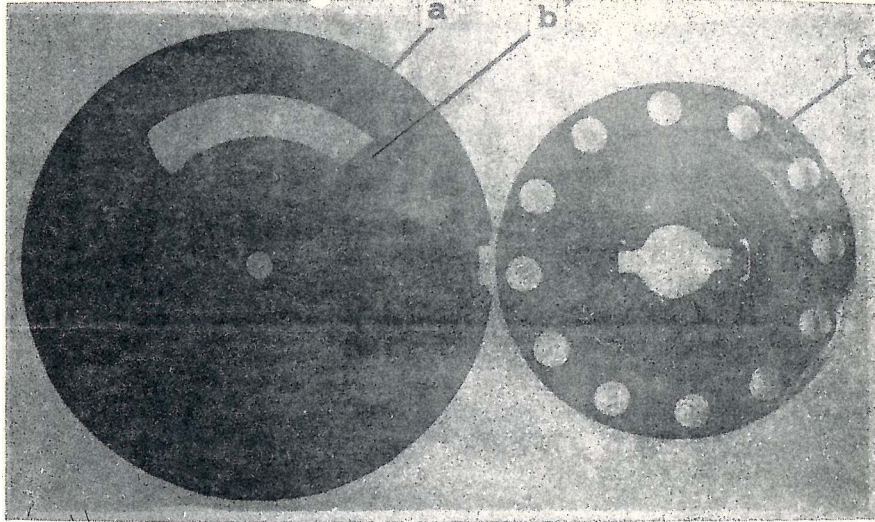
4.3. Semeaduras simuladas

No dia 17/11/76, as sementes foram homogeneizadas e submetidas aos tratamentos previstos.

As semeaduras mecânicas foram simuladas em laboratório, no Departamento de Engenharia Agrícola do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, em Jundiaí, empregando-se, para cada semeadora, as velocidades de 4km/h, 6km/h, 8km/h e 10km/h (V_1 , V_2 , V_3 e V_4). Estas velocidades abrangem, de um modo geral, as situações encontradas na cultura da soja praticada entre nós.

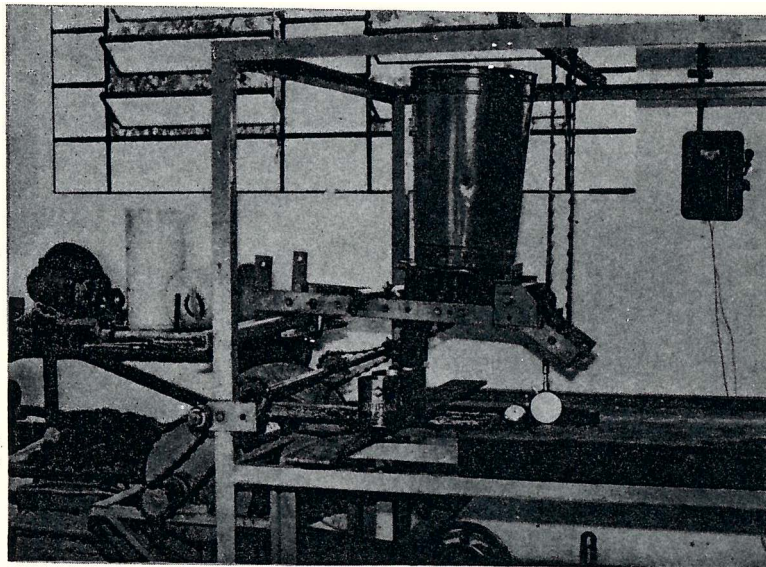
As semeadoras foram presas numa armação metálica dotada de um sistema motor de acionamento, com o qual se conseguia variar a velocidade (figura 2). As velocidades, indicadas por um tacômetro elétrico, correspondiam à de deslocamento da máquina como se a mesma estivesse realizando um trabalho no campo.

Figura 1 - Mecanismo dosador-distribuidor de sementes das semeadoras convencionais.



a) capa do disco; b) razador ou nivelador; c) disco perfurado

Figura 2 - Armação metálica com a semeadora presa e demais equipamentos pertinentes onde foram realizadas as operações de semeadura simulada.



Para cada semeadora (S_1 , S_2 e S_3) foram empregadas quatro velocidades (V_1 , V_2 , V_3 e V_4), recolhendo-se as sementes liberadas num recipiente e acondicionando-as em saquinhos de papel devidamente identificados, para posterior utilização nos ensaios de laboratório e de campo; acrescentou-se o tratamento testemunha com sementes que não passaram pela operação de semeadura simulada. As amostras de cada repetição continham sementes em quantidade suficiente para a realização de todos os testes previstos. Os tratamentos utilizados encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 - Identificação dos tratamentos utilizados.

Tratamentos	Semeadora	Velocidade de semeadura km/h
Testemunha		
S_1V_1	S_1	4
S_1V_2	S_1	6
S_1V_3	S_1	8
S_1V_4	S_1	10
S_2V_1	S_2	4
S_2V_2	S_2	6
S_2V_3	S_2	8
S_2V_4	S_2	10
S_3V_1	S_3	4
S_3V_2	S_3	6
S_3V_3	S_3	8
S_3V_4	S_3	10

4.4. Ensaio de laboratório

4.4.1. Sementes quebradas

As amostras, de aproximadamente 500 gramas, de todas as repetições de cada tratamento sofreram minuciosa escolha manual, separando-se os fragmentos iguais ou inferiores à metade do tamanho original da semente bem como as sementes partidas ao longo dos cotilédones, que foram computadas no cálculo da porcentagem de sementes quebradas.

4.4.2. Pureza física

A análise da pureza física foi realizada de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1967), considerando-se na fração de sementes puras, os fragmentos maiores que a metade do tamanho original da semente; os fragmentos iguais ou inferiores à metade do tamanho original da semente, bem como as sementes partidas ao longo dos cotilédones ou as que se encontravam inteiramente desprovidas de seus tegumentos, foram consideradas substâncias inertes.

4.4.3. Germinação

Os testes de germinação foram efetuados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1967), porém, com uma modificação: em lugar de quatro repetições de 100 sementes, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes cada uma.

A germinação se processou em um germinador de marca FANEM, à temperatura alternada de 20-30°C (20°C durante 16 horas e 30°C durante 8 horas) em substrato de papel toalha especial de fabricação norte-americana, sob a forma de rolo.

A avaliação das plântulas foi realizada no quarto e no oitavo dia após a instalação dos testes e os resultados foram transformados em porcentagem.

