

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

JANETE REQUELEME ASSUNÇÃO

**PERDAS DECORRENTES DO SISTEMA DE TRILHA NA COLHEITA
MECANIZADA DE ARROZ IRRIGADO**

**Itaqui
2013**

JANETE REQUELME ASSUNÇÃO

**PERDAS DECORRENTES DO SISTEMA DE TRILHA NA COLHEITA
MECANIZADA DE ARROZ IRRIGADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Russini

JANETE REQUELME ASSUNÇÃO

**PERDAS DECORRENTES DO SISTEMA DE TRILHA NA COLHEITA
MECANIZADA DE ARROZ IRRIGADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharel em
Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 11 de Outubro, de 2013.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Russini
Orientador
Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Elizete Beatriz Radmann
Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho
Agronomia - UNIPAMPA

RESUMO

PERDAS DECORRENTES DO SISTEMA DE TRILHA NA COLHEITA MECANIZADA DE ARROZ IRRIGADO

Autor: Janete Requelme Assunção

Orientador: Alexandre Russini

Itaqui, Outubro 11, 2013.

A colheita consiste na etapa final do processo produtivo sendo que as perdas devem ser mantidas dentro de padrões aceitáveis. A falta de conhecimento das características agronômicas da cultura e deficiência na regulagem das colhedoras, aliada a velocidade excessiva de deslocamento, são considerados os principais fatores responsáveis pelas perdas de grãos na lavoura orizícola. O presente trabalho tem como objetivo quantificar as perdas na colheita do arroz irrigado em dois sistemas de trilha em diferentes velocidades de deslocamento. Este experimento foi realizado no mês de março de 2012, safra 2011/2012 com a variedade de arroz irrigado IRGA 424, nos campos de produção da Granja 3 de Outubro do Grupo Pitangueira em Itaqui-RS. O delineamento experimental foi um fatorial 2 x 5 com 3 blocos ao acaso, em função da heterogeneidade existente, principalmente na produtividade da lavoura, o que pode interferir nos resultados de perdas. Foram avaliados os seguintes parâmetros: dois mecanismos de trilha (rotor e saca palha) e cinco velocidades de deslocamento, 1 km h⁻¹, 1,5 km h⁻¹, 2 km h⁻¹, 2,5 km h⁻¹ e 3 km h⁻¹. O sistema de trilha por rotor axial demonstrou desempenho superior ao sistema de saca-palhas, apresentando menores perdas em sacas de arroz por hectare, aliado a uma faixa adequada de velocidade de deslocamento entre 1,5 a 2,5 km h⁻¹. Neste sistema, obteve-se um mínimo de perdas possíveis com uma maior capacidade operacional, quando comparado ao sistema de saca-palhas que em velocidades superiores a 2,0 km h⁻¹, atingiu elevados valores de perdas podendo ultrapassar 500 kg de grãos. Portanto, em períodos de extrema necessidade, quando se deseja colher a velocidades maiores para que as metas de colheita sejam atingidas, podem-se utilizar velocidades entre 2 km h⁻¹ e 3 km h⁻¹, no sistema de rotor axial, não recomendando-se, velocidades superiores a estas.

Palavras-Chave: *Oryza sativa*, velocidade de deslocamento, manutenção do maquinário

ABSTRACT

LOSSES ARISING OUT OF THE SYSTEM ON TRACK COMBINE HARVESTING OF RICE

Author: Janete Requelme Assunção

Advisor: Alexandre Russini

Itaqui, October 11, 2013.

The harvest is the final step of the production process while the losses are be kept within acceptable standards. Lack of knowledge agronomic characteristics culture and impaired regulation of harvesters, combined with excessive speed shift, are considered the main factors responsible for grain losses in paddy crop. The present work aims quantify the losses in the harvest of rice two trail systems in different travel speeds. This experiment was conducted in March 2012, 2011/2012 season with the variety of rice IRGA 424, in the fields of production Granja 3 October Group Pitangueira in Itaqui-RS. The experimental design was a randomized 3 block with factorial, 2 x 5 to the heterogeneity, mainly on crop productivity, which may interfere with the results of losses. We evaluated the following parameters: track two mechanisms (rotor and pulls straw) and five speeds, 1 km h⁻¹, 1,5 km h⁻¹, 2 km h⁻¹, 2,5 km h⁻¹ e 3 km h⁻¹. The trail system demonstrated by axial rotor outperformed straw walker system, exhibited lower losses on sacks of rice per hectare, combined with an appropriate range of displacement speed between 1,5 to 2,5 km h⁻¹. In this system, gave a minimal loss possible with greater operational capacity, when compared to the system of straw walker in that rates above 2.0 km h⁻¹, reached high values of losses . Therefore, in times of dire need, when you want to harvest at higher speeds for the harvest targets are met, may be employed speeds between 2 km h⁻¹ and 3 km h⁻¹, at axial rotor system, It is not recommended, these higher speeds.

Keywords: *Oryza sativa*, displacement speed, maintenance of machinery

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1	Aspectos gerais da cultura do arroz.....	9
2.2	Colheita mecanizada de arroz irrigado.....	11
2.3	Sistema de trilha e separação por rotor	15
2.4	Perdas na colheita de arroz irrigado devido as partic. da cul	17
2.5	Perdas provocadas pelos mecan. inter. e exter. da colhedora	19
3.	METODOLOGIA	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a nona posição no ranking dos países que mais produzem arroz, sendo que os 10 países maiores produtores são, em ordem decrescente, China, Índia, Indonésia, Bangladesh, Vietnã, Tailândia, Mianmar, Filipinas, Brasil e Japão. O consumo médio mundial de arroz é de 60 kg/pessoa/ano, sendo que na América Latina são consumidos 30 kg/pessoa/ano, com destaque para o Brasil que possui um consumo de 45 kg/pessoa/ano, (SOSBAI, 2010).

