

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

PABLO DE OLIVEIRA

DESEMPENHO DE COLHEDORAS NA COLHEITA DE SEMENTES DE SOJA

**Uberlândia – MG
Dezembro – 2007**

PABLO DE OLIVEIRA

DESEMPENHO DE COLHEDORAS NA COLHEITA DE SEMENTES DE SOJA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: João Paulo Arantes Rodrigues
da Cunha.

**Uberlândia – MG
Dezembro - 2007**

PABLO DE OLIVEIRA

DESEMPENHO DE COLHEDORAS NA COLHEITA DE SEMENTES DE SOJA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 07 de dezembro de 2007

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha
Orientador

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo
Membro da Banca

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos
Membro da Banca

RESUMO

Considerando a importância dos danos mecânicos e sua freqüente ocorrência no processo de produção de sementes, principalmente na colheita mecanizada, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.)Merrill) colhidas mecanicamente por sistemas axial e tangencial de trilha, em diferentes velocidades de avanço da colhedora, antes e após o período de armazenamento de seis meses. Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida no tempo, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliadas as formas de colheita e nas subparcelas, as épocas de avaliação da qualidade da semente. As formas de colheita foram: colhedora com sistema de trilha axial, deslocando-se a 6, 8 e 10 km h⁻¹, colhedora com sistema de trilha tangencial (convencional), deslocando-se a 4 e a 6 km h⁻¹, e colheita manual. A coleta das sementes foi realizada diretamente na rosca sem fim que abastece o tanque graneleiro das colhedoras, depois de estabilizada a alimentação. Posteriormente, foram analisadas as seguintes variáveis: massa de mil sementes, germinação, porcentagem de plântulas fortes, índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em areia e injúria mecânica. Nas condições em que o experimento foi conduzido, pôde-se concluir que o emprego das colhedoras com sistemas de trilha tangencial e axial não provocou diferenças no índice de velocidade de emergência, na massa, no vigor e na germinação das sementes de soja, indicando que, desde que convenientemente reguladas, não provocam diferenças nos valores desses parâmetros. No entanto, com relação à injúria mecânica, a colhedora axial mostrou-se superior à convencional. O armazenamento reduziu o vigor das sementes colhidas. O incremento da velocidade de deslocamento, dentro dos parâmetros recomendados pelo fabricante, não alterou a qualidade das sementes. As colhedoras mecânicas não alteram a qualidade das sementes, com exceção do parâmetro injúria mecânica, que foi menor na colheita manual.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Localização do experimento	10
3.2 Período de execução	10
3.3 Máquinas utilizadas para avaliação	10
3.4 Delineamento experimental e tratamentos	10
3.5 Avaliação da qualidade das sementes	11
3.6 Análises estatísticas	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5 CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja constitui-se como uma das mais importantes do cenário agrícola brasileiro, tendo ocorrido grande expansão da mesma na região tropical do Brasil. A crescente modernização da agricultura brasileira tem exigido dos diferentes segmentos, dentre eles os produtores de sementes, mudanças profundas no sentido de aperfeiçoar o processo produtivo. No agronegócio soja, é muito importante o gerenciamento eficiente, utilizando-se de tecnologias que visem reduzir riscos e custos, além de aumentar a rentabilidade.

Nesse contexto, a semente de alta qualidade ocupa papel fundamental em todo sistema de produção que vise à otimização de padrões quantitativos e qualitativos (COSTA et al., 2001). A colheita mecanizada caracteriza-se como uma importante etapa no processo produtivo da soja para a obtenção de um produto de alta qualidade. Na maioria dos casos, tem ocorrido grande variabilidade da qualidade de sementes colhidas, em função da operação e ajustagens inadequadas das colhedoras e dos seus sistemas de trilha, retilha e transporte. Deve-se enfatizar também que a colheita mecânica da soja é considerada uma etapa onerosa e, quando não realizada em tempo hábil e com máquinas devidamente reguladas, pode ocasionar sementes de menor qualidade e com acentuado padrão de variabilidade.

Sabe-se que a semente de soja apresenta as partes vitais do embrião situadas sob um tegumento pouco espesso, o que leva, na maioria dos casos, a uma maior incidência de danos durante a colheita e beneficiamento. Entretanto, pode-se também mencionar que existe uma demanda de estudos de regulagens dos diferentes sistemas de trilha mecânica, associadas aos diferentes graus de umidade da semente na colheita, visando à redução dos níveis de danos que ocorrem nas sementes de soja.

