

AVALIAÇÃO DAS PERDAS E QUALIDADE DE SEMENTE NA COLHEITA MECÂNICA DE SOJA

NILTON P. DA COSTA, CEZAR M. MESQUITA e ADEMIR A. HENNING¹

RESUMO. A colheita mecânica da soja acarreta perda de sementes que são deixadas na superfície do solo. Além disso, os impactos dos mecanismos da colhedeira sobre a semente afetam a sua qualidade fisiológica, de imediato ou de forma gradativa, durante a armazenagem. Visando avaliar a dimensão desses fenômenos, buscou-se determinar os índices de perdas na colheita mecânica e avaliar os efeitos desse processo sobre a qualidade fisiológica das sementes, em três níveis de umidade. Após seis meses de armazenagem, foi reavaliada a qualidade fisiológica das amostras e também comparados os níveis de infecção das sementes colhidas manual e mecanicamente. Os dados foram levantados em 41 propriedades das principais regiões produtoras do Estado do Paraná. Em cada propriedade, foram colhidas dez amostras (cinco manual e 5 mecanicamente), determinando-se os seus teores de umidade no momento da colheita. Os resultados acusaram a perda média de 10,2% de grãos deixados no solo após a colheita. A plataforma de corte foi responsável por 84,8% dessas perdas, os mecanismos internos (trilha, separação e limpeza), por 12% , e a perda antes da colheita , por 3,2 %. As perdas, o dano mecânico e a incidência de doenças foram significativamente maiores e teores de umidade inferiores a 11,5% do que aquelas observados na faixa de 11,5 a 14% de umidade. A incidência de danos ocasionados pela colheita mecânica foi significativamente maior do que aquelas ocasionadas pela colheita manual. Após a armazenagem, a energia germinativa, o vigor e a germinação normal das sementes descrecerem significativamente, para as sementes colhidas mecanicamente. A análise sanitária das sementes após armazenagem revelou maior incidência de *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.* e bactérias, não identificadas, nas amostras colhidas mecanicamente. Em contraposição, a ocorrência de *Phomopsis sp.* e *C. Kukuchii* foi maior nas amostras colhidas manualmente.

Termos para indexação: soja, colheita, perda, sementes, viabilidade, microorganismos.

¹ M.Sc., Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Soja. EMBRAPA, Cx. Postal 1061, 86.100 - Londrina, PR.

ABSTRACT. EVALUATION OF LOSSES AND QUALITY OF MECHANICALLY HARVESTED SOYBEAN SEED.

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) mechanical harvesting has caused loss of seeds which are left on the ground. Besides, these damages imposed by combine devices decrease the seed quality during harvesting and storage. This survey was conducted to determine the soybean harvesting losses and to evaluate the effects of mechanical harvesting on seed viability with three moisture content levels. After six months of storage, the seed quality was evaluated and the infection level of seeds, manually and mechanically harvested, were also compared. The samples were collected in 41 farms throughout Paraná State. The overall results showed that 10.2% of the seeds were left on the ground. The combine header was responsible for 84,8% of those losses; threshing and separating devices for 12% and losses 3,2%. The losses, damages and the incidence of microorganisms were significantly higher when the seed moisture content was under 11,5%. The lowest loss, seed damage and microorganisms incidence occurred between 11,5% and 14% moisture content. The damages were statistically higher when the seeds were mechanically harvested. After storage, the quality of mechanically harvested seeds decreased significantly. The fungi bioassay tests revealed higher incidence of *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, and bacteria, unidentified in the mechanical harvested samples. On the other hand, the occurrence of *Phomopsis sp.* and *Cercospora Kikuchii* was higher within harvested samples.

Index terms: soybean, harvesting, losses, seeds, viability, microorganism.

INTRODUÇÃO

A produção de soja no Brasil tem aumentado acentuadamente nos últimos anos. O alto valor comercial desta leguminosa rica em proteínas é ditado pelo aumento do consumo na alimentação humana e animal em todo o mundo. No entanto, apesar da tecnologia moderna utilizada na produção, a fase de colheita apresenta índices de perdas praticamente inalteráveis desde 1927 (Quick, 1972). Estas perdas são definidas como sementes livres e sementes dentro de vagens deixadas no solo após a colheita, e foram estimadas por Mesquita et al. (1979) em 10,2%, representando mais de 5 bilhões de cruzeiros deixados nos campos, na safra 1978/79.

