

Influência da umidade de grãos de trigo sobre as perdas qualitativas e quantitativas durante a colheita mecanizada

Influence of moisture grain wheat about quantitative and qualitative losses during mechanised harvesting

Alex Sandro Torre Figueiredo^{1(*)}
Juliano Tadeu Vilela de Resende²
Rafael Gustavo Ferreira Morales³
Leandro Meert⁴
Diego Ary Rizzardi⁵

Resumo

A colheita é uma das etapas mais importantes do sistema de produção da cultura do trigo. Os prejuízos qualitativos e quantitativos durante a colheita são proporcionados por vários motivos, sendo o teor de umidade dos grãos um dos principais responsáveis pelo desperdício durante a colheita. Contudo, desenvolveu-se um trabalho com o objetivo de avaliar as perdas quantitativas e qualitativas dos grãos de trigo em decorrência da umidade do grão no momento da colheita. O ensaio foi realizado no município de Ivaiporã (PR), em uma lavoura comercial de trigo, cultivar CD-104. A colhedora utilizada foi uma New Holland – 8055, acoplada a uma plataforma Super Flex – 15 pés (4,50 m largura). Os tratamentos constaram de diferentes teores de umidade nos grãos de trigo (13,2; 16,3; 18,4; 20,5; 23,4 % de umidade dos grãos). As características avaliadas foram: perdas quantitativas (perdas pré-colheita, perdas na plataforma de corte, perda nos mecanismos internos da colhedora e perda total) e

1 MSc.; Engenheiro Agrônomo; Doutorando em genética e melhoramento de plantas na Universidade Estadual de Maringá, UEM; Endereço: Av. Colombo, 5790, Bloco J45, 1º Andar, Sala 101, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil; E-mail: alex_figueiredo1987@yahoo.com.br

(*) Autor para correspondência.

2 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor do Departamento de Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Guarapuava, Paraná, Brasil; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: jresende@unicentro.br

3 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Bolsista do Programa Nacional de Pós Doutorado (PNPD) pela Universidade Federal do Paraná; Endereço: Rua dos Funcionários, 1540; CEP: 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil; E-mail: moralescefet@yahoo.com.br

4 Engenheiro Agrônomo; Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia na Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, UNICENTRO; Endereço: Rua Simeão Varela Camargo de Sá, 03, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: meert2012@hotmail.com

5 Acadêmico do curso de Agronomia do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, UNICENTRO, Endereço: Rua Simeão Varela Camargo de Sá, 03, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: diegoragro@hotmail.com

as perdas qualitativas (porcentagem de grãos quebrados e amassados). Os resultados evidenciaram que o maior conteúdo de água nos grãos de trigo foi o fator decisivo para se expressar às perdas quantitativas e qualitativas durante a colheita. As perdas observadas na plataforma de corte, colhedora e perdas totais bem como a porcentagem de grãos quebrados e amassados aumentaram à medida com que se aumentou o conteúdo de umidade dos grãos. Em todas as umidades avaliadas, a porcentagem de grãos quebrados na amostra foi sempre superior a de grãos amassados em todos os teores de umidade avaliadas.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; colheita mecânica; perdas qualitativas e quantitativas.

Abstract

The harvest is one of the most important stages of the production system of wheat. The qualitative and quantitative losses during harvest are provided for various reasons and the moisture content of grain a major contributor to the waste during harvesting. However developed a study aiming to assess the quantitative and qualitative losses of wheat grain as a result of grain moisture at harvest. The test was conducted at Ivaiporã (PR) in a commercial farming of wheat, cultivar CD-104. The harvester was used a New Holland - 8055 coupled to a platform Super Flex - 15 ft (4.50 m width). The treatments consisted of different moisture content in grains of wheat (13.2, 16.3, 18.4, 20.5, 23.4% grain moisture). The characteristics evaluated were: quantitative losses (pre-harvest losses, losses on the cutting deck, loss in the internal mechanisms of the harvester and total loss) and qualitative losses (percentage of broken grains and crushed). The results showed that the highest water content in wheat grain was the deciding factor to express the quantitative and qualitative losses during harvest. The losses observed in the cutting deck, combine harvesters and total losses and the percentage of broken grains and crushed rose as it increased with the moisture content of grain. In all humidities evaluated the percentage of broken grains in the sample were higher than that of crushed grains in all the moisture evaluated.

