

UNIVERSIDADE DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CAMPUS DE CASCAVEL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA - PGEAGRI

RODRIGO FERREIRA SONCELA

**PARÂMETROS DE COLHEITA MECANIZADA NA QUALIDADE DE SEMENTES E
GRÃOS ARMAZENADOS DE FEIJÃO COMUM**

CASCAVEL
2011

RODRIGO FERREIRA SONCELA

**PARÂMETROS DE COLHEITA MECANIZADA NA QUALIDADE DE SEMENTES E
GRÃOS ARMAZENADOS DE FEIJÃO COMUM**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração **Sistemas Biológicos e Agroindustriais - SBA.**

Orientadora: Prof. Dr. Silvia Renata Machado Coelho. Co-orientadora: Prof. Dr. Lúcia Helena Pereira Nóbrega

**CASCADEL
2011**

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

Soncela, Rodrigo Ferreira
S698p Parâmetros de colheita mecanizada na qualidade de sementes
e grãos armazenados de feijão comum / Rodrigo Ferreira Soncela. --
Cascavel, PR : [s. n.], 2011.

57 f. : il.

Orientadora: Dra. Silvia Renata Machado
Coorientadora: Dra. Lúcia Helena Pereira Nóbrega
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade
Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Cascavel. Centro de
Ciências Exatas e Tecnológicas.

1. Feijão comum (Phaseolus vulgaris L.) 2. Sementes – Armazenamento -
Qualidade 3. Grãos – Armazenamento - Qualidade 4. Mecanização agrícola
5. Agricultura de precisão I. Machado, Silvia Renata, Or. II. Nóbrega, Lúcia
Helena Pereira, Or. III. T.

CDD 20. ed. 635.65268

631.568

Revisão do texto: Dhandara Soares de Lima
30 de novembro de 2011

PÁGINA DE APROVAÇÃO

RODRIGO FERREIRA SONCELA

**PARÂMETROS DE COLHEITA MECANIZADA NA QUALIDADE DE SEMENTES E
GRÃOS ARMAZENADOS DE FEIJÃO COMUM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de Sistemas Biológicos e Agroindustriais, aprovada pela seguinte banca examinadora:

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Renata Machado Coelho
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Prof. Dr. Divair Christ
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Prof. Dr. Paulo Roberto Abreu de Figueiredo
Instituto Agrônômico do Paraná, IAPAR

Cascavel, 05 de Julho de 2011

BIOGRAFIA

Rodrigo Ferreira Soncela nasceu na cidade de Alvorada do Oeste, RO, em 05 de julho de 1987, filho de Luiz Antonio Soncela e Sirlei Aparecida Ferreira Soncela. Em 2005 ingressou na Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Cascavel, PR, diplomando-se Engenheiro Agrônomo em 2008. Logo, em 2009, iniciou no curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola (PGEAGRI), pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, onde foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Atualmente é secretário municipal de Agricultura de Santa Tereza do Oeste – Paraná.

“A colheita é grande, mas os trabalhadores são poucos. Pedi, pois o Senhor da colheita envie trabalhadores para sua colheita!”

Mt 9, 38

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amigos, pois quem tem amigos nunca está sozinho;
Aos Professores, por esse dom maravilhoso;
À Universidade Estadual do Oeste do Paraná;
À CAPES pela concessão da bolsa, possibilitando melhores condições na realização do Mestrado;
Aos meus pais pela minha existência;
À Nossa Senhora por estar sempre ao meu lado;
A Deus, o grande arquiteto do mundo.

PARÂMETROS DE COLHEITA MECANIZADA NA QUALIDADE DE SEMENTES E GRÃOS ARMAZENADOS DE FEIJÃO COMUM

Resumo: Com a expansão da cultura do feijão, a colheita mecanizada vem se tornando cada vez mais necessária, devido tanto à escassez de mão de obra, quanto ao aumento do rendimento da colheita. Por isso, torna-se indispensável o conhecimento das variáveis envolvidas nessa operação. Assim, dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar alterações na qualidade de sementes e grãos de feijão comum, armazenados em função de parâmetros de colheita mecanizada. O experimento foi desenvolvido em área comercial no município de Santa Tereza do Oeste – Paraná, utilizando-se, para colheita o feijão IAPAR 81, colhedora automotriz, com “kit feijão” e cilindro axial (adaptado). A cultura foi implantada no ano agrícola 2009/2010, utilizando espaçamento entre linhas de 0,45 m e 14 plantas m⁻¹ e as práticas culturais foram aplicadas visando ao controle de insetos, doenças e plantas invasoras. Para a colheita, foram testados horários de colheita (8, 12 e 16 h), rotações de cilindro (300, 340 e 385 rpm) e velocidades de deslocamento da colhedora (4, 5 e 6 km h⁻¹). Foram avaliados teor de água, pureza, perdas e danos nas sementes, além da porcentagem de germinação. Os grãos ou sementes, colhidas foram armazenados e as avaliações realizadas aos 0 (controle), 45, 90 e 180 dias. Para a avaliação da qualidade tecnológica foram realizados os testes do tempo de cozimento, absorção de água antes do cozimento, além da avaliação da germinação, teor de água, massa de 100 sementes. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e em esquema de parcela sub-sub dividida (3 x 3 x 3- horários de colheita, velocidades de deslocamento e rotação do cilindro) com quatro repetições e para o armazenamento foi o mesmo esquema da análise na colheita, porém avaliado em cada tempo de armazenamento. Os resultados foram submetidos à ANOVA, e comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância), utilizando-se o programa SISVAR. Os parâmetros de colheita avaliados influenciam na qualidade dos grãos e das sementes. As perdas na colheita foram menores nos horários das 12 e 16 h, nas menores rotações de cilindro e velocidades de deslocamento da colhedora. A pureza das sementes foi menor às 16 h com menor rotação na velocidade intermediária. Os danos mecânicos não foram significativos no momento da colheita, com a variação dos parâmetros de colheita, mas podem ter influenciado nos parâmetros de qualidade de grãos e sementes. Ocorreu aumento gradativo da porcentagem de germinação das sementes de feijão com o armazenamento, podendo haver relação inversa com o teor de água. Danos ocorridos durante a colheita podem ter influenciado no aumento de tempo de cozimento e na redução da absorção de água, uma vez que houveram diferenças desses parâmetros dentro de cada tempo de armazenamento. Não se observou relação entre porcentagens de absorção de água nos grãos e o tempo de cozimento dos mesmos, uma vez que pouca variação do primeiro parâmetro foi observada com o armazenamento, diferente do tempo de cozimento, no qual as variações foram marcantes.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., danos mecânicos, qualidade tecnológica.

PARAMETERS OF MECHANICAL HARVESTING ON THE QUALITY OF STORED GRAINS AND SEEDS OF COMMON BEANS

Abstract: With the expansion of the bean, the mechanized harvesting is becoming increasingly necessary, both due to shortage of manpower, on the increase of crop yield. Therefore, it becomes essential to have knowledge of the variables involved in this operation. So, in this context, the aim of this study is to assess changes in quality of seeds and grains of beans, stored in accordance with parameters of mechanical harvesting. The experiment was conducted in a commercial area in Santa Tereza do Oeste – Paraná, using, for the harvest IAPAR 81, combine harvester, with "bean kit" and cylinder axial (adapted). The culture was initiated in the 2009/2010 agricultural year, using line spacing of 0.45 m m⁻¹ 14 plants and cultural practices were applied in order to control insects, diseases and weeds. To harvest, harvest times were tested (8, 12 and 16 h), cylinder rotation (300, 340 and 385 rpm) and the harvester forward speed (4, 5 and 6 km h⁻¹). We evaluated the water content, purity, loss and damage to seeds and germination percentage. The grains and seeds harvested were stored and the evaluations done at 0 (control), 45, 90 and 180 days. For the assessment of technological quality, tests were conducted of the cooking time, water absorption before cooking, and the evaluation of the germination, moisture content, weight of 100 seeds. The experiment was conducted in a randomized design and layout of sub-sub divided plot (3 x 3 x 3 - harvesting times, speed and cylinder rotation) with four replicates and storage was the same scheme of analysis in harvest, but evaluated at each storage time. The results were submitted to ANOVA, and comparisons of means were carried out by Tukey test at 5% significance), using the program SISVAR. The parameters evaluated influenced on the quality of grains and seeds. Crop losses were lower at 12 and 4 p.m., at lower rotation speeds and cylinder displacement of the harvester. The purity of seeds was lower at 4 p.m. with a lower rotation speed intermeeting. Mechanical damage was not significant at harvest, with the variation of the parameters for collection, but may have influenced the quality parameters of grain and seeds. There was a gradual increase in the percentage of germination of bean seeds during storage, and there may be an inverse relationship with water content. Damage occurred during harvesting may have influenced the increase of cooking time and reduced water absorption, since there were differences of these parameters within each storage time. No relationship was observed between percentage of water absorption in the grain and cooking time, given that little variation in the first parameter was observed during storage, unlike the cooking time, in which the changes were remarkable.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., mechanical damage, technological quality.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo geral.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Cultura do feijoeiro.....	3
3.2 Colheita do feijoeiro.....	5
3.3 Qualidade da semente de feijão.....	7
3.4 Qualidade dos grãos de feijão.....	9
3.5 Influência do armazenamento na qualidade de grãos e sementes.....	10
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1 Avaliações iniciais.....	15
4.1.1 Componentes de produção da cultura na área experimental.....	15
4.1.2 Avaliações na colheita.....	16
4.2 Preparação para o armazenamento secos e limpos.....	18
4.2.1 Avaliação da qualidade das sementes durante o armazenamento.....	18
4.2.2 Qualidade dos grãos.....	19
4.3 Delineamento experimental e análise estatística	21
5 RESULTADO E DISCUSSÕES.....	22
5.1 Avaliações de caracterização da cultura.....	22
5.1.1 Componentes de produção da cultura na área experimental.....	22
5.2 Avaliações na colheita.....	23
5.2.1 Teor de água dos grãos.....	23
5.2.2 Perdas durante a colheita.....	24
5.2.3 Avaliação da pureza das sementes.....	29
5.2.4 Avaliação de integridade física pelo teste de hipoclorito de sódio.....	27
5.2.5 Avaliação de danos mecânicos nas sementes por meio do teste de tetrazólio	31
5.3 Avaliações durante o armazenamento.....	30
5.3.1. Determinação do teor de água das sementes durante o armazenamento.....	32

5.3.2 Germinação das sementes armazenadas de feijão colhidas em sistema mecanizado.....	33
5.3.3 Massa de 100 sementes dos grãos armazenados de feijão colhidos em sistema mecanizado.....	37
5.3.4 Avaliação do tempo médio de cocção em grãos colhidos em função de parâmetros de colheita.....	39
5.3.5 Porcentagem de embebição antes do cozimento.....	41
6 CONCLUSÕES.....	46
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS	48
ANEXOS.....	53
Anexo 1:	54
Anexo 1.1.....	54
Anexo 1.2	54
Anexo 1.3	55
Anexo 1.4	55
Anexo 1.5	56
Anexo 1.6	56
Anexo 1.7	57
Anexo 1.8	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Componentes de produção da cultura do feijoeiro, variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	22
Tabela 2 Médias do teor de água (%) no período da colheita, obtido por meio do medidor de umidade Universal (em campo) e pelo método padrão de estufa 105°C (em laboratório), em grãos de feijão da variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010, Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	23
Tabela 3 Resumo da análise de variância do parâmetro perdas durante a colheita de feijão, nos tratamentos horários de colheita, rotação de cilindro e velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz da cultivar IAPAR 81, Safra 2009/2010, Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	25
Tabela 4 Resumo da análise de variância do parâmetro hipoclorito de sódio em sementes danificadas de feijão, nos tratamentos horários de colheita, rotação de cilindro e velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz na cultivar IAPAR 81, Safra 2009/2010, Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	28
Tabela 5 Resumo da análise de variância do parâmetro análise de viabilidade e vigor das sementes determinados pelo teste de tetrazólio nas sementes colhidas em três horários, três rotações de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz da cultivar IAPAR 81, Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	29
Tabela 6 Resumo da análise de variância de quatro tempos de armazenamento avaliados para determinação do teor de água dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotação de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz.....	30
Tabela 7 Teor de água de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos com a variação da velocidade da colhedora automotriz no início do armazenamento.....	31
Tabela 8 Teor de água de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos com a variação do horário de colheita e da rotação do cilindro trilhador de uma colhedora automotriz no início do armazenamento.....	31
Tabela 9 Resumo da análise de variância de quatro tempos de armazenamento avaliados para determinação da germinação dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotação de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz, utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	34
Tabela 10 Médias da porcentagem de germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários com três rotações do cilindro no início do armazenamento utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	34
Tabela 11 Porcentagem de germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários com 90 dias de armazenamento, utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	35

Tabela 12 Porcentagem de germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações de cilindro e três velocidades de deslocamento com tempo de 90 dias de armazenamento utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	36
Tabela 13 Porcentagem de germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários de colheita e três rotações de cilindro com tempo de 180 dias de armazenamento, utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	36
Tabela 14 Resumo da análise de variância da massa 100 sementes em quatro tempos de armazenamento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotação de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	37
Tabela 15 Massa de 100 sementes de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações de cilindro com três velocidades de deslocamento da colhedora com tempo de 45 dias de armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	38
Tabela 16 Massa de 100 sementes de feijão IAPAR 81 colhidos em função das rotações do cilindro da colhedora automotriz e armazenados por 180 dias, utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	38
Tabela 17 Resumo da análise de variância de quatro tempos de armazenamento avaliados para determinação tempo médio de cozimento dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotação de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	39
Tabela 18 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em função de três rotações do cilindro no início do armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	39
Tabela 19 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários e três velocidades de deslocamento da colhedora no início do armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	40
Tabela 20 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos por uma colhedora automotriz com três rotações do cilindro no armazenamento por 90 dias, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	40
Tabela 21 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários no armazenamento por 180 dias, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	41
Tabela 22 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações do cilindro trilhador de uma colhedora automotriz no armazenamento por 180 dias, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	41
Tabela 23 Resumo da análise de variância de quatro tempos de armazenamento avaliados para determinação porcentagem de embebição antes do cozimento dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotações de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	42

Tabela 24 Porcentagem de embebição antes do cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações de cilindro de uma colhedora automotriz no início do armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	42
Tabela 25 Porcentagem de embebição antes do cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz no início do armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	43
Tabela 26 Porcentagem de embebição antes do cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários de colheita e três rotações de cilindro de uma colhedora automotriz após 90 dias de armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)	44
Tabela 27 Porcentagem de embebição antes do cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações de cilindro e em três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz após 90 dias de armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de trilha radial (convencional), com debulha com menos de meio giro do cilindro.....	6
Figura 2 Sistema de trilha axial (rotor), com fluxo contínuo e consistente.....	6
Figura 3 Colhedora automotriz New Holland 8040 + "kit feijão" e cilindro axial.....	13
Figura 4 Polias utilizadas para mudança das rotações (300, 340 e 385 rpm).....	14
Figura 5 Tacômetro digital, utilizado para conferência das rotações.....	14
Figura 6 GPS de "pulso", para conferência da velocidade de deslocamento.....	14
Figura 7 Croqui da área experimental: Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h ⁻¹), V2 (4 km h ⁻¹) e V3 (5 km h ⁻¹)	15
Figura 8 Coleta das perdas em uma área de 2 m ²	17
Figura 9 Teste de pureza.....	18
Figura 10 Cozedor de Mattson adaptado.....	20
Figura 11 Teor de água no período da colheita, obtido por meio do medidor de umidade Universal (em campo) em grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz.	23
Figura 12 Teor de água no momento da colheita utilizando método padrão de estufa 105°C em grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h ⁻¹), V2 (4 km h ⁻¹) e V3 (5 km h ⁻¹)	24
Figura 13 Porcentagem de perdas em relação à produtividade durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h ⁻¹), V2 (4 km h ⁻¹) e V3 (5 km h ⁻¹)	26
Figura 14 Porcentagem de pureza em relação à qualidade do lote durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h ⁻¹), V2 (4 km h ⁻¹) e V3 (5 km h ⁻¹)	27
Figura 15 Teor de água durante período de 45 dias de armazenamento dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h ⁻¹), V2 (4 km h ⁻¹) e V3 (5 km h ⁻¹).....	32

Figura 16 Teor de água durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz e armazenados por 180 dias. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h-1), V2 (4 km h-1) e V3 (5 km h-1) 33

Figura 17 Médias da porcentagem de germinação durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade a colhedora automotriz armazenados por 45 dias. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h-1), V2(4 km h-1) e V3(5 km h-1)..... 35

Figura 18 Massa de 100 sementes durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz no período de 90 dias de armazenamento; Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h-1), V2 (4 km h-1) e V3 (5 km h-1)..... 38

Figura 19 Médias da porcentagem de embebição antes do cozimento na colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade de deslocamento da colhedora automotriz com 45 dias de armazenamento. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h-1), V2 (4 km h-1) e V3 (5 km h-1)..... 43

Figura 20 Médias da porcentagem de embebição antes do cozimento na colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz após 180 dias de armazenamento. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h-1), V2 (4 km h-1) e V3 (5 km h-1) 45

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do feijão está presente em todo o Brasil, em unidades familiares de produção, os quais comercializam seus excedentes em pequenas cidades, ou em grandes unidades produtoras, visando o abastecimento urbano de cidades com maior concentração populacional.

A cadeia produtiva do feijão é composta, predominantemente, por lavouras com menos de 10 ha, as quais representam cerca de 75% do total da área cultivada com essa leguminosa. Além disso, devido aos diferentes sistemas de produção dessa cultura, o país apresenta produtividades que variam de 539 kg ha⁻¹ no Nordeste a 1804 kg ha⁻¹ na região Centro Oeste do país, e o potencial genético para a espécie é de 5000 kg ha⁻¹ (CONAB 2011). Outro fator relevante na cadeia produtiva é a dificuldade de armazenamento dos grãos, uma vez que a partir de dois meses ocorre perda de valor comercial, principalmente, se o produto, durante o armazenamento, for submetido a condições inadequadas de temperatura e umidade relativa. Apesar da variedade de sistemas de produção, o plantio dessa leguminosa não apresenta indícios de crescimento nos últimos anos, como vem acontecendo com a área de plantio de outros grãos, em especial da soja, e o aumento da produção depende de novas tecnologias, como, por exemplo, o melhoramento genético das culturas aumentando a produtividade, principalmente adequando as mesmas à colheita mecanizada direta.