4.4.4. Valor cultural

De posse dos resultados das análises de pureza física e de germinação, obteve-se o valor cultural das amostras, através da seguinte expressão (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977) :

$$\% \text{ VC} = \frac{\% \text{ pureza física} \times \% \text{ germinação}}{100}$$

sendo % VC o valor cultural dado em porcentagem, isto é, a porcentagem de sementes puras capazes de germinar sob condições favoráveis.

4.4.5. Vigor

O vigor foi avaliado pelo método de Envelhecimento Rápido. Para a realização dos testes, amostras de pouco mais de 200 sementes foram tratadas com fungicida Rhodiamram (70% de di-tetrametil-tiuram) na dosagem de 0,2%, e acondicionadas em saquinhos de filó; estes foram suspensos em cavaletes de metal através de pequenos ganchos e colocados numa câmara de envelhecimento rápido fabricada pela De Leo & Cia Ltda. Antes de se fechar a câmara, os cavaletes foram cobertos com abas metálicas em forma de calha para evitar que a água condensada na parte superior e interna da câmara molhasse as sementes contidas nos saquinhos de filó.

As sementes permaneceram na câmara por um período de 60 horas à temperatura de 42°C e a 100% de umidade relativa. Após esse prazo, foram retiradas da câmara e imediatamente postas a germinar, obedecendo-se ao mesmo procedimento do teste de germinação já descrito.

4.5. Ensaio de campo

Em 18 de novembro de 1976 foi instalado um ensaio em terreno da Estação Experimental de Piracicaba do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, em solo classificado como da série "Luiz de Queiroz", segundo RANZANI et alii (1966).

A análise das características químicas deste solo, realizada no IAC, apresentou os dados constantes na tabela 4.

Tabela 4 - Análise química do solo utilizado no ensaio de campo.

M.O. §	pH	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	PO ₄ ⁻⁻⁻
		e.mg/100ml de T.F.S.A.			ug/ml de T.F.S.A.	
2,9	6,3	0,0	2,4	1,3	80	7

O preparo do solo foi feito através de uma aração e duas gradagens para um melhor destorroamento do terreno. Em seguida foram demarcadas as parcelas, cada uma constituída de quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas entre si de 0,60 metros. Considerou-se como área útil da parcela apenas as duas linhas centrais, das quais desprezou-se também 0,50 metros em cada extremidade.

As sementes, previamente umedecidas com água limpa, foram inoculadas com Nitrogen (mistura de diversas estirpes de Rhizobium japonicum), na dosagem de 0,3% do produto comercial; em seguida foram semeadas manualmente, utilizando-se 30 sementes por metro linear igualmente espaçadas entre si, em sulcos de 15 centímetros de profundidade e cobertas com aproximadamente 3 centímetros de terra.

Por ocasião da instalação do ensaio no campo, o solo apresentava-se muito seco, o que tornou necessária a irrigação de toda a área do ensaio, imediatamente após a semeadura.

A área do ensaio havia sido utilizada, no ano anterior, para produção de mudas de cana-de-açúcar e apresentava uma boa fertilidade; por esta razão nenhuma adubação foi feita.

Os "stands" inicial e final foram determinados aos 18 dias da semeadura e antes do início da colheita, respectivamente.

A colheita foi feita manualmente em 23/04/1977 e as plantas, colocadas em sacos de pano de algodão branco, foram secas ao sol durante três dias em casa de vegetação da Seção de Leguminosas do IAC, após o que foram trilhadas mecanicamente. Em seguida, os grãos foram limpos manualmente com o auxílio de duas peneiras, sendo uma de orifícios circulares (peneira 19) e a inferior de orifícios oblongos (peneira 9 x 3/4), e armazenados sob condições de laboratório durante 15 dias em saquinhos de papel, para uniformização da umidade.

Após esse período, procedeu-se à pesagem dos grãos em uma balança de marca Marte com sensibilidade de 0,1 gramas.

4.6. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos nas análises de sementes quebradas, pureza física, germinação, valor cultural e vigor, foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem (SNEDECOR, 1945), e analisados estatisticamente segundo um esquema fatorial 3 x 4 mais uma testemunha, em delineamento inteiramente ao acaso.

Os dados do ensaio de campo ("stand" inicial, "stand" final e produção de grãos) foram analisados estatisticamente segundo um esquema fatorial 3 x 4 mais uma testemunha, em delineamento de blocos casualizados; os dados do "stand" inicial e "stand" final foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem (SNEDECOR, 1945).

As análises das variâncias foram realizadas segundo esquemas apresentados por PIMENTEL GOMES (1976) e constam das tabelas 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5 - Esquema da análise da variância utilizada na avaliação dos dados de sementes quebradas, pureza física, germinação, valor cultural e vigor.

Causas de Variação	G.L.
Semeadoras (S)	2
Velocidades (V)	3
S x V	6
Fatorial x testemunha	1
(Tratamentos)	(12)
Resíduo	39
Total	51

Tabela 6 - Esquema da análise da variância utilizada na avaliação dos dados de "stand" inicial, "stand" final e produção.

Causas de Variação	G.L.
Blocos	3
Semeadoras (S)	2
Velocidades (V)	3
S x V	6
Fatorial x testemunha	1
(Tratamentos)	(12)
Resíduo	36
Total	51

5. RESULTADOS

Nas tabelas 7 e 8 são encontradas, respectivamente, as médias obtidas nos ensaios de laboratório e de campo.

Os dados dos ensaios de laboratório e de campo foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$ (P = dados em porcentagem), excetuando-se os de produção que não foram transformados, e analisados estatisticamente.

Nas tabelas 9 e 10, são encontrados os valores de F e dos coeficientes de variação obtidos nos ensaios de laboratório e de campo, respectivamente.

Nas tabelas 11 a 18 são apresentadas as médias obtidas, em cada ensaio, para as três semeadoras operando nas quatro velocidades, as médias de semeadoras, de velocidades, a média do fatorial, da testemunha e, as diferenças mínimas significativas para semeadoras, velocidades e desdobramentos.

Tabela 7 - Médias obtidas nos ensaios de laboratório.