O fenômeno torna-se ainda mais grave, quando a estas perdas associam-se outras ocasionadas direta ou indiretamente por danos causados às sementes, que se manifestam imediatamente pela queda na qualidade fisiológica das sementes, e também durante e após a armazenagem, pela deterioração e proliferação de doenças. Sabe-se que no decorrer da colheita a semente passa por uma série de impactos

que afetam a sua qualidade, e, em muitos casos, não terá condições de ser armazenada por períodos superiores a seis meses.

Na soja, o eixo embrionário se localiza logo abaixo do tegumento tomando-a muito sensível a danos de natureza mecânica; entretanto, o problema pode ser um pouco amenizado desde que as máquinas estejam perfeitamente reguladas e o teor de umidade da semente não esteja muito elevado, nem inferior a 11%. Popinigis (1977) comenta que, mesmo com a utilização de máquinas bem reguladas, os danos mecânicos são inevitáveis, principalmente se o teor de umidade das sementes, no momento da colheita, for muito alto ou muito baixo. Por outro lado, Delouche citado por Baudet et al. (1978), também mencionou os efeitos imediatos e latentes causados pelos danos mecânicos. Imediatos, quando as sementes tornam-se incapazes de germinar logo após sofrerem o dano mecânico. Latentes, quando a germinação não é prontamente afetada, mas o vigor e o potencial de armazenamento são reduzidos. No segundo caso, as sementes deterioram-se mais rapidamente durante a armazenagem ou sucumbem facilmente em condições adversas de campo quando semeadas. Baudet et al. (1978) observaram a maior evidência de danos mecânicos em sementes de soja no decorrer de 180 dias de armazenamento, além de comentarem a menor sensibilidade ao teste de germinação no processo de avaliação da qualidade das sementes.

Scott & Aldrich (1970), comentaram que o tegumento da semente de soja pode ser facilmente quebrado ou danificado durante o processo de colheita, sendo que a água e os microorganismos penetram rapidamente através das rachaduras, trazendo como consequência, redução do poder germinativo das mesmas.

Outro fator de diminuição da qualidade fisiológica das sementes é a incidência de doenças. A semente pode constituir-se num veículo de disseminação a longas distâncias e de introdução de patógenos em novas áreas de cultivo, segundo Sinclair & Shurtleff (1975) e Baker (1972).

Baker (1972) ainda acrescenta que sob determinadas condições, as plantas oriundas das sementes infectadas podem ser raquíticas e doentias, formando focos de infecção espalhados ao acaso, na lavoura.

Ainda no campo, segundo Sinclair & Shurtleff (1975), inúmeros organismos são capazes de infectar as sementes antes da colheita. Dentre eles, devido à sua importância, destacamos a *Cercospora Kikuchii* (mancha púrpura), *Diaphorte phaeolonum* var. *sojae* (*Phomopsis* sp.) (seca das hastes e das vagens), *Colletotrichum dematium* var. *truncata* (antracnose) *Peronospora manshurica* (mildio), diversas espécies de *Fusarium* e *Alternaria*, além de vírus e bactérias.

As operações mecânicas, que se sucedem desde a colheita até a nova semeadura da semente, oferecem grandes oportunidade para a sua contaminação. Segundo

Baker (1972) organismos tais como *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* e bactérias, podem ser espalhados sobre as sementes saudias, contaminando-as.

O problema torna-se ainda mais sério quando a colheita mecânica é efetuada em sementes com baixo teor de umidade, ocorrendo danos no tegumento, os quais servem de porta de entrada aos microorganismos.

