

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

RODRIGO MORO BUENO

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA COLHIDAS
MECANICAMENTE POR SISTEMAS AXIAL E CONVENCIONAL DE TRILHAS**

**Uberlândia – MG
Novembro – 2008**

RODRIGO MORO BUENO

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA COLHIDAS
MECANICAMENTE POR SISTEMAS AXIAL E CONVENCIONAL DE TRILHAS**

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 A. Rodrigues da Cunha

**Uberlândia – MG
Novembro – 2008**

RODRIGO MORO BUENO

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA COLHIDAS
MECANICAMENTE POR SISTEMAS AXIAL E CONVENCIONAL DE TRILHAS**

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 18 de Novembro de 2008

Eng. Agr. Cleyton Batista de Alvarenga
Membro da Banca

Eng. Agr. Bruno Maia
Membro da Banca

Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha
Orientador

RESUMO

A qualidade da semente de soja tem grande participação no sucesso da lavoura e influi significativamente na produtividade. A colheita constitui importante etapa no processo produtivo da soja, principalmente pelos riscos aos quais está sujeita a lavoura destinada à produção de sementes, sendo umas das principais fontes de danos mecânicos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas mecanicamente por sistemas convencional e axial de trilha, em diferentes velocidades da colhedora e rotação do cilindro trilhador. A coleta do material foi realizada em quatro fazendas. Em cada uma delas, foram avaliadas duas colhedoras autopropelidas, sendo uma com sistema de trilha axial, e a outra com sistema de trilha convencional. Foi utilizado um delineamento de blocos casualizados com doze tratamentos, avaliando germinação, vigor e injúria mecânica. As amostras em cada colhedora foram coletadas em duas velocidades de rotação do cilindro trilhador e três velocidades de trabalho. Nas condições operacionais das fazendas avaliadas, pode-se concluir que as colhedoras de cilindro de trilha convencional e as axiais, nas regulagens testadas, não apresentam uma clara tendência de superioridade uma em relação à outra para as variáveis germinação e vigor das sementes de soja. Isso demonstra a importância das regulagens, independente do tipo de máquina utilizada. Com relação à injúria mecânica, as máquinas de fluxo axial mostraram-se superiores, promovendo menor percentagem de bandinhas. Quando se avaliou as diferentes velocidades e rotações testadas, não foi verificada nenhuma tendência para essas variáveis.

Palavras-chave: Mecanização agrícola, colheita, qualidade de sementes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	REVISÃO DE LITERATURA	7
3	MATERIAL E MÉTODOS	9
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5	CONCLUSÕES	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) tem como centro de origem a região asiática, mais precisamente a China, onde vem sendo cultivada há centenas de anos. Graças a trabalhos de melhoramento genético e a adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas, o seu cultivo se espalhou por todo o mundo, sendo hoje uma das principais culturas no Brasil, possuindo a maior área semeada do país. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2007), a produção de soja na safra 2006/07 foi de 58.391,8 milhões de toneladas, crescimento de 6,2% em relação à safra anterior, com uma área total de 20.686,8 milhões de hectares.

A qualidade da semente de soja tem grande participação no sucesso da lavoura e influi significativamente na produtividade, pois quando não se alcança um "stand" ideal, devido a baixa qualidade da semente, provavelmente haverá prejuízos. Dessa forma, é necessário a produção de sementes com elevada qualidade, requerindo um bom programa de controle de qualidade. Esta é garantida através de padrões mínimos de germinação, purezas física e varietal, bem como sanidade, exigidos por normas de produção e comercialização estabelecidas e controladas pelo governo (MARCONDES et al., 2005). A qualidade do lote de sementes pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a fase de produção no campo, a operação de colheita, a secagem, o beneficiamento e o armazenamento.

O processo de produção de sementes exige tecnologias que abrangem seleção da área, uso de variedades recomendadas, semeadura em épocas estabelecidas, acompanhamento do desenvolvimento vegetativo, tratos culturais, tratamentos fitossanitários, determinação do momento ideal de colheita e limpeza de maquinários, colhedoras e caminhões de transporte, que devem ser rigorosamente seguidas. A colheita constitui importante etapa no processo produtivo da soja, principalmente pelos riscos aos quais está sujeita a lavoura destinada à produção de sementes (EMBRAPA, 2002).