		Sementes quebradas %	Pureza física %	Germina ção %	Valor cultural %	Vigor %
Testemunha		1,31	98,69	86,00	84,87	64,75
Fatorial		3,62	96,38	81,44	78,49	58,50
V ₁	S ₁	2,24	97,76	83,50	81,63	56,00
	S ₂	1,59	98,41	81,00	79,71	54,50
	S ₃	2,77	97,23	84,00	81,67	64,25
V ₂	S ₁	2,46	97,54	83,50	81,45	52,00
	S ₂	2,42	97,58	80,25	78,31	68,75
	S ₃	3,66	96,34	83,50	80,44	56,50
V ₃	S ₁	4,37	95,63	81,25	77,70	61,75
	S ₂	3,57	96,43	80,75	77,88	59,75
	S ₃	3,43	96,57	76,75	74,12	63,25
V ₄	S ₁	5,35	94,65	79,25	75,01	57,75
	S ₂	7,91	92,09	80,00	73,67	52,75
	S ₃	3,72	96,28	83,50	80,39	54,75
	S ₁	3,60	96,40	81,88	78,93	56,88
	S ₂	3,87	96,13	80,05	76,95	58,94
	S ₃	3,39	96,61	81,94	79,16	59,69
	V ₁	2,19	97,81	82,83	81,02	57,83
	V ₂	2,84	97,16	82,42	80,08	59,08
	V ₃	3,79	96,21	79,58	76,56	61,58
	V ₄	5,64	94,36	80,92	76,36	55,08

Tabela 8 - Médias obtidas no ensaio de campo.

		"Stand" inicial (%)	"Stand" final (%)	Produção (gramas/parcela)
Testemunha		81,21	74,42	853,65
Fatorial		77,08	70,71	777,31
V ₁	S ₁	79,28	75,32	846,50
	S ₂	79,04	71,25	784,00
	S ₃	77,50	71,77	808,50
V ₂	S ₁	78,93	72,29	802,50
	S ₂	76,85	70,30	716,75
	S ₃	78,33	70,94	698,00
V ₃	S ₁	76,04	69,27	729,75
	S ₂	76,28	69,17	761,00
	S ₃	75,04	70,21	818,25
V ₄	S ₁	75,08	69,71	767,00
	S ₂	74,85	66,74	795,75
	S ₃	77,76	71,59	799,75
S ₁		77,33	71,65	786,44
S ₂		76,75	69,37	764,38
S ₃		77,17	71,13	781,13
V ₁		78,61	72,78	813,00
V ₂		78,04	71,18	739,08
V ₃		75,79	69,55	769,67
V ₄		75,89	69,34	787,50

Tabela 9 - Valores de F e dos coeficientes de variação obtidos nas análises dos dados dos ensaios de laboratório.

Causas de Variação	Sementes quebradas	Pureza física	Germinação	Valor cultural	Vigor
Semeadoras (S)	0,46 ^{ns}	1,07 ^{ns}	3,13 ^{ns}	4,27 [*]	0,54 ^{ns}
Velocidades (V)	85,99 ^{**}	98,15 ^{**}	7,20 ^{**}	20,79 ^{**}	1,32 ^{ns}
S x V	13,33 ^{**}	19,98 ^{**}	5,24 ^{**}	6,21 ^{**}	2,15 ^{ns}
Fatorial x testemunha	92,83 ^{**}	107,51 ^{**}	23,44 ^{**}	49,25 ^{**}	2,27 ^{ns}
Veloc. d. S ₁	31,19 ^{**}	35,70 ^{**}	4,64 ^{**}	12,73 ^{**}	0,98 ^{ns}
Veloc. d. S ₂	90,61 ^{**}	99,43 ^{**}	0,23 ^{ns}	7,21 ^{**}	3,22 [*]
Veloc. d. S ₃	2,86 [*]	2,98 [*]	12,81 ^{**}	13,28 ^{**}	1,42 ^{ns}
Semead. d. V ₁	8,00 ^{**}	7,31 ^{**}	2,98 ^{ns}	1,70 ^{ns}	1,70 ^{ns}
Semead. d. V ₂	7,77 ^{**}	5,64 [*]	3,96 [*]	3,15 [*]	4,70 [*]
Semead. d. V ₃	2,93 ^{ns}	3,54 [*]	6,19 ^{**}	4,04 [*]	0,21 ^{ns}
Semead. d. V ₄	39,77 ^{**}	44,52 ^{**}	5,72 ^{**}	14,03 ^{**}	0,37 ^{ns}
Coef. de variação	8,40	0,77	2,17	2,07	9,46

ns = não significativo

* = mostra significância ao nível de 5% de probabilidade

** = mostra significância ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 10 - Valores de F e dos coeficientes de variação obtidos na análise de variância dos dados do ensaio de campo.

Causas de Variação	"Stand" inicial	"Stand" final	Produção de grãos
Blocos	0,37 ^{ns}	14,03 ^{**}	0,86 ^{ns}
Semeadoras (S)	0,41 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Velocidades (V)	6,99 ^{**}	2,04 ^{ns}	1,15 ^{ns}
S x V	1,78 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,71 ^{ns}
Fatorial x teste <u>munha</u>	18,35 ^{**}	3,44 ^{ns}	1,95 ^{ns}
Veloc. d. S ₁	4,90 ^{**}	2,13 ^{ns}	0,90 ^{ns}
Veloc. d. S ₂	3,33 [*]	0,96 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Veloc. d. S ₃	2,32 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,13 ^{ns}
Semead. d. V ₁	1,04 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Semead. d. V ₂	1,30 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,12 ^{ns}
Semead. d. V ₃	0,46 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,78 ^{ns}
Semead. d. V ₄	2,94 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Coef. de Var.	2,10	4,22	13,43

ns = não significativo

* = mostra significância ao nível de 5% de probabilidade

** = mostra significância ao nível de 1% de probabilidade

5.1. Sementes quebradas

A análise da variância dos dados, somente não acusou valor de F significativo para semeadoras.

Tabela 11 - Sementes quebradas ($x = \text{arc sen } \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem). Médias obtidas para as três semeadoras operando nas quatro velocidades, médias de semeadoras, de velocidades, média do fatorial, da testemunha e, diferenças mínimas significativas para semeadoras, velocidades e desdobramentos.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	Semeadoras
S ₁	8,59	9,00	12,00	13,36	10,74
S ₂	7,23	8,95	10,93	16,34	10,86
S ₃	9,57	10,98	10,66	11,12	10,58
Velocidades	8,46	9,64	11,20	13,61	

\hat{m} fatorial =	6,56 10,73	\hat{m} testemunha =	10,73 6,56
-------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

	Semeadoras	0,72
D.M.S. 5% (Tukey)	Velocidades	0,91
	Semeadoras dentro de veloc.	1,43
	Veloc. dentro de semeadoras	1,58

Como o valor de F encontrado para testemunha vs. fatorial foi altamente significativo, pode-se afirmar que a média do fatorial (semeadura mecânica) foi superior à da testemunha (semeadura manual), ou seja, a semeadura mecânica provocou quebras significativas nas sementes de soja.

