

COLHEITA DIRETA DE FEIJÃO COM COLHEDORA AUTOMOTRIZ AXIAL¹

José Geraldo da Silva², Homero Aidar², João Kluthcouski²

ABSTRACT

DRY BEAN HARVEST
WITH AXIAL THRASHER COMBINE

Dry bean mechanized harvest is a common practice in large and medium farms. However, many factors have made difficult the use of combines. Mechanized harvest requires special care because many pods are near the ground, causing significant grain losses. It was set up an experiment to evaluate the dry bean harvest by a combine equipped with flexible cutting platform and axial thrasher. The factors studied were: two dry bean cultivars (BRS Valente and Iapar 81), two harvest periods (morning and afternoon), and three operation speeds (3 km h⁻¹, 5 km h⁻¹, and 7 km h⁻¹). Harvest plant height and grain loss were 93 mm and 135 kg ha⁻¹, respectively. This grain loss was higher in the afternoon than in the morning. The combine speed operation affected plant cut height as well as grain loss. The grain damage was affected by combine operation speed and grain moisture. The combine performance, based on grain quality and capacity of work, was dependent on the speed operation, cultivar type, and grain moisture.

KEY-WORDS: Grain loss; grain quality; speed operation; harvest period; dry bean cultivars.

RESUMO

A colheita mecanizada do feijoeiro é uma prática comum em lavouras de médio e grande porte, embora diversos fatores dificultem o emprego de colhedoras automotrizes. Ela requer cuidados especiais, porque muitas vagens situam-se próximas ao solo, causando perda significativa de grãos na operação. Foi instalado um experimento para avaliar a colheita do feijão, feita por colhedora automotriz provida de plataforma de corte flexível e sistema de trilha axial. Os fatores estudados foram: duas cultivares de feijão (BRS Valente e Iapar 81), dois períodos de realização da colheita (manhã e tarde) e três velocidades de operação (3 km h⁻¹, 5 km h⁻¹ e 7 km h⁻¹). A altura média de corte das plantas foi de 93 mm e a perda de grãos de 135 kg ha⁻¹. Esta perda foi maior no período da tarde do que de manhã. A velocidade de colheita afetou tanto a altura de corte das plantas quanto a perda de grãos. A danificação aos grãos foi influenciada pela velocidade de operação no campo e pelo teor de umidade dos grãos. O desempenho da colhedora, em termos de capacidade de trabalho e de qualidade e perda de grãos, dependeu da velocidade de operação, da cultivar e do estágio de maturação.

PALAVRAS-CHAVE: Perda de grãos; qualidade de grãos; velocidade de operação; período de colheita; cultivar de feijão.

INTRODUÇÃO

A colheita manual é uma prática secular no Brasil, restrita, cada vez mais, a agricultores que produzem feijão para subsistência. A modernização tecnológica a que foi submetido o meio rural, nas últimas décadas, modificou a natureza dessa operação. A colheita mecanizada do feijoeiro é uma realidade bastante comum, em lavouras de médio e grande porte, embora diversos fatores relacionados ao sistema de cultivo, à área de plantio e ao tipo de planta tenham dificultado o emprego de máquinas colhedoras (Silva 2004).

A mecanização do feijoeiro, nas diferentes épocas de cultivo, não apresenta inconveniente

para a realização das operações que antecedem a colheita, pois podem ser utilizados equipamentos comuns às outras culturas, como arroz, milho e soja, para preparo do solo, semeadura e tratamentos culturais. Porém, diversos fatores relacionados com o tipo de planta e manejo empregado no plantio e na colheita, entre outros, têm impedido o emprego direto das colhedoras convencionais (Silva & Silveira 2004). Para mecanizar, racionalmente, a colheita, com baixo percentual de perda de grãos, são necessárias plantas de feijão com porte ereto, boa altura de inserção das vagens, uniformidade de maturação e resistência ao acamamento e à deiscência das vagens em condições de campo. Muitas vagens situam-se próximas ao solo, fora do alcance das lâminas de corte das máquinas,

1. Trabalho recebido em jul./2009 e aceito para publicação em dez./2009 (n° registro: PAT 6640).

2. Embrapa Arroz e Feijão, Setor de Mecanização Agrícola, Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil.

E-mails: jgeraldo@cnpaf.embrapa.br, homero@cnpaf.embrapa.br, joaok@cnpaf.embrapa.br.

constituindo problema para a mecanização. Este problema é agravado, interferindo no desempenho das colhedoras, se, após o plantio, o terreno ficar rugoso, mal nivelado e com sulcos.

Conforme Agrimec (1999), a colheita direta do feijoeiro com colhedora é afetada pelos sistemas de plantio convencional e direto; topografia e cor do solo; deformação do terreno, causada pela semeadora-adubadora e pelos equipamentos de pulverização e de irrigação; presença de plantas invasoras; e massa vegetal do feijoeiro. O melhor recolhimento das plantas se associa à maior quantidade de massa vegetal - plantas doentes, com pouca massa, são mais difíceis de serem recolhidas pela plataforma de corte da máquina. A operação da colhedora também é afetada pela época de colheita (Silva 2004): se antecipada, tem-se alta umidade nas plantas, resultando em uma trilha ineficiente; se atrasada, eleva-se a perda de grãos pela abertura das vagens, provocada pelo molinete da máquina.