O presente trabalho teve como objetivo principal estudar a influência das perdas na colheita da soja, e os efeitos desse processo sobre a qualidade da semente. Após seis meses de armazenamento, foi reavaliada a germinação e vigor, sendo que a incidência de patógenos nas sementes foi determinada somente após o período de armazenagem.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Contagem de sementes deixadas no solo: Para se efetuar a contagem das sementes, o operador parava a colhedeira e a recuava de quatro a cinco metros, deixando uma faixa de área colhida entre a barra de corte da colhedeira e a lavoura não colhida. A seguir, colocava-se sobre o terreno, em três posições distintas, uma armação rústica de madeira, cuja área interna era conhecida, quando, então, realizavam-se três contagens: uma na área ainda não colhida, que correspondia às perdas antes da colheita; outra, na faixa entre a colhedeira e a lavoura não colhida, que representava as perdas causadas pela plataforma de corte, quando subtraído o valor da 1.^a contagem; a terceira era realizada aproximadamente 20 metros atrás da colhedeira. Neste último ponto, avaliavam-se a perda total e a perda causada pelos mecanismos internos. Deste, subtraía-se o valor encontrado nas perdas antes da colheita e nas perdas oriundas da plataforma de corte. Para diminuir os erros de amostragem, foram realizadas cinco contagens em cada posição, perfazendo o total de quinze amostras por propriedade. No cálculo das perdas, transformadas em sacos por hectare, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Perda em sacos/ha} = \frac{N \times P}{S \times 600}$$

onde: N = número de sementes deixadas no solo na área delimitada pela armação de madeira.

P = peso, em gramas, de 100 sementes.

S = área interna da armação de madeira, em m².

600 = constante de proporcionalidade.

2. Análise da qualidade fisiológica das sementes: A cada parada da colhedeira, para se efetuar a contagem de perdas, foi coletada uma amostra ao redor de 1 kg

do tanque graneliro, e, uma outra amostra colhida e debulhada manualmente, perfazendo um total de dez amostras por propriedade. As amostras foram utilizadas para avaliação da germinação normal, vigor e energia germinativa das sementes.

No momento da colheita, foi determinado o teor de umidade de todas as amostras.

Para análise da qualidade fisiológica e percentagem de umidade, executou-se a homogeneização das sementes, sendo que a umidade foi feita pelo determinador de marca Dole, modelo 400.

Antes da armazenagem, procedeu-se à secagem das sementes que se encontravam com umidade superior a 14%, até atingirem o nível de 12%, utilizando-se estufa com ventilação forçada, à temperatura em torno de 30°C.

As amostras de sementes foram embaladas em sacos de algodão e permaneceram em condições normais de armazenamento pelo período de aproximadamente 180 dias.

Os testes de germinação foram realizados logo após a colheita e posteriormente à armazenagem, conforme as Regras para Análise de Sementes (3). O germinador utilizado foi o de marca Dé-leo, mantendo-se temperatura ao redor de 25°C. Empregou-se, como substrato, papel de marca germitest.

O teste de vigor e a energia germinativa obtida pelo teste de tetrazólio, foram conduzidos de acordo com a metodologia preconizada por Moore (1962).

3. Análise sanitária das sementes: Duzentas sementes de cada amostra foram analisadas através do "Blotter test", cuja metodologia é preconizada pelo ISTA. (International Seed Testing Association), utilizando-se dez gerbox por amostra.

Em cada gerbox, foram colocadas 20 sementes. Para inibir a germinação destas, o papel substrato foi umedecido com água destilada estéril, contendo 50 ppm de 2,4 - D.

Após um período de incubação de sete dias a 25 - 27°C, foram realizadas as leituras dos microorganismos presentes, expressando-se os resultados em percentagem de sementes infectadas.

4. Efeito do teor de umidade: Para avaliar a influência da umidade sobre as perdas, danos mecânicos e incidência de doenças nas sementes, levou-se em consideração três faixas de umidade:

faixa 1 - Sementes com teor de umidade menor que 11,5%;

faixa 2 - Sementes com teor de umidade igual ou maior que 11,5% e menor que 14%;

faixa 3 - Sementes com teor de umidade igual ou maior que 14%.

Estas faixas foram adotadas por concentrarem um número de propriedades

praticamente igual em cada faixa, por serem os valores delimitantes das mesmas e próximos de valores estabelecidos em outras pesquisas similares encontradas na literatura consultada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de sementes deixadas no solo foi estimada em 10,2%, em relação à produtividade média de 1830 kg/ha da safra 1978/79 do Estado do Paraná. Desse total, 84,8% foram causados pelos mecanismos da plataforma de corte. Os mecanismos internos constituídos principalmente pela trilha, separação e limpeza responderam por 12%, e as perdas antes da colheita, foram responsáveis por 3,2% (Fig. 1). Estes números confirmam o resultado obtido por Lamp et al. (1961) quando em estudos semelhantes encontraram a plataforma de corte como responsável por 80% das perdas totais.