Examinando-se a tabela 11, verifica-se que dentro da semeadora S_1 , as médias encontradas nas velocidades V_1 e V_2 foram inferiores às encontradas nas velocidades V_3 e V_4 , sendo que as demais não diferiram entre si; dentro da semeadora S_2 , as médias encontradas em cada velocidade diferiram entre si, cujos valores aumentaram com o aumento da velocidade; dentro da semeadora S_3 , embora o teste F tenha sido significativo, o teste de Tukey não acusou nenhum contraste de duas médias significativo.

De uma forma geral não houve diferenças entre semeadoras, porém, no desdobramento semeadoras dentro de velocidades pode-se observar diferenças entre semeadoras. Assim, dentro da velocidade V_1 , a média da semeadora S_3 foi superior à de S_2 ; dentro de V_2 , a média de S_3 foi superior à de S_1 e S_2 ; dentro de V_3 as semeadoras não diferiram entre si, enquanto que dentro de V_4 , as três semeadoras utilizadas diferiram entre si, sendo a média de S_2 superior à de S_1 e esta superior à de S_3 .

Pela comparação entre velocidades, verifica-se que todos os contrastes entre duas médias são significativos ao nível de 5% de probabilidade, e que as maiores médias corresponderam às maiores velocidades.

5.2. Pureza física

Como no caso anterior, a análise da variância para pureza física só não apresentou valor de F significativo para semeadoras.

Tabela 12 - Pureza física ($\alpha = \text{arc sen } \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem). Médias obtidas para as três semeadoras operando nas quatro velocidades, médias de semeadoras, de velocidades, média do fatorial, da testemunha e, diferenças mínimas significativas para semeadoras, velocidades e desdobramentos.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	Semeadoras
S ₁	81,46	81,00	78,00	76,64	79,28
S ₂	82,59	81,10	79,19	73,68	79,14
S ₃	80,48	79,45	79,34	78,88	79,53
Velocidades	81,51	80,52	78,84	76,40	
\bar{m} fatorial =	79,32			\bar{m} testemunha =	83,43
D.M.S. 5% (Tukey)	Semeadoras				0,67
	Velocidades				0,86
	Semeadoras dentro de veloc.				1,34
	Veloc. dentro de semeadoras				1,48

A análise da variância revelou um valor de F altamente significativo para testemunha vs. fatorial, donde deduz-se que a semeadura mecânica reduziu significativamente a pureza física.

Pelo exame da tabela 12 verifica-se que na semeadora S_1 , as médias encontradas nas velocidades V_1 e V_2 foram superiores às encontradas em V_3 e V_4 ; na semeadora S_2 observa-se que as médias decresceram com o aumento da velocidade e que, todos os contrastes entre duas médias foram significativos ao nível de 5% de probabilidade; na semeadora S_3 , apenas a média de V_1 foi superior à de V_4 .

A comparação entre semeadoras mostra que, de uma forma geral, elas não diferiram entre si, porém, no desdobramento semeadoras dentro de velocidades, pode-se ver que existem diferenças. Assim, dentro da velocidade V_1 , a semeadora S_2 foi superior à S_3 ; dentro de V_2 , S_3 foi inferior a S_2 e S_1 , sendo que estas não diferiram entre si; na velocidade V_3 não houve diferenças entre semeadoras, enquanto que, dentro de V_4 as três semeadoras diferiram entre si, sendo S_3 superior a S_1 e esta, superior a S_2 .

Confrontando-se as médias de velocidades, verifica-se que a pureza física diminuiu com o aumento da velocidade, sendo todos os contrastes entre duas médias significativos ao nível de 5% de probabilidade.

5.3. Germinação

A exemplo das análises de sementes quebradas e de pureza física, a análise da variância dos dados obtidos nos testes de germinação somente não acusou valor de F significativo para semeadoras.

O valor de F encontrado para fatorial vs. testemunha foi altamente significativo, o que comprova a superioridade da semeadura manual em relação à mecânica.

Tabela 13 - Germinação ($x = \text{arc sen } \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem). Médias obtidas para as três sementeiras operando nas quatro velocidades, médias de sementeiras, de velocidades, média do fatorial, da testemunha e, diferenças mínimas significativas para sementeiras, velocidades e desdobramentos.

	V_1	V_2	V_3	V_4	Sementeiras
S_1	66,05	66,05	64,37	62,91	64,84
S_2	64,19	63,64	64,01	63,44	63,82
S_3	66,46	66,07	61,18	66,05	64,94
Velocidades	65,56	65,25	63,19	64,13	
\hat{m} fatorial =	64,53		\hat{m} testemunha =	68,07	
D.M.S. 5% (Tukey)	Sementeiras				1,21
	Velocidades				1,54
	Sementeiras dentro de veloc.				2,42
	Veloc. dentro de sementeiras				2,66

Observando-se a tabela 13, nota-se que na sementeira S_1 , as médias encontradas nas velocidades V_1 e V_2 foram superiores à encontrada em V_4 ; dentro de S_2 , não ocorreu nenhum contraste de duas médias significativo e, na sementeira S_3 , apenas a média encontrada na velocidade V_3 foi inferior às encontradas nas demais velocidades.

Comparando-se as médias de semeadoras, observa-se que, de uma forma geral, elas não diferiram entre si, mas no desdobramento semeadoras dentro de velocidades, notam-se diferenças. Embora dentro da velocidade V_1 as três semeadoras não houvessem diferido entre si, dentro de V_2 as semeadoras S_1 e S_3 foram superiores à S_2 ; dentro de V_3 , S_3 foi superior a S_1 e S_2 e, dentro de V_4 , S_3 foi superior a S_1 e S_2 .

O confronto entre as médias de cada velocidade testada nas três semeadoras, mostra que a média de V_3 foi inferior às de V_1 e V_2 , enquanto que, os demais contrastes não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade.

5.4. Valor cultural

A análise da variância acusou valores de F significativos para todas as causas de variação.

A análise da variância acusou valor de F altamente significativo para fatorial vs. testemunha, donde deduz-se que a testemunha foi superior ao fatorial.