Elias et al. (1999) consideram que a perda de grãos não é o único problema a ser solucionado na colheita mecanizada do feijão. Pelo fato de operarem próximas ao solo, as colhedoras captam muita terra, a qual acaba por sujar os grãos, no ato da trilha. Para se evitar a sujeira, o operador mantém a plataforma mais afastada do solo, deixando de colher parte significativa das plantas. De acordo com os autores, nessa condição, as perdas de grãos podem alcançar 15% a 20%, inviabilizando a colheita mecanizada.

As colhedoras convencionais de arroz ou de soja necessitam de adaptações para colher o feijoeiro, pois apresentam desempenho insatisfatório, em relação à perda e à danificação de grãos. Segundo Silva (2004), elas devem ser equipadas com plataforma de corte flexível e com um conjunto de acessórios, para diminuir os danos e a mistura de terra aos grãos. O conjunto é composto, basicamente, de: a) dedos levantadores - são acoplados à barra de corte e servem para levantar as plantas acamadas antes da ceifa; b) sapatas de plástico - facilitam o deslizamento da plataforma de corte no solo; c) chapa perfurada na plataforma de corte - serve para eliminar a terra colhida antes de entrar na máquina; d) chapa perfurada no alimentador do cilindro trilhador - elimina a terra antes da trilha das plantas; e) redutor de velocidade - reduz a velocidade do cilindro trilhador para cerca de 200 rpm; f) elevador de canecas - substitui o elevador do tipo raspador e serve para reduzir os danos mecânicos nos grãos; e g) bandeirão perfurado - para eliminar a terra dos grãos, após a trilha.

Comparativamente a outros equipamentos, a colhedora automotriz pode causar mais perdas e danificação aos grãos, além de sujá-los com terra. Consequentemente, existe resistência do agricultor, em relação às colhedoras. Seu uso se dá quando o somatório dos custos, devido à operação, às perdas e às injúrias ao grão, for menor que aquele com outros métodos de colheita. O feijoeiro, geralmente, não apresenta maturação uniforme e, por isso, para a colheita com colhedora automotriz, é necessário dessecar as plantas com produtos químicos, o que pode onerar, ainda mais, os gastos.

Silva et al. (1999) avaliaram uma colhedora automotriz, provida de cilindro de fluxo axial, plataforma de corte flexível de 17 pés e levantador de plantas acamadas, na colheita de quatro cultivares de feijão, cujos teores de umidade dos grãos variavam de 11,3% a 14,4%. Verificaram que, em solo com superfície plana, desprovida de curvas de nível e de sulcos, a altura média de corte das plantas foi de 113 mm e a perda de grãos de 280 kg ha⁻¹, apresentando variação de 172 kg ha⁻¹ a 435 kg ha⁻¹, conforme a cultivar. Em outro estudo com colhedora axial, em área de plantio direto cultivada com feijoeiros de porte mais ereto, Elias et al. (1999) constataram perda de 7% da produção. Conforme a Agrimec (1999), o índice aceitável de perda de grãos, para colhedora axial, deve ser de dois a três sacos por hectare.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de uma colhedora automotriz axial, submetida a três velocidades de operação, em dois períodos de colheita de duas cultivares de feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Lagoa da Confusão, TO, em área de várzea sistematizada, sem torrões e sulcos na superfície, irrigada por subirrigação e cultivada, sob plantio direto, com feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* L.) das cultivares BRS Valente, do grupo preto, e Iapar 81, do grupo carioca. A BRS Valente e Iapar 81 apresentam ciclo de 90 e 92 dias, massa de 100 grãos de 21,5 g e 25,1 g, respectivamente, e ambas as cultivares possuem plantas de porte ereto, com hábito de crescimento indeterminado, tipo II (Silva & Del Peloso 2006). No momento da colheita, a BRS Valente apresentava-se mais desfolhada e menos entrelaçada que a Iapar 81. A BRS Valente apresentou produtividade de 1.920 kg ha⁻¹ e a Iapar 2.160 kg ha⁻¹.

Foi utilizada uma colhedora automotriz, provida de plataforma de corte flexível de 7,63 m (25 pés); mecanismo levantador de plantas acamadas; sapatas plásticas, para permitir a operação da barra de corte rente ao solo; chapas perfuradas, para eliminar a terra que entrava na máquina junto com as plantas; e sistema de trilha com rotor de fluxo axial. A máquina foi operada com rotação de 1.190 rpm, no ventilador, e de 340 rpm, no cilindro trilhador. A velocidade do molinete foi controlada para ser superior à velocidade de deslocamento em 10%.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x3. Os fatores estudados foram: duas cultivares de feijão (BRS Valente e Iapar 81); dois períodos de realização da colheita (manhã, das 10 às 11 h, e tarde, das 15 às 16 h); e três velocidades de operação da colhedora (3 km h⁻¹, 5 km h⁻¹ e 7 km h⁻¹). No período da manhã, o teor de umidade dos grãos foi de 14%, na 'BRS Valente', e de 16%, na 'Iapar 81'. Já no período da tarde, o teor de umidade foi de 13%, na 'BRS Valente', e de 15%, na 'Iapar 81'. Cada parcela experimental possuía 1.526 m² (100 m x 15,26 m), suficiente para a operação da colhedora em uma passada de ida e uma de volta. Em cada parcela, foram feitas dez repetições, para os seguintes parâmetros:

- Altura de corte das plantas: foi medida considerando-se a distância, em milímetros, do solo ao topo do caule ceifado, independentemente de ele se encontrar deitado ou de pé. Em cada repetição, foram tomadas, ao acaso, dez medidas, para se determinar a altura média de corte;