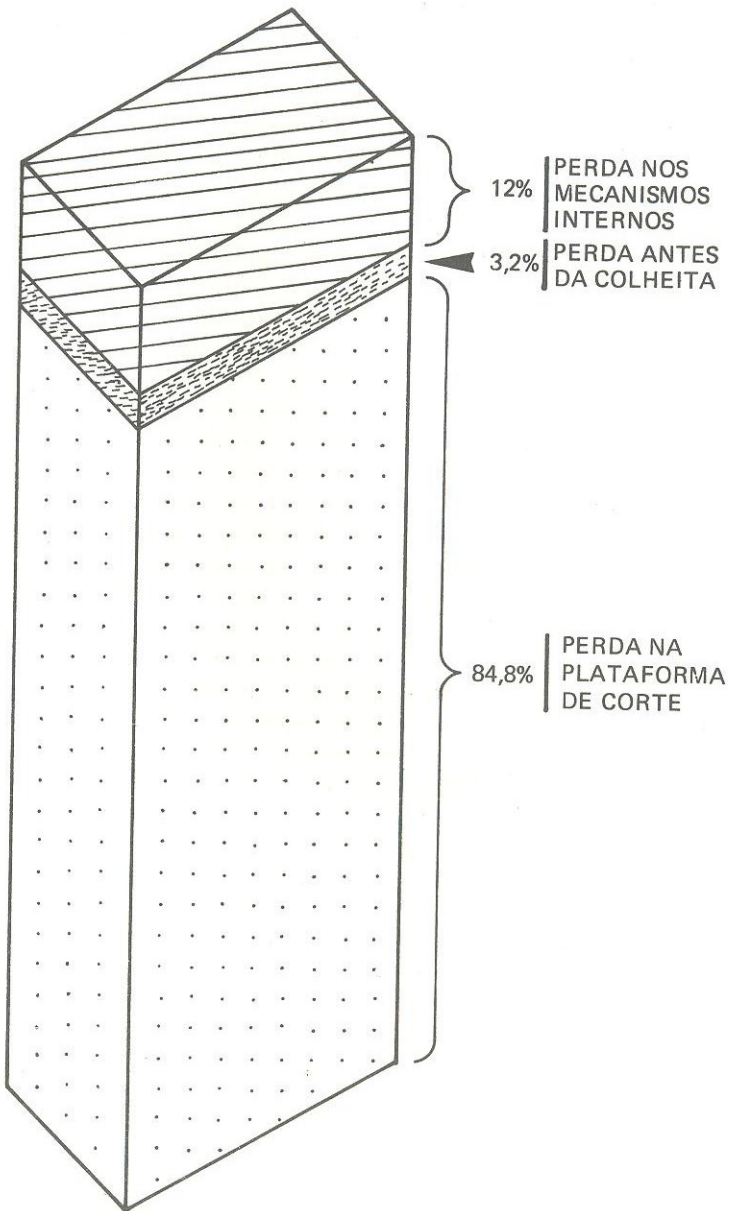
O efeito do teor de umidade das sementes, sobre as perdas na plataforma de corte, expresso em sacos por hectare, mostrou uma perda significativamente maior quando a colheita foi realizada com a percentagem de umidade abaixo de 11,5% (Tabela 1). As outras duas faixas não apresentaram diferença significativa, embora a média das perdas na faixa de umidade igual ou superior a 14% fosse maior que a média das perdas da faixa intermediária (Tabela 1). Resultado semelhante, e, também aparentemente contraditório, foi constatado por Weeks et al. (1975), quando estudavam as forças de abertura e fechamento da ruptura da vagem da soja, relacionada com teores de umidade. Eles concluíram que a força de fechamento é pequena em vagens úmidas, aumentando rapidamente com a secagem e decrescendo quando as vagens se tornam mais secas.