Key words: *Triticum aestivum*; mechanical harvesting; qualitative and quantitative losses.

Introdução

Do total de grãos produzidos no mundo, cerca de 30% corresponde ao trigo que é a cultura com a maior área cultivada (223,5 milhões de ha⁻¹) e a segunda maior produção (689,9 milhões de toneladas) podendo ser considerada como um cereal de extrema importância para a alimentação humana através de seus derivados (HUBNER, 2010).

A colheita do trigo é considerada por muitos como uma das etapas de maior importância dentro do sistema de produção, devido a sua relação direta com o rendimento e a qualidade final dos grãos. Dessa forma torna-se imprescindível tomar alguns cuidados durante esta etapa, como o treinamento dos operadores, regulagem ideal da colhedora e principalmente iniciar a colheita com um conteúdo de água

nos grãos que permita aliar uma mínima perda quantitativa e qualitativa com o bom desempenho da colheita (EMBRAPA, 2009).

O teor de umidade dos grãos se relaciona de maneira direta com o desempenho dos mecanismos de uma colhedora, influenciando sobre as perdas qualitativas e quantitativas (PORTELLA, 2002). De um modo geral a literatura cita que a faixa de umidade ideal para se realizar a colheita do trigo é de 15-18% (PORTELLA, 1998; SOUZA FILHO, 2002a), já que o grão deve ser armazenado com 13% de umidade. Abawi (1993) no norte da Austrália avaliou o efeito combinatório da umidade dos grãos de trigo, capacidade da colhedora e a necessidade de secagem artificial. Seus resultados mostraram que a melhor opção econômica foi obtida quando o grão foi colhido com um valor de umidade entre 19 a 15% e secado artificialmente até uma umidade de 13%.

Assim para que se tenha uma colheita com perdas qualitativas e quantitativas reduzidas é necessário que o produtor fique atento para poder identificar, quantificar e corrigir as possíveis fontes de perdas antes e durante a colheita mecanizada (SOUZA FILHO, 2002a).

Neste sentido, nota-se que a colheita do trigo é uma etapa de extrema importância, pois quando feita de maneira incoerente pode-se assumir um desperdício considerável de grãos no campo, reduzindo a produtividade e a qualidade dos grãos, reduzindo a lucratividade final do produtor. Com isso, desenvolveu-se um trabalho com o objetivo de avaliar as perdas quantitativas e qualitativas dos grãos de trigo em decorrência da umidade dos grãos no momento da colheita.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no município de Ivaiporã – Paraná (Coordenadas geográficas 24° 14'52"S, 51° 41'06"O) durante o período de setembro a outubro de 2010 em uma lavoura comercial de trigo da cultivar Coodetec – 104 (COODETEC, 2012). Para a realização do ensaio utilizou-se uma colhedora automotriz New Holland/8055, ano de fabricação 1990. A plataforma de corte utilizada pela colhedora é do modelo New Holland Super Flex com largura total de 15 pés (4,50m). O controle da altura de corte foi manual e a altura média de corte observada foi de 0,10m. A velocidade de trabalho da colhedora foi de 6 km h⁻¹. Para a aferição da umidade dos grãos no momento da colheita foi utilizado um aparelho medidor Marca/Modelo Agri (Gehaka)/G919.

Os tratamentos corresponderam aos teores de umidade dos grãos no momento da colheita, que constaram de cinco diferentes teores de umidade dos grãos (13,2; 16,3; 18,4; 20,5; 23,4% de umidade dos grãos). O experimento avaliou dois tipos de perdas, as de caráter quantitativo e qualitativo. Todos os tratamentos foram colhidos com uma única regulagem de cilindro e côncavo. A velocidade de trabalho do cilindro foi de 950 rpm e a folga entre o cilindro e côncavo na região de entrada e saída foi de 15 x 8 mm respectivamente.