Apesar do cenário desfavorável de estagnação de consumo e por ser uma cultura de risco, observa-se, aumento de produtores mais tecnificados nessa atividade, impulsionados pelo aumento do preço médio do feijão nos últimos anos. Segundo a EMBRAPA (2005), no período de 1984 a 2004, a área de plantio de feijão no Brasil sofreu redução de cerca de 25%; a produção, contudo, aumentou em 16%, graças ao incremento de 54% na produtividade média. Isso comprova a entrada de grandes produtores na cadeia, com utilização de tecnologias mais adaptadas, e expansão da cultura como monocultivo em grandes áreas, o que gera a necessidade de utilização de colheita mecanizada.

Os sistemas de colheita mais utilizados para grandes áreas são dois: o conjugado, em que somente a trilha é realizada mecanicamente, e o mecanizado, realizado diretamente com automotrizes, no qual a máquina realiza o corte, recolhimento, trilha, abanação e, em alguns casos, ensacamento dos grãos.

Porém, a colheita mecanizada de feijão pode acarretar perdas não somente no campo, como também perdas qualitativas nas sementes e grãos, as quais persistem ou se agravam durante o armazenamento do produto.

Como os parâmetros de colheita podem influenciar na qualidade de grãos e sementes armazenadas, o estudo de condições ideais de colheita podem gerar informações importantes para a sustentabilidade da cadeia produtiva do feijão, reduzindo perdas quantitativas e qualitativas, principalmente as que ocorrem durante o armazenamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar os parâmetros de velocidade de colheita, rotações de cilindro de uma colhedora adaptada de feijão em diferentes horários do dia e seus efeitos imediatos e estudar durante o armazenamento na qualidade de sementes e grãos armazenados de feijão da cultivar IAPAR 81.

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar aspectos agronômicos das plantas, os quais possam afetar na operação de colheita.
- b) Realizar a colheita por sistema mecanizado, variando parâmetros de velocidade e rotação de cilindro durante a colheita, em três períodos do dia.
- c) Avaliar as perdas durante a colheita do feijão no sistema mecanizado.
- d) Avaliar danos nas sementes ocorridos durante a colheita mecanizada por meio dos testes de hipoclorito de sódio e tetrazólio.
- e) Armazenar os grãos colhidos de feijão comum, em condições ambientais, por 180 dias.
- f) Avaliar as alterações decorrentes do armazenamento na qualidade fisiológica das sementes por meio do teste de germinação e massa de 100 sementes.
- g) Avaliar as alterações na qualidade tecnológica dos grãos armazenados, por meio dos parâmetros: teor de água, absorção de água nos grãos crus e cozidos, porcentagem de grãos inteiros e quebrados após cozimento e tempo de cozimento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cultura do feijoeiro

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), apesar de originário do novo mundo, tem sua produção abrangendo praticamente todo o mundo, de 52°N a 32°S de latitude (GRAHAM; RANALLI, 1997). Cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, o cultivo do feijoeiro é de grande importância econômica e social. Além disso, o Brasil é o principal produtor e consumidor desse grão e a grande mão-de-obra empregada durante a colheita da cultura faz com que o feijão seja um dos produtos de maior expressão nacional (CHAGAS, 1994).

O hábito de crescimento dessa espécie é considerado uma das características mais importantes da cultura, pois é essencial para a descrição de cultivares, escolha da cultivar de acordo com o método de plantio e, principalmente, para se obter sucesso na colheita mecanizada (SOUZA; QUEIROZ; PINTO, 2005).

Apesar de ser uma cultura de ampla distribuição climática, o feijoeiro é pouco tolerante a fatores externos do ambiente, o que acarreta desestímulo à exploração do feijão por grandes produtores. O cultivo das “águas”, com a colheita coincidindo com o período chuvoso e o da “seca”, durante o qual ocorre escassez de chuva, são responsáveis por 90% da produção brasileira e apresentam risco elevado. Os outros 10% se referem ao plantio irrigado. Dependendo da cultivar e da temperatura ambiente, pode apresentar ciclos variando de 65 a 100 dias, o que torna a cultura apropriada para compor desde sistemas agrícolas intensivos irrigados, altamente tecnificados, até aqueles com baixo uso tecnológico, principalmente de subsistência e, muitas vezes, em consórcio com outras culturas (CHAGAS, 1994; EMBRAPA, 2003; BORÉM; CARNEIRO, 2008).

O Brasil, somando-se todas as safras de feijão, contou com área plantada na safra 2009/2010 de 3.608,8 mil hectares, com produtividade média de 921 kg ha⁻¹. Devido aos sistemas de produção dessa cultura, o país apresenta produtividades que variam de 539 kg ha⁻¹, no Nordeste, a 1804 kg ha⁻¹ na região centro oeste (CONAB, 2011). Agricultores brasileiros que utilizam alta tecnologia para produção dessa leguminosa chegam a alcançar produtividades superiores a 3000 kg ha⁻¹ (GRAHAM; RANALLI, 1997; BORÉM; CARNEIRO, 2008).

O Paraná é um dos principais produtores de feijão do País e, na safra 2009/2010, apresentou produção de 724,2 mil toneladas desse produto, o que correspondeu a cerca de 23,90% da produção nacional (CONAB, 2011). Apesar desse bom desempenho, a produção de feijão no estado ainda apresenta produtividade inferior às obtidas no Centro Oeste e Sudeste do país, o que pode ser devido à utilização de sementes não-certificadas e perdas decorrentes da colheita (EMBRAPA, 2003).

Menten *et al.* (2006) relataram que um dos principais problemas da cultura do feijoeiro no Brasil é a baixa taxa de utilização de sementes certificadas, o que contribui para a baixa produtividade da cultura. Segundo os dados apresentados por esses autores, dos 4,2 milhões de hectares cultivados em 2003/2004, em 92% da área plantada foram utilizadas, como material de propagação, sementes próprias (utilizadas na propriedade), “salvas” (podem ser utilizadas uma safra após serem adquiridas sementes legalizadas na safra anterior), “piratas” (aquelas que se encontram na ilegalidade) ou grãos, e apenas 8% dessa área cultivada com sementes legais.

As variações observadas na preferência dos consumidores orientam a pesquisa tecnológica e direcionam a produção e a comercialização do produto, pois as regiões brasileiras são bem definidas quanto à preferência ao feijão comum consumido. A preferência do consumidor norteia a seleção e a obtenção de novas cultivares, exigindo destas não apenas boas características agronômicas, mas também valor comercial no varejo (EMBRAPA, 2003).

3.2 Colheita do feijoeiro

A mecanização na colheita é vital à expansão da área de cultivo do feijoeiro no país e à sua transformação de cultura de subsistência em atividade empresarial, necessária ao desenvolvimento socioeconômico e à crescente necessidade de produção de alimento (SILVA *et al.*, 2000).

De acordo com Lollato *et al.* (2001), os pequenos produtores, aos poucos, diminuíram sua participação na produção de feijão, principalmente aqueles que não adotaram métodos mais eficientes de cultivo. Esse espaço está gradativamente ocupado por médios e grandes agricultores que, com melhor uso de tecnologia, aumentam sua participação. Há uma tendência nítida de maior destinação de áreas nobres das propriedades rurais para o cultivo do feijão. Isso se destaca entre os produtores mais tecnificados e pode garantir ganhos substanciais de produtividade.

De acordo com EMBRAPA (2003), a colheita do feijoeiro pode ser manual, conjugada e mecanizada.

Na colheita manual, o arranquio, o recolhimento e a trilha são manuais, gastando-se, em média, de 10 a 12 serviços homem/dia. No processo mais comum, as plantas com cerca de dois terços das vagens totalmente maduras e com teor médio de umidade no grão por volta de 18% são arrancadas e enleiradas manualmente para secagem. O processo de arranquio é feito nas primeiras horas da manhã, quando as plantas estão úmidas, evitando a debulha das vagens. Após permanecerem no campo para secar, em seguida são levadas para o local de trilha (EMBRAPA, 2009).

O sistema de colheita que tem sido mais utilizado nas regiões Sul e Sudeste do Brasil é o conjugado, no qual o arranquio e o recolhimento são feitos manualmente, e a trilha é realizada mecanicamente. O arranquio é feito de maneira igual ao sistema manual e, dependendo do tipo de trilha, o ajuntamento realiza-se em montes, bandeiras ou leiras. O recolhimento é feito em leiras quando se utiliza uma (recolhedora – trilhadora) máquina tracionada por trator que passa sobre as leiras, recolhendo e trilhando as plantas (SILVA et al., 2009; ICTBS, 2009).

Segundo os mesmos autores, a colheita mecanizada é realizada diretamente com automotrizes (sistema direto), no qual a máquina realiza o corte, recolhimento, trilha, abanação e, em alguns casos, o ensacamento dos grãos. A colheita mecanizada pelo sistema indireto utiliza um ceifador enleirador e a recolhedora trilhadora em operações distintas, obtendo-se melhor qualidade do produto final.

O acamamento do feijoeiro e a baixa inserção das vagens dificultam o trabalho das colhedoras, fazendo com que a barra de corte opere bem próxima ao solo, ocasionando recolhimento de terra e palhada junto com as plantas. Logo, com a incrementação do melhoramento genético, poderá ser realizada a operação de corte um pouco mais distante do solo em cultivares eretas, tendo como consequência a menor quantidade acumulada de solo úmido nos grãos (SILVA et al., 2009).

Os mecanismos de trilha mais utilizados nas colhedoras de feijão são os de cilindro de barras, dedos e por côncavo. A alimentação do sistema pode ser em fluxo radial (Figura 1) ou axial (Figura 2), com base no movimento do produto durante a debulha (SOUZA et al., 2005). Segundo Vieira *et al.* (2006), existem vários mecanismos que já foram desenvolvidos e avaliados, mas o que se deve esperar de um mecanismo de trilha é a diminuição de perdas durante o processo e a redução dos danos mecânicos visíveis e não-visíveis provocados aos grãos e a separação destes.

Apesar de vários trabalhos já desenvolvidos avaliando-se parâmetros de colhedoras de feijão (TERTULIANO et al., 2009; COSTA; PASQUALETTO, 2009; SILVA et al., 2000), o que se espera durante a colheita é a redução das perdas e a obtenção de grãos com baixo índice de danos mecânicos, os quais podem influenciar na qualidade do produto que será armazenado.

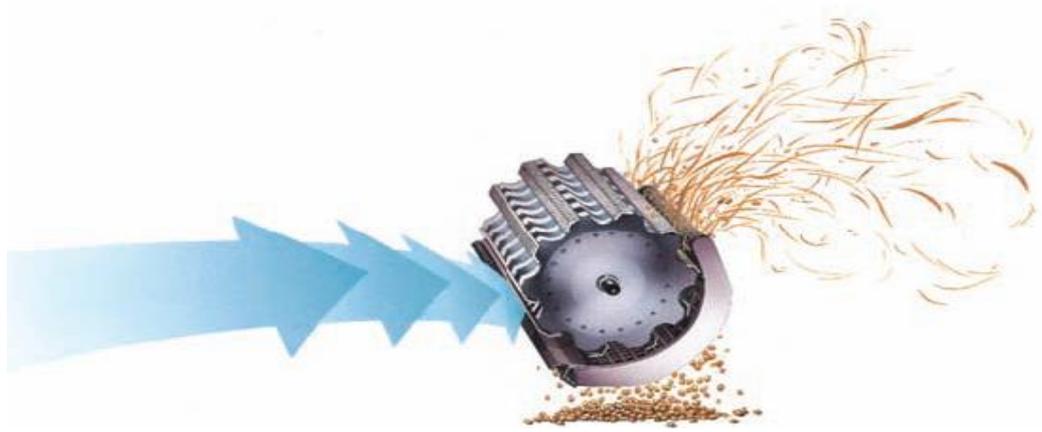


Figura 1 Sistema de trilha radial (convencional), com debulha com menos de meio giro do cilindro.

Fonte: Case IH (2008).

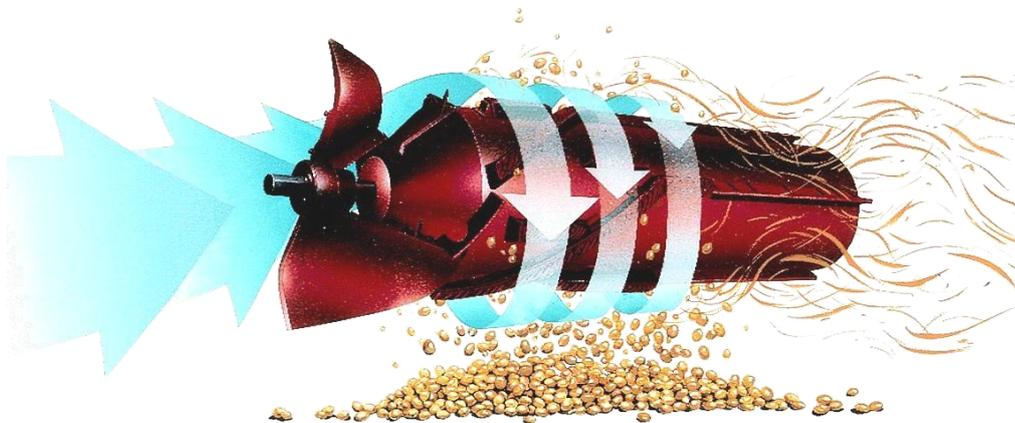


Figura 2 Sistema de trilha axial (rotor), com fluxo contínuo e consistente.

Fonte: Case IH (2008).

Segundo Sinnecker *et al.* (2005), a presença de sementes verdes, em alguns casos, poderá ser observado como consequência do clima quente durante o período de maturação, provocando estresse hídrico (excesso de perda de água) ou ocorrência de precipitações elevadas, fazendo com que os agricultores antecipem a colheita das culturas, a fim de evitar perdas.

O Brasil apresenta altas taxas de perdas de grãos durante a colheita e pós colheita. Embora as perdas possam ocorrer devido a vários fatores, estudos indicam que até 80% das perdas ocorridas na colheita acontecem devido à ação dos mecanismos da plataforma de corte das colhedoras (EMBRAPA, 1998).

Costa e Pasqualetto (1999), avaliando os sistemas de colheita mecanizada e conjugada para o feijão, observaram que a recolhedor-trilhadora foi o sistema que causou maiores danos mecânicos no grão, apesar de apresentar as menores perdas durante a colheita.

Comparando os sistemas de colheita tangencial e axial na cultura da soja, Cunha *et*

al. (2009) observaram que os sistemas avaliados não provocaram diferenças significativas na germinação e no vigor das sementes de soja avaliadas logo após a colheita; porém, as colhedoras de fluxo axial provocaram menor percentagem de injúrias mecânicas. Além disso, no aumento da velocidade de deslocamento de 6,0 para 7,0 km h⁻¹ houve maior injúria mecânica, bem como redução do vigor, nas menores rotações do cilindro.

Tertuliano *et al.* (2009), utilizando um sistema conjugado em colhedora auto-propelida e avaliando a influência da velocidade de deslocamento, da rotação do cilindro trilhador e do efeito latente dos danos mecânicos durante o armazenamento das sementes, observaram que os menores valores de impureza das sementes de feijão foram obtidos nas velocidades de deslocamento de 10,2 e 10,8 km h⁻¹, na rotação do cilindro trilhador de 430 rpm. Os autores também encontraram maiores valores de dano mecânico visível, de vigor e de germinação nas velocidades de deslocamento de 8,8; 9,9 e 9,2 km h⁻¹, respectivamente.

Visando diagnosticar e avaliar o efeito de duas colhedoras na soja, uma com sistema de trilha de fluxo axial e outra tangencial, sob três regulagens de abertura de côncavo, rotação de cilindro e teor de água, na qualidade das sementes, Nóbrega *et al.* (2009) avaliaram a porcentagem de germinação, índice e velocidade de germinação, massa de 100 sementes, teor de água, pureza, viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio. Os resultados obtidos permitiram concluir que o dano mecânico foi o que mais reduziu a qualidade das sementes, com 16,6% de teor de água, na regulagem 1 (1100 rpm/cilindro e 1,0 mm de abertura do côncavo na colhedora axial e 1000 rpm/cilindro com abertura de 3,0 mm na colhedora tangencial), não havendo diferença entre as colhedoras.

Estudando a colheita do feijoeiro com colhedora automotriz, Silva *et al.* (2009) concluíram que as perdas de grãos foram maiores no período de colheita realizado à tarde, em grãos com menor teor de água e na maior velocidade de operação da colhedora. Em relação aos danos ocorridos nos grãos, para uma mesma regulagem dos mecanismos de trilha da máquina, os autores concluíram que a danificação aos grãos foi influenciada pela velocidade de operação da colhedora no campo e pelo teor de umidade dos grãos.

3.3 Qualidade da semente de feijão

A maioria dos produtores de feijão raramente adquirem sementes, utilizando-se de grãos, nem sempre de boa qualidade, para a semeadura de seus campos de produção, com qualidade fisiológica e sanitária comprometida, o que pode ocasionar perdas na produtividade. É sabido que o uso de sementes de baixa qualidade tem se constituído em um entrave para o aumento da produtividade das culturas (BEVILAQUA *et al.*, 2007).

A ABRASEM (2010) relata que a produção de sementes de feijão no Brasil, na safra 2007/2008, foi de 14.789 t, equivalendo à taxa de utilização de 11%, e no Paraná essa taxa

foi 10%, enquanto o uso de sementes certificadas em soja é em torno de 90% no estado.

Segundo Menten *et al.* (2006), a necessidade de se manter anualmente estoques de sementes de feijão de boa qualidade à disposição dos agricultores faz com que seu armazenamento assuma enorme importância. Se a semente ou os grãos utilizados como semente não estiverem armazenados adequadamente, podem ocorrer perdas na sua qualidade.