TABELA 1. Valores médios das perdas de grãos na colheita de soja, em sacos/ha¹, percentagem de danos mecânicos e de incidência total de doenças em três faixas de umidade, de vários locais do Estado do Paraná. CNPSoja/EMBRAPA, 1979.

Tratamentos	Perdas de grãos	Danos mecânicos	Incidência total de doenças
Umidade < 11,5%	3,06 a	8,90 a	11,20
11,5 ≤ Umid. 14%	1,86 b	4,25 b	6,16 b
Umidade ≥ 14%	2,13 b	7,00 ab	10,94 a

¹ Sacos de 60 kg.

² Valores seguidos pelas mesmas letras, dentro de cada coluna, não diferem significativamente segundo o teste de Duncan a 5%.



A análise estatística da incidência de danos mecânicos observados através do teste de tetrazólio revelou diferença significativa entre as amostras colhidas manual e mecanicamente. Idêntico resultado foi observado por Queiroz et al. (1978), quando analisaram amostras de sementes oriundas de lavouras mecanizadas do Estado do Paraná. Eles constataram que mesmo as sementes que não apresentaram danos visíveis, foram seriamente afetadas em decorrência de fraturas ao longo do eixo embrionário. A ação dos danos mecânicos também foi detectada por Coelho (4), concluindo que as sementes colhidas por processos mecânicos tiveram sua germinação seriamente afetada, quando relacionadas com sementes colhidas manualmente.

O estudo da influência do teor de umidade sobre a ocorrência de danos mecânicos indicou uma incidência de danos sinificativamente maior na faixa 1, quando comparada à faixa 2. Por outro lado, os valores encontrados nestas duas faixas não diferiram estatisticamente do valor encontrado na faixa 3 (Tabela 1), muito embora, o valor médio da faixa 3 tenha sido acentuadamente maior que o valor médio encontrado na faixa 2. Resultado semelhante foi constatado por Delouche (1974) que sugere uma faixa de umidade para colheita entre 12,5% e 14,5%, destacando que o aumento dos danos é acentuado quando a semente é colhida com teores abaixo ou acima daqueles valores. Contudo, o autor enfatiza que o teor de umidade mais conveniente para a colheita da soja é ainda um parâmetro indefinido.

A manifestação dos efeitos latentes, em conseqüência da danificação mecânica, foi constatada após seis meses de armazenamento. A análise estatística dos danos demonstrou diferenças significativas entre os valores obtidos para a germinação, vigor e energia germinativa quando comparados com aqueles obtidos logo após a colheita (Tabela 2). Provavelmente estas diferenças possam ser atribuídas às reações progressivas da degeneração dos tecidos danificados, associados às flutuações de umidade relativa do ar e da temperatura durante a armazenagem, (Tabela 3). A este respeito, Delouche (1971) comenta que mesmo as melhores condições de armazenamento são freqüentemente inadequadas para impedir a perda da qualidade, quando a semente é afetada por condições adversas antes da colheita, ou quando são mecanicamente danificadas.

A análise sanitária das sementes (Tabela 4) demonstrou que a incidência de *Alternaria spp.*, *Fusarium spp.*, e bactérias, não identificadas, foi significativamente maior em sementes colhidas mecanicamente. No entanto, a presença de *Cercospora Kikuchii* e *Phomopsis* foi maior nas sementes colhidas manualmente, diferindo estatisticamente daquelas colhidas mecanicamente. Estes resultados estão de acordo com Baker (1971), que sugere a possibilidade de certos organismos (*Fusarium*, *Alternaria* e bactéria) infectarem as sementes durante as operações de colheita e beneficiamento.

TABELA 2. Valores médios das percentagens de germinação, energia germinativa e vigor de sementes de soja, imediatamente após a colheita e após a armazenagem. CNPSO/EMBRA-PA. Londrina, PR., 1979.