Confrontando-se as médias referentes a velocidade dentro de semeadoras apresentadas na tabela 14, verifica-se que, dentro da semeadora S_1 , as médias de V_1 e V_2 foram superiores às de V_3 e V_4 ; dentro da semeadora S_2 , as médias de V_1 , V_2 e V_3 são superiores à de V_4 e, dentro da semeadora S_3 , as médias de V_1 , V_2 e V_4 são superiores à de V_3 .

A comparação entre as médias obtidas para se medidas mostra que S_3 foi superior a S_2 , de uma forma geral.

No desdobramento semeadoras dentro de velocidades, verifica-se que, dentro da velocidade V_1 , as semeadoras não diferiram entre si; dentro de V_2 , a semeadora S_1 foi superior à S_2 ; na velocidade V_3 , S_2 foi superior a S_3 e, na velocidade V_4 , a semeadora S_3 foi superior às outras duas.

O confronto entre as médias de cada velocidade testada nas três semeadoras, mostra que as médias de V_1 e V_2 foram superiores às de V_3 e V_4 .

Tabela 14 - Valor cultural ($x = \text{arc sen } \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem). Médias obtidas para as três semeadoras operando nas quatro velocidades, médias de semeadoras, de velocidades, da testemunha e, diferenças mínimas significativas para semeadoras, velocidades e desdobramentos.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	Semeadoras	
S ₁	64,64	64,50	61,30	60,02	62,62	
S ₂	63,21	62,26	61,95	59,15	61,64	
S ₃	64,70	63,85	59,44	63,73	62,93	
Velocidades	64,18	63,53	60,90	60,97		
\hat{m} fatorial =	62,39		\hat{m} testemunha =	67,14		
D.M.S. 5% (Tukey)					Semeadoras	1,12
					Velocidades	1,42
					Semeadoras dentro de veloc.	2,24
					Veloc. dentro de semeadoras	2,47

5.5. Vigor

Na análise da variância dos dados não foi encontrado valor de F significativo para nenhuma das causas de variação.

Tabela 15 - Vigor ($x = \text{arc sen } \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem). Médias obtidas para as três sementeiras operando nas quatro velocidades, médias de sementeiras, de velocidades, média do fatorial e da testemunha.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	Sementeiras	
S ₁	48,48	46,15	51,82	49,49	48,99	
S ₂	47,61	56,09	50,65	46,61	50,24	
S ₃	53,34	48,76	52,84	47,75	50,68	
Velocidades	49,82	50,34	51,77	47,95		
\hat{m} fatorial =	49,97				\hat{m} testemunha =	53,70

5.6. "Stand" inicial

A análise da variância somente acusou valores de F significativos para velocidades e fatorial.

Observando-se as médias encontradas na tabela 16 verifica-se que, no desdobramento velocidades dentro de sementeira, as médias de V₁ e V₂ foram superiores à de V₄; na sementeira S₂, a média de V₁ foi superior à de V₄ e, em S₃, as velocidades não diferiram entre si.

Tabela 16 - "Stand" inicial ($\alpha = \arcsin \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem). Médias obtidas para as três semeadoras operando nas quatro velocidades, médias de semeadoras, de velocidades, média do fatorial, da testemunha e, diferenças mínimas significativas para semeadoras, velocidades e desdobramentos.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	Semeadoras
S ₁	62,93	62,70	60,71	60,05	61,90
S ₂	62,75	61,26	60,88	59,90	61,19
S ₃	61,71	62,27	60,04	61,90	61,48
Velocidades	62,46	62,08	60,54	60,61	
\hat{m} fatorial =	61,42			\hat{m} testemunha =	64,31
D.M.S. 5% (Tukey)	Semeadoras				1,12
	Velocidades				1,42
	Semeadoras dentro de veloc.				2,26
	Veloc. dentro de semeadoras				2,46

Na comparação de semeadoras observa-se que, de uma forma geral, elas não apresentaram diferenças entre si, o que é confirmado pela análise do desdobramento semeadoras dentro de velocidades, onde não ocorreu nenhum contraste de

duas médias significativo.

Com relação a velocidades, verifica-se que V_1 e V_2 foram superiores a V_3 e V_4 .

5.7. "Stand" final

A análise da variância não acusou nenhum valor de F significativo para nenhuma causa de variação.

Tabela 17 - "Stand" final ($x = \text{arc sen } \sqrt{P/100}$, onde P = dados em porcentagem). Médias obtidas para as três semeadoras operando nas quatro velocidades, médias de semeadoras, de velocidades, média do fatorial e da testemunha

	V_1	V_2	V_3	V_4	Semeadoras	
S_1	60,23	58,30	56,43	56,61	57,89	
S_2	57,64	57,08	56,33	54,90	56,49	
S_3	57,92	57,52	57,00	57,87	57,58	
Velocidades	58,60	57,63	56,59	56,46		
\bar{m} fatorial =	57,32				\bar{m} testemunha =	59,66

5.8. Produção de grãos

A análise da variância não acusou nenhum valor de F significativo para nenhuma das causas de variação.

Tabela 18 - Produção de grãos (gramas por parcela). Médias obtidas para as três semeadoras operando nas quatro velocidades, médias de semeadoras, de velocidades, média do fatorial e da testemunha.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	Semeadoras
S ₁	846,50	802,50	729,75	767,00	786,44
S ₂	784,00	716,75	761,00	795,75	764,38
S ₃	808,50	698,00	818,25	799,75	781,13
Velocidades	813,00	739,08	769,67	787,50	
\hat{m} fatorial = 777,31					\hat{m} testemunha = 853,65

6. DISCUSSÃO

Pela revisão da literatura evidencia-se a grande importância das danificações mecânicas em sementes, pois os resultados obtidos pelos diferentes autores confirmam os pronunciados efeitos deletérios que elas provocam, principalmente no que diz respeito à germinação e ao vigor.

Devido a morfologia e estrutura apresentadas pelas sementes das grandes culturas das leguminosas, particularmente as de soja, feijão e amendoim, elas são bastante suscetíveis às danificações mecânicas, existindo muitos trabalhos sobre o assunto, podendo-se destacar aqueles mencionados na revisão bibliográfica. Confirmou-se, no entanto, a observação feita por POLLOCK e ROOS (1972), ou seja, as considerações sobre os efeitos das danificações mecânicas em sementes usualmente referem-se às operações de trilhagem e beneficiamento, pouco existindo com relação à sementeira mecânica, onde o problema pode também ser bastante sério.