- Perda de grãos: foi determinada depois da operação da colhedora, em áreas de 2 m² (7,63 m x 0,26 m), utilizando-se armação feita de barbante e estilete. Os grãos encontrados dentro da área demarcada, nas vagens e sobre o solo foram pesados e o valor da perda foi expresso em kg ha⁻¹;

- Pureza: a análise de pureza foi realizada em amostras de 200 g de grãos, extraídas do depósito de grãos da colhedora e homogeneizadas no divisor de amostras tipo "Gamet". Para determinação da pureza, foram retirados das amostras os materiais inertes e os grãos quebrados menores que a metade do seu tamanho original, considerados como impurezas. O percentual de pureza foi calculado de acordo com a equação Pureza (%) = (1 - massa de impureza em grama/200) x 100;

- Grãos quebrados: para este teste, foram utilizados os grãos quebrados obtidos da análise de pureza. Procederam-se os cálculos em percentagem;

- Grãos danificados: foram avaliados nas amostras de grãos de 200g utilizadas na análise de pureza. Foram considerados como danificados os grãos descascados, trincados e quebrados, tendo mais da metade de seu tamanho original. O valor foi expresso em percentagem;

- Plântulas anormais: foram avaliadas em quatro amostras de 50 grãos, extraídas das amostras de 200g utilizadas na análise de pureza. Os grãos foram colocados em substrato de papel toalha e, em seguida, no germinador, marca De Leo, à temperatura de 30°C. Permaneceram no germinador por oito dias, após os quais foram feitas as contagens das plântulas anormais. Os testes foram realizados aos dez e aos 70 dias após a colheita dos grãos.

Realizou-se a análise de variância, para cada parâmetro estudado, e aplicou-se o teste Tukey, a 5% de probabilidade, para calcular a diferença mínima significativa entre as médias dos tratamentos afetados pelas cultivares e pelos períodos de colheita. Posteriormente, fez-se a análise de regressão das médias dos tratamentos afetadas pelas velocidades de operação da colhedora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura de corte

A altura de corte foi, significativamente, afetada pela cultivar e pela velocidade de operação da colhedora. Também houve interação significativa entre cultivar e período de colheita. A altura média de corte das plantas foi de 93 mm (Tabela 1).

Na colheita realizada de manhã, das 10 às 11 horas, a altura de corte das plantas se manteve constante, para as cultivares Iapar 81 e BRS Valente. Os valores foram, estatisticamente, semelhantes ao obtido na colheita da Iapar 81, feita à tarde, das 15 às 16 horas. Porém, na colheita da cultivar BRS Valente, à tarde, obteve-se maior altura de corte (Figura 1). Provavelmente, esse fato esteja relacionado à variação na regulação da plataforma de corte da colhedora, ocorrida casualmente, visto que a diferença de altura constatada entre os tratamentos foi muito pequena. A baixa inserção das vagens nas plantas e o acamamento do feijoeiro dificultam o trabalho das colhedoras e exigem que elas operem a barra de corte bem próximo ao solo, causando recolhimento de terra e palhada junto com as plantas. Em cultivares mais eretas, a operação de corte pode ser feita um

Tabela 1. Análise de variância da altura de corte das plantas (ALT); perda de grãos (PER); percentagens de grãos danificados (DAN) e quebrados (QUE); pureza dos grãos colhidos (PUR); e percentagem de plântulas anormais no teste de germinação, aos 10 (A10) e aos 70 dias após colheita (A70), em função da cultivar de feijão (CUL), do período de colheita (PER) e da velocidade de operação da colhedora (VEL).

Causa da variação	GL	Quadrado Médio						
		ALT	PER	DAN	QUE	PUR	A10	A70
CUL	1	594,1**	85ns	382,27**	9,35**	0,16**	11,41**	4,03ns
PER	1	10,2ns	88293**	306,62**	37,25**	0,00ns	20,00**	67,50**
VEL	2	2388**	13696**	22,99**	3,09**	11,83**	95,43**	7,23ns
CUL x PER	1	765,1**	19380**	5,09ns	3,91**	0,01ns	4,41ns	50,70**
CUL x VEL	2	150,0ns	2473ns	59,07**	0,73**	0,02ns	3,03ns	13,43ns
PER x VEL	2	90,6ns	1794ns	16,21**	2,90**	0,01ns	0,43ns	7,50ns
CUL x PER x VEL	2	395,3**	608ns	4,59ns	0,31**	0,01ns	7,03ns	19,20**
Média	-	93 mm	135 kg ha ⁻¹	6,16%	0,84%	97,29%	2,29%	3,08%
CV (%)	-	7,9	27,4	34,4	37,1	0,2	66,8	71,7

ns e **: não significativo e significativo, a 5% de probabilidade.

pouco mais distante do solo, o que traz como benefício menor barreamento dos grãos, no ato da trilha. Conforme Elias et al. (1999), existem dificuldades de se atingir corte próximo ao solo com as colhedoras, resultando em muita perda de feijão. Alonço et al. (1997) afirmam que é necessário desenvolver alternativas para se adaptar a cultura do feijão à colheita mecanizada, pois 50% das cultivares existentes, além de susceptíveis ao acamamento, apresentam vagens entre 50 mm e 100 mm acima do solo, dificultando o emprego direto e eficiente das colhedoras automotrizadas. Horn et al. (2000) constataram que a redução do espaçamento entre fileiras, apesar de reduzir a altura de plantas, altura de inserção de vagens e a produção de grãos, provocou aumento na altura da ponta da vagem até o solo e redução na percentagem de plantas com vagens encostando-se ao solo. Nesse sentido, Alcântara et al. (1991), observaram que o