A uniformidade no desenvolvimento da semente dentro da cultura é um fator afetado pelas práticas de produção agrícolas e pelas condições de cultivo. Durante o crescimento das grandes culturas, a qualidade máxima da semente é geralmente considerada a atingir a maturidade fisiológica no final do enchimento de grãos. Além dessa, há uma variação na qualidade individual da semente colhida, em comparação com um lote de semente, uma vez que a maturidade fisiológica não ocorre no mesmo tempo para todas as sementes de um lote (MUASYA *et al.*, 2006).

Ainda, segundo a EMBRAPA (2004), existe uma tendência em que o grande produtor de feijão para a manutenção do sistema de produção em vigor comece a produzir sua própria semente.

Vários testes podem ser utilizados na caracterização da qualidade da semente. O teste de germinação tem função de determinar o potencial máximo de germinação das sementes podendo ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o valor para semeadura em campo. Já para determinar rapidamente a viabilidade de sementes, particularmente daquelas que apresentam dormência, das espécies recalcitrantes e as que germinam lentamente em testes de rotina ou quando no final do teste de germinação ocorrer alta porcentagem de sementes não germinadas, utiliza-se o teste de tetrazólio. O grau de umidade das sementes pode ser determinado pelo método da estufa. O peso de mil sementes estima o tamanho das sementes, assim como seu estado de maturidade e sanidade. A análise de pureza determina a composição percentual por peso e a identificação das diferentes espécies de sementes e material inerte da amostra (BRASIL, 2009).

Os danos mecânicos são um dos principais fatores limitantes para a produção de sementes. A colheita mecânica de sementes pode levar a dano mecânico, o qual é uma das principais causas da redução na qualidade. Para sementes de soja, feijão e outras Fabáceas, a identificação de danos mecânicos pode ser efetuada por meio do teste de imersão em hipoclorito de sódio e o intumescimento das sementes, consideradas sementes danificadas é indicativo desse dano (KRYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004).

O teste de tetrazólio fornece informações sobre deteriorações sofridas pela semente no campo e é de grande importância para a avaliação da qualidade, pois, além da viabilidade, o mesmo pode informar sobre o vigor e ainda identificar diversos problemas que afetam o desempenho das sementes. Baseia-se na alteração da coloração dos tecidos vivos

em presença de uma solução do sal de tetrazólio. Essa alteração na coloração reflete a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas na atividade respiratória. Na operação de colheita, permite aferir o grau de dano mecânico imposto à semente na operação de trilha e no transporte no interior da máquina colhedora (BRASIL, 2009).

Santos *et al.* (2005), estudando o comportamento de sementes de feijão de quatro variedades, depois de serem armazenadas por oito meses em condições não controladas de temperatura e umidade relativa, constataram que os valores de germinação reduziram de 5 a 15%, porém, mantiveram-se dentro dos padrões aceitáveis de germinação que é de 80% de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.4 Qualidade dos grãos de feijão

A qualidade tecnológica dos grãos pode ser avaliada por fatores como a capacidade de embebição de água antes e após o cozimento, quantidade de grãos inteiros e tempo de cozimento. A avaliação da capacidade de absorção de água pelos grãos antes do cozimento tem sido muito utilizada, visto que a capacidade de cocção está relacionada à rápida absorção de água pelos grãos. Entre cultivares de feijão de um grupo comercial existem diferenças em termos de parâmetros físicos relacionados à qualidade, e essas respostas podem ser decisivas para a seleção de cultivares. Além disso, sua composição química se torna importante uma vez que é um dos alimentos básicos da população brasileira e um dos principais produtos fornecedores de proteína, fibras e minerais na dieta alimentar das classes sociais economicamente menos favorecidas (MAGRI; BASSINELLO; ASCHERI, 2008; EMBRAPA, 2005; RIOS *et al.*, 2002).

De modo geral, características importantes para a qualidade de grãos de leguminosas (família das Fabáceas), como tamanho e peso, capacidade de hidratação, tempo de cozimento e firmeza de grãos são influenciadas por fatores como cultivar, manejo, local e ano de plantio (CARBONELL *et al.*, 2003; SANTI *et al.*, 2006; WANG *et al.*, 2010a).

O gênero *Phaseolus* é constituído de 20 a 25% de proteínas, 1 a 20% de fibras alimentares, 60 a 65% de carboidratos, 1 a 3% de lipídios, dos minerais Ca, Fe, Cu, Zn, K, P e Mg, e também de vitaminas, em especial as do complexo B, como: riboflavina, niacina e folacina (PIRES *et al.*, 2005; PUJOLÀ *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2008; RAMIREZ-CÁRDENAS *et al.*, 2008; WANG *et al.*, 2010b). Já em outros estudos, a qualidade nutricional do feijão depende de fatores genético-agronômicos os quais são alterados devido ao armazenamento inadequado. O conteúdo protéico do feijão varia de 16 a 33%; porém, o valor biológico é baixo, quando consumido isoladamente. As proteínas do feijão, como as de outras leguminosas, são ricas em lisina e limitadas em aminoácidos sulfurados (metionina, cisteína e cistina). A concentração elevada de lisina é considerada de grande valor na

complementação das proteínas de cereais, que são pobres nesse aminoácido e ricos em metionina (GEIL; ANDERSON, 1994). Os grãos de leguminosas apresentam ainda fatores antinutricionais como polifenóis e ácido fítico, os quais variam de acordo com a espécie, cultivar e manejo da cultura (RANILLA; GENOVESE; LAJOLO, 2007; RIOS et al., 2002).

A qualidade nutricional do feijão é alterada quando o produto é armazenado de forma inadequada (BRAGANTINI et al., 2005).

O tempo de cozimento é fator fundamental para a aceitação de uma cultivar de feijão pelos consumidores, pois a disponibilidade para o preparo das refeições é, muitas vezes, restrita (COSTA et al., 2001). Cultivares que apresentam grãos com cozimento rápido, proporcionam economia de tempo e de energia (YOKOYAMA; STONE, 2000). Após o cozimento, é desejável a identificação de linhagens com menor tempo de cozimento, rápida capacidade de hidratação, com tegumentos que não se rompem durante o cozimento e com alta expansão volumétrica (CARBONELL et al., 2003).

No Brasil, a avaliação do tempo de cozimento é exigida para a inscrição de nova cultivar de feijão junto ao Serviço de Agricultura e Produção Agropecuária (BRASIL, 2009). A metodologia oficial requer a utilização do cozedor de Mattson, o qual consiste no cozimento de 25 grãos sob cada pino do aparelho, fazendo, com a utilização de uma panela com água fervendo, faça com que o mesmo seja alocado dentro, iniciando o cozimento. Com o amolecimento do tegumento, os pinos penetrarão no feijão. Após a queda do 13º pino calcula-se o tempo do cozimento (PROCTOR; WATTS, 1987).

Farinelli e Lemos (2005), verificando a influência de sistemas de manejo de solo e da adubação nitrogenada de cobertura na produtividade, proteína bruta e tempo de cozimento de feijão, observaram que os manejos em relação à adubação nitrogenada geraram dados variados quanto ao tempo de cozimento nos anos experimentais, os quais, em suas discussões, descrevem que possivelmente foram afetados em virtude das condições ambientais distintas de um ano para outro. Os mesmos relatam que o seu trabalho merece uma maior investigação científica quanto a essa característica.

3.5 Influência do armazenamento na qualidade de grãos e sementes

As condições de armazenamento do produto influenciam o endurecimento do tegumento e dos cotilédones e isso altera, conseqüentemente, o processo de cozimento. Após a colheita, a respiração e outros processos metabólicos de grãos continuam ativos, ocasionando, na maioria das vezes, perdas significativas de qualidade, a qual é irreversível e cumulativa e cuja intensidade depende de diferentes fatores (RIOS et al., 2002). Estes processos podem ser diminuídos e/ou retardados por meio da redução da umidade, que é a forma mais usada comercialmente para prolongamento do tempo de conservação. Mas

mesmo com uso de baixa umidade, os grãos perdem qualidade devido à perda de peso e consumo de energia pelo processo respiratório, pelo aumento de rachaduras e ocorrência de pragas e fungos. Além disso, após longo período de armazenamento, ainda pode aumentar a dificuldade de cozimento do feijão, diminuir a germinação e ocorrer escurecimento do tegumento de feijão claro, do tipo carioca, fatores esses que podem levar à redução do seu consumo como grão ou perda de qualidade para reprodução da espécie como semente, depreciando enormemente seu valor comercial (BRACKMANN et al., 2002; RIOS et al., 2002; FARONI et al., 2006; RESENDE et al., 2008; COELHO et al., 2009; TERTULIANO et al., 2009).

Bragantini (2005) destaca a importância do teor de umidade, tendo este uma grande influência no processo respiratório do grão. Quando a umidade de armazenamento encontra-se entre 11 e 13%, o processo respiratório se mantém baixo e, assim é prolongada a qualidade do produto armazenado. Porém, se ocorre aumento no teor de umidade, esse processo acelera-se e ocorre a deterioração dos grãos.

Grãos de leguminosas, armazenados com alto teor de água, têm sua vida pós-colheita reduzida e apresentam perdas significativas em constituintes de importância nutricional (BABATOLA et al., 2008). Durante o armazenamento em condições inadequadas pode ocorrer um defeito conhecido como “hard-to-cook” (HTC) ou difícil de cozinhar, diminuindo a aceitabilidade de grãos do gênero *Phaseolus*, provocando o aumento do tempo de cozimento (REYES-MORENO; PAREDES-LÓPEZ, 1993).

Segundo Rios et al. (2003), a qualidade culinária do feijão é consideravelmente afetada à medida em que se aumenta os meses de armazenamento, preferindo os consumidores produto de colheita mais recente. Conforme Faroni et al. (2006), a qualidade dos grãos de feijão durante o armazenamento diminui caracterizadas pelo aumento do tempo de cozimento, conseqüentemente aumento do grau de dureza do tegumento, alteração da cor (escurecimento) e sabor.

A diminuição de vigor das sementes de feijão ao longo do armazenamento está relacionada à redução na velocidade de germinação das mesmas e também pelo tamanho das plântulas. Santos et al. (2005), avaliando alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijoeiro durante o armazenamento, encontraram taxa de emergência de plântulas mais lenta ao longo de oito meses de armazenamento, o que, segundo os autores, está relacionado ao baixo vigor das sementes, produzindo plantas de menores comparativamente àquelas produzidas por sementes de alto vigor.

Mondo et al. (2009) constataram o efeito prejudicial dos danos mecânicos sobre o potencial fisiológico das sementes durante o armazenamento, caracterizando o efeito latente desses danos mecânicos.

Segundo Tertuliano et al. (2009), não houve redução da germinação e do vigor durante o armazenamento de 180 dias das sementes de feijão colhidas com colhedora

automotriz em diferentes condições. Porém, Almeida e Falivene (1982), estudando alterações na qualidade da semente de feijão armazenada, colhida em sistema manual e por trilhadora, encontraram perdas no poder germinativo mais cedo trilhadas mecanicamente, o que indica que o método de colheita pode influenciar na qualidade do produto armazenado.

Siqueira et al. (2001), estudando quatro anos de armazenamento do feijão em função das safras (seca, inverno e águas), concluíram que houve variação do efeito do armazenamento de acordo com a safra, mas as diferenças na velocidade de emergência e o vigor da semente foram de pequena magnitude. Concluíram também que as sementes podem ficar armazenadas por até quatro anos em câmara fria (10°C e 67%UR), sem danos significativos à sua qualidade fisiológica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em propriedade rural, no município de Santa Tereza do Oeste - Paraná, na latitude 25°10'41.05"S e longitude 53°32'45.82"O. Para a colheita mecanizada foi utilizada colhedora da marca New Holland modelo 8040 (Figura 3), equipada com “kit feijão” (dedos de polietileno no molinete; dedos levantadores na barra de corte; fundo da plataforma, elevador de palhas, curva do elevador de grãos e retrilha perfurados; canecas no elevador de grãos; esparramador de palhas e descarga por gravidade) e cilindro axial adaptado. Na montagem do experimento foi utilizada a variedade IAPAR 81 (Carioca), com espaçamento na semeadura entre linhas de 0,45 m e 12 plantas por metro linear, colhidas em uma área comercial no dia 20 de dezembro de 2009, na safra de verão 2009/2010.



Figura 3 Colhedora automotriz New Holland 8040 + “kit feijão” e cilindro axial.

Para as regulagens durante a colheita foram seguidos três parâmetros:

- Horários do dia: 8:00, 12:00 e 16:00 horas;
- Rotações do cilindro: 300, 340 e 385 rpm (escalonadas com a troca das polias, obtida a rotação utilizando o tacômetro digital de foto-sensor no eixo principal do cilindro trilhador, conforme Figuras 4 e 5);
- Velocidade de deslocamento da colhedora: 3, 4, e 5 km h⁻¹ (Conferida com utilização de um aparelho GPS de “pulso”, conforme a Figura 6);



Figura 4 Polias utilizadas para mudança das rotações (300, 340 e 385 rpm).



Figura 5 Tacômetro digital, utilizado para conferência das rotações.



Figura 6 GPS de “pulso”, para conferência da velocidade de deslocamento.

Por ocasião da colheita separou-se uma área uniforme, na qual se alocou três faixas, conforme cada horário de coleta, utilizando a aleatorização das rotações dentro de cada faixa e a cada 180 metros trocava-se as polias para alteração da rotação do cilindro, utilizada em três parcelas, variando a velocidade de deslocamento – representando, assim, cada parcela, contendo 3,6 m de largura por 60 m de comprimento, conforme pode-se observar na Figura 7.

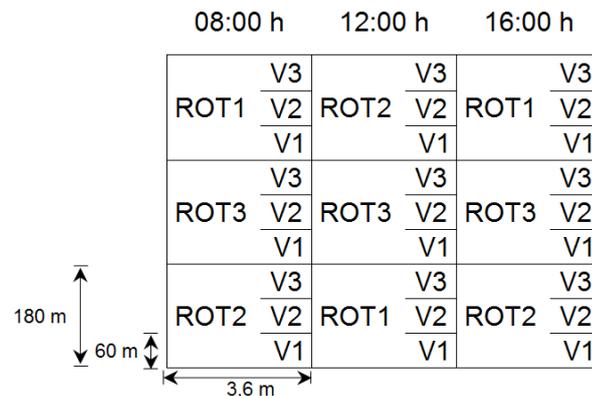


Figura 7 Croqui da área experimental: Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2(4 km h⁻¹) e V3(5 km h⁻¹).

As amostras de cada parcela foram coletadas na saída da rosca sem-fim, a qual alimentava o depósito graneleiro, sendo que a colhedora possuía o sistema de descarga por gravidade, entende-se que após esta etapa as sementes não sofreram danos significantes. Posteriormente, as sementes foram levadas e acondicionadas, por um período de residência de 45 dias, no Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas (LACON) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE / *campus* Cascavel – Paraná, deixadas para secar em condição ambiente, fazendo periodicamente o revolvimento até a obtenção da umidade ideal de armazenamento de 13%, conferida pelo método da estufa a 105°C (BRASIL, 2009).

4.1 Avaliações iniciais

4.1.1 Componentes de produção da cultura na área experimental

Para caracterização da cultura, no momento da colheita, foram selecionadas de forma aleatória algumas plantas da área experimental, determinando-se os componentes de produção, bem como a altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e número de grãos por vagem.

Produtividade: na área total foram coletadas plantas aleatoriamente, após trilhadas manualmente, pesando-se os grãos colhidos de cada planta, somando a população por hectare e ajustando-se a umidade para 13% (bu) expressos em kg ha^{-1} .

Teor de água dos grãos: utilizou-se o determinador de umidade Universal no momento da colheita, cujo funcionamento baseia-se numa compressão pré-determinada do produto com seu peso padrão conhecido, no qual o componente elétrico (megômetro) registra a resistência – essa, por sua vez, varia conforme a quantia de umidade que a amostra possui. Tendo este dado estabelecido juntamente com a temperatura ambiente obtida pelo termômetro do aparelho, co-relacionando os dados num simples mostrador de escala, obtém-se a leitura imediata tanto no laboratório como em campo.

4.1.2 Avaliações na colheita

Em uma amostra de cada parcela do experimento foram avaliados os seguintes parâmetros:

Teor de água das sementes: logo após a colheita as amostras foram acondicionadas em uma caixa de isopor (para não ocorrer a perda de água), levadas ao laboratório analisando o teor de água, determinado pelo método padrão de estufa 105°C . Regula-se a estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, secando os recipientes por 30 minutos, resfriando em dessecador. Após isso, foi pesado em balança com sensibilidade (0,001g) o recipiente e sua tampa, utilizaram-se sementes inteiras, distribuindo a amostra contendo aproximadamente 5 gramas no recipiente e pesando esse conjunto. Já alocados na estufa a 105°C sobre as respectivas tampas, iniciou-se a contagem do tempo de secagem, mantidas durante 24 horas. Finalizado este período, foram retiradas, tampadas e colocadas em dessecador (com sílica gel) até esfriarem e realizou-se a pesagem (BRASIL, 2009).

Perdas durante a colheita: foram determinadas pelo método de quantificação direta, considerado padrão, o qual consiste em recolher os grãos de uma área pré-convencionada de cada tratamento (2 m^2), os quais foram pesados em balança de precisão 0,001 g, obtendo-se a massa de grãos perdida na área conhecida (SILVA et al., 2009). Após isso, o resultado final foi ajustado para o teor de água de 13% (Figura 8).



Figura 8 Coleta das perdas em uma área de 2 m².

Teste de hipoclorito de sódio: teste realizado para determinar rapidamente o percentual de dano mecânico na semente durante a operação da colheita. Foram utilizadas 10 sementes por repetição de cada tratamento, colocadas em recipientes para a imersão em solução de 10% de hipoclorito. Após 10 minutos, escoou-se a solução e espalharam-se as sementes sobre papel toalha para avaliação, contando-se o número de sementes intumescidas, que não podem ser mais que 10% (EMBRAPA, 2004; KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004).