Tratamento	Germinação	Energia Germinativa	Vigor
Após colheita	93	93,59	85,76
Após armazenagem	91	88,84	77,27
DMS (0,05)	1,72	1,58	2,91

TABELA 3. Médias, por decêndios, de temperatura e umidade relativa de Londrina, PR., no período de maio a outubro de 1979.¹

Meses	Média (%)	Máxima (%)	Mínima (%)	Um. relativa (%)
Maio	19,29	24,79	15,36	79,30
	19,57	25,89	14,70	76,10
	13,99	21,25	08,95	68,09
Junho	16,10	23,79	09,65	67,40
	17,09	24,32	11,62	66,70
	17,47	24,29	11,78	67,50
Julho	17,05	22,12	13,67	82,10
	12,67	19,31	07,71	66,70
	16,59	23,35	10,51	69,55
Agosto	20,50	27,96	13,79	56,00
	18,37	24,13	14,30	76,40
	19,07	26,25	12,30	64,00
Setembro	17,27	22,49	13,29	71,10
	16,47	21,20	13,29	79,70
	22,41	29,81	16,09	67,30
Outubro	22,43	28,19	16,45	76,60
	20,75	27,19	15,21	62,90
	23,23	30,01	17,51	72,09

¹ Dados fornecidos pelo Serviço de Agrometeorologia do Inst. Agron. do Paraná - IAPAR.

TABELA 4. Valores médios das percentagens de incidência de microorganismos e danos mecânicos obtidos com colheitas mecânica e manual. CNPSo/EMBRAPA., Londrina - PR., 1979.

Tratamento	<i>Alternaria</i>	<i>C. kikuchii</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Phomopsis</i>	Bactéria	Danos mecânicos
C. mecânica	3,28	1,73	2,77	0,47	1,28	9,76
C. manual	1,8	2,27	1,64	1,47	0,31	3,49
DMS (0,05)	1,17	0,56	0,80	0,48	0,53	2,66

Nas sementes colhidas mecanicamente, a redução na incidência de *Phomopsis* sp. e *Cercospora Kikuchii*, dois organismos que infectam as sementes ainda no campo, indica a possibilidade dos outros organismos estarem mascarando sua presença, na ocasião da leitura.

A percentagem de sementes infectadas foi também influenciada pelo teor de umidade com que estas foram colhidas (Tabela 1). Sementes colhidas com umidade inferior a 11,5% apresentaram os maiores índices de infecção (11,2%), seguidas por aquelas com teores acima de 14% de umidade, que apresentaram 10,94% de sementes infectadas. Os índices mais baixos foram obtidos em sementes colhidas com teor de umidade entre 11,5 e 14%, que apresentaram apenas 6,16% de sementes infectadas.

Nas condições em que este estudo foi conduzido, observou-se que os padrões de distribuição da doença, de acordo com os níveis de umidade, foram semelhantes aos valores de danos mecânicos, indicando a possibilidade de que tais danos possam contribuir como porta de entrada a microorganismos (Scott & Aldrich 1970).