A crescente expansão da cultura da soja no Brasil, devido ao seu alto potencial de produtividade, tem limitações, haja vista que parte expressiva dos produtores de sementes emprega tecnologias inadequadas, resultando na obtenção de um produto com qualidade comprometida. Além desses aspectos, deve-se enfatizar que a colheita mecânica da soja é considerada uma etapa economicamente de custos elevados e, quando não realizada em tempo hábil e com máquinas devidamente ajustadas, pode resultar num padrão de sementes de acentuada variabilidade (COSTA et al., 2005).

De acordo com Paiva et al. (2000), a colheita mecânica e o beneficiamento são as principais fontes de danos mecânicos em sementes. Na colheita, a semente fica particularmente susceptível aos danos mecânicos, que se manifestam pelas quebras da semente, como também pelos danos internos causados ao embrião que refletem na má qualidade fisiológica das mesmas. As perdas qualitativas e os danos mecânicos compreendem as sementes quebradas, trincadas, rachadas, perda do arilo e a redução na sua germinação e vigor. Segundo Araújo (1995), o mecanismo de debulha ou trilha é o principal responsável pela danificação mecânica das sementes. O autor cita ainda que as perdas quantitativas e qualitativas das sementes têm causado grandes prejuízos financeiros às companhias e instituições produtoras de sementes.

Observa-se que o sistema de trilha utilizado pela maioria das colhedoras é responsável pelos danos físicos às sementes, pois promove a debulha da soja empregando alta energia de impacto. As vagens passam entre o cilindro de trilha e o côncavo durante a colheita, sofrendo compressão e atrito para a liberação das sementes. Como consequência dessa ação agressiva, as sementes colhidas poderão ser fragmentadas, quebradas, trituradas e danificadas em diferentes níveis de tamanhos.

Como a má regulagem das colhedoras, na maioria das vezes, é causada pelo pouco conhecimento do operador sobre regulagens e velocidade adequada de operação, esse dano mecânico pode ser amenizado com uma boa regulagem entre a velocidade de colheita, a velocidade do cilindro e a adequação no sistema de trilha e limpeza para obter uma colheita eficiente.

Dessa forma, é fundamental conhecer o desempenho operacional das colhedoras nas suas diversas condições de funcionamento, principalmente no que se refere à velocidade de deslocamento, que influencia na quantidade de material que entra na colhedora por unidade de tempo, e a rotação do cilindro trilhador, que determina a energia de impacto a que as sementes estarão submetidas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas mecanicamente por sistemas convencional e axial de trilha, em diferentes velocidades da colhedora e rotação do cilindro trilhador.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O processo de colheita constitui-se em importante etapa no processo produtivo da soja, principalmente pelos riscos a que está sujeita a lavoura destinada à produção de sementes (EMBRAPA, 2005).

A resistência da semente de soja ao dano mecânico também está relacionada com os níveis de lignina encontrados no tegumento: genótipos de soja com mais de 5,5% de lignina no tegumento têm sementes e grãos com maior resistência (ALVAREZ et al., 1997). De acordo com Gasparetto et al. (1977), o que se espera de um mecanismo de trilha é a eliminação das perdas de sementes durante o processo de colheita, redução dos danos mecânicos macro e microscópicos transmitidos às sementes e uma separação eficaz dos materiais colhidos.

Além dos aspectos comentados, sabe-se que a semente de soja, apresenta as partes vitais do embrião, como radícula, hipocótilo e plúmula, situados sob um tegumento pouco espesso que, praticamente, não lhes oferece proteção, levando, na maioria dos casos, a uma maior incidência de danos mecânicos na colheita, beneficiamento, transporte e armazenamento. Entretanto, pode-se, também mencionar que existe a 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 mecânicos que ocorrem nas sementes de soja (MESQUITA, 1989). Esse tipo de dano tem sido considerado como o mais nocivo à qualidade das sementes de soja produzidas no Brasil (CARBONEL et al., 1998).