No presente estudo procurou-se avaliar os efeitos das danificações mecânicas em sementes de soja na operação de sementeira, utilizando-se sementeiras de três diferentes fabricantes e que são bastante utilizadas entre nós.

As velocidades escolhidas abrangeram aquelas

normalmente empregadas nos trabalhos de campo; a semente manual foi introduzida como testemunha para que se tivesse um tratamento completamente livre de sementes contendo danificações causadas por semeadora.

A cultivar Santa Rosa foi escolhida porque ultimamente vem sendo a mais plantada não só no Estado de São Paulo, mas também no Brasil.

As sementes foram adquiridas num Posto de Sementes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) para bem representar o material utilizado pelo nosso agricultor.

No momento da instalação dos ensaios, as sementes se apresentavam com um teor de umidade relativamente baixo (9,2%), em consequência de estarem em equilíbrio com a umidade relativa do ambiente. Desta forma, não se estudou os efeitos das danificações mecânicas em diferentes níveis de umidade, não obstante a ênfase dada por muitos autores como técnicos da ASGROW, INCORPORATED (1949), ATKIN (1958), BARRIGA (1961), DEXTER (1966), ZINK (1966), GREEN et alii (1966) e outros. Também não foi possível estudar os efeitos com relação ao local afetado, embora ZINK (1966) e CARVALHO (1969) tenham demonstrado a importância do fato.

As avaliações dos danos mecânicos ocorridos nos vários tratamentos foram feitas através de ensaios conduzidos no laboratório e no campo.

Em todos os ensaios de laboratório, com exceção do vigor, os resultados dessas avaliações mostraram efeitos significativos nos vários tratamentos.

A porcentagem de sementes quebradas (pedaços iguais ou menores que o tamanho original da semente) foi influenciada principalmente pelo fator velocidade, o que pode ser comprovado pelos altos valores de F encontrados nas análises de variância (tabela 9). Os dados encontrados para as três semeadoras operando nas quatro velocidades testadas, mos

tram que a porcentagem de quebras nas sementes aumenta com o aumento da velocidade de semeadura, o que está de acordo com os resultados obtidos por MOREIRA et alii (1978) que trabalharam com sementes de amendoim. De fato, maiores velocidades de semeadura implicam em maiores velocidades angulares dos discos e, conseqüentemente, maiores possibilidades de ocorrência de danificações mecânicas nas sementes pelos choques e abrasões contra o rizador ou nivelador e as bordas dos orifícios dos disco, além do maior atrito da camada inferior de sementes com o disco giratório. MOREIRA et alii (1978) observaram que o principal ponto de quebra de sementes é aquele entre o orifício da base do depósito e a face inferior do disco, pois, devido à insuficiência de tempo para cair do orifício do disco, a semente é cisalhada ao ficar presa entre a borda do orifício do disco e a borda do orifício da base do depósito.

A comparação entre semeadoras mostra que, de uma forma geral, elas não diferiram entre si. No entanto, observa-se que, para uma determinada velocidade, pode haver diferenças entre semeadoras. Assim, na velocidade V_4 (10km/h) onde as três semeadoras diferiram significativamente entre si, verifica-se, pelo exame das tabelas 2 e 11, que a porcentagem de sementes quebradas foi sempre maior para a semeadora que apresenta maior razão entre a velocidade angular do centro do orifício do disco e a velocidade linear de deslocamento da semeadora.

Como o lote original apresentava 100% de pureza física (tabela 1), era de se esperar que o mesmo ocorresse para o tratamento testemunha. No entanto, devido ao transporte e manuseio das sementes com um teor de umidade relativamente baixo, no momento da instalação dos ensaios algumas sementes encontravam-se partidas ao longo dos cotilédones e foram consideradas como material inerte, de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL,

M.A., 1967). Desta forma, a pureza física de cada tratamento correspondeu a diferença entre 100% e a porcentagem de sementes quebradas e, conseqüentemente, os resultados obtidos para pureza física conduzem a conclusões semelhantes àquelas obtidas para sementes quebradas.

Uma vez eliminadas as sementes quebradas, que obviamente não mais germinariam, restaram as sementes consideradas puras, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1967), as quais foram então submetidas aos testes de germinação e de vigor, conforme as técnicas já descritas anteriormente, para se avaliar os possíveis efeitos sobre estes atributos fisiológicos causados pelas semeadoras.

A análise da germinação revelou uma nítida superioridade do tratamento testemunha em relação ao fatorial, pelo alto valor de F encontrado na análise da variância. Esta queda de germinação deveu-se provavelmente às danificações mecânicas ocorridas no eixo embrionário, pois, na semente de soja, além de ocupar uma posição superficial, ele é protegido apenas por um delicado tegumento. Pelos dados da tabela 13 observa-se que, de uma forma geral, as semeadoras não diferiram entre si; apesar de algumas diferenças terem ocorrido dentro das três maiores velocidades, nota-se que os dados ora foram superiores para uma, ora para outra semeadora, o que impede qualquer conclusão definida. Observando-se os dados obtidos para velocidades dentro de semeadoras, percebe-se uma tendência geral de os menores valores corresponderem às maiores velocidades, muito embora, na maioria das vezes, as diferenças não tenham sido significativas ao nível de 5% de probabilidade. Na semeadora S_3 , o valor encontrado para a velocidade V_3 foi bastante estranho, não se encontrando uma explicação plausível para o fato.

Com base nos resultados das análises de pureza física e de germinação, obteve-se o valor cultural de cada tratamento, através da expressão já citada em material e

métodos. A importância do valor cultural acenta-se, de forma especial, no aspecto econômico, pois, envolve dois dos mais importantes fatores de qualidade da semente: a germinação e a pureza física. Apesar de não representar com exatidão o comportamento das sementes no campo porque é baseado na germinação obtida em laboratório sob condições favoráveis, o valor cultural deve ser considerado como um bom auxiliar para o lavrador, principalmente no que diz respeito à quantidade de sementes de um determinado lote a ser adquirido e à densidade de semeadura a ser utilizada para se obter um "stand" desejado. Pelas razões ora mencionadas e também porque foram constatados efeitos de danificações mecânicas sobre a pureza física e a germinação das sementes de soja provocados pela semeadura mecânica simulada, julgou-se de grande interesse o estudo do valor cultural.