Durante a colheita, no momento da trilha, a semente fica susceptível ao dano mecânico (imediate ou latente). A ação de trilha ou debulha realizada entre o cilindro e o côncavo envolve operações simultâneas de impacto, compressão e atrito. Devido à agressividade dessa operação, pode-se admitir que, como consequência dessa ação agressiva, a semente colhida e levada a passar entre esses dois componentes poderá ser danificada ou fragmentada em partes de diferentes tamanhos.

A evolução das colhedoras tem resultado no aumento progressivo do seu tamanho e do seu preço, consolidando a operação de colheita como uma das mais onerosas no processo de produção de grãos. Atualmente, existem no mercado, para a colheita mecânica de soja, as colhedoras com sistema de trilha com cilindro e côncavo transversais, também conhecidas como convencionais, além das colhedoras de fluxo axial, que por sua vez possuem os custos de aquisição mais elevados.

No sistema de trilha convencional, o cilindro e o côncavo encontram-se posicionados transversalmente a máquina, ocasionando um menor tempo de permanência do material na seção de trilha. Já no sistema de trilha axial, verifica-se que o cilindro e o côncavo encontram-se posicionados longitudinalmente à máquina, fazendo com que o material a ser trilhado se desloque na direção paralela ao eixo do cilindro de trilha, normalmente denominado de rotor. Sendo assim, é necessário avaliar a eficiência de ambas as colhedoras e seus respectivos sistemas de trilha, levando em consideração a necessidade de se atingir a melhor qualidade possível para as sementes de soja a serem colhidas.

Normalmente, o que se espera de um mecanismo de trilha durante a colheita é a redução das perdas de sementes, além da minimização dos danos mecânicos transmitidos às mesmas. É importante ressaltar que, considerando esses parâmetros, com relação à qualidade física e fisiológica das sementes, as operações de trilha ainda não possuem os níveis de eficiência ideais.

Considerando a importância dos danos mecânicos e sua freqüente ocorrência no processo de produção de sementes, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.)Merrill) colhidas mecanicamente por sistemas axial e tangencial de trilha, em diferentes velocidades de avanço da colhedora, antes e após o período de armazenamento de seis meses.

2 REVISÃO DE LITERATURA

No processo produtivo das grandes culturas, a colheita mecânica é um fator essencial, sendo que, se não for realizada de forma correta, acaba causando prejuízos significativos na colheita, devido aos danos mecânicos às sementes e, conseqüentemente, acarretando em redução da qualidade das mesmas. A produção de sementes de soja de alta qualidade requer cuidado especial, pois a desatenção durante as diversas fases de sua obtenção pode acarretar recusa de lotes ou mesmo de toda a produção (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

A operação de colheita apresenta valores significativos nos custos de produção de soja, da ordem de 10% (MELLO; GUEDES, 1994). Além disso, é nessa operação que ocorrem os grandes desperdícios, não só em forma de grãos/sementes deixados nas lavouras, como também pela redução da qualidade das sementes de soja produzidas nas diferentes regiões.

Sendo assim, a colheita mecanizada caracteriza-se como uma importante etapa no processo produtivo da soja, principalmente pelos riscos aos quais está sujeita a lavoura destinada à produção de sementes. Para evitar perdas na qualidade do produto, a colheita deve ser iniciada tão logo a soja atinja o ponto de maturação fisiológica (EMBRAPA, 2005).

Durante a colheita, a semente fica sujeita ao dano mecânico, que pode ser imediato ou latente, ocorrido no momento da trilha ou debulha, isto é, no momento em que as sementes são sujeitas as forças do cilindro trilhador para promover a sua separação da estrutura que as contém (PAIVA et al., 2000).

Carvalho e Nakagawa (1988) enfatizam que a colheita mecânica e o beneficiamento são as principais fontes de danos mecânicos em sementes, e que, na colheita, a semente fica particularmente susceptível ao dano latente. Segundo Paiva et al. (2000), os danos mecânicos podem destruir estruturas essenciais das sementes e aumentar a suscetibilidade a microrganismos e a sensibilidade a fungicidas, além de reduzir o vigor e a germinação.