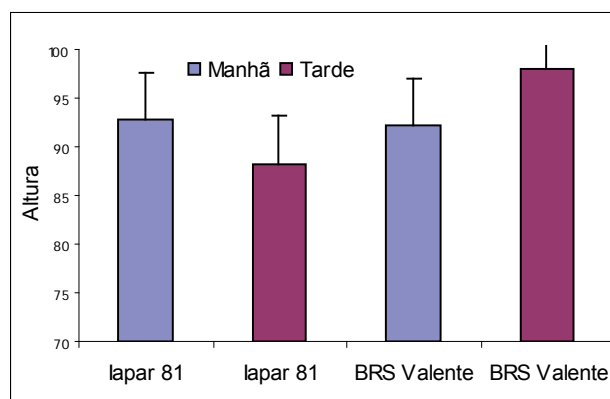


Figura 1. Altura de corte das plantas (mm), na operação da colhedora automotriz, em função da interação de duas cultivares de feijão com dois períodos de colheita.

aumento da população de plantas também aumentou a altura de inserção de vagens.

A altura de corte foi afetada pela velocidade de operação da colhedora. O acréscimo da velocidade resultou em aumento linear da altura de corte das plantas (Figura 2), porque, em velocidades mais elevadas, ocorre menor recalque das sapatas plásticas sobre o solo, ao sustentarem a barra de corte flexível da máquina. Consequentemente, isso provoca maior flutuação da barra de corte.

Perda de grãos

A perda de grãos, na operação da colhedora, foi influenciada, significativamente, pelo período de colheita e pela velocidade de operação. A interação entre cultivar e período de colheita também foi significativa. A perda média de grãos foi de 135 kg ha⁻¹ (Tabela 1).

A perda de grãos das cultivares Iapar 81 e BRS Valente foi menor na operação realizada de manhã do que à tarde (Figura 3). Isso ocorreu porque, com

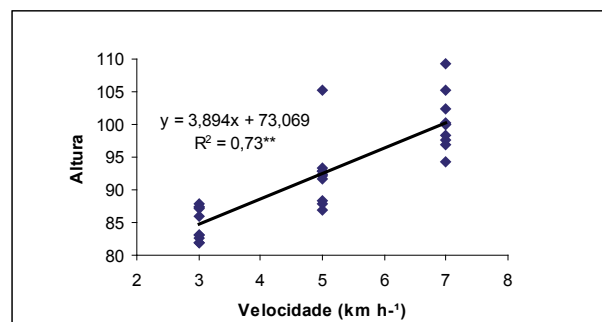


Figura 2. Altura de corte das plantas de feijão (mm), em função da velocidade de operação da colhedora automotriz.

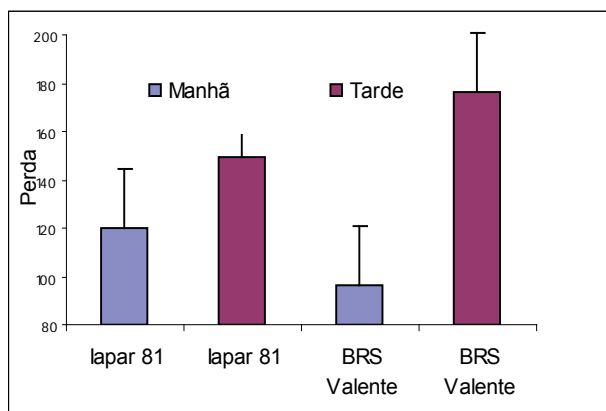


Figura 3. Perda de grãos (kg ha^{-1}), na operação da colhedora automotriz, em função da interação de duas cultivares de feijão com dois períodos de colheita.

a exposição ao sol, as vagens, como os grãos, perderam umidade e se degranaram mais facilmente, ao serem tocadas pela colhedora, provocando perda antes de os grãos serem recolhidos. Fato semelhante foi constatado por Silva et al. (2006), na operação de uma ceifadora-enleiradora de plantas, em feijoeiros da cultivar Pérola.

Colhendo-se no período da manhã, a perda de grãos das duas cultivares foi, estatisticamente, semelhante. Entretanto, à tarde, houve menos perdas de grãos da 'Iapar 81' que da 'BRS Valente' (Figura 3). O fato de as plantas da BRS Valente estarem mais desfolhadas não teve influência sobre as perdas entre as cultivares, no período da manhã, porque, neste período, as vagens tinham mais umidade, devido ao orvalho. Provavelmente, isso tornava as vagens mais resistentes à deiscência, ao serem tocadas pela unidade de corte da colhedora. Entretanto, à tarde, as plantas mais desfolhadas possuíam vagens mais secas e, conseqüentemente, mais deiscentes. Outro fato é que, conforme Dourado Neto & Fancelli (2000), se as plantas tiverem menor massa, existirá maior dificuldade em serem recolhidas pela colhedora, o que faz aumentar as perdas.