Os resultados do valor cultural, sendo calculados através da porcentagem de germinação e de pureza física, enfatizam as conclusões obtidas para estas análises. Desta forma verifica-se, pelos dados da tabela 14, que a velocidade de semeadura foi o principal fator que afetou o valor cultural. Embora nem todos os contrastes entre duas médias tenham sido significativos, pode-se observar que os valores encontrados foram sempre menores quando se empregaram as maiores velocidades; a exceção ocorrida em S_3V_3 deveu-se à baixa porcentagem de germinação obtida neste tratamento. Pela comparação entre semeadoras nota-se que a média de S_2 , embora diferindo estatisticamente apenas de S_3 , foi a de menor valor, fato já ocorrido para sementes quebradas dentro da velocidade V_4 . Dentro das velocidades estudadas, apenas não se verificaram diferenças na velocidade V_1 ; no entanto, pelos dados obtidos, não se pode apontar o melhor desempenho para esta ou aquela semeadora, uma vez que, nenhuma se destacou das demais de uma forma constante.

No ensaio de campo, os resultados mostraram efeitos significativos apenas para o "stand" inicial, não se verificando nenhum valor de F significativo para o "stand" final e para a produção de grãos.

O "stand" inicial proporcionado pela semente manual (testemunha) foi superior ao da semente mecânica (fatorial) o que pode ser verificado pelo alto valor de F acusado pela análise da variância. Este fato pode ser atribuído as danificações mecânicas que as semeadoras causaram especificamente nas sementes que se apresentavam com aspecto normal (sementes puras), visto que, as sementes quebradas não foram semeadas, pois, obviamente não germinariam e provavelmente mascarariam o efeito da semente mecânica simulada nas sementes aparentemente normais (puras). Também o valor de F encontrado para velocidades foi altamente significativo, confirmando portanto, a sua importância na semente mecânica da soja. Embora a interação semeadoras vs. velocidades não tenha acusado valor de F significativo, na tabela 16 podem ser observados, no desdobramento velocidades dentro de semeadoras, alguns contrastes significativos entre duas médias, sendo superiores as médias obtidas para as menores velocidades.

Há que se reforçar ainda, o fato de que, antes da semente, foram eliminados os fragmentos iguais ou inferiores ao tamanho original da semente, os quais em grande parte, apareceram em consequência das danificações mecânicas ocorridas nas semeadoras.

Diante dos resultados aqui obtidos, sugere-se a continuidade futura da presente pesquisa, envolvendo diferentes cultivares e mesmo outras espécies vegetais com diversos teores de umidade nas sementes, além de outros tipos de semeadoras.

7. CONCLUSÕES

A análise e a interpretação dos dados dos ensaios realizados, nas condições do presente trabalho, permitiram as seguintes conclusões:

1) As três semeadoras testadas provocaram danificações mecânicas nas sementes de soja, cujos efeitos foram significativos para a maioria das características estudadas;

2) De uma forma geral as semeadoras utilizadas não diferiram entre si quanto à extensão dos danos provocados nas sementes;

3) A velocidade de semeadura foi o principal fator que afetou a extensão das danificações mecânicas causadas pelas semeadoras; com o seu aumento, aumentou a intensidade dos danos mecânicos nas sementes de soja.

8. SUMMARY

"Effects of mechanical damages caused by planters to soybean (Glycine max (L.) Merrill) seeds".

The objective of the present study was to evaluate the effects of mechanical damage on soybean (Glycine max (L.) Merrill) seeds occurring during mechanical seeding.

The seeds were of the cultivar Santa Rosa, with 9.2% moisture content at the time of the tests. Three commercial planters of different trade marks were also used.

Each planter was attached to a metal frame having a special power drive and a device permitting speed control. The speeds employed were comparable with those which would be obtained if the machines were running a field planting at 4, 6, 8 and 10 kilometers per hour.

After passing through the planters, the seeds were collected in vessels, and tested as it was programmed; the check consisted of seeds that were not subjected to the operation of simulated planting.

The seeds were tested in laboratory as to broken seeds, purity, germination, cultural value, and vigor, and in the field as to initial stand, final stand, and yield.

The laboratory tests were conducted at the Seed Section, in Campinas, and the field tests at the Experiment Station of Piracicaba, both pertaining to the Agronomic Institute of the State of São Paulo.

The results obtained suggested the following conclusions: a) the three planters caused mechanical damage to the soybean seeds; b) in general, there were no differences among planters, as to the intensity of damage caused to the seeds, and c) the planting speed was the main factor which affected the intensity of damage caused by the planters.

9. LITERATURA CITADA

ABRAHÃO, J.T.M., 1971. Contribuição ao estudo de efeito de da
nificações mecânicas em sementes de feijoeiro (Phaseolus
vulgaris L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 112 p. (Tese de Dou
toramento).

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

ASGROW, INCORPORATED, 1949. A study of mechanical injury to
seed beans. New Haven, Associated Seed Growers. 46 p.

ATKIN, J.D., 1958. Relative susceptibility of snap bean varie
ties to mechanical injury of seeds. Proceedings of the
American Society Horticultural Science. College Park, 72:
370-373.

BAINER, R., 1947. Precision planting equipment. Agricultural
Engineering. St. Joseph, Mich. 28(2):49-54.

- BARMINGTON, R.D., 1948. The relation of seed, cell size, and speed to beet planter performance. Agricultural Engineering. St. Joseph, Mich. 29(12):533-536.
- BARRIGA, C., 1961. Effects of mechanical abuse of navy bean seed at various moisture levels. Agronomy Journal. Madison, 53:250-251.
- BATAGLIA, O.C.; H.A.A. MASCARENHAS; J.P.F. TEIXEIRA e O. TISSELI Fº, 1976. Acúmulo de matéria seca e nutrientes, em soja cultivar Santa Rosa. Bragantia. Campinas, 35(21):237-242.
- BORTHWICK, H.A., 1932. Thresher injury in baby lima beans. Journal of Agricultural Research. Washington, 44(6):503 - 510.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, 1967. Equipe Técnica de Sementes e Mudanças. Regras para Análise de Sementes. Rio de Janeiro, 120 p.
- BRUWER, J.J., 1971. Official reports on planter tests. Farming in South Africa. Pretoria, 47(6):5-56.
- BUNCH, H.D., 1960. Mechanical injury in seeds. Its causes and effects. In: 23th Annual Convention South Carolina Seedsmen's Association. Clemson, 8 p.
- CARVALHO, N.M., 1969. Some physiological responses of cowpea seed (Vigna sinensis) to mechanical injury. Mississippi. Mississippi State University, 84 p. (Thesis M.S.).