Carvalho e Nakagawa (2000) afirmam que esses danos ocorrem principalmente em conseqüência dos impactos recebidos do cilindro de trilha, pois a semente dentro da colhedora é um corpo estático, contra o qual se movimenta um corpo metálico, as barras do cilindro trilhador. Costa et al. (2005) relatam que, o que se espera de um mecanismo de trilha, é a eliminação de perdas das sementes durante o processo, a diminuição dos danos

mecânicos macro e microscópicos causados às sementes e a separação eficiente dos grãos das demais estruturas.

Segundo Maciel (1977), os mecanismos de trilha das colhedoras são construídos para funcionar com rapidez e eficiência na colheita dos grãos, não dando a devida importância a sua utilização na colheita de sementes, cuja viabilidade e vigor são fundamentais. Sendo assim, em muitos casos, esses mecanismos podem ser apontados como a principal causa de danos mecânicos às sementes de soja. Com relação à indústria de esmagamento, muitas vezes não há deságio decorrente de quebra e de danos mecânicos transmitido ao grão de soja, fazendo com que o operador da colhedora não tenha os cuidados operacionais necessários com a colheita que, por sua vez, acaba sendo realizada com elevado índice de perdas.

Os danos mecânicos ocorrem devido a regulagens não adequadas das máquinas ou equipamentos que realizam a operação de colheita e beneficiamento das sementes, principalmente, quando estas apresentam elevada ou baixa umidade. Esses danos podem atingir diferentes partes da semente, podendo comprometer totalmente um determinado lote (BASRA, 1994). Ainda de acordo com Basra (1994), a intensidade dos danos depende do tipo de semente, do tamanho, da forma, da espessura da camada protetora, da estrutura e posição do embrião e de outros fatores, como umidade da semente na colheita.

A colheita feita com uma umidade inadequada interfere bastante na qualidade da semente, sendo recomendado fazê-la com teor de água entre 13% e 15%, o que reduz o problema de danos mecânicos e perdas durante a colheita. Sementes colhidas com teor de água abaixo de 12% estão suscetíveis ao dano mecânico imediato, ou seja, à quebra, enquanto que aquelas colhidas com teor superior a 15%, estão sujeitas a maior incidência de danos mecânicos latentes (EMBRAPA, 2005).

Em se tratando da semente de soja, o eixo embrionário se localiza logo abaixo do tegumento, tornando-a muito sensível a danos de natureza mecânica. No entanto, através da boa regulagem das colhedoras e de seus sistemas de trilha, esse problema pode ser amenizado. Segundo Popinigis (1977), 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.

Segundo Bunch (1962), as sementes mecanicamente danificadas têm o vigor e a viabilidade comprometidos durante o armazenamento, visto que os danos interferem na taxa de respiração e permitem a entrada de microorganismos.

Embora as colhedoras autopropelidas não tenham sido originalmente projetadas para a colheita da soja, elas foram utilizadas pela primeira vez na colheita dessa cultura há mais de 70 anos (QUICK; BUCHELE, 1978). Ainda segundo Quick e Buchele (1978), a maioria das colhedoras utiliza o sistema convencional de cilindro e côncavo, com alimentação tangencial, cuja patente original foi registrada há mais de 200 anos. Já o sistema de trilha axial foi introduzido em alguns modelos de colhedoras americanas há cerca de 25 anos, embora tenha sido patenteado na Alemanha em 1886, portanto há mais de um século (ATARES, 1990 apud MESQUITA et al. 1999).

O mercado dispõe, para a colheita mecânica de soja, de colhedoras com sistema de trilha com cilindro e côncavo transversais e, recentemente, as de fluxo axial, que podem produzir efeitos diferenciados na qualidade fisiológica do material a ser utilizado como semente (MARCONDES; MIGLIORANZA, 2005).

Segundo Skromme (1977) apud Costa et al. (2005), as colhedoras com sistema de trilha axial apresentam maior capacidade de colheita e permitem a redução dos índices de danos mecânicos em relação às colhedoras com sistema de trilha com alimentação tangencial. Todavia, os custos de aquisição desse modelo de colhedora ainda são elevados para muitos produtores brasileiros.

Neste aspecto, Costa et al. (2003) afirmam que os sistemas de trilha tangencial, por envolverem ações simultâneas de impacto, compressão e atrito entre o cilindro e o côncavo na colheita, apresentam impactos mais agressivos. Campos et al. (2005) afirmam que colhedoras com sistema de trilha axial apresentam menores perdas do que aquelas com sistema de trilha tangencial.