A perda de grãos aumentou, ao se operar a colhedora na velocidade de 7 km h^{-1} , em comparação com as velocidades de 3 km h^{-1} e 5 km h^{-1} . Nas velocidades menores, os valores de perdas foram semelhantes (Figura 4). A elevação da altura de corte das plantas, devido ao avanço da velocidade de operação, como descrita anteriormente, teve influência sobre esse resultado. Também, a intensificação do impacto dos mecanismos da colhedora sobre as plan-

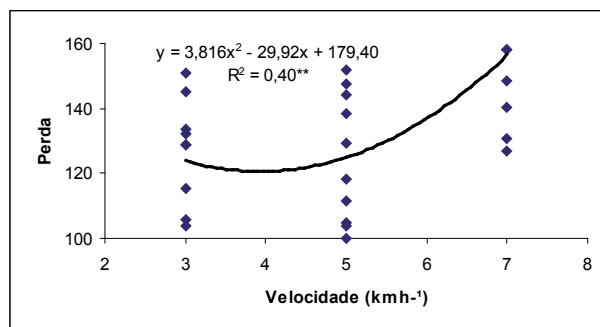


Figura 4. Perda de grãos de feijão (kg ha^{-1}), em função da velocidade de operação da colhedora automotriz.

tas, na maior velocidade, para ceifar e recolher mais plantas por unidade de tempo, pode ter contribuído para aumentar a perda de grãos.

Grãos danificados

A quantidade de grãos danificados pela colhedora foi influenciada, significativamente, pela cultivar, velocidade e período de colheita. As interações de velocidade de colheita e cultivar e de velocidade e período de colheita também foram significativas. O percentual médio de grãos danificados foi de 6,16% (Tabela 1).

Apesar de as cultivares terem sido trilhadas na mesma regulagem da colhedora, as quantidades de grãos danificados foram maiores na 'BRS Valente', quando comparada com a 'Iapar 81', e no período de colheita da tarde, em relação ao da manhã (Figura 5), por causa do menor teor de umidade dos grãos nesses tratamentos. Conforme Pickett (1973), os danos mecânicos, durante a colheita do feijão, dependem, principalmente, do teor de umidade e da velocidade do cilindro da colhedora. Para Andrade et al. (1999), o teor de umidade é fator de grande influência na percentagem final de danos mecânicos em sementes, pois sementes secas têm maior susceptibilidade a danos mecânicos que sementes úmidas. De acordo com Afonso Júnior & Corrêa (2000), a susceptibilidade à quebra das sementes está inversamente relacionada com o grau de umidade do produto na colheita.

Os resultados de percentagem de grãos danificados, influenciados pelas interações de velocidades de operação da colhedora com o tipo de cultivar de feijão e com o período de colheita, são apresentados nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

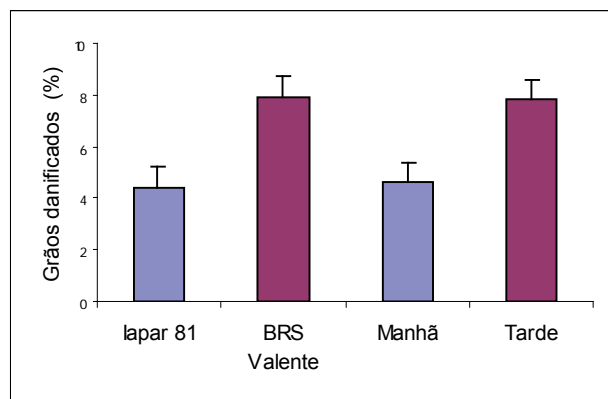


Figura 5. Percentagem de grãos danificados, na operação da colhedora automotriz, em função de duas cultivares de feijão e de dois períodos de colheita.

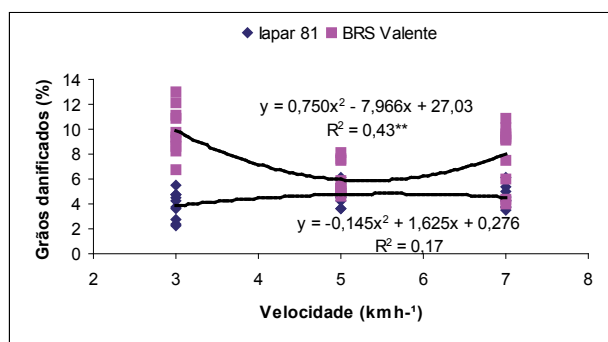


Figura 6. Percentagem de grãos danificados, em duas cultivares de feijão, em função da velocidade de operação da colhedora automotriz.

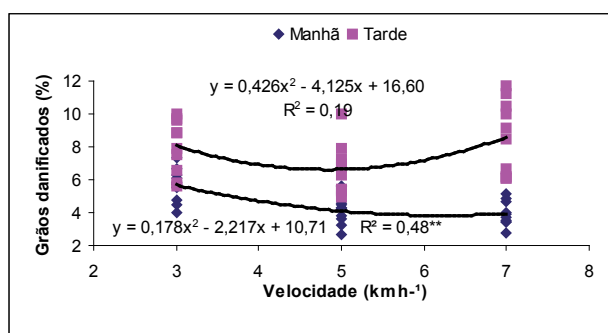


Figura 7. Percentagem de grãos danificados, em dois períodos de colheita do feijão, em função da velocidade de operação da colhedora automotriz.