- COELHO, R.C., 1974. Efeito imediato de danos mecânicos em sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill). Semente. Brasília (0):8-9.
- COPELAND, L.O., 1972. How seed damage affects germination. Crops & Soils. Madison, 24:9-11.
- CROSSIER, W., 1942. Baldheads in beans, occurrence and influence on yields. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. Fort Collins, 34:118-123.
- DELOUCHE, J.C., 1967. Mechanical damage to seed. In: Short Course for Seedsmen, Mississippi State University, p.69-71.
- DELOUCHE, J.C., 1972. Harvesting, handling and storage of soybean seed. In: Proceedings of the short course for seedsmen. Mississippi State University, p. 17-22.
- DELOUCHE, J.C., 1974. Soybean seed storage. In: Proceedings Southeastern soybean seed seminar. Mississippi State University, p. 99-119.
- DEXTER, S.T., 1966. Conditioning dry bean seed (Phaseolus vulgaris L.) for better processing quality and seed germination. Agronomy Journal. Madison, 58:629-631.
- DORREL, D.G. e M. W. ADAMS, 1969. Effect of some characteristics on mechanically induced seedcoat damage in navy beans (Phaseolus vulgaris L.). Agronomy Journal. Madison, 61:672-673.

- DRAKE, V.C., 1946. Comparison on yield in snap bean between normal and certain types of abnormal plants. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. Fort Collins, 36:164-172.
- GOSS, W.L., 1935. Germination of Fordhook lima beans. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. Fort Collins, 27:52-55.
- GRECO, C.; J.F. de MENEZES; P.E. de ARRUDA; P.R. VIEIRA e R. M. GOMES, 1968. Ensaio de semeadeira-adubadeira. Jun- diaí, Divisão de Mecanização Agrícola, 25 p. (Relatório nº 6).
- GREEN, D.E.; L.E. CAVANAH e E.L. PINNEL, 1966. Effect of seed moisture content, field weathering, and combine cylinder speed on soybean seed quality. Crop Science. Madison, 1(6):7-10.
- GRINSPUN, M., 1974. Germinação e vigor de sementes de feijão macacará (Vigna sinensis L.) submetidas a injúrias mecânicas sob dois teores de umidade. Piracicaba, ESALQ/USP, 92 p. (Dissertação de Mestrado).
- GRODZKI, L., 1975. Resultados preliminares sobre a determinação de perdas e danos mecânicos em soja (Glycine max (L.) Merrill), durante a colheita. Semente. Brasília, 1(1) : 44-52.
- HARTER, L.L., 1930. Thresher injury a cause of baldhead in beans. Journal of Agricultural Research. Washington, 40:371-384.

- HULBERT, H.W. e G.M. WHITNEY, 1934. Effect of seed injury upon the germination of Pisum sativum. Journal of the American Society of Agronomy. New York, 26:876-884.
- HURD, A.M., 1921. Seed-coat injury and viability of seeds of wheat and barley as factors in susceptibility to molds and fungicides. Journal of Agricultural Research. Washington, XXI(2):99-122.
- INGALLS, R.A., 1946. A study of the occurrence of baldheads in beans and a comparison of their field performance with that of normal plants. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. Fort Collins, 36:177-183.
- MAEDA, J.A.; M.A.C. MIRANDA; D. ARKCOLL e E. ZINK, 1977. Influência de diversos fatores externos sobre a qualidade da semente de soja. Bragantia. Campinas, 36(17):179-186.
- MCBIRNEY, S.W., 1948. The relation of planter development to sugar-beet seedling emergence. Agricultural Engineering. St. Joseph, Mich., 29(12):533-536.
- MIYAZAKA, S., 1973. Cuidados na colheita da soja. Atualidades Agronômicas. São Paulo, 1(1):34-36.
- MOORE, R.P., 1956. Mechanically damaged seed seriously reduce crop stand. Southern Seedsmen. San Antonio, 19(11) : 40.
- MOORE, R.P., 1972. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E.W., ed. Viability of seeds. London, Chapman & Hall, p. 94-113.

MOREIRA, C.A.; J.C.V.N.A., PEREIRA ; J.F. MENEZES e J.A.S.COSTA, 1978. Estudo do desempenho de mecanismos dosadores-distribuidores de sementes em semeadeiras-adubadeiras. Campinas, Instituto Agronômico, Circular nº 60 (no prelo).

NUTILE, G.E., 1946. Growth and yield of baldhead bean plants in the field. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. Fort Collins, 36:177-183.

OATHOUT, C.H., 1928. The vitality of soybean seed as affected by storage condition and mechanical injury. Journal of the American Society of Agronomy. New York. 20:837-855.

PETERS, L.V. e C.R. FENSTER, 1965. Sorghum seed damaged during planting. Crops & Soils. Madison, 17(5):25.

PICKETT, L.K., 1973. Mechanical damage and processing loss during navy bean harvesting. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Mich., 16(6):1047-1050.

PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de Estatística Experimental. 6ª ed. Piracicaba, ESALQ/USP, 430 p.

POLLOCK, B.M. e E.E. ROOS, 1972. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T.T. ed. Seed Biology. New York, Academic Press, V.I , p. 313-387.

POPINIGIS, F., 1972. Immediate effects of mechanical injury on soybean (Glycine max (L.) Merrill) seed. Mississippi, Mississippi State University, 75 p. (Thesis M.S.).

- RANZANI, G.; O.FREIRE e T. KINJO, 1966. Carta de Solos do município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos, ESALQ, 85 p.
- SEDIYAMA, C.S.; C. VIEIRA; T. SEDIYAMA; A.A. CARDOSO e M.M.ES TEVÃO, 1972. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. Experientiae. Viçosa, 14(5):117-141.
- SINGH, B. e D. E. LINVILL, 1977. Determining the effect of pod and grain moisture content on threshing loss and damage of navy beans. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Mich. 20(2):226-231.
- SNEDECOR, G.W., 1945. Métodos Estatísticos. Lisboa, Ministério da Economia, 469 p.
- STANWAY, V., 1974. Germination response of soybean with damaged seed coats. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. Fort Collins, 64:97-101.
- TOLEDO, F.F. e J. MARCOS FILHO, 1977. Manual das Sementes. Tecnologia da Produção. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. 224 p.
- WESTER, R.E., 1946. Comparison of yield between normal and baldhead snap bean plants. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. Fort Collins, 36:172-177.
- ZINK, E., 1966. Immediate and latent effects of mechanical abuse on the germination of soybean seed. Mississippi, Mississippi State University, 55 p. (Thesis M.S.).