Teste de Tetrazólio: avalia a qualidade das sementes, possibilitando a avaliação da viabilidade e do vigor (a faixa ideal é de 75%), fornecendo informações valiosas sobre o valor das sementes, tendo como finalidade a semeadura. Foram utilizados duas sub-amostras de sementes/repetição de cada tratamento, foram embaladas em papel-toalha umedecido e levadas ao germinador a temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$, durante 16 horas. Após, as sementes foram pré-condicionadas em recipientes de 50 mL, sendo imersas em solução de tetrazólio 0,075% (p/v) obtida da solução de estoque 1,0% (p/v) do cloreto de 2,3,5 trifênil tetrazólio. Esses recipientes foram levados à estufa sob a temperatura de 35-40°C, por tempo aproximado de 120 minutos, no escuro, por ser a solução sensível à luz. Após, as amostras foram lavadas em água corrente e com a utilização de uma lupa com luz fluorescente, onde as sementes eram seccionadas longitudinalmente ao longo do eixo embrionário e os tegumentos removidos, realizava-se a interpretação dos resultados, observando individualmente as sementes, preenchendo uma ficha, anotando segundo a classificação de 1 a 8, para identificação da sua viabilidade e seu vigor (FRANÇA NETO et al., 2000).

Teste de pureza das sementes: verifica a qualidade do lote de sementes, identificando quais são as impurezas contidas no mesmo. Realizado após a colheita, em

laboratório. Foram utilizadas duas amostras de semente/parcela em uma bancada de cor clara para melhor visualização e separação/pesagem dos parâmetros de grãos chochos, ardidos, quebrados, infestados e atacados por insetos, germinados, amassados, resíduos de palha e outras espécies e cultivares (Figura 9).



Figura 9 Teste de pureza.

4.2 Preparação para o armazenamento secos e limpos

Após o período de residência, com a obtenção da umidade adequada, as sementes de cada tratamento foram acondicionadas em sacos de papel tipo kraft, em prateleira, sob condições ambientais no laboratório e amostras analisadas no tempo 0 (início do armazenamento), 45, 90 e 180 dias de armazenamento, para todos os parâmetros avaliados, baseando-se com o armazenamento médio de uma safra para outra – sendo que para cada tempo de análise alocava-se as amostras analisadas em refrigeração para não sofrerem influência das condições ambientais, levado em conta a demora nas análises.

No primeiro mês de armazenamento antes do aparecimento de pragas, como o *Acanthoscelides obtectus*, foi realizada a aplicação preventiva com terra de diatomácea na proporção de 1 kg de pó para 1000 kg de sementes e, como medida de controle, realizou-se a aplicação de 2 g de fosfina.m³, inseticida fumigante do grupo químico fosfeto metálico, com composição principal de fosfeto de alumínio (56,0% m/m).

4.2.1 Avaliação da qualidade das sementes durante o armazenamento

Determinação do teor de água das sementes: em cada parcela, foram pesadas duas repetições de 5,00 g de amostra, colocadas em estufa a 105°C por um período de 24 horas.

Foram retiradas da estufa e colocadas no dessecador por um período aproximado de 20 minutos e, após, pesava-se descontando o peso inicial e chegava-se ao valor do teor de água (BRASIL, 2009).

Germinação: foram utilizadas quatro sub-amostras de 50 sementes de cada parcela, distribuídas com auxílio de um contador de sementes em rolos de papel “germitest”, umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel seco e mantidas em germinador a temperatura constante de 25°C, durante oito dias, fazendo a contagem das plântulas normais, anormais e sementes mortas realizada no oitavo dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Massa de 100 sementes: foram utilizadas duas sub-amostras de 100 sementes, contadas manualmente e em seguida pesadas (BRASIL, 2009).

4.2.2 Qualidade dos grãos

Determinação do tempo médio de cocção pelo Cozedor de Mattson adaptado: realizada seguindo método proposto por PROCTOR; WATTS (1987), em que amostras de aproximadamente 30 g de sementes uniformes e inteiras, colocadas em embebição em 100 mL de água destilada, por 16 h à temperatura ambiente, no qual 25 grãos escolhidos aleatoriamente foram colocados no cozedor (cada grão foi colocado individualmente em uma cavidade do aparelho e sob uma vareta de metal de 90 g e 1,48 mm de diâmetro de ponta). Foram aquecidos 1.000 mL de água destilada até a fervura, em panela de alumínio com capacidade para 3.000 mL. Com o cozedor já preparado com os grãos, foram colocados na panela, cronometrando o tempo de cozimento das amostras, em minutos, dado pela queda da 13ª vareta, perfurando os grãos (Figura 10).

Porcentagem de embebição antes do cozimento: separadas as amostra de aproximadamente 30 g de grãos uniformes e inteiros, obtendo-se a massa seca dos grãos no estágio inicial do procedimento analítico. Os grãos posteriormente colocados em embebição com 100 mL de água destilada, em béquer de 250 mL, por 16 h a temperatura ambiente. Após o período de embebição, os grãos são retirados e secos com papel-toalha. Em seguida, são pesados, obtendo-se a massa dos grãos úmidos e determinada a porcentagem de embebição (CARBONELL et al., 2003).



Figura 10 Cozedor de Mattson adaptado.

Porcentagem de embebição após o cozimento: foi utilizada uma amostra de aproximadamente 30 g de grãos uniformes e inteiros, obtendo-se a massa seca. Os grãos foram colocados em embebição em 100 mL de água destilada, em bquer de 250 mL, por 16 h, à temperatura ambiente. Os grãos foram aquecidos por 1 h, utilizando-se chapa aquecedora elétrica e iniciando a contagem do tempo após 2 min de aquecimento ou após o início da fervura, fazendo a reposição da água evaporada quando necessário. Os grãos (inteiros e fragmentados) foram drenados e pesados, obtendo-se a massa úmida após cozimento e determinada a porcentagem de embebição (CARBONELL *et al.*, 2003).

Porcentagem de grãos inteiros após o cozimento: realizada com as mesmas amostras de grãos utilizados para a determinação da porcentagem de embebição após cozimento. Os grãos após o cozimento foram contados e separados em duas porções: inteiros e partidos, quantificando-se a porcentagem de grãos inteiros.

Determinação da taxa de expansão volumétrica dos grãos após cozimento: utilizou-se o método adaptado do proposto por Martin-Cabrejas *et al.* (1997), descrito a seguir: foram amostrados aproximadamente 30 g de grãos uniformes e inteiros, obtendo-se a massa seca. Os grãos foram colocados em embebição em 100 mL de água destilada, por 16 h, à temperatura ambiente. Os grãos foram aquecidos por 1 h, utilizando-se chapa aquecedora elétrica, iniciando a contagem do tempo após 2 min de aquecimento ou após o início da fervura, repondo a água evaporada quando necessário. Após o cozimento, os grãos foram retirados do recipiente, pré-lavados com água destilada e levemente secos com papel-toalha. As amostras foram colocadas em uma proveta com capacidade para 500 mL, contendo 250 mL de água destilada. Em seguida, foi medido, em mL, o volume deslocado

da água.

4.3 Delineamento experimental e análise estatística

Realizou-se a análise descritiva dos dados e teste de igualdade de variância de Hartley com nível de significância igual a 5% para verificar a necessidade de transformação dos dados.

Para as avaliações no momento da colheita, utilizou-se um esquema de parcela sub-sub-dividida com três horário de colheita, três rotação do cilindro trilhador e três velocidades de deslocamento, com quatro repetições por tratamento.

Para as avaliações dos grãos armazenados, o experimento foi conduzido em esquema de parcela sub-sub dividida com três horário de colheita, três rotação do cilindro trilhador e três velocidades de deslocamento, com quatro repetições por tratamento, e, as avaliações, realizadas para cada tempo de armazenamento.

Antes da análise de variância, os dados obtidos em porcentagem foram transformados em $\arccoseno\sqrt{\frac{x+0,5}{100}}$. Para comparação de médias, utilizado o Teste de Tukey, com nível de significância igual a 5%. As análises estatísticas foram realizadas pelo software Sisvar (FERREIRA, 2000).

5 RESULTADO E DISCUSSÕES

5.1 Avaliações de caracterização da cultura

5.1.1 Componentes de produção da cultura na área experimental

Para a caracterização da cultura, foi realizada a identificação das plantas da área experimental por meio da avaliação dos componentes de produção. Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios de altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, bem como o número de grãos por vagem obtidos para a área experimental.

Tabela 1 Componentes de produção da cultura do feijoeiro, variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

	Média	Desvio padrão	CV (%)
Altura da planta (m)	0,77	0,15	19,11
Altura da 1ª Vagem (m)	0,15	0,05	31,57
Vagens por Planta (n.º)	21,00	6,90	33,00
Grãos por Vagem (n.º)	4,00	0,85	22,13
Massa de 100 grãos (g)	18,88	0,95	5,04
Produtividade (kg ha ⁻¹)	1717,00	8,41	55,89

De acordo com a Tabela 1, observou-se que, apesar da baixa produtividade da cultura, devido principalmente à falta de chuva ocorrida no período de florescimento, os demais parâmetros encontraram-se dentro do esperado para o grupo carioca, com elevado número de vagens por planta e grãos por vagem. Lemos *et al.* (2004), estudando genótipos de feijão do grupo carioca, encontraram valores médios de vagens por planta e grãos por vagem inferiores aos desse experimento, porém com maior produtividade da cultura, o que pode ser relacionado com a maior massa de 100 grãos, superior ao obtido na área experimental utilizada. Esse fato é confirmado pelo trabalho de Ramos Junior; Lemos e Silva (2005), os quais concluíram que os componentes de maior influência na produtividade do feijoeiro são a massa de cem sementes e o número de grãos por vagem. Os autores encontraram também que a cultivar IAPAR 81, a mesma utilizada no presente trabalho, apresentou 5,3 grãos por vagem 23,3 vagens por planta e a massa de 100 sementes de 28,6 g, bem como produtividade de grãos 3.400 kg ha⁻¹ – valores superiores aos obtidos.

5.2 Avaliações na colheita

5.2.1 Teor de água dos grãos

A análise do teor de água foi determinada em cada horário no momento da colheita, pelo método do medidor Universal e o método padrão da estufa 105°C. Observou-se (Tabela 2) que o teor de água no início da colheita encontrava-se em 17,9%, com decréscimo desse valor no período das 12 h e aumento posterior para os grãos colhidos no período das 16 h, equiparando a valores ao período das 8 h.

Tabela 2 Médias do teor de água (%) no período da colheita, obtido por meio do medidor de umidade Universal (em campo) e pelo método padrão de estufa 105°C (em laboratório), em grãos de feijão da variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010, Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Horário de colheita	Universal	Estufa	Média
08:00	17,4	18,4	17,9
12:00	16,5	16,2	16,4
16:00	17,9	17,8	17,9

Observa-se redução de cerca de um ponto percentual do teor de água da cultura entre a colheita realizada no período matutino (17,4% às 08:00 h), para a colheita ao meio dia (16,5%), seguido de aumento no teor de água para a colheita realizada no período da tarde (17,9%), melhor visualizada na Figura 11.

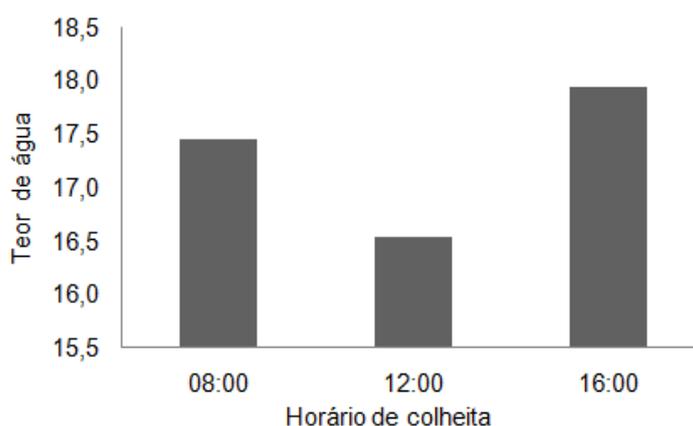


Figura 11 Teor de água no período da colheita, obtido por meio do medidor de umidade Universal (em campo) em grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automatriz.

Na Figura 12 e no anexo 1.1, estão apresentados os resultados relativos à comparação de médias do teor de água dos grãos, realizado em laboratório pelo método padrão da estufa 105°C. Observou-se que o horário de colheita influenciou no teor de água dos grãos de feijão.

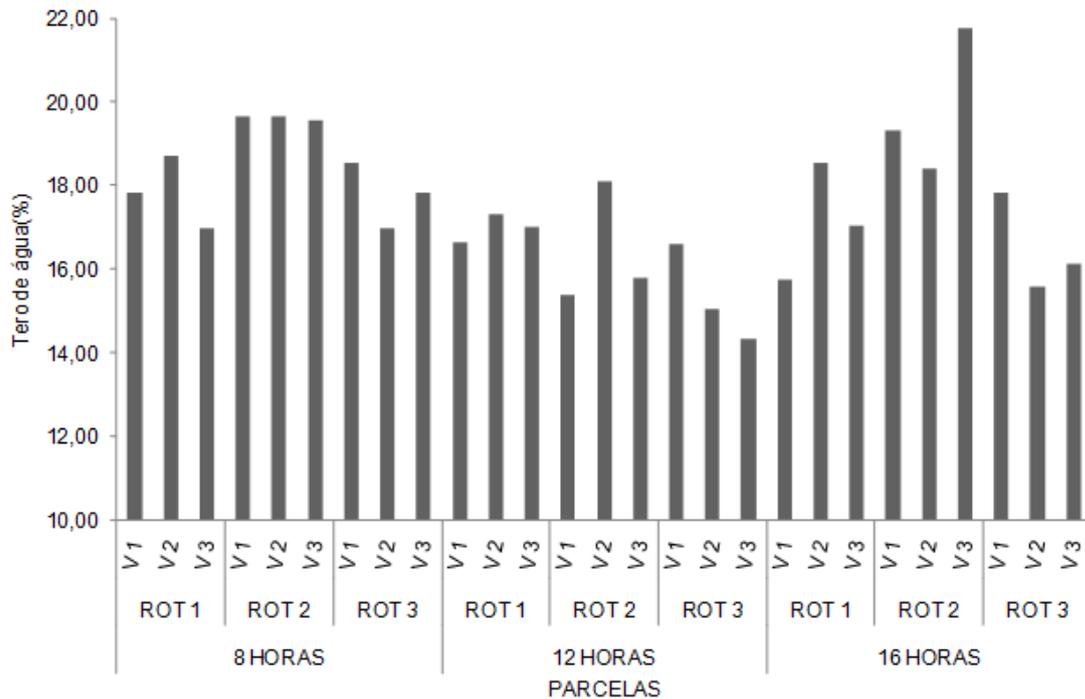


Figura 12 Teor de água no momento da colheita utilizando método padrão de estufa 105°C em grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automatriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

No presente trabalho de modo geral, o teor de água foi superior a 17,0% na maioria dos tratamentos, com exceção da colheita realizada às 12 h, quando se obteve valores em torno de 16,0%. Apesar de se esperar redução contínua do teor de água durante o dia, o aumento do teor de água foi mais acentuado ao final da tarde, devido a precipitações ocorridas nesse período.

Em colheita mecanizada de algodão, Souza *et al.* (2004) observaram teor alto de água nos grãos colhidos no período da manhã e um decréscimo gradual desse parâmetro ao longo do dia, com ligeiro acréscimo na colheita realizada ao final da tarde.

5.2.2 Perdas durante a colheita

A análise de perdas durante a colheita foi realizada com a utilização da coleta dos grãos dentro de uma área pré-determinada em cada parcela avaliada e o resumo da análise de variância para a porcentagem de perdas na colheita em três horários, com três rotações de cilindro e três velocidades de deslocamento de colhedora, é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 Resumo da análise de variância do parâmetro perdas durante a colheita de feijão, nos tratamentos horários de colheita, rotação de cilindro e velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz da cultivar IAPAR 81, Safra 2009/2010, Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Parâmetros	Perdas
Horário	0,02*
Rotação	0,04 ^{ns}
Velocidade	0,13 ^{ns}
Horário*Rotação	0,12 ^{ns}
Horário*Velocidade	0,86 ^{ns}
Rotação*Velocidade	0,11 ^{ns}
Horário*Rotação*Velocidade	0,00*
Média (% perdas / produtividade)	4,06
Desvio padrão	1,87
CV (%)	46,00

*dados significativos ao nível de 5% de significância; ^{ns}: não significativos.

Pode-se observar por meio da análise de variância das perdas na colheita que houve diferença significativa ao nível de 5% de significância para a interação tripla entre os fatores e para o parâmetro horário de colheita.

Na Figura 13 e no anexo 1.2, são apresentadas as médias da porcentagem de perdas durante a colheita em três horários, rotações de cilindro e velocidade da máquina. Observou-se diferenças significativas apenas entre os horários de colheita, e menores valores de perdas foram obtidos em menores rotações de cilindros, nos horários de 12 e 16 h. Costa e Pasqualetto (1999), utilizando colhedora automotriz, obtiveram perdas de grãos da ordem de 15% com o motor da máquina trabalhando a 1.600 rpm, em segunda marcha. No presente trabalho, valores inferiores a esses foram encontrados nas maiores velocidades, principalmente quando o grão se encontrava mais úmido (no período matutino).

Souza *et al.* (2001), avaliando uma colhedora de arrasto, concluíram que menores valores de perdas na plataforma foram observadas em velocidade de deslocamento de 4,0 km h⁻¹ com rotação de 420 rpm no cilindro trilhador, com teor de água dos grãos 14,1%.

De modo geral, os valores médios obtidos de perdas foram 4,06% da produtividade, estão dentro do nível aceitável, que, segundo Griffin (1991), é de 3 a 5% da produtividade.