Não houve efeito significativo do aumento da velocidade de operação sobre o percentual de grãos danificados da Iapar 81. Por outro lado, a velocidade de 5 km h⁻¹ danificou menos grãos da BRS Valente, em

relação às demais velocidades estudadas (Figura 6). A danificação nos grãos é, entre outros fatores, dependente do volume de plantas que alimenta a colhedora e do ritmo dessa alimentação (Conheça... 1985). Ambos os fatores são afetados pela velocidade de colheita. Durante a experimentação, observou-se que plantas maiores e mais entrelaçadas, como as da cultivar Iapar 81, proporcionavam alimentação mais uniforme da colhedora. Isso contribuiu para que houvesse pequena variação no percentual de grãos danificados, em função das velocidades estudadas. Por outro lado, as plantas da BRS Valente causavam mais intermitência na alimentação da colhedora, por estarem mais desfolhadas e menos entrelaçadas. Isso resultava em acúmulo de plantas ceifadas na plataforma de corte, até formar volume suficiente para ser alcançado e conduzido pelo alimentador helicoidal à seção de trilha da colhedora. Nesse sentido, a menor e a maior velocidade de operação produziram mais grãos defeituosos.

De manhã, houve influência da velocidade da colhedora sobre o percentual de grãos danificados, enquanto, à tarde, esta tendência não foi constatada (Figura 7). De manhã, o aumento da velocidade resultou em menor percentual de grãos danificados, porque, nesse período de colheita, os grãos estavam mais úmidos que à tarde e, assim, suportavam mais os impactos da trilha sem se danificarem.

Grãos quebrados

O percentual de grãos quebrados pela colhedora, no ato da trilha das plantas, foi afetado pela cultivar de feijão, velocidade de operação e período de realização da colheita. Houve interação significativa entre estes tratamentos. O percentual médio de grãos quebrados foi de 0,84% (Tabela 1).

A operação da colhedora, no período da tarde, produziu mais grãos quebrados na BRS Valente que na Iapar 81. Já no período da manhã, a quantidade de grãos quebrados, nas duas cultivares, foi semelhante. Independentemente da cultivar de feijão, a colheita realizada à tarde quebrou mais grãos que a feita de manhã (Figura 8). Esta ocorrência está diretamente relacionada à redução do teor de umidade dos grãos, do período da manhã para o da tarde, que deixou os grãos mais quebradiços, e ao fato de a cultivar Iapar 81 se apresentar com plantas mais desenvolvidas, as quais foram importantes para suavizar os impactos da trilha sobre os grãos. Os resultados, tanto para percen-

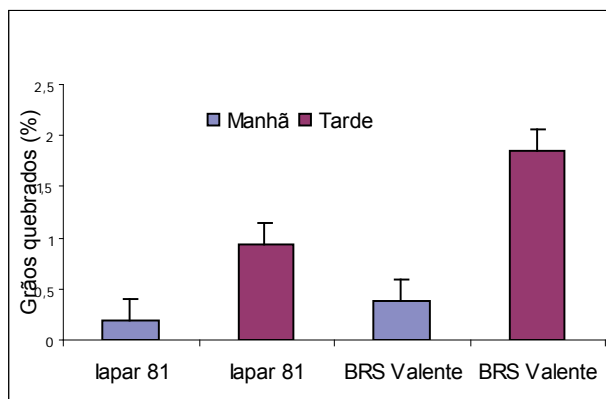


Figura 8. Percentagem de grãos quebrados, na operação da colhedora automotriz, em função da interação de duas cultivares de feijão com dois períodos de colheita.

tual de grãos quebrados como de grãos danificados, mostraram que o horário de realização da colheita do feijão afetou a qualidade do produto colhido, principalmente para a cultivar com menor desenvolvimento vegetativo, no caso a BRS Valente.

A velocidade de operação da colhedora afetou a quantidade de grãos quebrados. Nas Figuras 9 e 10, encontram-se os resultados da interação da velocidade com o tipo de cultivar de feijão e com o período de colheita, respectivamente.

Para as duas cultivares de feijão, ocorreu redução no percentual de grãos quebrados, ao se elevar a velocidade da colhedora de 3 km h⁻¹ para 5 km h⁻¹. De 5 km h⁻¹ para 7 km h⁻¹, houve menor variação entre os valores de grãos quebrados (Figura 9), fato que pode estar relacionado ao volume adequado de plantas manipulado pela colhedora, nessas velocidades.

A velocidade de operação não afetou o percentual de grãos quebrados, na colheita feita de manhã.

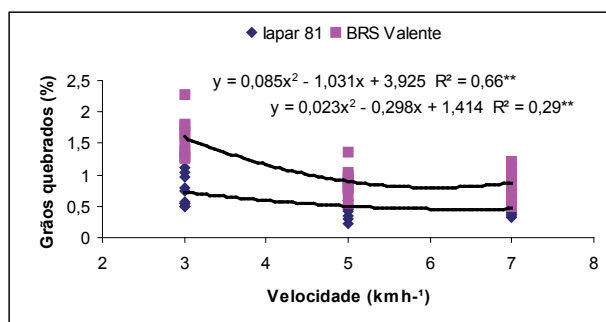


Figura 9. Percentagem de grãos quebrados, em duas cultivares de feijão, em função da velocidade de operação da colhedora automotriz.

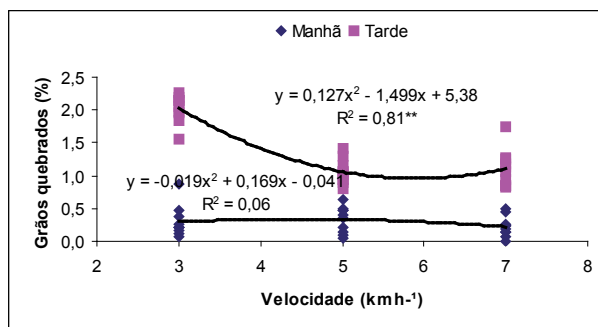


Figura 10. Percentagem de grãos de feijão quebrados, em dois períodos de colheita, em função da velocidade de operação da colhedora automotriz.