Entretanto, Marcondes et al. (2005) explicam que, tanto a colhedora de cilindro tangencial como a axial, desde que convenientemente utilizadas na colheita, quanto às especificações de regulagem, não provocam diferenças na qualidade fisiológica da semente de soja.

De acordo com Mesquita (1989), existe a demanda de estudos quanto às regulagens dos diferentes sistemas de trilha mecânica, associados aos diferentes graus de umidade da semente na colheita, objetivando a redução dos níveis de danos mecânicos que ocorrem nas sementes de soja. Carbonel et al. (1993) mostram que esse tipo de dano tem sido considerado como o mais nocivo à qualidade das sementes de soja produzidas no Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

Este trabalho foi realizado na Fazenda JC Aroeira, localizada no município de Nova Ponte-MG, e no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia. As amostras de sementes de soja, cultivar Monsoy 8329, foram coletadas por ocasião da colheita da lavoura, semeada com espaçamento entre linhas de 0,45 m e 11 plantas por metro. A umidade média das amostras no ato da colheita foi de 11,5% e a produtividade estimada da lavoura foi de 3000 kg ha⁻¹.

3.2 Período de execução

A coleta do material no campo foi feita no mês de abril, durante o ano agrícola 2006/2007, sendo que as amostras foram submetidas às análises laboratoriais, nos meses de maio e novembro de 2006, constituindo a 1ª e 2ª fase, respectivamente.

3.3 Colhedoras avaliadas

Foram avaliadas duas colhedoras autopropelidas, sendo uma John Deere STS 9750, com sistema de trilha axial, ano 2005 e plataforma de 25 pés, e outra John Deere 1185, com sistema de trilha tangencial (convencional), ano 2000 e plataforma de 19 pés.

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida no tempo, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliadas as formas de colheita e nas subparcelas, as épocas de avaliação da qualidade da semente. As formas de colheita foram: colhedora com sistema de trilha axial, deslocando-se a 6, 8 e 10 km h^{-1} , colhedora com sistema de trilha tangencial (convencional), deslocando-se a 4 e a 6 km h^{-1} , e colheita manual.

A colhedora axial, para a velocidade de 6 km h^{-1} , trabalhou com rotação do cilindro a 310 rpm, abertura do côncavo de 18 mm e rotação do ventilador de 720 rpm. Na velocidade de 8 km h^{-1} , a rotação do cilindro foi de 320 rpm, abertura do côncavo de 15 mm e ventilação de 720 rpm, e na velocidade de 10 km h^{-1} , a colhedora axial trabalhou com rotação do cilindro de 390 rpm, abertura do côncavo de 11 mm e ventilação de 720 rpm.

A colhedora tangencial (convencional), para a velocidade de 4 km h^{-1} , trabalhou com a rotação do cilindro a 540 rpm e a abertura do côncavo na posição 30, com 3,5 cm na parte da frente e 6 cm na parte de trás, e na velocidade de 6 km h^{-1} , a rotação do cilindro foi de 550 rpm e a abertura do côncavo mantendo-se a mesma. Estas regulagens foram feitas de acordo com as empregadas na fazenda onde o estudo foi conduzido.

3.5 Avaliação da qualidade das sementes

A coleta das sementes foi realizada diretamente na rosca sem fim que abastece o tanque graneleiro das colhedoras, depois de estabilizada a alimentação. Após coletadas, as amostras foram conduzidas ao laboratório, onde foi realizada a pré-limpeza do material utilizando-se as peneiras 10 e 13 (crivo redondo), descartando as impurezas. Em seguida, as sementes foram submetidas à passagem pelo homogeneizador (Modelo Borne). Posteriormente, foram analisadas as seguintes variáveis: massa de mil sementes, germinação, porcentagem de plântulas fortes, índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em areia e injúria mecânica.

Para a massa de mil sementes, foram contadas ao acaso, com auxílio de um tabuleiro contador, oito sub-amostras de 100 sementes. Posteriormente, as sub-amostras tiveram sua massa determinada em gramas, utilizando-se uma balança de precisão com resolução de um miligrama. Calculou-se, então, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos

valores obtidos nas determinações. Como os coeficientes de variação não excederam 4%, a determinação pôde ser obtida multiplicando-se a média dos resultados por dez.