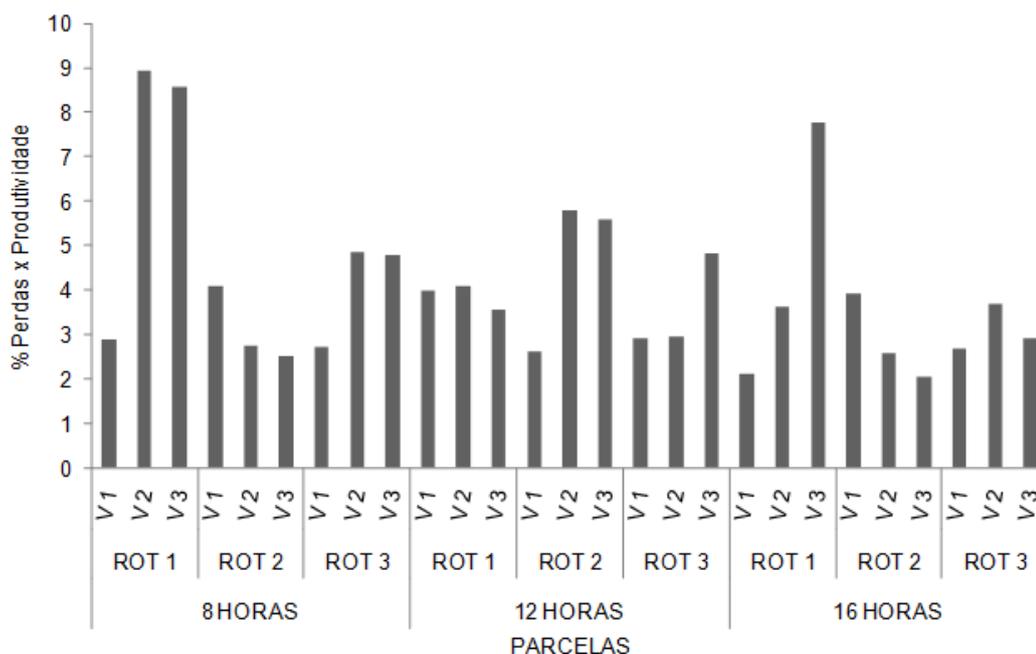


Figura 13 Porcentagem de perdas em relação à produtividade durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Segundo Tabile *et al.* (2008), na cultura do milho, as perdas nos mecanismos internos da colhedora são influenciadas pelo teor de água dos grãos. No presente trabalho, observou-se que, para a colheita dos grãos mais úmidos (8 e 16 h) com teor de água acima de 17,9%, a combinação de maior velocidade e menor rotação de cilindro ocasionou maiores perdas.

Para a colheita realizada às 12 h com grãos mais secos, observou-se maiores perdas na maior velocidade avaliada com as rotações de cilindro de 340 e 380 rpm; porém, a menor perda verificou-se na rotação de 340 rpm com velocidade de 3 km h⁻¹. De modo geral, menor velocidade de deslocamento da colhedora, para todas as rotações avaliadas, ocasionou menores perdas.

Avaliando perdas totais de colheita semimecanizada e utilizando colheita manual e recolhedora-trilhadora, Johann *et al.* (2010) encontraram 8,75% de perdas em relação à produtividade.

5.2.3 Avaliação da pureza das sementes

Na Figura 14 estão apresentados os valores de pureza dos grãos de feijão durante a colheita mecânica em função de horários de colheita, de rotações do cilindro trilhador e de velocidade de deslocamento da colhedora. Observa-se que a pureza dos grãos foi superior a 95% em todos os tratamentos, exceto para a colheita realizada às 8 h, na maior rotação

(385 rpm) e velocidade (5 km h^{-1}), que foi de 92,9%.

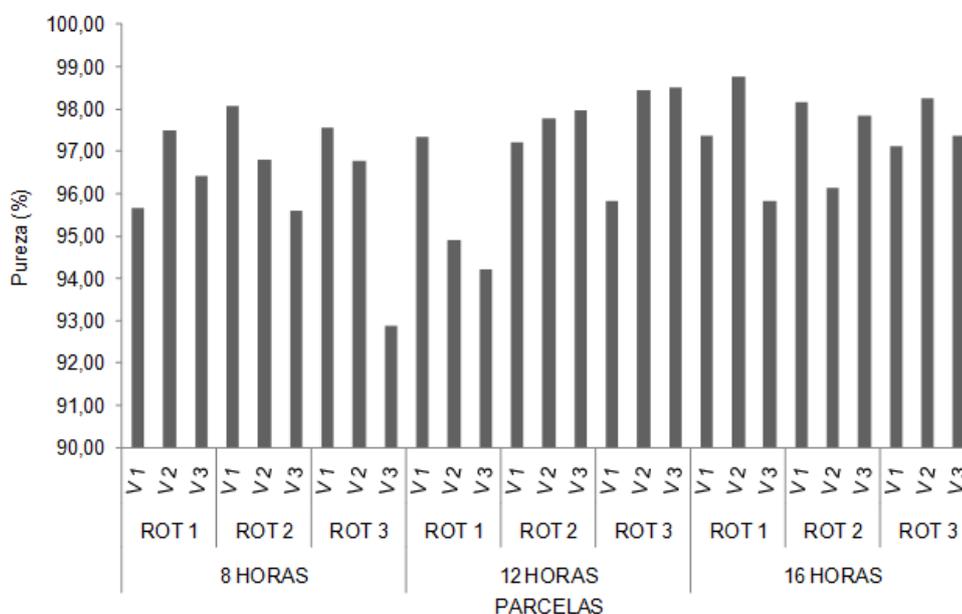


Figura 14 Porcentagem de pureza em relação à qualidade do lote durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h^{-1}), V2 (4 km h^{-1}) e V3 (5 km h^{-1})

Notou-se que para as médias da pureza, quando avaliado o parâmetro horário de colheita, o maior valor de pureza foi obtido às 16 h, seguido do período das 12 h, com 97,4 e 96,9% de pureza, respectivamente.

Nóbrega *et al.* (2010), avaliando a pureza de sementes de soja por colhedoras de fluxo tangencial e axial em dois períodos de colheita, encontraram maior porcentagem de sementes puras na colhedora com sistema de trilha axial às 17 horas. No presente trabalho, verifica-se que a maior pureza das sementes de feijão foi obtida às 16 h, com rotação de 300 rpm no cilindro trilhador deslocando-se a 4 km h^{-1} .

Tertuliano *et al.* (2009), utilizando uma colhedora automotriz com plataforma de recolhimento, trabalhando na rotação de 430 rpm do cilindro trilhador, obtiveram menores valores de impureza das sementes de feijão nas velocidades de deslocamento de 10,2 e $10,8 \text{ km h}^{-1}$.

5.2.4 Avaliação de integridade física pelo teste de hipoclorito de sódio

Na Tabela 4 estão apresentados resultados relativos à análise de variância da porcentagem de sementes danificadas, avaliadas por teste de hipoclorito de sódio.

Tabela 4 Resumo da análise de variância do parâmetro hipoclorito de sódio em sementes danificadas de feijão, nos tratamentos horários de colheita, rotação de cilindro e velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz na cultivar IAPAR 81, Safra 2009/2010, Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Parâmetros	Sementes Danificadas
Horário	0,68 ^{ns}
Rotação	0,67 ^{ns}
Velocidade	0,73 ^{ns}
Horário*Rotação	0,71 ^{ns}
Horário*Velocidade	0,89 ^{ns}
Rotação*Velocidade	0,87 ^{ns}
Horário*Rotação*Velocidade	0,86 ^{ns}
Média (%)	5,19
Desvio padrão	7,71
CV (%)	148,64

*dados significativos ao nível de 5% de significância; ^{ns}: não significativos.

Observa-se, pela análise de variância para o teste de hipoclorito de sódio, que nenhum dos parâmetros avaliados apresentou diferença significativa ao nível de 5% de significância. Apesar de não se observar diferenças significativas, a porcentagem média de danos detectados nas sementes danificadas foi da ordem de 5,19%.

Marcondes, Miglioranza e Fonseca (2010), avaliando a qualidade de sementes de soja em função do tipo de colhedora e do horário de colheita, observaram diferenças em relação aos danos mecânicos em diferentes horários de colheita, com maior dano nas sementes mais úmidas, colhidas às 10 h. Observou-se ainda que os danos, avaliados por teste de hipoclorito, chegaram a valores próximos a 18% quando se utilizou a colhedora com sistema de trilha de fluxo radial e 11% para fluxo axial. No presente trabalho a porcentagem média de danos detectados por hipoclorito foram inferiores aos obtidos pelos autores citados.

5.2.5 Avaliação de danos mecânicos nas sementes por meio do teste de tetrazólio

Na Tabela 5 estão apresentados resultados relativos à análise de variância da viabilidade e vigor dos grãos, realizados pelo teste de tetrazólio. Observou-se que não ocorreu interação tripla entre os parâmetros de horário de colheita, rotação do cilindro e velocidade de deslocamento da colhedora.

Tabela 5 Resumo da análise de variância do parâmetro análise de viabilidade e vigor das sementes determinados pelo teste de tetrazólio nas sementes colhidas em três horários, três rotações de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz da cultivar IAPAR 81, Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).

Parâmetros	VIABILIDADE	VIGOR
Horário	0,43 ^{ns}	0,60 ^{ns}
Rotação	0,10 ^{ns}	0,92 ^{ns}
Velocidade	0,34 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Horário*Rotação	0,07 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Horário*Velocidade	0,20 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Rotação*Velocidade	0,58 ^{ns}	0,43 ^{ns}
Horário*Rotação*Velocidade	0,80 ^{ns}	0,61 ^{ns}
Média (%)	94,4	91,0
Desvio padrão	3,5	4,4
CV (%)	3,72	4,85

*dados significativos ao nível de 5% de significância; ^{ns}: não significativos.

Pela análise de variância do teste de tetrazólio, os parâmetros avaliados não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância. Porém, os resultados de viabilidade e vigor das sementes foram superiores a 90%, indicando boa qualidade das sementes e determinando ótima qualidade para a posterior semeadura.

Marcondes, Miglioranza e Fonseca (2010), avaliando colheita mecanizada de soja, também encontraram valores superiores a 90% em todos os parâmetros, não observando diferenças significativas na qualidade das sementes em função do horário de colheita, o que também foi observado neste trabalho. Porém, Tertuliano *et al.* (2009) observaram aumento crescente de danos mecânicos, avaliados pelo teste de tetrazólio, com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora, fato não observado nesse trabalho.

Resultados próximos foram encontrados por Nóbrega *et al.* (2010), avaliando a colheita em dois horários com três colhedoras, de fluxo tangencial e axial, constataram que maiores médias de vigor foram obtidos quando se utilizou colhedora de fluxo axial (98,5% de vigor) no período das 15 h (99%).

Muasya, Lommen e Struika (2002), avaliando viabilidade e vigor de sementes em cultivares de feijão nas classes de maturação, observaram que a viabilidade máxima foi alcançada quando o teor de umidade encontrava-se de 31 a 37%, estando longe da maturação fisiológica (58%), sendo mais próximo do ponto de colheita (20% de umidade).

5.3 Avaliações durante o armazenamento

5.3.1. Determinação do teor de água das sementes durante o armazenamento

No período do armazenamento foram realizadas análises do teor de água, por método padrão da estufa 105°C. Na Tabela 6 estão apresentados os resultados relativos à análise de variância obtidos durante cada tempo de armazenamento avaliado. Observou-se que no decorrer do armazenamento o teor de água decresceu gradativamente, encontrando-se no início em 13,6%, chegando, aos 180 dias de armazenamento, a 10% de teor de água.

Tabela 6 Resumo da análise de variância de quatro tempos de armazenamento avaliados para determinação do teor de água dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotação de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz

Parâmetros	Tempo de Armazenamento (dias)			
	0	45	90	180
Horário	0,11 ^{ns}	0,00*	0,92 ^{ns}	0,02*
Rotação	0,98 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Velocidade	0,03*	0,12 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,02*
Horário*Rotação	0,00*	0,27 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,02*
Horário*Velocidade	0,37 ^{ns}	0,01*	0,19 ^{ns}	0,00*
Rotação*Velocidade	0,12 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Horário*Rotação*Velocidade	0,37 ^{ns}	0,04*	0,81 ^{ns}	0,00*
Média (%)	13,6	12,9	11,3	10,0
Desvio padrão	0,64	0,75	0,76	0,56
CV (%)	4,67	5,77	6,72	5,61

*dados significativos ao nível de 5% de significância; ^{ns}: não significativos.

Nos tempos de 45 e 180 dias de armazenamento dos grãos, observou-se interação tripla para os parâmetros Horário*Rotação*Velocidade. Já para o tempo de 90 dias, todos os grãos apresentaram mesmo teor de água, não sendo observadas diferenças estatísticas. Porém, observa-se decréscimo no teor de água, em função do tempo de armazenamento.

Forte, Cícero e Pinto (2010), avaliando a qualidade de sementes de soja armazenada, observaram que a variação do teor de água do armazenamento acompanhou variações das condições ambientais, o que também foi observado no presente trabalho.

Segundo Rios *et al.* (2003), analisando teor de umidade de 3 variedades de feijão, durante o segundo mês de armazenamento ocorreu decréscimo brusco nesse parâmetro. Os autores explicam que no início do armazenamento os grãos apresentaram maior teor de umidade devido à colheita recente e a redução brusca foi devido à umidade relativa do ambiente, que se apresentava baixa (66%).

No presente trabalho, para o início do armazenamento (controle), os grãos foram

secos em temperatura ambiente e apresentavam teor médio de água de 13,6%, o qual, segundo CTSBF (2010), pode estar em até 15% para o armazenamento a curtos períodos, garantindo a boa qualidade ao produto.

Na Tabela 7 estão apresentadas as médias do teor de água para os grãos armazenados por 30 dias em função da velocidade de deslocamento da colhedora.

Tabela 7 Teor de água de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos com a variação da velocidade da colhedora automotriz no início do armazenamento

Velocidade (Km.h ⁻¹)	Teor de água
3	13,9 a
4	13,7 a b
5	13,5 b
Média	13,7

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si ($p>0,05$).

Observa-se que houve diferença significativa no teor de água dos grãos colhidos com velocidade de deslocamento de 3 km h⁻¹ em relação à maior velocidade de deslocamento. Já o resultado da média do teor de água dos grãos colhidos à velocidade de 4 km h⁻¹ foi igual e semelhante aos dados obtidos pela velocidade de 5 km h⁻¹. Porém, para o mesmo tempo de armazenamento ocorreu diferença entre as médias de horário de colheita e rotação de cilindro de uma colhedora, as quais estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 Teor de água de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos com a variação do horário de colheita e da rotação do cilindro trilhador de uma colhedora automotriz no início do armazenamento

Rotação (rpm)	Horário			Média
	08:00	12:00	16:00	
300	13,6 a B	14,2 a A	13,2 A B	13,7
340	14,7 a A	13,0 a B	13,4 A B	13,7
385	14,0 a A	13,6 a A B	13,3 A B	13,6
Média	14,1	13,6	13,3	

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro rotação do cilindro, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro horário de colheita, correspondem médias iguais entre si. ($p>0,05$).

Conforme os dados apresentados, observou-se que não ocorreu diferença entre as rotações de cilindro trilhador dentro dos horários de colheita. Porém, quando se comparam médias dos horários de colheita dentro de cada nível de rotação do cilindro, observa-se que a colheita no período das 08:00 horas foi a que ocasionou maiores médias de teor de água dos grãos, com redução em relação aos posteriores horários de colheita.

Na Figura 15 e no anexo 1.3, estão apresentados os dados dos teores de água nos parâmetros avaliados para os grãos armazenados por 45 dias.

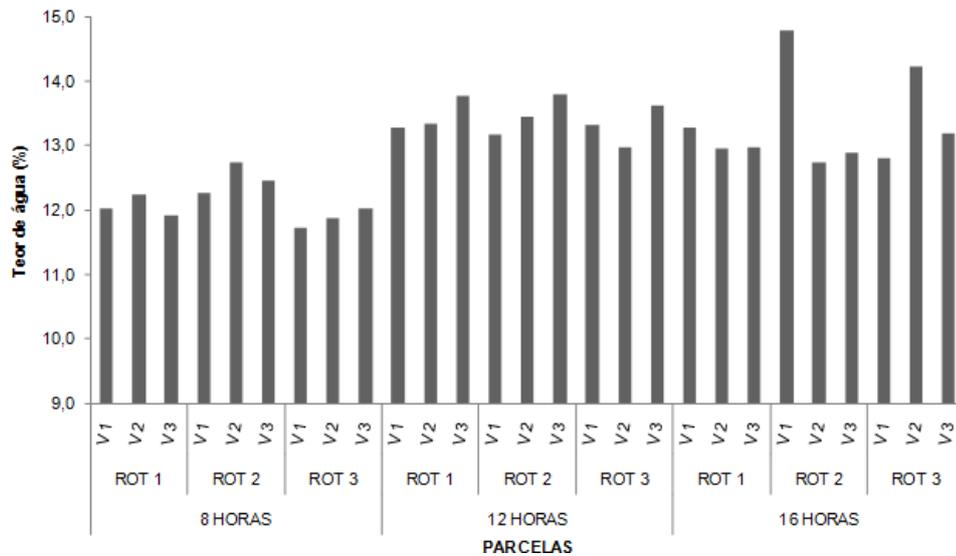


Figura 15 Teor de água durante período de 45 dias de armazenamento dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automatizada. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1 (3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Aos 45 dias de armazenamento, no horário de colheita de 8 h, observou-se menor teor de água e os grãos colhidos às 16 h apresentaram maiores valores desse parâmetro, porém todos abaixo do limite estabelecido para armazenamento seguro.

Observa-se (Figura 24), ainda, que a colheita realizada às 16 horas apresentou grãos com teor de água acima de 14%, nas combinações de rotações de 300 e 340 rpm, nas respectivas velocidades de deslocamento de 3 e 4 km h⁻¹.

Após 90 dias de armazenamento, não se observou interação entre os parâmetros avaliados; porém, após os 180 dias de armazenamento observou-se interação entre os maiores valores de teor de água de modo geral foram observados nos grãos colhidos no período da tarde, nas velocidades maiores e duas maiores rotações (Figura 16 e anexo 1.4).