Todavia, no período da tarde, a velocidade de 3 km h⁻¹ provocou maior percentual de grãos quebrados que as demais velocidades (Figura 10), por causa da menor taxa de alimentação da colhedora, associada à trilha de grãos mais secos.

Pureza dos grãos

O percentual de pureza dos grãos foi afetado pela cultivar de feijão e pela velocidade de operação da colhedora. Seu valor médio foi de 97,29% (Tabela 1).

A pureza dos grãos, após a operação da colhedora, foi maior na colheita da Iapar 81 que da BRS Valente. Embora, estatisticamente, significativa, a diferença verificada foi pequena, de apenas 0,08 pontos percentuais. De modo geral, as colhedoras deixam os grãos colhidos com baixa quantidade de impurezas. Na operação das colhedoras de feijão, percentuais de pureza dos grãos superiores a 95% e 98% foram constatados por Silva et al. (2000) e por Costa & Pasqualetto (1999), respectivamente. Os períodos de colheita, de manhã e à tarde, não afetaram o percentual de pureza dos grãos (Figura 11).

Houve efeito linear da velocidade de operação da colhedora sobre a pureza dos grãos. A pureza aumentou com o avanço da velocidade (Figura 12).

Plântulas anormais

A quantidade de plântulas anormais, avaliada no teste de germinação feito aos dez dias após a colheita mecânica, foi, significativamente, afetada pela cultivar, velocidade e período de colheita. Já a quantidade de plântulas anormais, aos 70 dias após

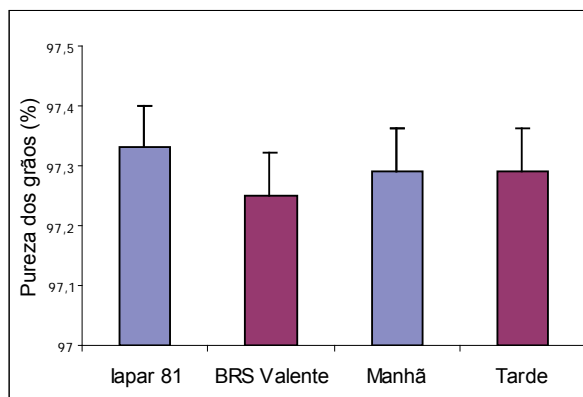


Figura 11. Percentagem de pureza dos grãos, na operação da colhedora automotriz, em função de duas cultivares de feijão e de dois períodos de colheita.

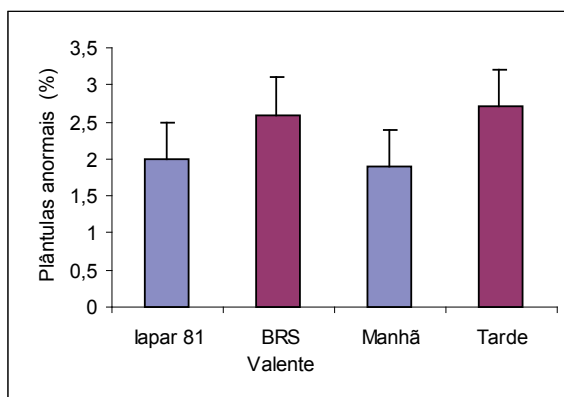


Figura 13. Percentagem de plântulas anormais, aos 10 após a operação da colhedora automotriz, em função de duas cultivares de feijão e de dois períodos de colheita.

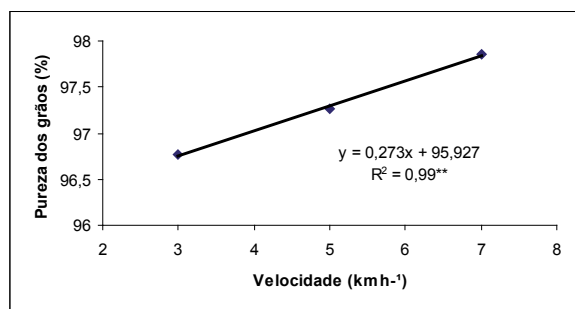


Figura 12. Percentagem de pureza dos grãos de feijão, em função da velocidade de operação da colhedora automotriz.

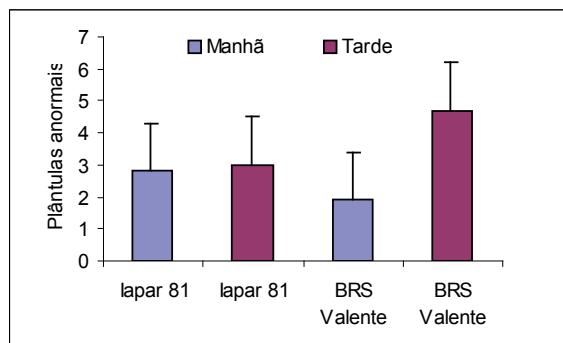


Figura 14. Percentagem de plântulas anormais, aos 70 dias após a operação da colhedora automotriz, em função de duas cultivares de feijão e de dois períodos de colheita.

a colheita, foi apenas influenciada pelo período de colheita. Nesta última avaliação, a interação entre cultivar e período de colheita foi significativa. O percentual médio de plântulas anormais foi de 2,29%, aos dez dias, e de 3,08%, aos 70 dias (Tabela 1).