A área cultivada com arroz na safra 2011/12 segundo Conab 2012, ficou em 2.515,1 mil hectares, 10,8% menor que a área da safra anterior. A maior variação está relacionada ao arroz da região Centro-Sul (13,1%) e em menor índice a região Norte (8,2%) e a Nordeste (6,4%), sendo que a redução da área semeada foi confirmada tendo como principais causas: a dificuldade de comercialização, preços pouco atrativos, aumento no custo de produção e falta de água nos reservatórios (corpos d'água, açudes e barragens), no momento da semeadura. Na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, onde se concentra a produção do arroz irrigado do estado, a redução ficou ao redor de 10% se comparada à cultivada em 2013. As culturas que substituíram o arroz foram: a soja, o milho e o pastejo bovino (CONAB, 2013).

Nenhuma outra atividade econômica alimenta tantas pessoas, sustenta tantas famílias, sendo crucial para o desenvolvimento de muitas nações e que apresenta mais impacto sobre o nosso meio ambiente. A produção de arroz alimenta quase a metade do planeta todos os dias, tornando-se a principal fonte de renda para milhões de habitações rurais.

A colheita constitui uma importante etapa na produção de grãos em todas as regiões agrícolas brasileiras. Dentre as operações mecanizadas, esta é a que possui maior parcela no custo total, devido ao alto custo operacional da máquina que realiza esta operação.

Vários são os fatores que afetam a produção de grão, em geral, os agricultores não dão a devida importância às perdas ocorridas durante a colheita, encarrando o fato com naturalidade, inerente mesmo às características da cultura e da colhedora utilizada. Poucos são os que se preocupam com os grãos deixados sobre o solo, principalmente quando a lavoura apresenta uma produção elevada. Nestas condições as perdas são reduzidas apenas em termos comparativos ou

percentuais, continuando altas em quantidade de grãos perdidos por unidade de área, (EMBRAPA, 2011).

Notou-se que a atenção para a operação de colheita mecanizada é uma importante maneira de ajudar a redução de custo do arroz irrigado, através do correto planejamento, regulagem e manutenção das colhedoras, sendo observados os itens com: velocidade de deslocamento da colhedora, o cuidado especial com o funcionamento da plataforma de alimentação, a regulagem do sistema de trilha em função da umidade do produto colhido e o ajuste correto do fluxo de ar são itens que devem ser atentamente observados pelo operador.

Porém, para efetuar este dimensionamento de forma adequada, é necessário conhecer informações sobre a eficiência desta operação (eficiência de campo, de tempo, de trajeto e da barra de corte), para as condições onde as colhedoras irão operar.

Por isso, principalmente na colheita mecanizada, devem-se tomar cuidados para que esta se processe de forma a colher o arroz com um mínimo de danos mecânicos, no menor prazo possível, mantendo-se em níveis aceitáveis tanto as perdas decorrentes de fatores naturais, como as decorrentes da operação da colheita. As perdas sejam elas qualitativas ou quantitativas preocupam devido ao volume e também pela facilidade com que estas ocorrem.

Na maioria das vezes, cuidados simples como manutenções periódicas das máquinas e treinamento dos recursos humanos, podem reduzir consideravelmente o volume de grãos que ficam nas lavouras a cada safra.

O investimento em tecnologia de ponta nas últimas décadas colocou o Brasil entre os países mais competitivos do agronegócio no mercado internacional, mas não é suficiente para acabar com as perdas decorrentes da colheita. Tendo em vista este cenário altamente competitivo, a busca por operações mais eficientes na produção de arroz, se faz com que cada vez mais seja necessário planejar todas as operações desde o plantio até a colheita.

Os produtores rurais assim, como os respectivos técnicos da área, tem como desafio tentar diminuir essas perdas, assim como seus custos de produção aumentando sua produtividade, já que o arroz é um dos cereais mais consumidos no país e no mundo.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar as perdas na colheita do arroz irrigado em dois sistemas de trilha em diferentes velocidades de deslocamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO ARROZ

Um estudo do IBGE (Os Indicadores Agropecuários 1996-2003), analisou e quantificou as perdas dos principais grãos da agricultura brasileira e reúne uma série de informações estatísticas de agricultura produzidas por diversos organismos, além das do próprio instituto.

Nesse estudo, entre 1996 e 2002, apenas por conta das perdas ocorridas entre o plantio e a pré-colheita, nas culturas de arroz, feijão, milho, soja e trigo, o País deixou de colher cerca de 28 milhões de toneladas de grãos, tendo a maior perda ocorrida no ano 2000, quando se deixaram de colher 6,6 milhões de toneladas. Neste ano, o milho foi a cultura mais prejudicada, com perdas da ordem de 4,1 milhões de toneladas devido as forte seca que ocorreu neste ano.

As perdas não ocorrem apenas na fase que vai da semeadura até o momento imediato que antecede a colheita. Também há perdas durante a colheita, seja por falta de manutenção de máquinas ou de operadores capacitados, e na pós-colheita, por insuficiência da rede de armazenagem ou, principalmente, por má-conservação de estradas e inadequação do transporte utilizado (IBGE, 2005).

Segundo Jardine, 2002, as perdas na colheita são as mais significativas, para minimizá-las é necessário que o agricultor observe uma série de cuidados; por exemplo, determinar o grau de maturação fisiológica dos grãos, e decidir com exatidão o momento de iniciar a colheita. Segundo mesmo autor, os produtores já incorporaram as perdas como parte do sistema de produção.