Para entender o processo de danificação ou quebra de grãos durante a colheita, é importante destacar que a maioria das colhedoras usa o sistema convencional de cilindro e côncavo, por alimentação tangencial, cuja patente original foi registrada há mais de 200 anos (QUICK; BUCHELE, 1978). A ação de trilha realizada entre o cilindro e o côncavo envolve ações simultâneas de impacto, compressão e atrito (esfregamento), com velocidades das barras do cilindro de aproximadamente 50 km h⁻¹. Devido à agressividade dessa operação, parece lógico admitir que a lavoura colhida e levada a passar entre esses dois componentes poderá ser danificada ou fragmentada em partes de diferentes tamanhos. Os mecanismos de trilha normalmente transmitem impactos agressivos sobre as plantas, principalmente os de alimentação tangencial, que são levadas a passar entre o cilindro e o côncavo durante a colheita (COSTA et al., 2003). Como consequência dessa ação normalmente agressiva,

sementes/grãos colhidos poderão ser fragmentados, quebrados, triturados e danificados em diferentes níveis.

Andrews (1965) e Delouche (1967) mostraram que a danificação é causada por choques e/ou abrasões contra superfícies duras ou contra outras sementes, resultando em sementes quebradas, danificadas, fragmentadas e trincadas. Sementes com essas características dificultam as operações de beneficiamento e apresentam redução da germinação e do vigor. Bunch (1962) concluiu que sementes mecanicamente danificadas não mantêm o vigor e a viabilidade durante o armazenamento, pois os danos interferem na taxa de respiração e permitem a entrada de microorganismos.

Segundo Skromme (1977), 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. Todavia, os custos de aquisição desse modelo de colhedora ainda são elevados para a maioria dos produtores brasileiros. Contudo, a pesquisa tem mostrado que tanto o sistema de trilha de alimentação tangencial, como o axial, podem produzir níveis elevados de danos mecânicos e de quebras às sementes.

De acordo com Maciel (1977), os mecanismos de trilha das colhedoras são construídos para funcionar com rapidez e eficiência na colheita dos grãos, não dando muita importância a sua utilização na colheita de sementes, cuja viabilidade e vigor são fundamentais. Portanto, a unidade de trilha pode ser a principal causadora de danos mecânicos às sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

A coleta das sementes foi realizada em quatro fazendas do triângulo Mineiro. O critério de seleção das fazendas baseou-se na disponibilidade de máquinas axiais e convencionais em um mesmo campo de semente. As análises foram realizadas no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia. Na Fazenda JC Aroeira, localizada no município de Nova Ponte-MG, foram utilizadas sementes de soja cultivar Monsoy 8329. Na Fazenda Van Ass, localizada no município de Uberlândia-MG, foram utilizadas sementes de soja cultivar Valiosa. Na Fazenda Batalha, localizada no município de Estrela do Sul-MG, foram utilizadas semente de soja cultivar Monsoy 8001. Na Fazenda Ouro Verde, localizada no município de Presidente Olegário-MG, foram utilizadas semente de soja cultivar Vencedora, todas colhidas mecanicamente em lavouras comerciais.

3.2 Máquinas utilizadas para avaliação

Em cada fazenda, foram avaliadas duas colhedoras autopropelidas, sendo uma com sistema de trilha axial, e a outra com sistema de trilha convencional (trilha radial). As amostras em cada colhedora foram coletadas em duas velocidades de rotação do cilindro trilhador e três velocidades de trabalho, conforme Tabelas 1, 2, 3 e 4, perfazendo 12 tratamentos. Cada um correspondeu a 100 metros lineares pela largura da plataforma. As regulagens restantes das máquinas (rotação do ventilador e abertura do côncavo) e a umidade dos grãos durante a colheita foram as usuais em cada propriedade, sendo semelhantes para todos os tratamentos.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos avaliados na Fazenda JC Aroeira

Tratamento	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação (rpm)
A	John Deere STS 9750 (Axial)	5,0	400
B	John Deere STS 9750 (Axial)	6,0	400
C	John Deere STS 9750 (Axial)	7,0	400
D	John Deere STS 9750 (Axial)	5,0	500
E	John Deere STS 9750 (Axial)	6,0	500
F	John Deere STS 9750 (Axial)	7,0	500
G	John Deere 1185 (Convencional)	6,0	400
H	John Deere 1185 (Convencional)	7,0	400
I	John Deere 1185 (Convencional)	5,0	400
J	John Deere 1185 (Convencional)	5,0	500
K	John Deere 1185 (Convencional)	6,0	500
L	John Deere 1185 (Convencional)	7,0	500