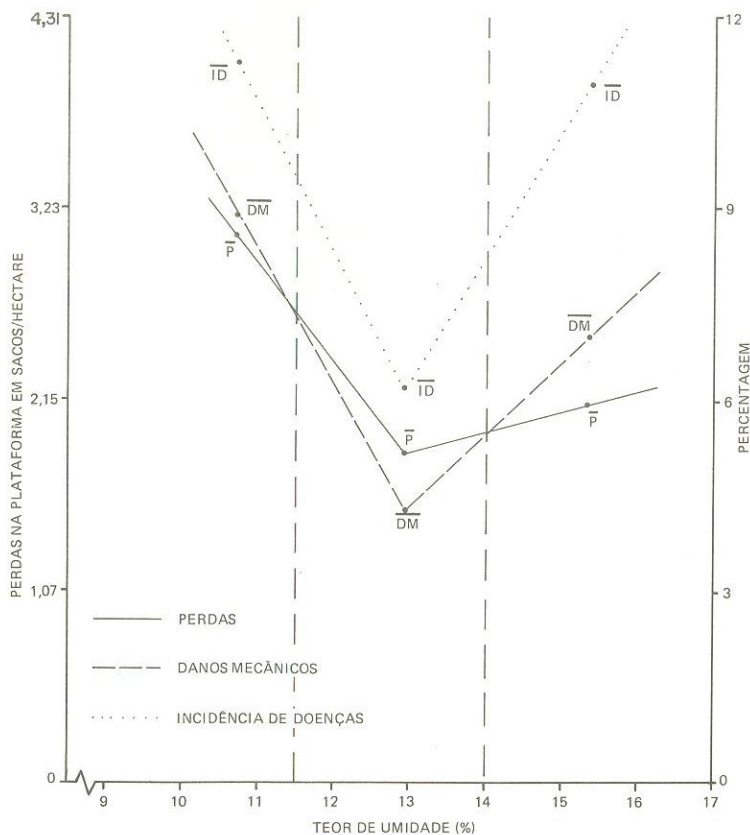
CONCLUSÕES

A perda de grãos no processo de colheita de soja provocada pelos mecanismos da plataforma de corte foi elevada. Este resultado, somado a outros obtidos em estudos semelhantes, permite concluir que qualquer pesquisa relacionada com modificações nas colhedoras, visando reduzir as perdas, deve se concentrar na plataforma de corte.

Sementes colhidas mecanicamente evidenciaram alta incidência de danos. Estes, associados às flutuações de temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento, provavelmente ocasionaram a diminuição de germinação, vigor e energia germinativa.

Sementes oriundas da colheita mecânica apresentaram maior incidência de *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* e bactérias, não identificadas, indicando novamente a provável ação prejudicial dos impactos sofridos pelas sementes.

A importância de fator umidade foi evidente. As curvas determinadas pelos valores médios das perdas expressas em sacos/ha, danos mecânicos e incidência de doenças (Fig. 2), parecem confirmar a existência de uma faixa ótima de umidade para a realização da colheita, com efeitos reduzidos daqueles fatores.



REFERÊNCIAS

1. BAKER, K.F. Seed pathology . In: KOZLOWSKI, T.T., ed. *Seed biology: germination control, metabolism and pathology*. New York, Academic Press, 1972. v. 2, p. 317 - 416.
2. BAUDET, L.; POPINIGIS, F & PESK, S. Danificações mecânicas em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) transportadas por um sistema de elevador-secador. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa-MG, 3(4): 29 - 38, 1978.
3. BRASIL. Ministério da agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Equipe Técnica de sementes e mudas. Regras para Análise de sementes. Brasília, 1976. 188 p.
4. COELHO, R.C. Efeito imediato de danos mecânicos em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Semente*, pp . 8 - 9, 1974.
5. DELOUCHE, J. Determinants of seed quality. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 14., Mississippi State, 1971. Proceedings. Mississippi State University. Seed Technology Laboratory, 1971. p. 53 - 68.
6. _____ Maintaining soybean seed quality. In: SOYBEAN . production, marketing and use. Muscle Shoals, Alabama, 1974. p. 46 - 62. (Bulletin Y - 69).
7. LAMP, B.J.; JONHSON, W. H. & HARKNESS, K.A. Soybean harvesting losses approaches to reduction. *Transactions of the ASAE*, 4 (2) : 203 - 5, 1961.
8. MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P. & QUEIROZ, E.F. Influência dos mecanismos das colheitas e do manejo da lavoura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre as perdas na colheita e a qualidade das sementes. Trabalho apresentado no 9.^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Campina Grande- PB, 1979. (no prelo).
9. MOORE, R.P. TZ Cheks youç seed quality. *Crops and Soils*, 15 (1) : 10 - 2, 1962.
10. POPINIGIS, F. *Fisiologia de sementes*. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289.
11. QUEIROZ, E.F. ; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J.B.; PEREIRA, L.A. G.; BIANCHETTI, A. & YAMASHITA, J. *Recomendações técnicas para a colheita da soja*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1978, 32 p.
12. QUICK, G.R. Analysis of the combine header and design for the reduction of gathering loss in soybeans. Mississippi State, 1972. 112 p. Dissert. (Ph. D) — Mississippi State University.
13. SCOTT, W.O & ALDRICH, S.R. *Modern soybean production* Champaign-ILL, S & A Publications, 1970. 192 p.
14. SINCLAIR, J.B. & SHURTLEFF, M.C. *Compendium of soybean diseases*. St. Paul-Minnesota, The American Phytopathological Society, 1975. 69 p.
15. WEEKS, S.A.; WOLFORD, J.C. & KLEIS, R.W. A tensile testing method for determining the tendency of soybean pods to dehisce. *Transactions of the ASAE*, 18 (3) : 471 - 4, 481, 1975.