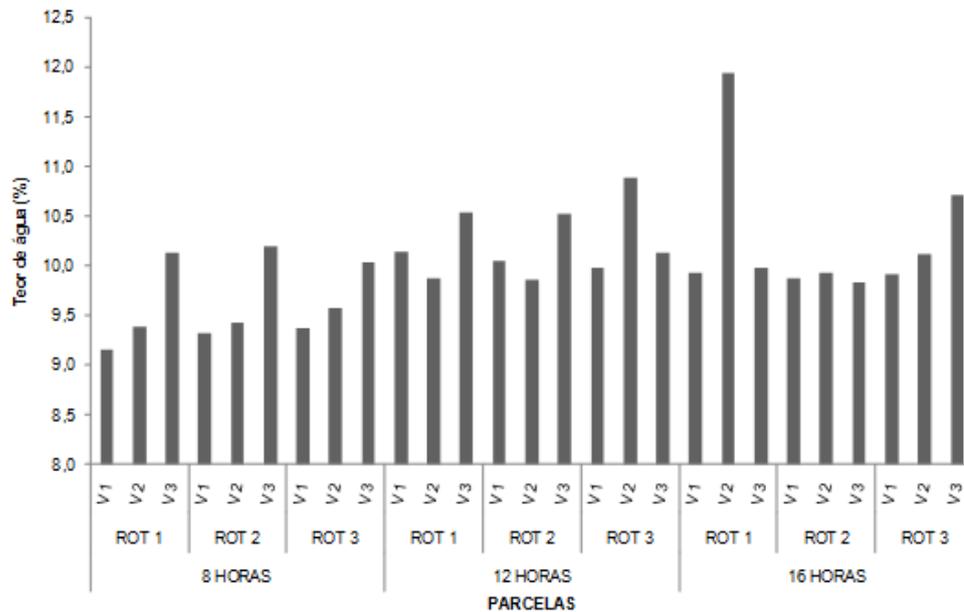


Figura 16 Teor de água durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automatizada e armazenados por 180 dias. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Nos grãos armazenados por 180 observa-se que ocorreu um pico de teor de água no período das 16 h, um dado discrepante, sendo que o comportamento das médias está com médias em torno de 10% do teor de água.

Bragantini (2005) destaca a importância do teor de umidade, o qual tem grande influência no processo respiratório do grão. Quando a umidade de armazenamento encontra-se entre 11 e 13%, o processo respiratório se mantém baixo, e assim é prolongada a qualidade do produto armazenado; porém, se ocorre aumento no teor de umidade, esse processo acelera-se e ocorre a deterioração dos grãos. Além disso, um grão danificado apresenta maiores taxas respiratórias, o que também contribui para alterações no teor de água do produto.

5.3.2 Germinação das sementes armazenadas de feijão colhidas em sistema mecanizado

Na Tabela 9 estão apresentados resultados relativos à análise de variância da germinação dos grãos durante o armazenamento por 180 dias, nos quais observa-se que o valor médio da germinação sofreu um acréscimo no armazenamento, iniciando com 74,61% e chegando a 88,96% de germinação aos 180 dias, devido ao baixo teor de água, ocorrendo na germinação uma maior absorção de água.

Tabela 9 Resumo da análise de variância de quatro tempos de armazenamento avaliados para determinação da germinação dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotação de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz, utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Fonte de Variação	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	45	90	180
Horário	0,76 ^{ns}	0,00*	0,02*	0,59 ^{ns}
Rotação	0,00*	0,43 ^{ns}	0,02*	0,00*
Velocidade	0,04 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,97 ^{ns}
Horário*Rotação	0,00*	0,16 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,47*
Horário*Velocidade	0,34 ^{ns}	0,00*	0,35 ^{ns}	0,95 ^{ns}
Rotação*Velocidade	0,11 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,01*	0,83 ^{ns}
Horário*Rotação*Velocidade	0,06 ^{ns}	0,00*	0,15 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Média (%)	74,61	83,48	85,46	88,96
Desvio padrão	11,12	8,59	6,91	5,42
CV (%)	14,91	10,29	8,09	6,10

*dados significativos ao nível de 5% de significância; ^{ns} não significativos.

Conforme a Tabela 9, observou-se, em relação à germinação dos grãos, que ocorreu diferença significativa no parâmetro de rotação de cilindro da colhedora na maioria dos tempos de armazenamento, e aos 45 dias de armazenamento observou-se interação entre os parâmetros de horário, rotação e velocidade.

Na Tabela 10 estão apresentados os dados da interação do horário de colheita e da rotação de cilindro trilhador no início do armazenamento. Observa-se que os grãos da colheita realizada no período das 16 h com a rotação do cilindro trilhador de 300 rpm apresentaram maior percentual de germinação (81,67%).

Tabela 10 Médias da porcentagem de germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários com três rotações do cilindro no início do armazenamento utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Rotação (rpm)	Horário			Média
	08:00	12:00	16:00	
300	76,17 a A B	69,50 a B	81,67 A A	75,78
340	71,33 a A	72,00 a A	70,83 B A	71,39
385	77,50 a A	79,17 a A	73,33 a b A	76,67
Média	75,00	73,56	75,28	

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro horário de colheita, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem médias iguais entre si. ($p > 0,05$)

A Figura 17 e o anexo 1.5 apresentam as médias da porcentagem de germinação, da interação tripla ocorrida no período de 45 dias de armazenamento. Observa-se que os dados de germinação atingiram maiores percentuais no período das 12 h, com picos de até 94% da germinação.

A velocidade de deslocamento se comportaram de forma igual ao nível de 5% de

significância. A rotação do cilindro trilhador nos mostra dentro do primeiro horário de colheita, dentro da velocidade de 5 km h^{-1} , as médias foram menores em torno de 78% de germinação.

Observa-se que o comportamento dos dados conforme a comparação entre os horários de colheita nos mostram maiores percentuais de germinação no período de colheita das 12 h.

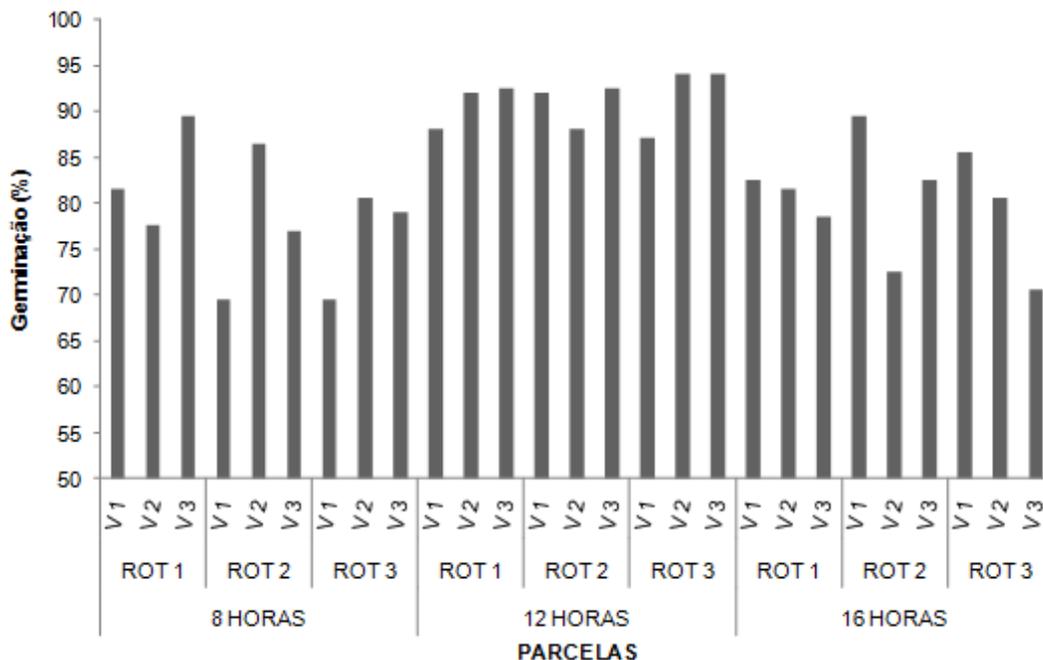


Figura 17 Médias da porcentagem de germinação durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade a colhedora automatizada armazenados por 45 dias. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h^{-1}), V2(4 km h^{-1}) e V3(5 km h^{-1}).

Na Tabela 11 são apresentadas as médias da porcentagem de germinação após 90 dias de armazenamento, dentro do parâmetro horário de colheita. No período das 16 horas obteve-se a maior porcentagem de germinação, apresentando valores intermediários às 8 horas e com menor valor de germinação ao meio dia.

Tabela 11 Porcentagem de germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários com 90 dias de armazenamento, utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

HORÁRIO	GERMINAÇÃO
8:00	84,72 a b
12:00	84,11 b
16:00	87,56 a

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro horário de colheita, significam médias iguais entre si ($p > 0,05$).

São apresentados na Tabela 12 os resultados das médias da porcentagem de germinação de grãos de feijão, em relação aos parâmetros de rotações de cilindro e velocidades de deslocamento dos grãos armazenados por 90 dias. Verificou-se, nas maiores velocidades com a rotação de 340 rpm, menores porcentagens de germinação próximas ou abaixo do limite inferior permitido para a comercialização de sementes de feijão.

Tabela 12 Porcentagem de germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações de cilindro e três velocidades de deslocamento com tempo de 90 dias de armazenamento utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação (rpm)							
	300		340		385		Média	
3	86,83	A A	87,33	a A	83,67	a A	85,94	
4	85,33	a A	79,67	b B	87,33	b A B	84,11	
5	91,67	a A	80,50	b A	86,83	a b A	86,33	
Média	87,94		82,50		85,94			

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, significam médias iguais entre si ($p > 0,05$).

Na Tabela 13 estão descritos resultados das médias da porcentagem de germinação dos grãos armazenados por 180 dias. Observou-se que não houveram diferenças na porcentagem de germinação de acordo com o horário de colheita, em cada rotação avaliada, mas observou-se menores porcentagens de germinação para os grãos colhidos com rotação de 340 rpm, nos períodos de 8 e 16 horas.

Tabela 13 Porcentagem de germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários de colheita e três rotações de cilindro com tempo de 180 dias de armazenamento, utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Rotação (rpm)	Horário							
	8:00		12:00		16:00		Média	
300	89,00	a b A	89,33	a A	89,17	a b A	89,17	
340	86,67	b A	87,17	a A	85,83	b A	86,56	
385	92,17	a A	88,67	a A	92,67	a A	91,17	
Média	89,28		88,39		89,22			

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro rotação do cilindro, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro horário de colheita, correspondem médias iguais entre si. ($p > 0,05$).

A época de colheita deve ser realizada no ponto de colheita, uma vez que interfere na germinação (BOTELHO et al., 2010). Crusciol *et al.* (2003), utilizando a colheita manual, obtiveram 92% de germinação no início do armazenamento. Binotti *et al.* (2007), avaliando épocas de colheitas em arroz armazenado por 6 meses, observam influência

negativa do armazenamento na germinação e no vigor das sementes, o que não foi observado no presente trabalho.

Segundo Coelho *et al.* (2010), existe grande diferença de germinação entre os genótipos de feijão avaliados, com valores de 39 a 91% de germinação.

5.3.3 Massa de 100 sementes dos grãos armazenados de feijão colhidos em sistema mecanizado

Na Tabela 14 estão apresentados resultados relativos à análise de variância da massa de 100 sementes dos grãos armazenados por 180 dias. Notou-se que houve diferença estatística ao nível de 5% de significância para os parâmetros do horário de colheita, rotação do cilindro e velocidade de deslocamento da colhedora em todos os tempos de armazenamento, exceto no início do armazenamento.

Tabela 14 Resumo da análise de variância da massa 100 sementes em quatro tempos de armazenamento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotação de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Fonte de Variação	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	45	90	180
Horário	0,91 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,00*	0,28 ^{ns}
Rotação	0,57 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,03*
Velocidade	0,60 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Horário*Rotação	0,30 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Horário*Velocidade	0,23 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,00*	0,22 ^{ns}
Rotação*Velocidade	0,48 ^{ns}	0,03*	0,81 ^{ns}	0,54 ^{ns}
Horário*Rotação*Velocidade	0,23 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,03*	0,58 ^{ns}
Média (gramas)	18,88	18,88	19,63	19,58
Desvio padrão	0,95	1,18	0,87	0,77
CV (%)	5,04	6,25	4,42	3,91

*dados significativos ao nível de 5% de significância; ^{ns}: não significativos.

Observou-se que não houve diferença significativa no início do armazenamento, fato já esperado, uma vez que o teor de água dos grãos não apresentou grandes variações no início do armazenamento.

Na Tabela 15 são apresentados os resultados das médias da massa de 100 dos grãos colhidos e armazenados por 45 dias. Observou-se maiores valores desse parâmetro nos grãos colhidos em velocidade de 3 km h⁻¹ e a rotação de 340 rpm, os quais também apresentaram maiores valores de água no período de armazenamento de 45 dias.

Tabela 15 Massa de 100 sementes de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações de cilindro com três velocidades de deslocamento da colhedora com tempo de 45 dias de armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Velocidade (km h ⁻¹)	Rotação (rpm)			Média
	300	340	385	
3	18,76 a B	19,44 a A	19,10 a AB	19,10
4	19,21 a A	19,25 ab A	18,39 a A	18,95
5	18,24 a A	19,19 b A	18,31 a A	18,58
Média	18,74	19,29	18,60	

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, significam médias iguais entre si ($p > 0,05$).

Pode-se observar (Figura 18 e anexo 1.6) que maiores médias da massa de 100 sementes foram encontradas nos grãos colhidos no horário das 16 horas, com rotação de 340 rpm e à velocidade de deslocamento de 5 km h⁻¹.

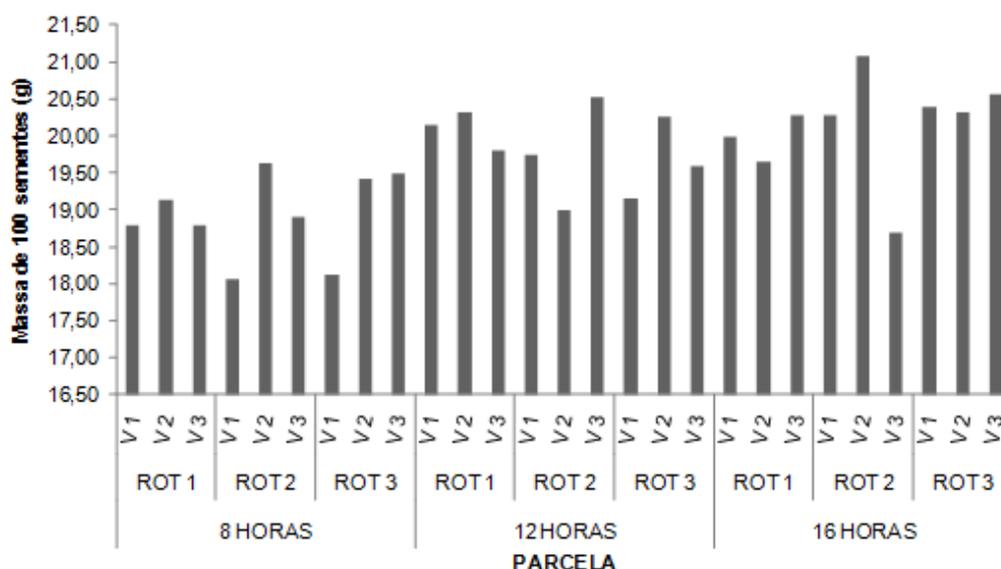


Figura 18 Massa de 100 sementes durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz no período de 90 dias de armazenamento; Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Em relação aos grãos armazenados por 180 dias, a média da massa de 100 sementes foi maior nos grãos colhidos na menor rotação do cilindro.

Tabela 16 Massa de 100 sementes de feijão IAPAR 81 colhidos em função das rotações do cilindro da colhedora automotriz e armazenados por 180 dias, utilizando a variedade IAPAR 81, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).

Rotação (rpm)	Peso de 100 Sementes
300	20,01 a
340	19,18 a

385

19,55 a b

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro rotação de cilindro da colhedora, significam médias iguais entre si ($p>0,05$).

5.3.4 Avaliação do tempo médio de cocção em grãos colhidos em função de parâmetros de colheita

Na Tabela 17 estão apresentados os resultados referentes à análise de variância para o parâmetro tempo de cozimento dos grãos de feijão em quatro períodos de armazenamento. Notou-se que ocorreu um acréscimo no tempo de cozimento superior a 2,5 vezes durante o tempo de armazenamento.

Tabela 17 Resumo da análise de variância de quatro tempos de armazenamento avaliados para determinação tempo médio de cozimento dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotação de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Fonte de Variação	Tempo de Armazenamento (dias)			
	0	45	90	180
Horário	0,00*	0,36 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,01*
Rotação	0,02*	0,62 ^{ns}	0,03*	0,00*
Velocidade	0,46 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,48 ^{ns}
Horário*Rotação	0,73 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,65 ^{ns}
Horário*Velocidade	0,04*	0,70 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,62 ^{ns}
Rotação*Velocidade	0,11 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,76 ^{ns}
Horário*Rotação*Velocidade	0,30 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Média (minutos)	36,42	50,47	74,99	96,44
Desvio padrão	3,94	2,79	7,26	8,52
CV (%)	10,83	5,53	9,68	8,83

*dados significativos ao nível de 5% de significância; ^{ns}: não significativos.

Observa-se que, nos tempos de armazenamento exceto aos 45 dias, o parâmetro rotação do cilindro trilhador influenciou a variável tempo de cozimento. Nos grãos controle e aos 180 dias de armazenamento, o horário de realização da colheita também influenciou o tempo de cozimento dos grãos.

O aumento do tempo médio de cozimento dos grãos armazenados é um fenômeno observado por vários autores (BRACKMANN et al., 2002; COELHO et al. 2007; RESENDE et al., 2008; BURATTO et al., 2008; MORAIS et al., 2010), uma vez que o feijão é suscetível ao defeito “hard-to-cook”, responsável pelo endurecimento dos cotilédones. Porém, observa-se no presente trabalho a influência de parâmetros de colheita no tempo de cozimento do feijão. No início do armazenamento, os grãos colhidos em velocidade de 340 rpm apresentaram tempo de cozimento superior (Tabela 18).