Com relação aos testes de germinação e vigor, estes foram conduzidos com quatro sub-amostras de 50 sementes, para cada parcela e repetição, semeadas entre duas folhas de papel germitest, umedecidas com água deionizada, com um volume de água correspondente a duas vezes e meia a massa do papel seco em gramas. Foram confeccionados rolos, que foram levados ao germinador, regulado à temperatura de 25°C, de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). A avaliação foi realizada aos cinco dias após a montagem do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais, anormais danificadas e infeccionadas e sementes mortas. As plântulas normais foram classificadas em fortes e fracas, sendo que a porcentagem de plântulas fortes correspondeu ao vigor e a porcentagem de plântulas normais à germinação.

Para a determinação do índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência em areia, utilizaram-se bandejas plásticas, com dimensões de 55 cm de comprimento, 35 cm de largura e 9 cm de profundidade, contendo areia como substrato, a qual foi irrigada tendo como parâmetro 70% de sua capacidade de retenção de água. A areia utilizada sofreu esterilização com brometo de metila, na dosagem de 20 mililitros para cada metro cúbico de areia. Foram semeadas 200 sementes por parcela, subdivididas em oito linhas com 25 sementes. Utilizaram-se gabaritos para a marcação das linhas e também para homogeneizar a profundidade de semeadura. O critério utilizado para a contagem foi a emergência dos cotilédones acima da superfície da areia, sendo que a contagem foi feita diariamente sempre no mesmo horário, de acordo com Maguire (1962). Esta etapa do experimento foi realizada na casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

No teste de injúria mecânica, utilizaram-se duas sub-amostras de 100 sementes para cada parcela, as quais foram colocadas para embeber em copos plásticos de 200 mL, cobrindo-as com solução de hipoclorito de sódio (5%), por 10 minutos, à temperatura ambiente. A seguir, as sementes foram lavadas em água corrente e, então, avaliou-se o número de sementes com danos, segundo o estabelecido por Vaughan (1982).

Todas as avaliações foram realizadas em dois períodos: após a colheita (fase 1) e transcorridos seis meses após a colheita (fase 2). Durante este período, as sementes foram armazenadas em câmara fria, sob temperatura de 12°C e umidade relativa de 65%. A

avaliação após armazenagem teve como objetivo verificar possíveis danos latentes, simulando a armazenagem da semente que ocorre no campo antes da semeadura.

3.6 Análises estatísticas

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas fazendo-se as análises de variância, comparando-se as médias pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar (Versão 4.3). Os resultados, expressos em percentagem, foram previamente transformados em arco-seno da raiz quadrada de $(x+0,5)/100$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, tem-se os dados de injúria mecânica. Nota-se que não houve diferença significativa entre a 1ª e a 2ª fase, indicando que o período de armazenamento não influenciou essa variável. Entretanto, comparando-se as formas de colheita entre si, nota-se que o tratamento correspondente à colheita manual foi o que apresentou menor porcentagem de injúria, como esperado. A colhedora axial nas três velocidades testadas mostrou-se superior à convencional. O incremento da velocidade não alterou o índice de injúria mecânica na colhedora axial, no entanto, com relação à colhedora convencional, aumentou a injúria mecânica.

Isso provavelmente ocorreu em virtude do aumento de entrada de material na colhedora, ocasionando maior impacto nas sementes. A velocidade das partículas imediatamente antes do impacto e a rigidez da superfície de colisão são os fatores que mais contribuem para o nível de dano nas sementes. Na colhedora convencional, o espaçamento entre o cilindro e o côncavo é menor do que na colhedora axial, resultando em maior injúria mecânica.

Estes resultados estão de acordo com o proposto por Vejasit e Salokhe (2004). As colhedoras com sistema de trilha axial, em que o material entra no sentido do eixo do cilindro (conhecido como rotor), apresentam maior capacidade de colheita e permitem a redução dos índices de danos mecânicos em relação às colhedoras com sistema de trilha com alimentação tangencial. Como o tempo para a trilha no sistema axial é maior, a distância entre os elementos de fricção pode ser aumentada, resultando em menor dano às sementes.

Tabela 1. Injúria mecânica em sementes de soja colhidas por diferentes sistemas avaliados, antes e após seis meses de armazenamento.