As perdas na colheita se devem: (1) à falta de manutenção das colhedoras; (2) à falta de regulagem ou de ajuste fino das máquinas, que devem ser feitos no momento da colheita, levando-se em conta o grau de umidade e o estágio de maturação dos grãos; (3) à idade ou obsolescência da frota; (4) ao número ainda reduzido de operadores de colheitadeiras devidamente capacitados; e (5) a não observância da velocidade ideal de operação das máquinas e dos elementos mecânicos mais diretamente responsáveis por uma proficiente colheita (molinete, barra de corte, caracol, etc.), se bem que, em determinadas situações de anormalidades climáticas, podem ser até justificável para se evitar prejuízos maiores.

Das grandes lavouras de grãos de verão (soja, arroz, milho e feijão), o arroz é o que apresenta maiores valores de perdas, chegando a 22%. A maior parte deste desperdício se dá na colheita (12,6%), seguida pelo armazenamento (7%) e processamento (2,4%), (EMBRAPA, 2011).

Os principais determinantes das perdas são velocidade excessiva de deslocamento, tipo de sistema de trilha utilizado e grau de umidade dos grãos fora do indicado para colheita segundo Ricetec Sementes (2012).

O teor adequado de umidade do grão para realizar-se a colheita do arroz está entre 18% e 23%, se colhido com teor muito elevado, haverá grãos em formação; por outro lado, se a colheita for muito tarde haverá mais quebra de grão no beneficiamento e, quando se destina a semente, o vigor poderá ser afetado. Tanto o arroz que se destina para indústria, ou para semente, deve ser colhido com teores de umidade adequados para gerar um produto final de boa qualidade (ALONÇO et al 2005).

Para se obter um maior aproveitamento do ponto de colheita, alguns cuidados preliminares devem ser levados em consideração: não prolongar a permanência do arroz na lavoura, evitar a intensificação de defeitos nos grãos e a redução de vigor nas sementes; evitar a colheita em horas do dia em que houver orvalho ou que a umidade do ar esteja elevada; não misturar grãos de cultivares diferentes, para não prejudicar o beneficiamento industrial; colher separado o arroz cultivado nas taipas; em se tratando de sementes, seguir rigorosamente as normas técnicas (EMBRAPA 2004).

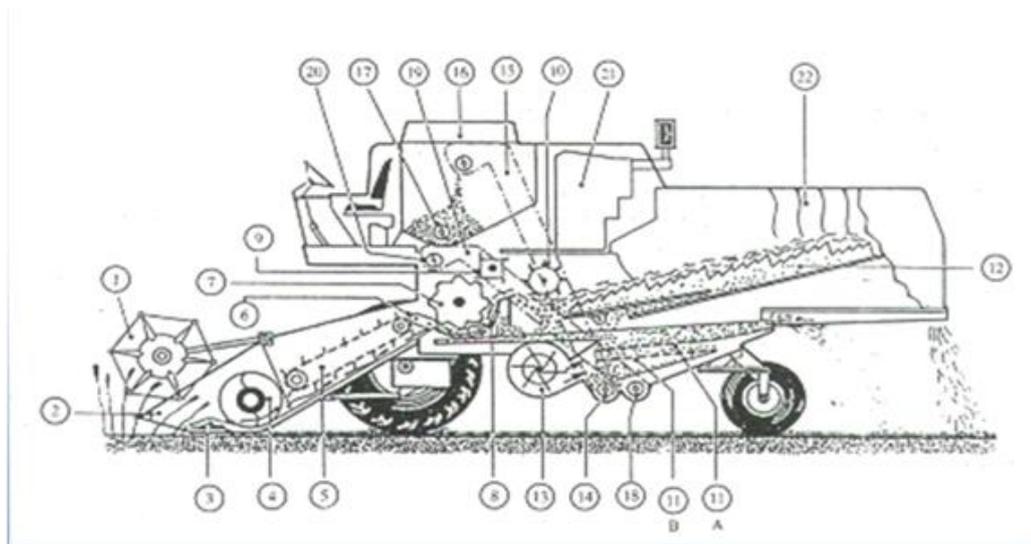
2.2 Colheita Mecanizada de Arroz Irrigado

Dentre as operações agrícolas que desempenham papel importante na produção de arroz, destaca-se a colheita. Esta consiste em uma operação que influencia tanto na qualidade como a quantidade do arroz que se colhe, sendo esta influência exercida por dois aspectos diferentes da colheita: o modo pelo qual e o momento em que é feita (EMBRAPA, 2004).

A operação de colheita é realizada, geralmente por diversos tipos de máquinas, desde as de pequeno porte tracionadas por trator, até as colhedoras automotrizes, dotadas de barra de corte, as quais realizam, em sequência, as operações de corte, recolhimento, trilha e limpeza, permitindo, assim uma operação mais simples e rápida segundo (SILVA, 2004).

As colhedoras de arroz colhem e trilham as plantas numa única operação, sendo máquinas especiais para colheita em terrenos de baixa sustentação, como as lavouras irrigadas, que são equipadas com pneus arroseiros ou com rodado duplo, tendo maior superfície de contato com o solo, ou com esteiras, são caracterizadas por possuírem mecanismos de corte e alimentação de plantas, de trilha, de separação, de limpeza, de transporte e armazenamento de grãos e de outros componentes especiais para garantir boa operação nas variadas condições de cultivos, como os de várzeas (EMBRAPA, 2006).

Segundo o laudo técnico da Embrapa (2001), a capacidade de trabalho de uma colhedora é dada pela largura do cilindro de trilha. Este parâmetro condiciona os demais mecanismos da máquina, quanto mais largo for o cilindro, maior será o saca-palha, as peneiras, o sem-fins e outros elementos, permitindo também maior largura de corte, do mesmo modo, a potência do motor terá de estar compatibilizada com a largura do cilindro; também, quanto maior o cilindro e mais potente o motor, maior será a quantidade de material (grãos, palha e plantas daninhas) que a colhedora pode processar por unidade de tempo, expressa em tonelada por hora ($t h^{-1}$). Os componentes básicos de uma colhedora estão demonstrados na Figura 1.