Tabela 2. Descrição dos tratamentos avaliados na Fazenda Van Ass

Tratamento	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação (rpm)
A	Massey Ferguson MF38 (Convencional)	5,0	900
B	Massey Ferguson MF38 (Convencional)	6,0	900
C	Massey Ferguson MF38 (Convencional)	7,0	900
D	Massey Ferguson MF38 (Convencional)	5,0	800
E	Massey Ferguson MF38 (Convencional)	6,0	800
F	Massey Ferguson MF38 (Convencional)	7,0	800
G	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	6,0	600
H	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	6,0	700
I	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	7,0	700
J	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	7,0	600
K	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	8,0	600
L	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	8,0	700

Tabela 3. Descrição dos tratamentos avaliados na Fazenda Batalha

Tratamento	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação (rpm)
A	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	5,0	500
B	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	6,0	500
C	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	7,0	500
D	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	5,0	600
E	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	6,0	600
F	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	7,0	600
G	John Deere 1450 (Convencional)	5,0	400
H	John Deere 1450 (Convencional)	6,0	400
I	John Deere 1450 (Convencional)	7,0	400
J	John Deere 1450 (Convencional)	5,0	500
K	John Deere 1450 (Convencional)	6,0	500
L	John Deere 1450 (Convencional)	7,0	500

Tabela 4. Descrição dos tratamentos avaliados na Fazenda Ouro Verde

Tratamento	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação (rpm)
A	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	5,0	450
B	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	6,0	450
C	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	7,0	450
D	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	5,0	500
E	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	6,0	500
F	Case 2388 Axial Flow Extreme (Axial)	7,0	500
G	New Holland TC-59 (Convencional)	5,0	500
H	New Holland TC-59 (Convencional)	6,0	500
I	New Holland TC-59 (Convencional)	7,0	500
J	New Holland TC-59 (Convencional)	5,0	600
K	New Holland TC-59 (Convencional)	6,0	600
L	New Holland TC-59 (Convencional)	7,0	600

3.3 Período de execução

A coleta do material no campo foi realizada no mês de abril, durante a safra agrícola 2006/2007. Após coletadas as amostras e determinada a umidade de colheita por meio do medidor universal, estas foram armazenadas na câmara fria do Laboratório de Pesquisa e Análise de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia, a uma temperatura constante de 10°C. O tempo de armazenamento foi de seis meses, visando verificar possíveis danos latentes, simulando a armazenagem da semente que ocorre no campo antes da semeadura. A coleta das sementes foi realizada diretamente na rosca de abastecimento do tanque graneleiro das colhedoras, depois de estabilizada a colheita em cada condição testada.

3.4 Delineamento experimental

Visando avaliar a influência do processo de colheita na qualidade da semente, foi utilizado um delineamento de blocos casualizados, com 12 tratamentos e quatro repetições para cada fazenda analisada.

3.5 Análises laboratoriais

Iniciando os procedimentos de análise, as amostras foram casualizadas em quatro blocos, utilizando um aparelho do tipo “divisor de solos”. Após essa etapa, as amostras passaram por um processo de simulação de beneficiamento, onde foram separadas as bandinhas das sementes inteiras. Em seguida, as sementes foram avaliadas, seguindo as

Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992), as seguintes variáveis: germinação, vigor e injúria mecânica.

Com relação ao teste de germinação e vigor, este foi conduzido com quatro sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição, colocadas entre duas folhas de papel toalha, umedecidas com água deionizada, na proporção de duas vezes e meia o peso do papel seco. Foram confeccionados rolos levados ao germinador, regulado para a temperatura de 25°C. 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.

A análise de injúria mecânica foi realizada após a realização da simulação de beneficiamento. As amostras foram pesadas e em seguida foram colocadas sobre peneiras P10 (10/64 avos de uma polegada). O material que passou pela peneira foi separado e classificado em bandinhas. Posteriormente, esse material foi pesado separadamente e foi estabelecido o percentual que o mesmo representava da amostra.

3.6 Análises estatísticas

A análise estatística dos dados de vigor, germinação e injúria mecânica (bandinhas) foi realizada utilizando-se de análise de variância, seguida do teste de Scott Knott, a 5% de significância, por meio do programa Sisvar (Versão 4.3).