Para avaliar as perdas quantitativas, considerou-se como esse tipo de perda à massa total de grãos (kg ha⁻¹) que permaneceu na lavoura após a colheita, sendo as perdas quantitativas subdivididas em perdas de pré-colheita, perdas da plataforma de corte e perdas dos mecanismos internos da colhedora e a soma de todas as perdas anteriores.

Para quantificar as perdas pré-colheita, foi confeccionada uma armação retangular com 2 m² de área útil (4,50 m x 0,44 m). Essa armação foi colocada dentro da faixa de colheita, onde coletaram-se todos os grãos e espigas caídos a uma altura menor que 0,10 m (altura média de colheita). Em cada teor de umidade foram feitas quatro repetições. O peso das amostras foi corrigido para 13% de umidade, obtendo-se a perda em kg ha⁻¹. Para estimar as perdas provocadas pelos mecanismos da plataforma de corte utilizou-se uma metodologia proposta por Portella (2002), construindo-se uma armação retangular com área útil de 2 m² (4,50 m x 0,44 m). A estimativa foi feita da seguinte forma: durante a colheita quando o tanque graneleiro da colhedora atingia cerca de 25% de sua capacidade total, o operador embreava a colhedora e dava marcha ré por uma distância de aproximadamente 10 m. Em seguida estendia-se a armação retangular no espaço entre a colhedora e a faixa de corte. Todos os grãos e espigas que se encontravam dentro desta área útil eram coletados. Esse processo se repetiu quando a colhedora atingiu 50, 75 e 100% da capacidade do tanque graneleiro totalizando quatro avaliações de perda na plataforma de corte em cada teor de umidade dos grãos. Os valores referentes ao peso das amostras tiveram o seu teor de umidade corrigido para 13%. Ao final os valores médios de perda na pré-colheita foram subtraídos dos valores de perda encontrados na plataforma de corte obtendo assim os diferentes tipos de perdas. Para a perda decorrente dos mecanismos internos da colhedora (trilha, separação, limpeza, fuga) utilizou-se à metodologia proposta por Portella (2002) com adaptações. Desta forma foi confeccionado um retângulo com área útil de 2 m² (4,50 m x 0,44 m)

construído com tecido TNT de cor preta ao longo de seu corpo e as laterais com madeira leve. A armação foi alocada em quatro pontos aleatórios dentro de cada tratamento. Todas as plantas de trigo que se localizavam dentro desta área útil foram cortadas com auxílio de tesoura a 0,02 m do solo visando facilitar a instalação da armação. A estrutura era alocada estrategicamente na faixa de passagem da colhedora, assim no momento da colheita ao passar sobre a faixa a ser avaliada a colhedora depositava a palha e conseqüentemente as perdas que estavam ocorrendo. Em seguida essa armação era retirada e a palha presente sobre a sua estrutura era analisada visando retirar todos os grãos aderidos que não foram debulhados durante a trilha pela colhedora. Todos os grãos recolhidos eram pesados e seu peso corrigido para a umidade de 13%.

Por final, as perdas quantificadas na pré-colheita, plataforma de corte e colhedora foram somadas com intuito de se obter as perdas totais produzidas pela colhedora (kg ha⁻¹) em cada nível de umidade dos grãos.

Com o intuito de avaliar as perdas de caráter qualitativo, montou-se um ensaio visando determinar a porcentagem de grãos quebrados e amassados na massa geral de grãos. Para isso, no momento da descarga da colhedora, eram coletados manualmente ao acaso 20 subamostras que eram acondicionadas em saco plástico visando formar uma única amostra simples com peso aproximado de 1 kg. Em seguida, essa amostra era subdividida em cinco amostras com peso de 0,200 kg cada e manualmente eram contados, separados e pesados todos os grãos quebrados, amassados e inteiros de maneira que com esses dados fosse possível identificar as respectivas porcentagens visuais de cada tipo de classe de grão.