Fonte: Queiroz et al., 2005

FIGURA 1 – Componentes básicos de uma colhedora automotriz: 1- molinete, 2- divisor lateral, 3- barra de corte, 4- transportador helicoidal, 5- elevador de esteira, 6- separador de pedras, 7- cilindro trilhador, 8- côncavo, 9- batedor, 10- separador, 11- peneiras – A (superior) e B (inf.), 12- saca-palha (rotor), 13- ventilador, 14- trans. para grãos limpos, 15- elevador para grãos limpos, 16- depósito de grãos, 17- trans. helicoidal de grãos, 18- transp. de grãos para retilha, 19- transp. de grãos para segunda retilha, 20- condutor helicoidal alimentador do cilindro da segunda retilha, 21- motor, 22- cortinas homogeneizadoras

O mecanismo convencional que corta e recolhe as plantas é denominado de plataforma de corte, pelo fato de cortar os colmos abaixo das panículas e distante do solo. A plataforma indicada para o arroz é a do tipo rígida, sem movimento de flexão na barra de corte (EMBRAPA, 2006). A plataforma possui separadores de fileiras de plantas, que divide longitudinalmente a área de colheita dos restos da lavoura, molinete, que recolhe as plantas puxando-as contra a barra ceifadora formada de navalhas serrilhadas, e o condutor helicoidal ou caracol, para transportar as plantas para o canal alimentador do sistema de trilha (GOMES, 2010). A relação entre as velocidades do molinete e de deslocamento da máquina deve ser inferior a 1,25 para minimizar a ocorrência de perda de grãos na plataforma (EMBRAPA, 2006). Na colheita do arroz, cerca de 70% das perdas são devido à plataforma de corte.

O mecanismo de trilha recebe as plantas da plataforma de corte e realiza o trilhamento a separação primária dos grãos. Mais de 90% dos grãos são separados das panículas e dos colmos no ato do trilhamento, os componentes responsáveis pela trilha são o cilindro de trilha e o côncavo, que para o arroz devem ser de dentes. A velocidade periférica do cilindro varia com o teor de umidade dos grãos (quanto menor a umidade dos grãos maior será a perda devido à facilidade de quebra), em

geral deve ser de 20 a 25 m/s, com uma rotação de trabalho em torno de 600 rpm, (GOMES, 2004).

Segundo recomendações técnicas da Massey Ferguson(2009), no sistema de limpeza após a planta passar pelo sistema de trilha e separação, grãos e impureza, devem ser levados ao sistema de limpeza da máquina, podendo ser levados por gravidade ou por meio de um transportador. A Figura 2 apresenta o sistema de alimentação do mecanismo de limpeza de uma colhedora, onde os grãos caem diretamente pelo côncavo ou são levados por uma bandeja localiza abaixo do saca-palha.

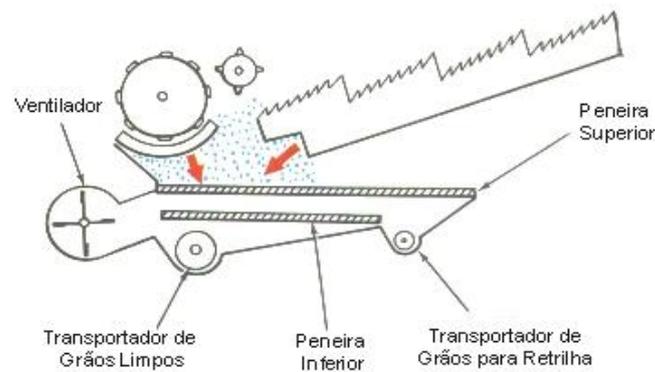


FIGURA 2 - Sistema de alimentação por gravidade (Fonte: Queiroz et al., 2005)

Segundo Silva (2004), os principais mecanismos de limpeza nas colhedoras são a peneira superior, a peneira inferior e o ventilador. O ventilador é montado em frente ao suporte das peneiras conforme demonstrado na Figura 3, onde o fluxo de ar do ventilador é que remove a maioria das impurezas contida na massa de grão. Na maioria das colhedoras a rotação do ventilador pode variar entre 250 a 1500 rpm, dependendo das condições da cultura e de trabalho, porém, em algumas colhedoras a rotação do ventilador é fixa, e para variar o fluxo de ar somente fechando ou abrindo a sua saída de ar. O controle do fluxo de ar pode ser feito pelo ajuste da rotação do ventilador, por uma borboleta (chapas defletoras) na saída do mesmo ou ainda por janelas de entrada de ar (HEIFFIG, 2006).

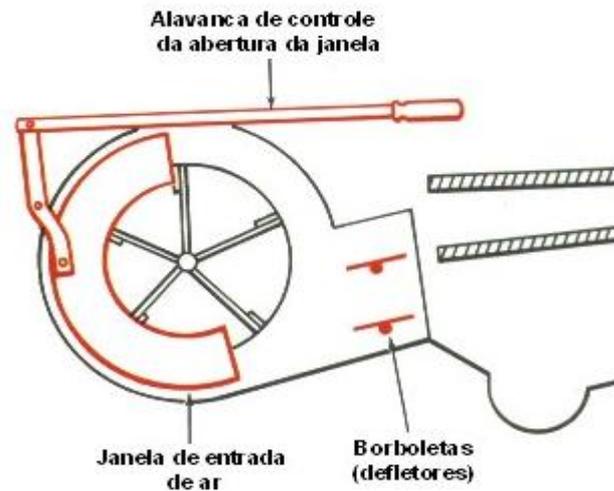


FIGURA 3 - Mecanismos de controle do fluxo de ar do ventilador (Fonte: Queiroz et al., 2005)

Conforme o manual de especificações técnicas desenvolvida pela Case (2009) o fluxo de ar do ventilador deve ser ajustado para diferenciar o peso da massa de grãos das impurezas, sendo que quanto mais alta for sua rotação, maior será a limpeza e também os riscos de perda de grãos, enquanto, se a rotação for abaixo da adequada, as impurezas não serão jogadas para fora da máquina, assim sobrecarregando as peneiras. As janelas de entrada de ar, como o próprio nome diz, servem para regular a entrada de ar no ventilador, no entanto, quanto maior for o peso dos grãos a serem colhidos, maior será a abertura da janela, quando se deseja direcionar o vento para uma determinada posição das peneiras, atua-se nos defletores (GOMES, 2004).