Os dados, em porcentagem, foram transformados segundo o arco seno da raiz de $x/100$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável germinação, não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos que variaram velocidade de deslocamento e rotação do sistema de trilha, para as colhedoras John Deere 1185 e John Deere STS 9750 da Fazenda JC Aroeira (Tabela 5) e para as colhedoras Massey Ferguson MF38 e Case 2388 da Fazenda Van Ass (Tabela 6). Entretanto, na Fazenda Batalha os piores tratamentos foram compostos pela colhedora Case 2388 na velocidade de 5 km h⁻¹ com rotações do cilindro de 500 e 600 rpm, e à 6 km h⁻¹ com rotação de 500 rpm (Tabela 7). Na Fazenda Ouro Verde (Tabela 8), verificou-se que os melhores tratamentos em sua maioria ocorreram com colhedoras axiais, Case 2388.

Esses resultados são semelhantes ao obtidos por Vieira et al. (2006). Esses autores afirmam que as combinações de velocidade de operação e rotações do cilindro de trilha avaliados em seus trabalhos também não afetam as variáveis de germinação e vigor. Embora não tenha sido evidenciada a diferença de comportamento entre os tratamentos estudados, as partes embrionárias da semente de soja são compostas de um tegumento pouco espesso, o qual lhe confere baixa proteção contra choques e abrasões que se verificam durante a colheita mecânica, comprometendo, na maioria das vezes, a qualidade fisiológica das sementes após armazenamento (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Tabela 5. Análise de germinação para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda JC Aroeira.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Germinação (%)
I	John Deere 1185 (Convencional)	5,0	400	96,00 a
F	John Deere STS 9750 (Axial)	7,0	500	94,50 a
B	John Deere STS 9750 (Axial)	6,0	400	94,25 a
H	John Deere 1185 (Convencional)	7,0	400	94,00 a
K	John Deere 1185 (Convencional)	6,0	500	94,00 a
L	John Deere 1185 (Convencional)	7,0	500	94,00 a
D	John Deere STS 9750 (Axial)	5,0	500	93,50 a
C	John Deere STS 9750 (Axial)	7,0	400	93,25 a
E	John Deere STS 9750 (Axial)	6,0	500	93,00 a
J	John Deere 1185 (Convencional)	5,0	500	92,75 a
G	John Deere 1185 (Convencional)	6,0	400	92,00 a
A	John Deere STS 9750 (Axial)	5,0	400	89,25 a

CV (%) 5,25

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knot.

Tabela 6. Análise de germinação para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Van Ass.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Germinação (%)
I	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	700	91,00 a
K	Case 2388 Axial Flow Extreme	8,0	600	90,75 a
B	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	6,0	900	90,25 a
H	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	700	90,25 a
J	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	600	89,50 a
G	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	600	88,00 a
D	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	5,0	800	87,00 a
E	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	6,0	800	87,00 a
F	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	7,0	800	87,00 a
L	Case 2388 Axial Flow Extreme	8,0	700	87,00 a
C	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	7,0	900	86,75 a
A	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	5,0	900	86,25 a
CV(%)	7,45			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 7. Análise de germinação para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Batalha.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Germinação (%)
H	John Deere 1450 (Convencional)	6,0	400	95,50 a
J	John Deere 1450 (Convencional)	5,0	500	95,00 a
I	John Deere 1450 (Convencional)	7,0	400	94,25 a
F	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	600	93,25 a
K	John Deere 1450 (Convencional)	6,0	500	92,75 a
G	John Deere 1450 (Convencional)	5,0	400	92,50 a
E	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	600	91,50 a
L	John Deere 1450 (Convencional)	7,0	500	91,25 a
C	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	500	90,75 a
D	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	600	84,00 b
A	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	500	83,25 b
B	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	500	82,00 b
CV(%)	9,04			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 8. Análise de germinação para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Ouro Verde.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Germinação (%)
A	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	450	98,00 a
D	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	500	97,75 a
B	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	450	97,50 a
F	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	500	96,75 a
H	New Holland TC-59 (Convencional)	6,0	500	96,25 a
C	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	450	96,00 a
I	New Holland TC-59 (Convencional)	7,0	500	95,50 b
J	New Holland TC-59 (Convencional)	5,0	600	95,25 b
G	New Holland TC-59 (Convencional)	5,0	500	93,75 b
K	New Holland TC-59 (Convencional)	6,0	600	93,50 b
L	New Holland TC-59 (Convencional)	7,0	600	92,50 b
E	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	500	91,75 b
CV(%)	7,09			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Os testes de vigor também não mostraram uma clara diferença entre as colhedoras com sistema de trilha axial e convencional. Verificou-se que as colhedoras axiais obtiveram melhores resultados de vigor, para as Fazendas JC Aroeira (Tabela 9). Para a fazenda Van Ass (Tabela 10), os tratamentos não obtiveram diferença estatística entre eles. Para a fazenda Ouro Verde (Tabela 12), os melhores tratamentos foram com uma colhedora convencional, New-Holland TC-59, na velocidade 6 km h⁻¹ com 600 rpm e com a Case 2388 (axial), na velocidade de 6 km h⁻¹, com rotações de 450 e 500 rpm, e na velocidade de 7 km h⁻¹, com 450rpm. Entretanto, na Fazenda Batalha os piores tratamentos foram compostos pela colhedora Case 2388 na velocidade de 5 km h⁻¹ com rotações do cilindro de 500 e 600 rpm, e à 6 km h⁻¹ com rotação de 500rpm e com a colhedora John Deere 1450 à 7 km h⁻¹ a 400 rpm.