Sistemas de trilha	Injúria mecânica (%)		
	Fase 1	Fase 2	Média
Colhedora axial a 6 km h ⁻¹	7,42	6,63	7,03c
Colhedora axial a 8 km h ⁻¹	5,67	5,88	5,78c
Colhedora axial a 10 km h ⁻¹	8,42	7,38	7,90bc
Colhedora convencional a 4 km h ⁻¹	10,83	10,36	10,60ab
Colhedora convencional a 6 km h ⁻¹	12,58	13,00	12,79a
Colheita manual	2,25	0,50	1,38d
Média	7,86A	7,29A	
CV (%) parcela		10,02	
CV (%) subparcela		12,33	

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação a variável massa de mil sementes (Tabela 2), não houve diferença significativa entre os tratamentos analisados. A velocidade de avanço, o sistema de trilha e o período de armazenamento não influenciaram a massa das sementes.

Tabela 2. Massa de 1000 sementes de soja colhidas por diferentes sistemas avaliados, antes e após seis meses de armazenamento.

Sistemas de trilha	Massa de mil sementes (g)		
	Fase 1	Fase 2	Média
Colhedora axial a 6 km h ⁻¹	140,21	140,26	140,24a
Colhedora axial a 8 km h ⁻¹	138,38	137,94	138,16a
Colhedora axial a 10 km h ⁻¹	134,97	133,61	134,29a
Colhedora convencional a 4 km h ⁻¹	145,82	145,36	145,59a
Colhedora convencional a 6 km h ⁻¹	144,43	145,7	145,07a
Colheita manual	143,82	143,25	143,54a
Média	141,27A	141,02A	
CV (%) parcela		4,81	
CV (%) subparcela		3,65	

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o índice de velocidade de emergência (Tabela 3), nota-se que a interação entre a forma de colheita e as fases de avaliação não foi significativa, mostrando a independência dos dois fatores. Quanto à forma de colheita, não houve diferença significativa entre os tratamentos, concordando com os dados encontrados por Vieira et al. (2006), em que o índice de velocidade de germinação não foi influenciado pelos fatores velocidade e rotação do cilindro de trilha. No entanto, a comparação dos dados entre as fases 1 e 2 indica que houve diferença, sendo que o IVE foi maior na 2ª fase. Esperava-se, no entanto, que, se houvesse diferença estatística significativa, esta apontaria um IVE maior na 1ª fase das análises.

Tal fato pode ser explicado pela influência do ambiente no qual foram realizadas as análises. Durante a 1ª fase, a temperatura média na casa de vegetação, durante o período avaliado, medida às 15 horas, foi de 31°C, enquanto durante a 2ª fase, foi de 38°C. Esse aquecimento, promovido pelas épocas de análise, provavelmente contribuiu para acelerar a germinação na 2ª fase, sendo tal fato intrínseco às avaliações em casa de vegetação. Portanto, as avaliações nestes ambientes devem restringir-se às comparações entre tratamentos no mesmo período.

Tabela 3. Índice de velocidade de emergência de sementes de soja colhidas por diferentes sistemas avaliados, antes e após seis meses de armazenamento.

Sistemas de trilha	Índice de velocidade de emergência (IVE)		
	Fase 1	Fase 2	Média
Colhedora axial a 6 km h ⁻¹	65,00	81,86	73,43a
Colhedora axial a 8 km h ⁻¹	62,49	94,90	78,70a
Colhedora axial a 10 km h ⁻¹	63,76	87,73	75,75a
Colhedora convencional a 4 km h ⁻¹	57,88	88,47	73,18a
Colhedora convencional a 6 km h ⁻¹	59,06	86,08	72,57a
Colheita manual	63,59	85,16	74,38a
Média	61,96B	87,37A	
CV (%) parcela		7,14	
CV (%) subparcela		11,88	

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No que se refere a variável emergência em areia (Tabela 4), percebe-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos analisados, ou seja, a velocidade de avanço, o período de armazenamento e o sistema de trilha não influenciaram a emergência em areia. O aumento da temperatura na casa de vegetação na 2ª fase, conforme comentado, aumentou a velocidade de emergência, no entanto, manteve-se a porcentagem final de emergência.

Tabela 4. Emergência em areia de sementes de soja colhidas por diferentes sistemas avaliados, antes e após seis meses de armazenamento.