A peneira superior é localizada abaixo do saca-palha e logo atrás o bandeirão, sendo que a limpeza do material sobre a peneira é realizada pela ação vibratória da própria peneira e pela ação do fluxo de ar imposta a mesma pelo ventilador. Ela é constituída por partes retangulares dentadas e sobrepostas, estando cada parte montada em um eixo pivô, ao redor do qual ela pode sofrer rotação, permitindo, assim, a regulagem das aberturas de suas malhas (CASE, 2009). A peneira inferior separa os grãos das pequenas impurezas que não foram removidas pela peneira superior, logo, pode-se concluir que ela tem a mesma construção que a peneira superior, salvo tendo menores aberturas (Queiroz, 2005).

2.3 Sistema de Trilha e Separação por Rotor

Os cilindros de barras ou de dentes são alimentados radialmente pelo transportador horizontal vindo da plataforma, no sistema de fluxo axial, como o próprio nome mostra, o rotor (como mais comumente denominado) recebe do transportador horizontal o material a ser trilhado pela frente e não radialmente (GOMES, 2005). Conforme o mesmo autor algumas colhedoras combinadas são compostas com esse sistema ao invés do sistema convencional. O rotor é semelhante àqueles cilindros citados anteriormente, com barras de raspagem em disposição helicoidal, uma colhedora combinada com sistema em fluxo axial pode ter um ou dois rotores paralelos.

O côncavo é disposto abaixo do rotor, e alguns trabalhos mostram que a eficiência de separação do sistema rotor-côncavo pode chegar a 90%, mostrando ser melhor que o sistema convencional. Este sistema é demonstrado na Figura 4 (EMBRAPA, 2004).

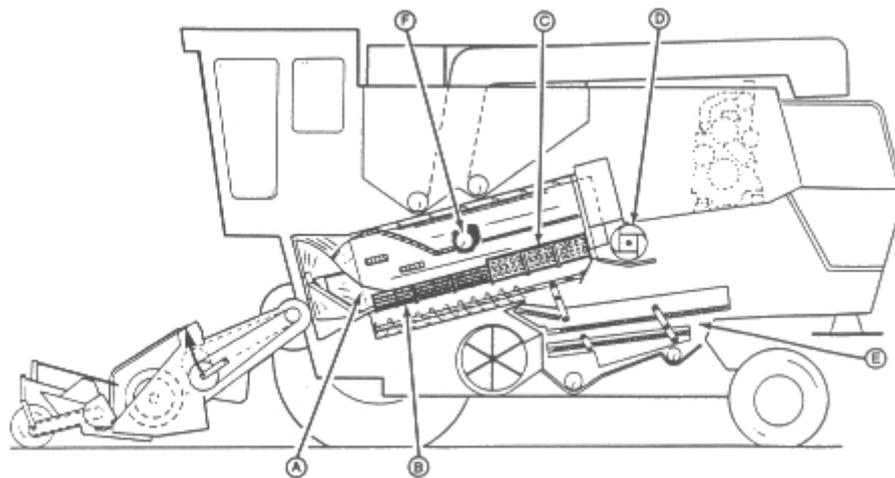


FIGURA 4 - Colhedora em fluxo axial utilizando um rotor: A) rotor, B) côncavo de trilha, C) côncavo de separação, D) bateador, E) peneira de limpeza (Fonte: Queiroz et al., 2005)

A abertura entre o rotor e o côncavo é maior que a abertura do sistema convencional para uma determinada cultura, pois, o produto passa mais de uma vez pelo sistema. Nesse sistema de fluxo axial, a velocidade do rotor pode ser ajustada de acordo com a cultura e velocidade de trabalho, dessa forma, isso resulta em menor possibilidade de danos aos grãos (Queiroz et al. 2005). Conforme o mesmo autor, além do rotor axial, o sistema de limpeza desempenha um importante papel, fornecendo um fluxo de ar extremamente uniforme através de toda a peneira, proporcionando máxima eficiência na limpeza, com amostras de grãos mais limpas. Isso acontece devido à formação de um vórtice em seu centro, que suga e projeta grandes volumes de ar. A diferença dos modelos convencionais é que eles puxam o ar das aberturas com extremidades restritivas, enquanto o ventilador puxa o ar através de toda a sua área aberta (Queiroz et al. 2005).

Em terrenos inclinados, o sistema de limpeza de dupla cascata, aumenta a ação de pré-limpeza em mais de 50%, sendo que o ventilador de fluxo transversal faz com que a palha flutue sobre as peneiras, deixando passagem livre para os grãos, em conjunto com divisores altos, evitando o transbordo de grãos de uma seção a outra, diminuindo consideravelmente as perdas e aumentando a produtividade. Esse sistema amplia a capacidade de trabalho em até 40%, reduzindo os níveis de perdas totais da colheita a quase zero (EMBRAPA, 2004).