Conforme verificado para os percentuais de grãos danificados e de grãos quebrados, a quantidade de plântulas anormais foi menor na Iapar 81, em relação à BRS Valente, e no período da manhã, em comparação com o da tarde (Figura 13).

O percentual de plântulas anormais, aos 70 dias após a colheita, foi semelhante para as cultivares Iapar 81, colhida de manhã e à tarde, e BRS Valente, colhida de manhã. Os valores obtidos foram inferiores ao verificado para a cultivar BRS Valente, colhida à tarde (Figura 14), devido a esta ter sido mais danificada pela colhedora.

No teste de germinação, feito aos dez dias após a colheita, constatou-se que o percentual de plântulas anormais decresceu, em função da elevação da velocidade da colhedora para, aproximada-

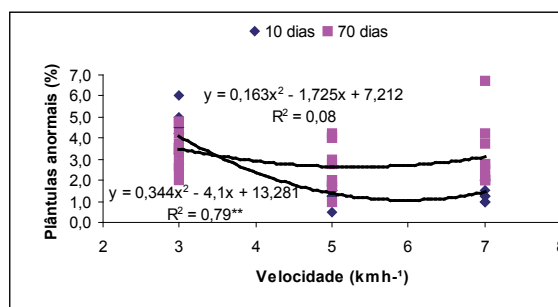


Figura 15. Percentagem de plântulas anormais de feijão, aos dez e aos 70 dias após a colheita dos grãos, com colhedora automotriz, em função da velocidade de operação da máquina.

mente, até 6 km h⁻¹. Por outro lado, o percentual de plântulas anormais, verificado aos 70 dias, não foi afetado pela velocidade utilizada para colher o feijão (Figura 15).

CONCLUSÃO

Na colheita direta do feijoeiro, com colhedora automotriz, em terreno sistematizado, desprovido de torrões e sulcos, a altura média de corte das plantas foi de 93 mm. Este valor foi elevado porque provocou, em média, perda de grãos de 135 kg ha⁻¹. Esta perda foi maior no período de colheita realizado à tarde, em relação ao da manhã, e na cultivar de feijão de menor teor de umidade nos grãos. A velocidade de operação da colhedora afetou tanto a altura de corte das plantas quanto a perda de grãos. Quanto maior a velocidade de operação da colhedora, maior foi a altura de corte e a perda de grãos. Para uma mesma regulação dos mecanismos de trilha da máquina, a danificação aos grãos foi influenciada pela velocidade de operação da colhedora no campo e pelo teor de umidade dos grãos. Mesmo considerando-se as diferenças entre cultivares, período de colheita e velocidade de operação, o teor de pureza dos grãos, proporcionado pela colhedora, foi elevado. O desempenho da colhedora automotriz, em termos de capacidade de trabalho e de qualidade e perda de grãos, dependeu da velocidade de operação, da cultivar e do período de realização da colheita.

REFERÊNCIAS

- AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Efeitos imediato e latente da secagem de sementes de feijão colhidas com diferentes níveis de umidade. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, ed. especial, p. 33-40, 2000.
- AGRIMEC. *Colheita mecanizada de feijão*. Santa Maria: Agrimec, 1999.
- ALCÂNTARA, J. P. et al. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes densidades de semeadura e condições de ambiente. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 15, n. 4, p. 375-384, 1991.
- ALONÇO, A. S.; ANTUNES, I. F. Semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando à colheita mecanizada direta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 32, n. 9, p. 919-922, 1997.
- ANDRADE, E. T. et al. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 54-60, 1999.
- CONHEÇA a sua colheitadeira. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 1-8, 1985. Suplemento.
- COSTA, L. R. M.; PASQUALETTO, A. Comparação de sistemas de colheita mecanizada e semimecanizada na perda, dano mecânico e impureza de grãos na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 35-38, jan./jun. 1999.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. *Produção de feijão*. Guaíba: Agropecuária, 2000.
- ELIAS, A. I.; CAMARGO, J. R. de O.; ARBEX, M. Colheita mecanizada de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Eds.). *Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo*. Piracicaba: Publique, 1999. p. 102-107.
- HORN, F. L. et al. Avaliação de espaçamento e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 35, n. 1, p. 41-46, 2000.
- PICKETT, L. K. Mechanical damage and processing loss during navy bean harvesting. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 16, n. 6, p. 1047-1050, 1973.
- SILVA, C. C. da; DEL PELOSO, M. J. *Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região central-brasileira 2005-2007*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (Documentos, 193).
- SILVA, J. G. da. Mecanização sem esforço. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, v. 3, n. 36, p. 1-10, nov. 2004. Encarte caderno técnico.
- SILVA, J. G. da; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Colheita direta do feijoeiro com colhedora automotriz. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. *Resumos expandidos...* Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 432-434. (Documentos, 99).
- SILVA, J. G. da; SILVEIRA, P. M. da. Colheita mecanizada do feijoeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, n. 223, p. 138-144, 2004.
- SILVA, J. G. da; SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Colheita do feijoeiro com ceifador enleirador e recolhadora trilhadora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. *Resumos...* Jaboticabal: SBEA, 2006. 1-CD-ROM.
- SILVA, J. G. da et al. *Mecanização da colheita do feijoeiro: uso de recolhedoras trilhadoras*. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000.