Sistemas de trilha	Emergência em areia (%)		
	Fase 1	Fase 2	Média
Colhedora axial a 6 km h ⁻¹	97,88	97,13	97,50a
Colhedora axial a 8 km h ⁻¹	97,38	97,50	97,44a
Colhedora axial a 10 km h ⁻¹	97,63	95,25	96,44a
Colhedora convencional a 4 km h ⁻¹	95,75	95,50	95,63a
Colhedora convencional a 6 km h ⁻¹	97,25	98,00	97,63a
Colheita manual	99,38	98,38	98,88a
Média	97,54A	96,96A	
CV (%) parcela		1,68	
CV (%) subparcela		1,56	

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey,

Com relação à porcentagem de plântulas fortes (Tabela 5), os dados obtidos mostraram que houve diferença significativa entre a 1ª e a 2ª fase das análises, sendo que, na 1ª fase, o material analisado apresentou maior vigor quando comparado à 2ª fase. Portanto, o armazenamento reduziu o vigor das sementes. Costa et al. (2001) explicam que o tegumento da semente da soja pode ser facilmente danificado durante a colheita, colaborando para que a água e os microrganismos penetrem através das rachaduras ocasionadas por esse processo.

Além disso, França Neto e Henning (1984) afirmam que as partes embrionárias da semente de soja são protegidas por um tegumento pouco espesso, o que confere baixa proteção contra choques e abrasões que se verificam durante a colheita mecanizada, favorecendo o comprometimento do vigor da semente.

Não houve diferença significativa quando se compararam os sistemas de trilha e as velocidades de avanço da colhedora com a colheita manual. Resultados estes que concordam com os obtidos por Marcondes et al. (2005), que não encontraram diferenças estatísticas para o vigor entre colhedoras axial e convencional. Por outro lado, Costa et al. (1996), trabalhando com colhedoras com sistema de trilha radial, encontraram diferenças fisiológicas entre sementes de soja colhidas mecanicamente e manualmente, entretanto estas foram colhidas com 10,8% de umidade. Esses autores também verificaram maior vigor de sementes colhidas em velocidade de deslocamento da colhedora de 4,5 km h⁻¹ em relação a 8,0 km h⁻¹.

Tabela 5. Porcentagem de plântulas fortes de sementes de soja colhidas por diferentes sistemas avaliados, antes e após seis meses de armazenamento.

Sistemas de trilha	% plântulas fortes (vigor)		
	Fase 1	Fase 2	Média
Colhedora axial a 6 km h ⁻¹	87,50	81,00	84,25a
Colhedora axial a 8 km h ⁻¹	91,63	80,63	86,13a
Colhedora axial a 10 km h ⁻¹	88,25	82,75	85,50a
Colhedora convencional a 4 km h ⁻¹	84,75	83,38	84,07a
Colhedora convencional a 6 km h ⁻¹	88,63	81,88	85,26a
Colheita manual	90,88	85,25	88,07a
Média	88,61A	82,48B	
CV (%) parcela		3,07	
CV (%) subparcela		2,54	

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a variável germinação, a comparação dos dados obtidos mostrou que o período de armazenamento, o sistema de trilha e a velocidade avanço não influenciaram o resultado final (Tabela 6). Houve uma ligeira tendência de redução da germinação com a colheita mecânica.

Como a variação de velocidade para cada máquina se encontrava em faixas adequadas de operação, não causaram danos significativos na germinação, concordando com as afirmações de Herbek e Bitzer (1997). Esses autores afirmam que as perdas de germinação, em geral, são menores para combinações de velocidade e rotação dentro dessa faixa de operação. Vieira et al. (2006), estudando a qualidade de sementes de soja colhidas

por uma colhedora de rotor axial simples, também não encontraram efeito da velocidade na germinação.

Destaca-se que a umidade da semente durante a colheita estava dentro da faixa ideal, o que minimiza a influência na germinação. Resultados diferentes poderiam ocorrer em condições mais adversas de umidade na colheita, principalmente em favor das colhedoras axiais. Os coeficientes de variação encontrados foram adequados para todas as variáveis analisadas neste trabalho.

Tabela 6. Germinação de sementes de soja colhidas por diferentes sistemas avaliados, antes e após seis meses de armazenamento.

Sistemas de trilha	Germinação (%)		
	Fase 1	Fase 2	Média
Colhedora axial a 6 km h ⁻¹	94,13	95	94,57a
Colhedora axial a 8 km h ⁻¹	97,36	95,25	96,31a
Colhedora axial a 10 km h ⁻¹	96,13	95,25	95,69a
Colhedora convencional a 4 km h ⁻¹	94,13	95,63	94,88a
Colhedora convencional a 6 km h ⁻¹	96,25	96,75	96,50a
Colheita manual	97,13	97,88	97,51a
Média	95,86A	95,96A	
CV (%) parcela		1,57	
CV (%) subparcela		1,27	

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

5 CONCLUSÕES

O emprego das colhedoras com sistemas de trilha tangencial e axial não provocou diferenças no índice de velocidade de emergência, na massa, no vigor e na germinação das sementes de soja, indicando que, desde que convenientemente reguladas, não provocam diferenças nos valores desses parâmetros. No entanto, com relação à injúria mecânica, a colhedora axial mostrou-se superior à convencional.