Outro aspecto importante do sistema de trilha axial é o sistema de retilha realizado pelo batedor traseiro, o qual permite uma perfeita qualidade de grãos, (MASSEY FERGUSON, 2013).

2.4 Perdas na Colheita de Arroz Irrigado Devido as Particularidade da Cultura

Segundo Harmond (1967), a colheita em época inadequada e a deficiência de regulagens das colhedoras são alguns dos fatores que provocam perdas durante a colheita.

As perdas de grãos tem origem geralmente, em três motivos básicos: antes da colheita, na plataforma da colhedora e nos mecanismos internos da colhedora. Antes da colheita, os fatores responsáveis pelas perdas são: degrana natural; acamamento, devido principalmente à cultivar; excesso de adubação nitrogenada; estande densos; ataque de pássaros; excesso de chuvas; ação de ventos; veranico prolongado; e danos causados por doenças e insetos, que, além de diminuir a massa dos grãos, depreciam o valor comercial do arroz (EMBRAPA, 2011).

Para diminuir este tipo de perda, é recomendável usar mais de uma variedade com ciclos diferentes, evitando cultivar toda a propriedade num só período. Isto possibilitará um melhor planejamento da colheita, evitando-se colher às pressas e reduzindo os riscos relativos a fenômenos naturais e, até mesmo, à falta de planejamento, (EMBRAPA, 2011).

A densidade da cultura pode influenciar muito no momento de colher, sendo que uma baixa densidade de plantas dificulta o trabalho da plataforma, fazendo com que as plantas deixem de ser recolhidas pelo molinete, perdendo, por conseguinte, grãos (GOMES, 2004).

A presença de plantas daninhas na lavoura de arroz contribui para o aumento das perdas, podendo as perdas de produtividade da cultura ser expressas quando se tem o conhecimento da população de plantas daninhas que estão competindo com ela num dado momento; para isso, pode-se recorrer a modelos matemáticos que permitem realizar simulações da competição entre as plantas cultivadas e as daninhas, com a meta de prever, em fases iniciais, a perda de produtividade e os possíveis lucros esperados em situações particulares (AGOSTINETTO et al., 2004).

A qualidade física e fisiológica da semente de arroz depende da cultivar, estágio de maturação, conteúdo de unidade e danos mecânicos (impactos, abrasões e tensões), que podem ocorrer durante a colheita, secagem, beneficiamento e mesmo no período de armazenamento (HARMOND, 1967).

A maioria das cultivares apresenta redução no rendimento de grãos inteiros, após atingirem um determinado grau de maturação. Grãos muito secos ficam sujeitos a rachaduras no campo, que favorecem sua quebra nas operações de colheita e posterior beneficiamento e, altas percentagens de grãos quebrados diminuem sensivelmente o tipo e o valor comercial de um lote de arroz (FARONI et al. 1987).

Colher na época certa é de fundamental importância para se obter um produto de melhor qualidade e com maior rendimento. O arroz atinge o ponto de maturação adequado quando dois terços dos grãos da panícula estão maduros, a colheita antecipada, com umidade elevada, aumenta a proporção de grãos malformados e gessados (MACHADO, 2012).

O arroz colhido tardiamente com umidade muito baixa, afeta a produtividade pela degrana natural, ocorrendo o trincamento dos grãos e a redução do rendimento de grãos inteiros no beneficiamento. O arroz trincado é também mais susceptível à infestação por insetos e, o trincamento apresenta, ainda, a desvantagem de poder reduzir a viabilidade, ou o valor de plantio do arroz para semente. As trincas que ocorrem através de toda a secção da semente diminuem o vigor da plântula, pela redução da disponibilidade de endosperma, e, conseqüentemente, de nutrientes, durante a fase de germinação e emergência (STEFFE et al. 1980).

2.5 Perdas provocadas pelos mecanismos internos e externos da colhedora

Para Gomes et al. (2005) na colheita mecanizada as perdas são provocadas pelos mecanismos externos e internos da colhedora. Nos mecanismos externos, conhecidos como unidade de apanha, provocam perdas devido à ação mecânica da plataforma de corte e do molinete, e os internos, de trilhamento e de separação, pela ação do cilindro batedor, saca-palhas e peneiras.

Os pontos responsáveis pelas perdas na plataforma de corte segundo Gomes (2004), são os seguintes:

- Molinete: ocorrem perdas devido à baixa ou excessiva velocidade, ou devido a sua má posição na hora da operação da máquina, causando debulha, acamamento e/ou duplo corte;

- Barra de corte: as perdas devem-se ao fato de as navalhas estarem quebradas, tortas, trincadas ou sem fio, e/ou os dedos encontrarem-se tortos; também devido à folga nas peças de ajuste da barra de corte.

As perdas no cilindro acontecem devido a pouca velocidade ou a muita distância entre o cilindro e o côncavo, normalmente, apresentam-se em forma de panículas sem debulhar ou meio debulhadas, que saem com a palha do saca-palhas ou com a palha miúda das peneiras (EMBRAPA, 2011).

É medida a perda recolhendo toda a palha que cai na parte traseira da máquina, em uma lona por uma determinada área de cultura, separando-se desta palha as espigas sem trilhar ou mal trilhadas, e avaliando-se seu peso, tem-se a perda no cilindro (ALONÇO, 1997). Segundo o mesmo autor, os grãos separados pelo côncavo e saca palha e as impurezas são levados pela bandeja coletora para a unidade de limpeza, composta, ainda, de peneira superior, extensão da retilha, peneira inferior e ventilador.