Os dados referentes às perdas quantitativas (perdas pré-colheita, plataforma de corte, colhedora) e qualitativas (porcentagem de grãos amassados e quebrados) foram submetidos a análise de variância e a média dos tratamentos ao teste de regressão com o intuito de identificar o ponto ideal de colheita. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o *software* computacional Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussões

Considerando as perdas quantitativas, os resultados mostram que as perdas na pré-colheita variaram a medida com que se alterou a umidade dos grãos (Figura 1). As menores perdas 10 Kg ha⁻¹ foram notadas na lavoura quando os grãos estavam com um valor de umidade aproximado de 18%. Nota-se, também, que a partir do ponto de colheita com menor perda (18% de umidade) houve um aumento nos desperdícios a medida com que se diminuiu ou aumentou o conteúdo de água dos grãos. Esses resultados não corroboram com Portella (2002) que em ensaio experimental comprovou que as perdas de pré-colheita se relacionam de maneira direta com a umidade dos grãos, apresentando uma tendência de aumento nas perdas a medida em que se avança à desidratação dos grãos. Essas perdas são proporcionadas pela maior suscetibilidade das plantas a debulha natural das espigas, acamamento de plantas, ataque de agentes bióticos e abióticos de deterioração.

Ao analisar as perdas ocorridas na plataforma de corte, mecanismo interno da colhedora e as perdas totais, notou-se que esses tipos de perdas apresentaram comportamento semelhante, ou seja, as perdas aumentaram significativamente à

medida com que se realizou a colheita com o grão apresentando maior conteúdo de água (Figura 1).

Para minimizar as perdas na plataforma de corte a umidade dos grãos ideal para se realizar a colheita foi de 13,2% apresentando uma perda de 5,0 kg ha⁻¹. Por outro lado, a colheita quando foi feita antecipada com 23,4% de umidade a perda observada foi de 58,30 kg ha⁻¹ (Figura 1). Esses resultados estão de acordo com Portella (2002) que pode concluir que as perdas na plataforma de corte são elevadas, à medida que se aumenta o conteúdo de água dos grãos. De acordo com esse mesmo autor o teor de umidade dos grãos onde ocorre o máximo de perdas é por volta de 20%. O principal tipo de perda produzida na plataforma de corte é chamado de perda de duplo corte, onde as plantas recém cortadas são arremessadas para fora da plataforma de corte pela ação do molinete (SOUZA FILHO, 2002b). Vale ressaltar que a perda por duplo corte é responsável por cerca de 33 a 48% das perdas, enquanto que a perda através da debulha das espigas pelo molinete é de apenas 8% das perdas totais (PORTELLA, 1998).

As perdas produzidas nos mecanismos internos da colhedora foram maiores quando se realizou a colheita antecipada da cultura, ou seja, alto conteúdo de umidade dos grãos. Assim, ao se iniciar a colheita com 23,4% de umidade as perdas observadas foram 98,47 kg ha⁻¹ (1,64 sc ha⁻¹). Quando se realizou a colheita com 20,5% de umidade as perdas notadas foram de 59,39 kg ha⁻¹ (0,9 sc ha⁻¹). Observa-se que o aumento de apenas 2,9% na escala de umidade dos grãos propiciou uma perda adicional de 39,08 kg ha⁻¹, chegando a 0,65 sc ha⁻¹ de prejuízo. Nota-se

que a medida com que se optou por realizar a colheita tardia as perdas observadas no campo foram reduzindo significativamente e a diferença com a colheita antecipada foram aumentando na mesma proporção. A diferença entre o tratamento que apresentou a menor e a maior perda chegou a 70,25 kg ha⁻¹ ou 1,17 sc ha⁻¹ de trigo que foram processadas pela colhedora, mas foram perdidas devido a não regulagens dos mecanismos básicos (figura 1). Esses resultados corroboram com Portella (2002), em que as perdas decorrentes da colhedora foram reduzidas quando os grãos foram colhidos mais secos, atingindo o ponto de perda mínima com 16% de umidade. As perdas originadas nos mecanismos internos da colhedora são minimizadas quando a colheita se procede com um grão mais seco, por conta que a separação dos grãos de suas estruturas botânicas acaba sendo facilitada pelo menor conteúdo de umidade, tanto nos grãos quanto no material vegetal.