O armazenamento reduziu o vigor das sementes colhidas.

O incremento da velocidade de deslocamento, dentro dos parâmetros recomendados pelo fabricante, não alterou a qualidade das sementes.

As colhedoras mecânicas não alteram a qualidade das sementes, com exceção do parâmetro injúria mecânica, que foi menor na colheita manual.

REFERÊNCIAS

- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Ed. Manole, 1990. 307p.
- BASRA, A.S. **Seed quality**: basic mechanisms and agricultural implications. New York: Food Products Press, 1994. 389p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BUNCH, H. D. Relationships between moisture content of seed and mechanical damage in seed conveying. **Seed World**, Chicago, v.86, n.5, p.14, 1617, 1962.
- CAMPOS, M. A. O.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H. C. B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 207-213, 2005.
- CARBONELL, S. A. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Dano mecânico em soja: um problema que poderá ser resolvido com cultivares resistentes. **Informativo Abrates**, Brasília, DF, v.3, n.4, p.32-7, 1993.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C. C.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n.1, p.128-132, 2003.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p.01-06, 2005.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, J. E.; BORDINGNON, J. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três Estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.140-5, 2001.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; NETO, J. B. F.; PEREIRA, J. E.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Avaliação da qualidade de sementes e grãos de soja provenientes da colheita mecanizada em diferentes regiões do Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.2, p.211-219, 2002.

COSTA, N. P.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MESQUITA, C. M.; TAVARES, L. C. V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.18, n.2, p.232-7, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 224 p. (Sistemas de produção/EMBRAPA Soja, n.5).

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).

GRANDI, L.A. **O prático: Máquinas e Implementos Agrícolas**. v. 1. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 139p.

HERBEK, J. H.; BITZER, M. J. **Soybean production in Kentucky**: harvest, drying, storage and marketing. Lexington: University of Kentucky, College of Agriculture, 1997. part. 5. p.1-5.

MACIEL, V. S. **Perdas e danificações mecânicas de sementes de arroz (Oryza Sativa L.) durante a colheita**. 1977. 81 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-7, 1962.

MARCONDES, M.C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C.B. Danos mecânicos e qualidade fisiológica de semente de soja colhida pelo sistema convencional e axial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n 2, p.125-129, 2005.

MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.A. Custo de produção: o caso da semente de soja. **Informativo abrates**, Londrina, v.4, n.3, p.604, 1994.

MESQUITA, C. M. **Mechanics of soybean threshing**. 1989. 142 f. Dissertation (Doctor of Philosophy)–Interdepartmental Area of Engineering, Agricultural Engineering. University of Nebraska, Lincoln.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Colheita mecanizada da soja: avaliação das perdas e da qualidade física do grão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.3, p.44-53, 1999.

PAIVA, L. E.; FILHO, S.M.; FRAGA, A. C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciências Agroécnicas**, Lavras, v.24, n.4, p. 846-856, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

QUICK, G. R.; BUCHELE, W. **The grain harvesters**. St. Joseph: ASAE, 1978. 269p.

TOLEDO, F. F. de; MARCOS FILHO, J. Colheita de sementes. In: TOLEDO, F. F. de; MARCOS FILHO, J (Ed.). **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. p.111-21.

VAUGHAN, C. E. Quality assurance techniques – the Clorox test. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1982, State college. **Proceedings...** State college: Mississippi Seed Technology Laboratory, 1982. p.117 – 118.

VEJASIT, A.; SALOKHE, V. M. Studies on machine crop parameters of na axial flow thresher for threshing soybean. **Agriculture Engineering International**, Texas, v. 6. p.1-12, 2004.

VIEIRA, B.G.T.L.; DA SILVA, R.P.; VIEIRA, R.D. Qualidade física e fisiológica de sementes de soja colhida com sistema de trilha axial sob diferentes velocidades de operação e rotações do cilindro trilhador. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.478-482, maio/ago. 2006.