Tabela 18 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em função de três rotações do cilindro no início do armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Rotação (rpm)	Tempo cozimento (min.)
300	35,94 b

340	37,19 a
385	35,86 b

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro rotação de cilindro da colhedora, significam médias iguais entre si ($p>0,05$).

As diferenças observadas nos tempos de cozimentos dos grãos no início do armazenamento (Tabela 19) de diferentes horários de colheita e velocidades de deslocamento da colhedora chegam a sete minutos quando se compara a colheita às 8:00 e às 16:00h, na maior velocidade de deslocamento.

Tabela 19 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários e três velocidades de deslocamento da colhedora no início do armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horário			Média
	8:00	12:00	16:00	
3	37 a A	36 a A	38 b A	37
4	37 ab A	34 a A	37 b A	36
5	34 b B	33 a B	41 a A	36
Média	36	34	39	

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro horário de colheita, correspondem médias iguais entre si ($p>0,05$).

Observou-se que após 90 dias de armazenamento (Tabela 20), os grãos colhidos com rotação de 340 rpm apresentaram maior tempo de cocção, como já havia sido observado no início de armazenamento dos grãos, indicando que alterações de qualidade do produto se mantêm durante o armazenamento.

Tabela 20 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos por uma colhedora automatizada com três rotações do cilindro no armazenamento por 90 dias, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Rotação (rpm)	Cozimento
300	74,94 a b
340	76,88 a
385	73,13 b

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro rotação de cilindro da colhedora, significam médias iguais entre si ($p>0,05$).

Observa-se, após 180 dias de armazenamento, que o tempo de cozimento foi influenciado pelo horário de colheita (Tabela 21), além da rotação do cilindro (Tabela 22). Os grãos colhidos no período da tarde, após 180 dias de armazenamento, apresentaram tempo de cozimento de cerca de 5 minutos acima dos demais grãos. Como já observado anteriormente, a colheita dos grãos com maior rotação do cilindro (Tabela 22) influenciou negativamente no tempo de cozimento, uma vez que tanto a rotação de 340 rpm, já observada anteriormente, quanto a rotação de 385 rpm contribuíram significativamente para o aumento do tempo de cozimento.

Tabela 21 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários no armazenamento por 180 dias, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Horário	Cozimento
08:00	95 b
12:00	94 b
16:00	100 a

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro horário de colheita da colhedora, significam médias iguais entre si ($p > 0,05$).

Tabela 22 Tempo de cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações do cilindro trilhador de uma colhedora automotriz no armazenamento por 180 dias, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Rotação (rpm)	Cozimento
300	92,61 b
340	97,25 a
385	99,47 a

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro rotações de cilindro da colhedora, significam médias iguais entre si ($p > 0,05$).

Menores tempos de cozimento têm relação direta com a preferência do consumidor brasileiro com o produto de colheita mais recente, mas durante o armazenamento ocorre uma perda da qualidade, aumentada pelo grau de dureza, além de alterações no sabor e escurecimento do tegumento (ESTEVES et al. 2002).

Baldoni e Santos (2005) obtiveram médias do tempo de cozimento para a cultivar Rosinha e ESAL 693 de 44,9 e 49,27 min, respectivamente, armazenadas por 150 dias.

5.3.5 Porcentagem de embebição antes do cozimento

Na Tabela 23 são apresentados os resultados da análise de variância para o parâmetro porcentagem de embebição em água antes do cozimento, para feijão colhido em três horários, três rotações de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz e armazenado por 180 dias.

Tabela 23 Resumo da análise de variância de quatro tempos de armazenamento avaliados para determinação porcentagem de embebição antes do cozimento dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, três rotações de cilindro e três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).

Fonte de Variação	Tempo de Armazenamento (dias)			
	0	45	90	180
Horário	0,30 ^{ns}	0,00*	0,42 ^{ns}	0,00*
Rotação	0,01*	0,00*	0,02*	0,00*
Velocidade	0,02*	0,00*	0,58 ^{ns}	0,00*
Horário*Rotação	0,09 ^{ns}	0,00*	0,00*	0,00*
Horário*Velocidade	0,16 ^{ns}	0,00*	0,11 ^{ns}	0,00*
Rotação*Velocidade	0,19 ^{ns}	0,00*	0,01*	0,00*
Horário*Rotação*Velocidade	0,39 ^{ns}	0,00*	0,20 ^{ns}	0,00*
Média (%)	103,25	103,21	105,59	103,23
Desvio padrão	3,41	3,09	4,61	4,96
CV (%)	3,30	2,99	4,37	4,80

*dados significativos ao nível de 5% de significância; ^{ns}: não significativos.

Observa-se, na análise de variância da porcentagem de embebição de água antes do cozimento, que houve diferença estatística ao nível de 5% de significância em todos os tempos avaliados para parâmetros de rotação do cilindro e velocidade de deslocamento da colhedora. Na interação entre Horário*Rotação*Velocidade ocorreu diferença significativa, nos tempos de 45 e 180 dias de armazenamento.

São apresentados nas Tabelas 24 e 25, os resultados referentes à comparação de médias para o parâmetro porcentagem de embebição em água antes do cozimento para feijão da variedade IAPAR 81 em função da rotação do cilindro e da velocidade de deslocamento da colhedora.

Tabela 24 Porcentagem de embebição antes do cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações de cilindro de uma colhedora automotriz no início do armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).

Rotação (rpm)	Embebição antes do cozimento
300	101,88 b
340	103,63 a
385	104,30 a

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro rotações de cilindro da colhedora, significam médias iguais entre si ($p > 0,05$).

A menor média de capacidade de absorção de água foi obtida para os grãos colhidos na rotação de 300 rpm e velocidade de 3 km h⁻¹. A maior média destes parâmetros é de 104,3%, devido provavelmente ao menor teor de água em que os grãos se encontravam.

Na comparação das médias para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora (Tabela 25), observa-se que a colheita realizada a velocidades maiores levou à colheita de grãos que apresentaram maior percentual de embebição.

Tabela 25 Porcentagem de embebição antes do cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz no início do armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).

Velocidade (km.h ⁻¹)	Embebição antes do cozimento
3	102,05 b
4	103,38 a b
5	104,38 a

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si ($p > 0,05$).

Pode-se observar, na Figura 19 e no anexo 1.7, que as médias da porcentagem de embebição se apresentaram altas; porém, baixos valores, inferiores a 100% de hidratação, foram observados nas maiores velocidades de deslocamento, na rotação de 385 rpm do cilindro trilhador.

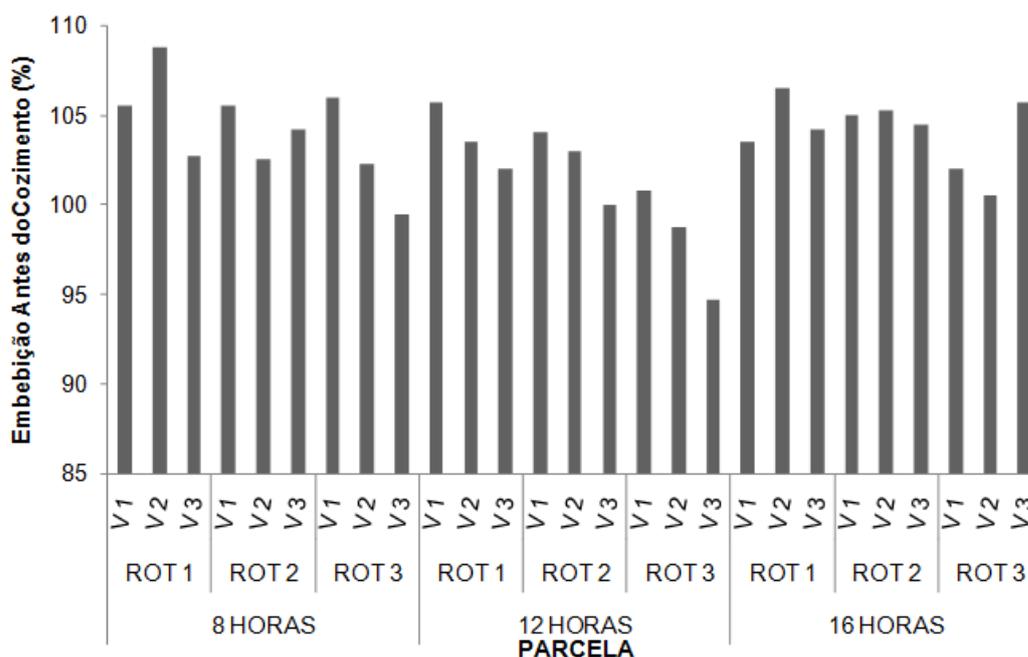


Figura 19 Médias da porcentagem de embebição antes do cozimento na colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade de deslocamento da colhedora automotriz com 45 dias de armazenamento. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Na Tabela 26 encontram-se valores referentes às médias de embebição antes do cozimento dos grãos de feijão, colhidos em três horários de colheita e três rotações de cilindro de uma colhedora automotriz, aos 90 dias de armazenamento.

Tabela 26 Porcentagem de embebição antes do cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários de colheita e três rotações de cilindro de uma colhedora automotriz após 90 dias de armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010)

Rotação (rpm)	Horário			Média
	8:00	12:00	16:00	
300	104,75 a A	99,91 b B	105 a A	103
340	107,25 a A	106,75 ab A	107 a A	107
385	104,66 a B	108,41 a A	107 a AB	107
Média	106	105	106	

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro rotação do cilindro, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro horário de colheita, correspondem médias iguais entre si ($p>0,05$).

A rotação do cilindro trilhador de 340 rpm influenciou na absorção de água dos grãos colhidos, a qual foi maior nas maiores rotações de cilindro.

São apresentados na Tabela 27 os valores referentes às médias de embebição antes do cozimento dos grãos de feijão, colhidos em três rotações de cilindro e em três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz, durante 90 dias de armazenamento.

Tabela 27 Porcentagem de embebição antes do cozimento de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três rotações de cilindro e em três velocidades de deslocamento de uma colhedora automotriz após 90 dias de armazenamento, cultivado na Safra 2009/2010. Santa Tereza do Oeste – PR (2010).

Velocidade (km.h ⁻¹)	Rotação (rpm)			Média
	300	340	385	
3	102,66 b B	102,41 b B	104,08 B A	103
4	105,58 a b A	108,25 a A	107,5 a A	107
5	108,08 a A	107,75 a A	104,16 B A	107
Média	105	106	105	

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem médias iguais entre si ($p>0,05$).

Observa-se que nas médias da porcentagem de embebição antes do cozimento também foram observadas nas maiores velocidades de colheita e nas maiores rotações de cilindro.

Na Figura 20 estão apresentados os valores de médias de embebição antes do cozimento, com 180 dias de armazenamento.

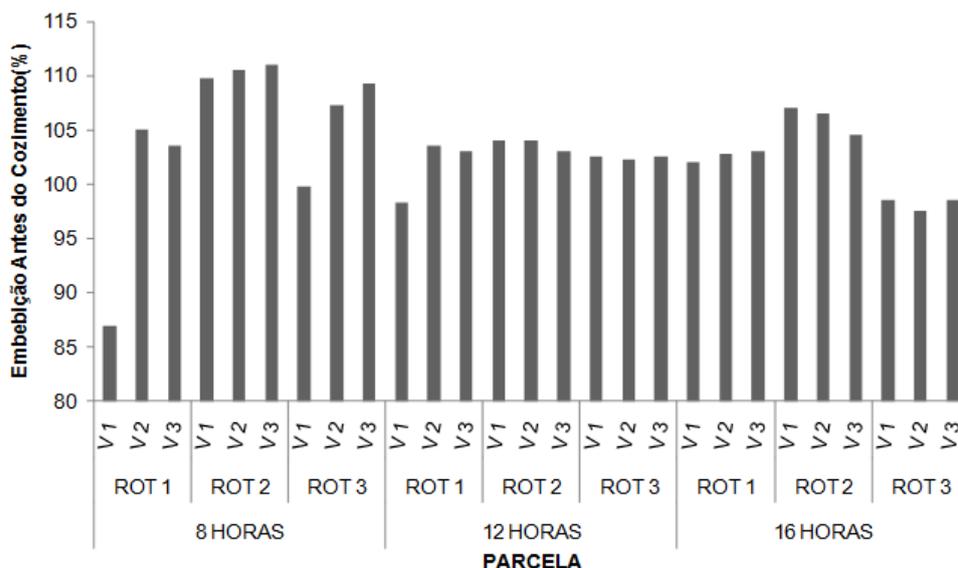


Figura 20 Médias da porcentagem de embebição antes do cozimento na colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz após 180 dias de armazenamento. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Segundo Ribeiro *et al.* (2008), quando avaliaram condições de semeadura e tempos de armazenamento do feijão para a cultivar Pérola, constaram que ocorre diminuição da capacidade de absorção de água nos grãos, pelo aumento do tempo de armazenamento, quando armazenado em condições ambientes. Obtendo valores entre 73,52 e 107,07% de embebição dos grãos em armazenamento ambiente, valores próximos aos encontrados neste trabalho. Porém, apesar dos parâmetros de colheita afetarem significativamente os teores de absorção de água nos grãos, pouca variação desse parâmetro se observou no armazenamento, diferente do parâmetro tempo de cozimento, no qual as variações foram marcantes.

Segundo Mwangwela *et al.* (2007), pode ocorrer uma relação direta entre o tempo de cozimento mais curtos e o aumento da absorção de água nas sementes, ao contrário, baixas absorções estão associadas à impermeabilidade do tegumento (casca grossa) e/ou incapacidade dos cotilédones para embeber água. Danos ocorridos durante a colheita podem ter influenciado nessa relação, uma vez que não se observou relação direta entre aumento de tempo de cozimento e redução da absorção de água.

6 CONCLUSÕES

Os parâmetros de colheita avaliados influenciam na qualidade tecnológica dos grãos e fisiológica das sementes.

As perdas na colheita foram menores nos horários das 12 e 16 h, nas menores rotações de cilindro e velocidades de deslocamento da colhedora.

A pureza das sementes foi menor às 16 h com menor rotação na velocidade intermediária.

Os danos mecânicos não foram significativos no momento da colheita, com a variação dos parâmetros de colheita, sofrendo influência nos parâmetros de qualidade de grãos e sementes.

Ocorreu aumento gradativo da porcentagem de germinação das sementes de feijão com o armazenamento, podendo haver relação inversa com o teor de água.

Danos ocorridos durante a colheita podem ter influenciado no aumento do tempo de cozimento e na redução da absorção de água, uma vez que houveram diferenças desses parâmetros dentro de cada tempo de armazenamento.

Não se observou relação entre porcentagens de absorção de água nos grãos e o tempo de cozimento dos mesmos, uma vez que pouca variação do primeiro parâmetro foi observado com o armazenamento, diferente do tempo de cozimento, no qual as variações foram marcantes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No intuito de uma melhor avaliação de resultados e com a finalidade de promover o incremento de novas tecnologias, são apresentadas algumas sugestões para futuras pesquisas.

- Instrumentar a máquina, com métodos de variação de rotações do cilindro, incrementando odômetros para obtenção de melhores acompanhamentos dos parâmetros avaliados;
- Realizar o aprofundamento das análises em novas pesquisas;

REFERÊNCIAS

- ABRASEM. **Dados estatísticos do feijão**. Disponível em <<http://www.abrasem.com.br/>>. Acesso 25 maio 2010.
- ALMEIDA, L. D.; FALIVENE, S. M. P. Efeito da trilhagem e do armazenamento sobre a conservação de sementes de feijoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 4, n. 1, p. 59-67, 1982.
- BABATOLA, L. A.; OJO, D. O.; LAWAL, I. O. Influence of storage conditions on quality and shelf life of stored peas. **Journal of Biological Sciences**, Pakistan, v. 8, p. 446-450, 2008.
- BALDONI, A. B.; SANTOS, J. B. Capacidade de cozimento de grãos de família de feijão do cruzamento ESAL 693 x Rosinha. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 233-236, 2005.
- BEVILAQUA, G. A. P.; GALHO, A. M.; ANTUNES, I. F.; MARQUES, R. L. L.; MAIA, M. S.; Manejo de sistemas de produção de sementes e forragem de feijão-miúdo para a agricultura familiar. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 40 (Embrapa Clima Temperado. **Documentos**, 204), 2007.
- BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; FERNANDES, F. A.; SÁ, M. E. Momentos de colheita e períodos de armazenamento no rendimento industrial e na qualidade fisiológica do arroz de terras altas. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 29, n.2, p. 219-226, 2007.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. **A cultura**. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. Feijão. Atual, Viçosa, MG, v. 2, p. 13-18, 2008.
- BOTELHO, F. J. E.; GUIMARAES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E. ELOI, T. A.; BALIZA, D. P. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 900-907, 2010.
- BRACKMANN, A.; NEUWALD, D. A.; RIBEIRO, D. R.; FREITAS, S. T. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.32, n.6, p.911-915, 2002.
- BRAGANTINI, A. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**. Documentos/ Embrapa Arroz e Feijão, SSN 1678/9644;187, p. 28, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/ACS – Brasília, p. 91-347, 2009.
- CARBONELL, S. A, CARVALHO, C. R. L., PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.
- CASE IH Agriculture, COLHEITADEIRAS AXIAL-FLOW 2388/2399, **Folheto**, Curitiba, PR 06/2008.
- CHAGAS, J. M. Considerações sobre a cultura do feijão no inverno em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.17, n.178, p.5-8, 1994.
- COELHO, C. M .M.; BELLATO, C. M.; SANTOS, J. C. P.; ORTEGA, E. M. M.; TSAI, S. M. Effect of phytate and storage conditions on the development of the “hard-to-cook” phenomenon in common beans. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Easton, v. 87, p. 1237-1243, 2007.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira. Maio de 2011, Safra 2010/2011. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_06_02_10_59_38_graos_boletim_mai-2011..pdf>. Acesso em 01 jun. 2011.