A perda total observada no campo é considerada por muitos autores como o parâmetro ideal para a escolha do melhor momento para iniciar a colheita mecanizada e ao mesmo tempo evitar as perdas (CARVALHO FILHO et al., 2005; BAUER; GONZATTI, 2007; CÂMARA et al., 2007; FERREIRA et al., 2007). De acordo com os dados observados na figura 1, nota-se que o ponto de colheita que apresentou as menores perdas foi quando os grãos estavam com 13,4% de umidade apresentando uma perda total de 58,20 kg ha⁻¹. Nota-se que a colheita antecipada não foi uma boa alternativa devido às perdas serem muito grandes no campo. Quando se colheu o trigo com umidade de 23,4% as perdas foram de 185,91 kg ha⁻¹ chegando ao valor de 3,09 sc ha⁻¹ (Figura 1).

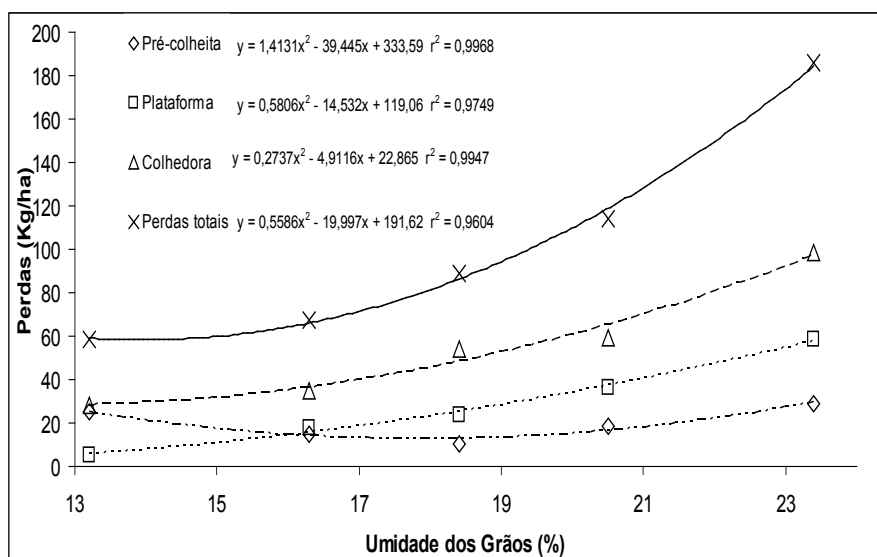
Portella e Faganello (1983) puderam observar que com a redução da umidade dos grãos de trigo as perdas totais são minimizadas,

concordando com os dados obtidos neste estudo. A conclusão tirada por esses autores foi que a colheita quando feita com 16% de umidade as perdas situaram-se ao redor de 5,4% enquanto que quando se procedeu com a colheita com 12% de umidade as perdas foram de 1,8% apresentando uma redução de 3,6% nas perdas.

A literatura mostra uma certa discordância entre os autores quanto ao ponto ideal para se realizar a colheita e ao mesmo tempo minimizar as perdas quantitativas. Para Souza Filho (2002a), o valor ideal para iniciar a colheita situa-se 16 a 15% de umidade. Já para Portella (1998), o ponto ideal é entre 18 a 16% de umidade por conta que esse teor de umidade a colhedora apresenta um bom desempenho da plataforma de corte e do sistema de separação e limpeza. Ao final, este mesmo autor, recomenda que a colheita deve-se iniciar por volta de 18 a 16% de umidade e terminar com 14 a 13% devido o fato que o teor de umidade dos grãos tende a decrescer a medida com que se avança o ciclo da cultura.