Quanto aos diferentes sistemas de trilha, não foi notada nenhuma tendência, quando se avaliou germinação e vigor, assemelhando-se ao mesmo demonstrado por Costa et al. (2001) e Herbek e Bitzer (1997). Esses autores também comentam que o tegumento da semente de soja pode ser facilmente quebrado ou danificado durante o processo de colheita, e que possivelmente maiores velocidades contribuam para que a água e microrganismos penetrem através das rachaduras provocadas no ato da colheita, trazendo como consequência, redução do poder germinativo das mesmas.

Verifica-se uma alternância de resultados entre máquinas axiais e convencionais para as variáveis germinação e vigor. Essa inconstância se justifica provavelmente em função das regulagens das máquinas durante o processo de colheita, que causam mais ou menos danos as sementes de soja colhidas mecanicamente.

Tabela 9. Análise de vigor para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda JC Aroeira.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Vigor (%)
C	John Deere STS 9750 (Axial)	7,0	400	83,25 a
F	John Deere STS 9750 (Axial)	7,0	500	82,50 a
B	John Deere STS 9750 (Axial)	6,0	400	79,25 a
I	John Deere 1185 (Convencional)	5,0	400	78,75 a
D	John Deere STS 9750 (Axial)	5,0	500	78,50 a
E	John Deere STS 9750 (Axial)	6,0	500	77,75 a
K	John Deere 1185 (Convencional)	6,0	500	76,50 b
G	John Deere 1185 (Convencional)	6,0	400	76,00 b
H	John Deere 1185 (Convencional)	7,0	400	74,50 b
J	John Deere 1185 (Convencional)	5,0	500	74,00 b
A	John Deere STS 9750 (Axial)	5,0	400	71,75 b
L	John Deere 1185 (Convencional)	7,0	500	71,25 b
CV(%)	6,67			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 10. Análise de vigor para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Van Ass.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Vigor (%)
H	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	700	64,33 a
F	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	7,0	800	63,16 a
G	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	600	63,16 a
E	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	6,0	800	61,83 a
D	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	5,0	800	61,50 a
L	Case 2388 Axial Flow Extreme	8,0	700	61,50 a
C	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	7,0	900	61,00 a
K	Case 2388 Axial Flow Extreme	8,0	600	61,00 a
B	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	6,0	900	60,16 a
J	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	600	60,16 a
A	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	5,0	900	59,66 a
I	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	700	59,66 a
CV(%)	8,11			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 11. Análise de vigor para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Batalha.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Vigor (%)
H	John Deere 1450 (Convencional)	6,0	400	85,50 a
E	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	600	82,25 a
K	John Deere 1450 (Convencional)	6,0	500	82,25 a
F	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	600	81,00 a
J	John Deere 1450 (Convencional)	5,0	500	81,00 a
G	John Deere 1450 (Convencional)	5,0	400	80,50 a
L	John Deere 1450 (Convencional)	7,0	500	79,50 a
C	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	500	79,25 a
D	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	600	74,50 b
I	John Deere 1450 (Convencional)	7,0	400	73,50 b
B	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	500	72,25 b
A	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	500	70,25 b