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 (*P. vulgaris*, L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 35-38, 1999.

CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, E. D.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L. B.; MARUBAYASHI. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C. M.; MION, R. L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p.1420-1425, 2009.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D.. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n.3, p.193-202, 2003.

EMBRAPA **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Sistemas de produção, 2 ISSN 1679-8869 Versão eletrônica Jan/2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>>. Acesso em 16 abr. 2009.

EMBRAPA, Embrapa Arroz e Feijão. **Sistemas de produção**, nº4, 2004 (a).

EMBRAPA, **Circular Técnica 37**, Londrina-PR, 2004 (b).

ESTEVES, A. M.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D.; CORREIA, A. D. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus Vulgaris* L.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 999-1005, 2002.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; Produtividade, proteína bruta e tempo de cozimento de feijão em função de manejos de solo e adubação nitrogenada. **Anais / CONAFE, VIII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, Embrapa Arroz e Feijão, p.854-857, 2005.

FARONI, L. R. A.; CORDEIRO, I. C.; ALENCAR E. R.; ROZADO, A. F.; ALVES, W. M. Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.10, n.1, p. 148-154, 2006.

FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, p. 66, 2000.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 123-133, 2010.

GEIL, P.B.; ANDERSON, J.W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v. 13, n. 6, p. 549-558, 1994.

GEHAKA. **Indústria e Comércio. Manual - Medidor de Umidade Universal**. Versão 1.1, 2003. Disponível em: <www.gehaka.com.br> Acesso em: 21 out. 2010.

GRAHAM, P.H.; RANALLI, P. Common bean (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 53, p.131-146, 1997.

GRIFFIN, G.A. Combine harvesting: operating maintaining and improving efficiency of combines. Moline: **Deere & Company Service Publications**, (Fundamentals of Machine Operation), Illinois, v. 4, p. 207,1991.

JUNIOR, E. U. R.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.1, p.75-82, 2005.

JOHANN, J. A.; SILVA, M. C. A.; URIBE-OPAZO, M. A.; DALPOSSO, G. H. Variabilidade espacial da rentabilidade, perdas na colheita e produtividade do feijoeiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 700-714, 2010.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja. EMBRAPA-Soja, Londrina (**Circular Técnica**, 37), p. 4, 2004.

LEMOS, L. B.; OLIVEIRA, R. S.; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 7319-326, 2004 .

LOLLATO, M. A.; SEPULCRI, M. O.; DEMARCHI, M. Cadeia produtiva do feijão: diagnóstico e demandas atuais, Londrina, PR: IAPAR, p. 48, (**IAPAR. Documento**, 25), 2001.

MAGRI, N. C. N. F.; BASSINELLO, P. Z.; ASCHERI, D. P. R. Physicochemical characteristics of common beans related to quality. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 51, p. 62-63, 2008.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.2, p.315-321, mar./abr. 2010

MARTIN-CABREJAS, M. A.; ESTEBAN, R. M.; PEREZ, P.; MAINA, G.; WALDRON, K. W. Changes in physicochemical properties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*, L) during long-term storage. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 45, p. 3223-3227, 1997.

MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D. de; NOVENBRE, A. D. L. C.; ITO, M. A. **Qualidade das sementes de feijão no Brasil**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/SementesFeijao/index.htm>. Acesso em: 20 abr. 2010.

MONDO, V. H. V.; GOMES JUNIOR, F. G.; PUPIM, T. L.; CICERO, S. M. Avaliação de danos mecânicos em sementes de feijão por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 31, n. 2, p. 27-35, 2009.

MORAIS, P. P. P.; VALENTINI, G.; GUIDOLIN, A. F.; BALDISSERA, J. N. C.; COIMBRA, J. L. M. Influência do período e das condições de armazenamento de feijão no tempo de cocção. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 593-598, 2010.

MUASYA, R. M.; LOMMEN, W. J. M.; STRUIKA, P. C. Differences in development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crops and pod fractions within a crop: II. Seed viability and vigour. **Field Crops Research**, The Netherlands, v. 75, n. 1, p. 79-89, 2002.

- MUASYA, R. M.; LOMMEM, W. L. M.; AUMA L. O.; STRUIK, P. C. Relationship between variation in quality of individual seeds and bulk seed quality in common bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) seed lots, **Journal of Agricultural Science**, Netherlands, v. 54, n. 1, p 5-16, 2006.
- MWANGWELA, A. M.; WANISKA, R. D.; MCDONOUGH, C.; AMANDA, M. A. Cowpea cooking characteristics as affected by micronisation temperature: a study of the physicochemical and functional properties of starch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Easton, v. 87, p. 399–410, 2007
- NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P. de; SANTORUM, M.; PACHECO, F. P.; FORMIGHIERI, L.; BOLLER, W. . Qualidade fisiológica de soja submetidas a danos mecânicos ocasionados por colhedoras. In: **X Congresso Argentino de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR, CIGR Section V Intenational Symposium**, Rosário, Argentina, 2009.
- NÓBREGA, L. H. P.; BOLLER W.; ROSA, D. M.; SANTORUM, M.; PACHECO, F. P. Colhedoras de fluxo tangencial e axial associadas à qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em dois períodos. In: **IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010 e XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010**, Vitória, Brasil, 2010.
- OLIVEIRA, V. R.; RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; LONDERO, P. M. G. Qualidade nutricional e microbiológica de feijão cozido com ou sem água de maceração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1912-1918, nov./dez., 2008.
- PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; CRUZ, G. A. D. R.; MENDES, F. Q.; REZENDE, S. T.; MOREIRA, M. A. Composição físico-química de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 2, p. 157-162, abr./jun. 2005.
- PROCTOR, J.R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure basead on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Apple Hill, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.
- PUJOLÁ, M.; FARRERAS, A.; CASANÑAS, F. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans. **Food Chemistry**, Reading, v. 102, p. 1034-1041, 2007.
- RANILLA, L. G.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Polyphenols and antioxidant capacity of seed coat and cotyledon from Brazilian and Peruvian bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Davis, v. 55, n.1, p. 90-98, 2007.
- REYES-MORENO, C.; PAREDES-LOPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.33, n.3, p.227-286, 1993.
- RESENDE, O; CORRÊA, PC; FARONI, LRDA; CECON, PR. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante armazenamento. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 517-524, mar./abr., 2008.
- RIBEIRO, ND; POERSCH, NL; ROSA, SS. Períodos de semeadura e condições de armazenamento na qualidade de cozimento de grãos de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.936-941, jul, 2008.
- RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 23, p.39-45, 2003.

SANTI, A. L.; DUTRA, L. M. C.; MARTIN, T. N.; BONADIMAN, R.; BELLÉ, G. L.; DELLA FLORA, L. P.; JAUER, A. Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro em plantio convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1079-1085, 2006.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 27, n. 1, p. 104-114, 2005.

SILVA, J. G. da; AIDAR, H.; BEDUSCHI, L. C.; MARDEGAN FILHO, J.; FONSECA, J. R. Mecanização da colheita do feijoeiro: uso de recolhedoras trilhadoras. Santo Antônio de Goiás, GO, Embrapa Arroz e Feijão, (**Circular Técnica, 37**) p. 23, 2000.

SILVA, J. G.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Colheita direta de feijão com colhedora automotriz axial. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v. 39, n. 4, p. 371-379, 2009.

SINNECKER, P; BRAGA, N; MACCHIONE, E. L. A.; MARQUEZ, U. M. L. Mechanism of soy bean (*Glycine max* L. Merrill) degreening related to maturity stage and postharvest drying temperature. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 38, p. 269-279, Dec/2005.

SIQUEIRA, J. L.; KIKUTI, H.; GARCIA, J. C.; MARINHO, J. T. S. Emergência e vigor de sementes de feijoeiro em função de safras e períodos de armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.25, n.1, p.206-212, 2001.

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C. Colheita de Feijão. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Org.). **Feijão**. 2. ed., Viçosa, MG, UFV, v. 1, p. 529-571, 2005.

SOUZA, A. A.; BRUNO, R. L. A.; ARAÚJO E.; FILHO, S. M.; COSTA, R. F. Influência do horário de colheita na qualidade de sementes do algodoeiro produzidas em três microrregiões do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2004.

TABILE, R. A.; TOLEDO, A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W. Perdas na colheita de milho em função da rotação do cilindro trilhador e umidade dos grãos. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 505-510, 2008.

TERTULIANO, P. C.; SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; SOUZA, L. C. F.; ROBAINA, A. D. Qualidade de sementes de feijão colhidas por colhedora autopropelida em sistema semimecanizado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 1, p.81-90, 26 mar. 2009.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. de P.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa, UFV, p. 600, 2006.

WANG, N.; HATCHER, D. W.; TYLER, R. T.; TOEWS, R.; GAWALKO, E. J. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicerarietinum* L.) **Food Research International**, Ontario, v. 43, p. 589–594, 2010(a).

WANG, N.; HATCHER, D. W.; WARKENTIN, T. D.; TOEWS, R. Effect of cultivar and environment on physicochemical and cooking characteristics of field pea (*Pisum sativum*). **Food Chemistry**, Easton, v. 118, p. 109-115, 2010(b).

ANEXOS

Anexo 1: Tabelas de comparação de médias para os dados que apresentaram interação tripla

Anexo 1.1 Teor de água no momento da colheita utilizando método padrão de estufa 105°C em grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horários de colheita								
	08:00			12:00			16:00		
	Rotação (rpm)			Rotação (rpm)			Rotação (rpm)		
	300	340	385	300	340	385	300	340	385
3	17,8 a b A α	19,6 a A α	18,5 a A α	16,6 a A α β	15,4 b A β	16,6 a A β	15,8 b A β	19,3 b A α	17,8 a A α β
4	18,7 a A α	19,7 a A α	17,0 a A α	17,3 a A α	18,1 a A α	15,0 a b A β	18,5 a A α	18,4 b A α	15,6 b A α β
5	17,0 b A α	19,5 a A α	17,8 a A β	17,0 a A α	15,8 b A β	14,3 b A α	17,1 a b A B α	21,8 a A α	16,1 a b B β

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem a médias iguais entre si. Letras gregas iguais entre si, para o parâmetro horário de colheita significam médias iguais (p>0,05). *Os dados foram transformados em $ar\ cos\ eno\ \sqrt{\epsilon + 0,5} / 100$ para análise estatística.

Anexo 1.2 Porcentagem de perdas de grãos na colheita com colhedora automotriz em relação a produtividade, relativo ao dado significativo da interação Tripla.

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horário								
	08:00			12:00			16:00		
	Rotação (rpm)			Rotação (rpm)			Rotação (rpm)		
	300	340	385	300	340	385	300	340	385
1	2,89a A α	4,08a A α	2,71a A α	3,98a A α	2,61a A α	2,93a A α	2,11a A α	3,91a A α	2,67a A α
2	8,93a A α	2,74a A α	4,87a A α	4,07a A β	5,80a A α	2,95a A α	3,63a A β	2,57a A α	3,69a A α
3	8,56a A α	2,51a A α β	4,78a A α	3,56a A β	5,58a A α	4,83a A α	7,78a A α β	2,03a A β	2,93a A α

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem a médias iguais entre si. Letras gregas iguais entre si, para o parâmetro horário de colheita significam médias iguais (p>0,05). *Os dados foram transformados em $ar\ cos\ eno\ \sqrt{\epsilon + 0,5} / 100$ para análise estatística.

Anexo 1.3 Teor de água durante período de 45 dias de armazenamento dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horário								
	08:00			12:00			16:00		
	Rotação (rpm)			Rotação (rpm)			Rotação (rpm)		
	300	340	385	300	340	385	300	340	385
1	12,0 a A α	12,3 a A β	11,7 a A β	13,3 a A α	13,2 a A α	13,3 a A β	13,3 a A α	14,8 a A α	12,8 a A α
2	12,2 a A α	12,7 a A αβ	11,9 a A β	13,4 a A α	13,4 a A β	13,0 a A β	13,0 a B α	12,7 a A α	14,2 a AB β
3	11,9 a A α	12,5 a A β	12,0 a A β	13,8 a A α	13,8 a A α	13,6 a A β	13,0 a A α	12,9 a B β	13,2 a A β

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem a médias iguais entre si. Letras gregas iguais entre si, para o parâmetro horário de colheita significam médias iguais (p>0,05). *Os dados foram transformados em $ar\ coseno\sqrt{\epsilon+0,5}\sqrt{100}$ para análise estatística.

Anexo 1.4 Teor de água durante a colheita dos grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários, com variação da rotação do cilindro e da velocidade da colhedora automotriz e armazenados por 180 dias. Horários de colheita: 08, 12 e 16 h; Rotações do cilindro: ROT1 (300 rpm), ROT2 (340 rpm) e ROT3 (385 rpm); Velocidades de deslocamento da colhedora: V1(3 km h⁻¹), V2 (4 km h⁻¹) e V3 (5 km h⁻¹)

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horário								
	08:00			12:00			16:00		
	Rotação (rpm)			Rotação (rpm)			Rotação (rpm)		
	300	340	385	300	340	385	300	340	385
1	9,2 a A β	9,3 a A β	9,4 a A β	10,1 a A α	10,1 a A α	10,0 a A α	9,9 a A α	9,9 a A α	9,9 a A α
2	9,4 a A □	9,4 a A β	9,6 a A □	9,9 a A β	9,9 a A α	10,9 a A α	11,9 a A α	9,9 a B α	10,1 a A β
3	10,1 a A αβ	10,2 a A αβ	10,0 a A β	10,5 a A α	10,5 a A α	10,1 a A αβ	10,0 a A β	9,8 a B β	10,7 a A α

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem a médias iguais entre si. Letras gregas iguais entre si, para o parâmetro horário de colheita significam médias iguais (p>0,05). *Os dados foram transformados em $ar\ coseno\sqrt{\epsilon+0,5}\sqrt{100}$ para análise estatística.

Anexo 1.5 Germinação de grãos de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários de colheita, três rotações do cilindro e três velocidades de deslocamento da colhedora automotriz e armazenados por 45 dias

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horário								
	08:00			12:00			16:00		
	Rotação (rpm)			Rotação (rpm)			Rotação (rpm)		
	300	340	385	300	340	385	300	340	385
1	81,5a A α	69,5a A β	69,5a A β	88,0a A α	92,0a A α	87,0a A α	82,5a A α	89,5a A α	85,5a A α
2	77,5a A β	86,5a A α	80,5a A β	92,0a A α	88,0a A α	94,0a A α	81,5a A β	72,5a A β	80,5a A β
3	89,5a A α	77,0a B β	79,0a B β	92,5a A α	92,5a A α	94,0a A α	78,5a A β	82,5a A β	70,5a A β

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem médias iguais entre si. Letras gregas iguais entre si, para o parâmetro horário de colheita significam médias iguais ($p>0,05$).

Anexo 1.6 Massa de 100 sementes de feijão IAPAR 81 colhidos em três horários de colheita, três rotações do cilindro e três velocidades de deslocamento da colhedora automotriz e armazenados por 90 dias

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horário								
	08:00			12:00			16:00		
	Rotação (rpm)			Rotação (rpm)			Rotação (rpm)		
	300	340	385	300	340	385	300	340	385
1	18,79 aAα	18,07 aAβ	18,12 aAβ	20,14 aAα	19,75 aAα	19,15 aAα β	20,00 aAα	20,28 aAα	20,40 aA α
2	19,13 aAα	19,62 aAα β	19,41 aAα	20,31 aAα	18,99 aAβ	20,26 aAα	19,65 aBα	21,07 aAα	20,32 aA Bα
3	18,79 aAα	18,91 aAβ	19,49 aAα	19,80 aAα	20,53 aAα	19,59 aAα	20,27 aAα	18,69 aBβ	20,57 aA α

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem médias iguais entre si. Letras gregas iguais entre si, para o parâmetro horário de colheita significam médias iguais ($p>0,05$).

Anexo 1.7 Porcentagem de embebição antes do cozimento do feijão IAPAR 81 colhidos em três horários de colheita, três rotações do cilindro e três velocidades de deslocamento da colhedora automotriz e armazenados por 45 dias

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horário								
	08:00			12:00			16:00		
	Rotação (rpm)			Rotação (rpm)			Rotação (rpm)		
	300	340	385	300	340	385	300	340	385
1	105,5 b A α	105,5 a A α	106,0 a A α	105,8 a B α	104,0 a B α	100,8 a B β	103,5 a A B α	105,0 a A α	102,0 b B β
2	108,8 a A α	102,5 a B β	102,3 b B α	103,5 a b A β	103,0 a b A α β	98,8 a B β	106,5 a A α	105,3 a A α	100,5 b A α β
3	102,8 b A α	104,3 a A α	99,5 b B β	102,0 b A α	100,0 b A β	94,8 b B \square	104,3 a A α	104,5 a A α	105,8 a A α

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem médias iguais entre si. Letras gregas iguais entre si, para o parâmetro horário de colheita significam médias iguais ($p>0,05$).

Anexo 1.8 Porcentagem de embebição antes do cozimento feijão IAPAR 81 colhidos em três horários de colheita, três rotações do cilindro e três velocidade de deslocamento de uma colhedora automotriz e armazenados por 180 dias

Velocidade (km.h ⁻¹)	Horário								
	08:00			12:00			16:00		
	Rotação (rpm)			Rotação (rpm)			Rotação (rpm)		
	300	340	385	300	340	385	300	340	385
1	87b C \square	110a A α	100b B α β	98b B β	104a A β	103a A B α	102a B α	107a A α	99a B α
2	105a B α	111a A α	107a A B α	104a A α	104a A β	102a A β	103a A α	107a A β	98a B \square
3	104a B α	111a A α	109a A α	103a A α	103a A β	103a A β	103a A B α	105a A β	99a B \square

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna, para o parâmetro velocidade de deslocamento da colhedora, significam médias iguais entre si. Letras iguais maiúsculas na linha, para o parâmetro rotação do cilindro, correspondem médias iguais entre si. Letras gregas iguais entre si, para o parâmetro horário de colheita significam médias iguais ($p>0,05$).