Para as perdas qualitativas, a porcentagem de grãos quebrados e amassados presentes na amostra de grãos apresentaram comportamento semelhante à medida com que se variou o conteúdo de umidade dos grãos (Figura 2). Nota-se que os danos qualitativos à semente (quebrados e amassados) foram amenizados quando se colheu o grão de trigo com um valor próximo a 16%. Vale ressaltar que independente do teor de umidade em que os grãos foram colhidos à porcentagem de grãos quebrados foi sempre superior a de grãos amassados. Contudo pode-se notar que, o fator preponderante para que haja perdas qualitativas nos grãos de trigo é o teor de umidade presente no momento da colheita. Assim, a medida com que aumenta a umidade dos grãos de trigo a porcentagem de grãos amassados e quebrados aumentam significativamente.

Figura 1 - Comportamento das perdas pré e pós-colheita em decorrência da umidade dos grãos de trigo observadas no momento da colheita



Fonte: FIGUEIREDO (2012).

A colheita antecipada feita com 23,4% umidade apresentou valores próximos de 1% de grãos quebrados na amostra geral. Já quando se colheu o trigo com umidade inferior a 20,5% de umidade a porcentagem de grãos quebrados ficou no patamar de 0,4% sendo considerada a faixa de umidade ideal para se iniciar a colheita e evitar esse tipo de perda (Figura 1).

Para o produtor, que deseja realizar a colheita e ao mesmo tempo evitar as perdas por amassamento, o limite mínimo para a entrada da colhedora no campo é de 18,4% de umidade. Por outro lado, ao se colher o trigo com teor de umidade próximo de 23,4% devem-se tomar alguns cuidados com a regulagem da colhedora devido esse nível de umidade ser o ponto que apresentou as maiores porcentagens visuais de perdas na amostra de grãos (0,9%) (Figura 2).

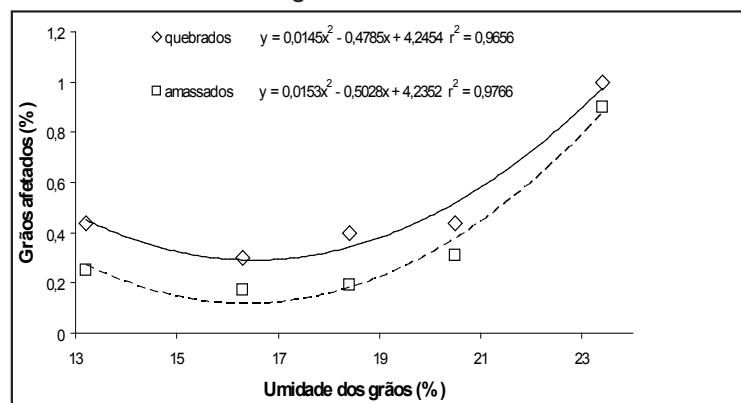
De acordo com Souza Filho (2002a), as perdas qualitativas nos grãos

de trigo estão relacionadas com algumas características físicas da semente como a elasticidade e a resistência mecânica. Dessa maneira, quando os grãos se encontram muito úmidos a sua resistência mecânica é reduzida e ao adentrarem no sistema de trilha o impacto vai proporcionar a ruptura parcial de seu tegumento caracterizando a perda por amassamento do grão. Já quando os grãos se encontram com baixo conteúdo de umidade a característica elasticidade é afetada, e qualquer impacto provocado pela colhedora pode promover a ruptura completa do tegumento da semente. Em experimento, realizado com sementes de milho em diferentes níveis de umidade Ruffato et al. (2000), comprovaram que a chance dos grãos sofrerem danos mecânicos é maior a medida com que se reduz a umidade dos grãos devido à redução da elasticidade do tegumento da semente.

O entendimento das informações sobre a interação entre a umidade dos grãos e o índice de perdas qualitativas durante a colheita é de grande valia para produtores de sementes que visão fornecer ao mercado uma semente com alto vigor. Muitos dos danos sofridos pela semente são imperceptíveis e afetam as estruturas internas da semente como o eixo embrionário, tegumento externo do grão e outros. A somatória destes danos reduz o vigor e potencial fisiológico da semente no campo influenciando no desenvolvimento inicial das plantas e na qualidade de estande (PINHEIRO NETO; GAMEIRO, 2000).