CV(%) 8,46

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 12. Análise de vigor para sementes pequenas colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Ouro Verde.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Vigor (%)
H	New Holland TC-59 (Convencional)	6,0	500	84,50 a
C	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	450	83,75 a
B	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	450	82,25 a
E	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	500	82,00 a
J	New Holland TC-59 (Convencional)	5,0	600	79,75 b
K	New Holland TC-59 (Convencional)	6,0	600	79,25 b
A	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	450	78,25 b
L	New Holland TC-59 (Convencional)	7,0	600	78,25 b
F	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	500	77,00 b
D	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	500	76,75 b
I	New Holland TC-59 (Convencional)	7,0	500	75,75 b
G	New Holland TC-59 (Convencional)	5,0	500	74,75 b

CV(%) 7,10

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

De acordo com as Tabelas 13, 14, 15 e 16, as colhedoras com sistema de trilha axial, Case 2388 Axial Flow Extreme e John Deere STS 9750 apresentaram as menores porcentagens de bandinhas, ou seja, característica que representa a injúria mecânica causada pelo sistema de trilha. Este pode conferir energia de impacto muito grande a semente durante o processo de trilha, resultando em danos.

Nas Tabelas 13 e 16, nota-se a superioridade das máquinas John Deere STS 9750 e Case 2388 em praticamente todas as situações avaliadas, independente da velocidade de avanço e da rotação do cilindro. Na Tabela 14, o melhor tratamento, diferindo estatisticamente de todos os outros, foi com a Case 2388, na velocidade de 7 km h⁻¹, com rotação de 600 rpm. Já na Tabela 15, é possível identificar o melhor desempenho da Case 2388 nas velocidades de 6 e 7 km h⁻¹, na rotação de 500 rpm do cilindro.

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 físicos 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 13. Análise de injúria mecânica para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda JC Aroeira.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Bandinhas (%)
B	John Deere STS 9750 (Axial)	6,0	400	0,80 a
F	John Deere STS 9750 (Axial)	7,0	500	0,89 a
C	John Deere STS 9750 (Axial)	7,0	400	0,93 a
E	John Deere STS 9750 (Axial)	6,0	500	1,00 a
A	John Deere STS 9750 (Axial)	5,0	400	1,05 a
D	John Deere STS 9750 (Axial)	5,0	500	1,30 b
G	John Deere 1185 (Convencional)	6,0	400	3,98 c
L	John Deere 1185 (Convencional)	7,0	500	4,42 d
I	John Deere 1185 (Convencional)	5,0	400	4,52 d
H	John Deere 1185 (Convencional)	7,0	400	4,71 d
J	John Deere 1185 (Convencional)	5,0	500	5,49 e
K	John Deere 1185 (Convencional)	6,0	500	6,55 f
CV(%)	4,18			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 14. Análise de injúria mecânica para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Van Ass.

Trat,	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Bandinhas (%)
J	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	600	4,56 a
G	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	600	5,75 b
I	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	700	5,78 b
K	Case 2388 Axial Flow Extreme	8,0	600	6,99 c
H	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	700	7,33 c
L	Case 2388 Axial Flow Extreme	8,0	700	8,12 d
C	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	7,0	900	15,12 e
D	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	5,0	800	16,97 f
E	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	6,0	800	17,06 f
A	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	5,0	900	17,24 f
F	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	7,0	800	17,88 g
B	Massey Ferguson MF38 (Conv.)	6,0	900	17,95 g
CV(%)	1,99			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 15. Análise de injúria mecânica para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Batalha.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Bandinhas (%)
B	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	500	0,64 a
C	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	500	0,71 a
A	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	500	1,07 b
D	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	600	1,34 c
F	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	600	1,57 c
H	John Deere 1450 (Convencional)	6,0	400	3,84 d
E	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	600	4,27 e
G	John Deere 1450 (Convencional)	5,0	400	4,55 e
I	John Deere 1450 (Convencional)	7,0	400	4,91 f
K	John Deere 1450 (Convencional)	6,0	500	4,99 f
L	John Deere 1450 (Convencional)	7,0	500	5,16 f
J	John Deere 1450 (Convencional)	5,0	500	5,52 f
CV(%)	4,33			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 16. Análise de injúria mecânica para sementes colhidas por sistemas axial e convencional de trilha em diferentes condições operacionais na Fazenda Ouro Verde.