A peneira superior realiza uma pré-limpeza dos grãos que caem na peneira inferior; a extensão da retilha, posicionada na extremidade da peneira superior, tem a função de segurar os grãos não trilhados, enquanto a peneira inferior faz a limpeza final dos grãos, o ventilador joga o vento nas peneiras, auxiliando na eliminação, por diferença de densidade das impurezas dos grãos, os grãos limpos são transportados por condutores helicoidais e por correntes elevadoras para o tanque graneleiro ou

para a plataforma de ensacamento de grãos e os grãos não trilhados recolhidos pela extensão da retilha para a unidade de trilhamento da colhedora (Queiroz, 2005).

As perdas nas peneiras são causadas geralmente pela trilha, furos das telas muito fechados e ar mal dirigido, insuficiente ou excessivo, grãos soltos, que saem juntamente com a palha miúda. Para verificar esta perda, deve-se recolher somente a palha que sai das peneiras e separar os grãos soltos, (EMBRAPA, 2010).

Já as perdas no saca-palhas normalmente, dão-se devido a excessiva velocidade do saca-palhas, após o trilhamento, os colmos e parte dos grãos são conduzidos ao mecanismo de separação, composto pelo batedor traseiro, extensão do côncavo, saca palha e cortinas; o batedor é um defletor rotativo que realiza uma segunda degranação das plantas contra a extensão do côncavo, conduzindo-as para o saca-palhas para a separação final; as cortinas auxiliam na uniformização do material sobre o saca palha; o saca-palhas descarrega a palhada no solo e conduz os grãos remanescentes para o mecanismo de limpeza, para facilitar o preparo imediato do solo para a próxima colheita e, as colhedoras de arroz devem ser operadas com picador e espalhador de palha (GOMES, 2004).

A velocidade de deslocamento e conseqüentemente a taxa de alimentação da máquina podem ser alguns dos maiores fatores responsáveis pelas perdas na colheita do arroz irrigado (SILVA, 2004).

Conforme Embrapa (2010), a velocidade da máquina é considerada um fator de extrema importância, pois o operador deve conduzir a colhedora, cortando de maneira a aproveitar toda a largura da barra de corte, porém, avançando à maior ou menor velocidade, segundo as condições da cultura. A velocidade de avanço da máquina deve ser mais lenta em culturas mais espessas, com presença de plantas daninhas, quando as condições de trilha e a limpeza do material são mais difíceis. Quando se imprime à máquina uma velocidade excessiva de trabalho acima de 3 km h⁻¹ ocorre incompatibilidade com a rotação do molinete provocando a degrana prematura ou falhas de recolhimento, aumentando consideravelmente as perdas (EMBRAPA, 2010).

3 METODOLOGIA

Os dados foram coletados no mês de março de 2012, período este que coincidiu com a safra 2011/2012 da variedade de arroz irrigado IRGA 424, nos campos de produção da Granja 3 de Outubro do Grupo Pitangueira de Itaqui-RS, localizada entre os municípios de Itaqui e São Borja, próximo a BR 472, com coordenadas globais 28°56'48.24" sul e 56°10'37.41" oeste. A área caracteriza-se por ser uma área de arroz a mais de 10 anos de plantio, com sistema de preparo e semeadura convencional, apenas com curvas de nível, conhecidas como "taipas" para manejo da irrigação. As Figuras 5 e 6 demonstram a área experimental.



Fonte: Google Earth 2013
FIGURA 5 – Perímetro da área trabalhada.



FIGURA 6 – Área experimental fazenda 3 de Outubro.

Avaliaram-se os seguintes fatores relacionados às perdas, velocidade de deslocamento e dois diferentes mecanismos de trilha (rotor e saca palha).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em função da heterogeneidade da área, sendo que os tratamentos foram arranjados em esquema bifatorial (2 x 5), sistema de trilha (Fator A) x velocidade de deslocamento (Fator B). Foram feitos 3 blocos, para cada uma das velocidades avaliadas (1 km h⁻¹, 1,5 km h⁻¹, 2 km h⁻¹, 2,5 km h⁻¹ e 3 km h⁻¹). A Tabela 1 demonstra a descrição das máquinas utilizadas nos testes.

TABELA 1 - Máquinas analisadas e seus mecanismos de corte e trilha

Máquina	Plataforma	Sistema de Trilha
1	4,5m	Saca-palha
2	6,5m	Rotor

As imagens a seguir (Figura 7), demonstram os sistemas de trilhas trabalhados nos dois modelos de máquinas utilizados nos testes.



FIGURA 7 – (A, B) sistema de trilha por rotor axial, (C, D) sistema de trilha por saca-palha

Cada bloco representa uma passada da colhedora em cada uma das velocidades, em diferentes pontos da lavoura. Para o recolhimento do material resultante do sistema de trilha da colhedora, utilizou-se uma lona plástica enrolada a um cano de PVC no qual ficava preso ao eixo traseiro da colhedora como demonstrado na Figura 8, sendo que o comprimento da lona era determinado pela largura da plataforma. As máquinas utilizadas no experimento apresentaram diferença de tamanho no seu eixo traseiro, onde foi preciso utilizar lonas de tamanhos diferentes para cada uma delas. Na máquina de sistema de saca palhas, a plataforma tinha 4,5m de largura a lona possuía 12,6 m² devido ao estreitamento do eixo traseiro da máquina em relação à outra. No sistema por rotor axial a plataforma tinha 6,5m de largura a lona apresentava 27,3 m² de área de coleta.



FIGURA 8 - Esquema de amarração da lona no eixo traseiro da máquina (A,B).

Antes de iniciar a coleta da amostra, a máquina se deslocava por aproximadamente 10 metros para a uniformização do fluxo de palha e grãos no sistema de trilha e retrilha. No momento que se observava a uniformização do fluxo, desenrolava-se a lona, com a máquina em pleno funcionamento. Um fator levado em consideração no momento da avaliação foi o horário da coleta, sendo este das 10 horas da manhã às 17 horas da tarde, para não haver diferença de umidade entre as amostras. A Figura 9 apresenta a disposição da lona no terreno após a passagem da máquina.