As consequências das perdas qualitativas produzidas, no momento da colheita, não se limitam apenas a produtores de sementes, mas também a produtores de grãos, trazendo efeitos negativos na pós-colheita devido ao fato que a maior incidência de grãos quebrados e amassados na amostra geral é capaz de reduzir a qualidade final dos grãos através da diminuição do peso hectolitrico, e maiores dificuldades de armazenamento devido aumento da superfície de deterioração dos grãos (GUARIENTI; DEL DUCA, 1997).

Figura 2 - Influência da umidade dos grãos de trigo sobre a porcentagem visual de grãos quebrados e amassados em uma amostra geral



Fonte: FIGUEIREDO (2012).

Conclusões

O conteúdo de umidade dos grãos foi o fator preponderante para que se pudessem expressar as perdas quantitativas e qualitativas durante a colheita mecânica. As perdas quantitativas observadas na plataforma de corte, colhedora e perdas totais apresentaram comportamentos estatísticos idêntico, aumentando as perdas à medida com que se aumentou o conteúdo de umidade dos grãos. As perdas qualitativas apresentaram comportamento semelhante, aumentando a

porcentagem de grãos quebrados e amassados na amostra a medida em que se aumentou o conteúdo de umidade interna dos grãos. Em todas as umidades avaliadas a porcentagem de grãos quebrados na amostra foi sempre superior a de grãos amassados em todas os teores de umidade avaliadas. A colheita não deve ser realizada com uma única regulagem, sendo que o operador deve avaliar rotineiramente as perdas na lavoura por meio de alterações nos mecanismos básicos de regulagem reduzir ao máximo os desperdícios provocados pela colhedora.

Referências

- ABAWI, G.Y. A simulation model of wheat harvesting and drying in northern Australia. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.54, p.141-158, 1993.
- BAUER, F. C.; GONZATTI, G. C. Efeito da umidade das sementes sobre as perdas quantitativas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no processo de colheita mecanizada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.29, n.4, p.503-506, 2007.
- CÂMARA, F. T. da; SILVA, R. P. da; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; GROTTA, D. C.C.; REIS, G. N. dos. Influência da área de amostragem na determinação de perdas totais na colheita de soja. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 909-913, 2007.
- CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P. da.; ZAGO, M. de S. Perdas na colheita mecanizada da soja no triângulo mineiro. **Revista Ucleus**, v.3, n.1, p. 84-89, 2005.
- COODETEC. Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. **Guia de cultivares de trigo 2011/ 2012**. Disponível em: <<http://restrita.coodetec.com.br/baixar/guia%20trigo.pdf>>. Acesso em 17 abr. 2012.
- FERREIRA, I. C.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A. **Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.15, n.2, p.141-150, 2007.
- FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.
- GUARIENTI, E. M.; DEL DUCA, L. de J. A. **Defeitos em grãos de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, p.32, 1997. (Documentos, 34).
- PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas qualitativas de sementes de soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.20, n. 3, p. 250-257, 2000.
- PORTELLA, J. A.; FAGANELLO, A. Avaliação de perdas de grãos na colheita mecanizada do trigo. **A Rural**, v.62, n.592, p.16-25, 1983.
- PORTELLA, J. A. **Colhedoras para trigo: Mecanismos, regulagens, perdas**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, p. 52, 1998. (Documentos, 47).
- PORTELLA, J. A. **Influência do ponto de colheita nas perdas de grãos de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, p.17, 2002. (Circular técnica, 7).
- RUFFATO, S.; COUTO, S.M.; QUEIROZ, D. M. Módulo de elasticidade de grãos de milho submetidos a impactos mecânicos. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.101-106, 2001.
- SOUZA FILHO, E. G. Colheita: máquinas para o trabalho. **Revista Cultivar**, Pelotas, n.12, v. [20--], p. 1-10, 2002a.