Trat.	Colhedora	Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação do cilindro de trilha (rpm)	Bandinhas (%)
A	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	450	0,86 a
B	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	450	0,89 a
D	Case 2388 Axial Flow Extreme	5,0	500	1,01 a
C	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	450	1,02 a
F	Case 2388 Axial Flow Extreme	7,0	500	1,24 b
E	Case 2388 Axial Flow Extreme	6,0	500	1,31 b
I	New Holland TC-59 (Convencional)	7,0	500	5,03 c
H	New Holland TC-59 (Convencional)	6,0	500	5,40 d
G	New Holland TC-59 (Convencional)	5,0	500	5,72 d
K	New Holland TC-59 (Convencional)	6,0	600	6,18 e
L	New Holland TC-59 (Convencional)	7,0	600	6,39 e
J	New Holland TC-59 (Convencional)	5,0	600	7,11 f
CV(%)	3,47			

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

5 CONCLUSÕES

Nas condições operacionais das fazendas avaliadas, pode-se concluir que as colhedoras de cilindro de trilha convencional e as axiais, nas regulagens testadas, não apresentam uma clara tendência de superioridade uma em relação à outra para as variáveis germinação e vigor das sementes de soja. Isso demonstra a importância das regulagens, independente do tipo de máquina utilizada. Com relação à injúria mecânica, as máquinas de fluxo axial mostraram-se superiores, promovendo menor percentagem de bandinhas. Quando se avaliou as diferentes velocidades e rotações testadas, não foi verificada nenhuma tendência para essas variáveis.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, P. J. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MANDARINO, J. M. G.; FRANÇA NETO, J. B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, n. 2, p. 209-214, 1997.

ANDREWS, C. Mechanical injury on seed. In: SHORT COURSE FOR SEEDMEN. **Proceedings...** Mississippi: Seed Tecnology Laboratory , 1965, p. 125-130.

ARAUJO, R. F. **Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas e qualitativas de sementes de milho (*Zea mays, L.*)**. 1995. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BUNCH, H. D. Relationships between moisture content of seed and mechanical damage in seed conveying. **Seed World**, Chicago, v.86, n.5, p. 14, 1962.

CARBONELL, S. A. M.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MESQUITA, C. M. A device to impart impact on soybean seeds for screening genotypes for resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 26, n. 1, p. 45-52, 1998.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Brasil. **Safra**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SojaSerieHist>>. Acesso em: 27 set.2007.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, J. E.; BORDINGNON, J. R.; KRZYZONOWSKI, 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. 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. S. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de semente de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 01-06, 2005.

DELOUCHE, J. C. Determinants of seed quality. In: SHORT COURSE FOR SEEDMEN, **Proceedings...** Mississippi: Seed Technology Laboratory, v.14, p.53-68, 1967.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja.** Londrina: Embrapa, 2002. p. 195.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja.** Londrina: Embrapa, 2005. (Sistemas de produção/EMBRAPA Soja, 5).p. 224.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica da semente.** Londrina: Embrapa, 1984. p.5-24. (Circular Técnica, 9).

GASPARETTO, E.; ZEN, M.; GUADAGNIN, A. Ultra-high speed movie observation of a conventional threshing mechanism (cylinder-concave-rear beater) working on wheat. In: INTERNATIONAL GRAIN AND FORAGE HARVESTING CONFERENCE, 1., 1977, Ames. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 1977. p. 104-111.

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, 1977.

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

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

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

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

SKROMME, L. H. Progress report on twin rotor combine concept of rotary threshing and separation. In: INTERNATIONAL GRAIN AND FORAGE HARVESTING CONFERENCE, 1., 1977, St. Joseph. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 1977. p.188-191, 195.

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

VIEIRA, B. G. T. L.; SILVA, L. 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, 2006.