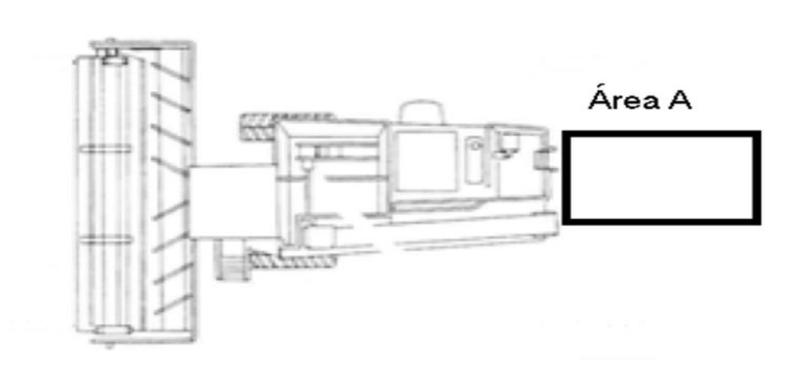


FIGURA 9 – Disposição da lona no terreno após ser desenrolada

A Figura 10 demonstra a disposição da lona no terreno depois de aberta já com o resíduo de palha de arroz coletado.

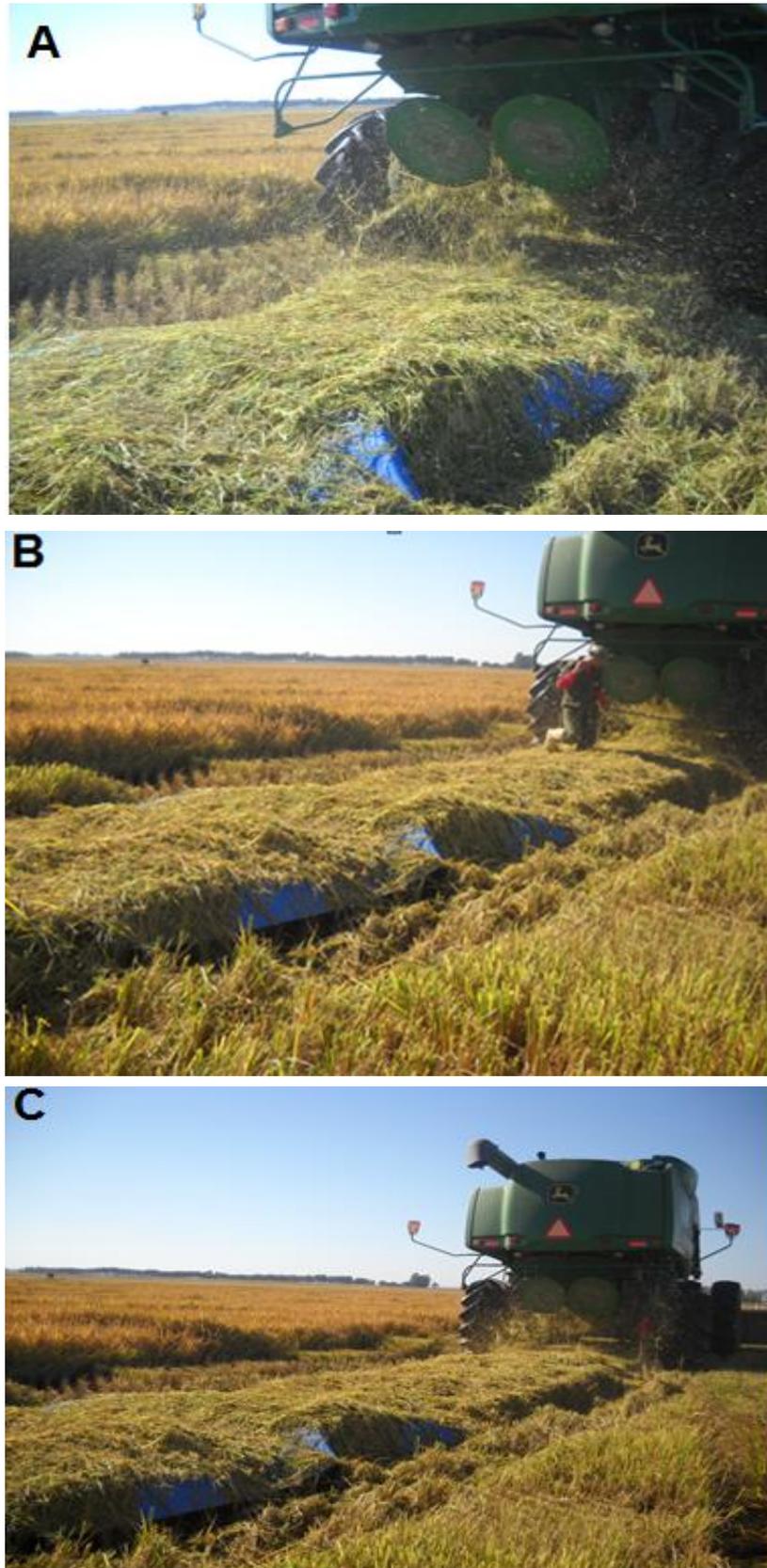


FIGURA 10 – Abertura da lona (A, B), lona no terreno após ser aberta já com o resíduo (C)

Após a passagem da máquina, o resíduo era recolhido cuidadosamente (para não haver perdas de amostra) e armazenado em uma embalagem plástica de 50 kg. Após, efetuadas as três repetições na velocidade e no sistema de trilha em avaliação, esse resíduo era peneirado ficando apenas os grãos de arroz, que eram pesados em balança de precisão como mostra Figura 11 (A, B, C e D). A partir dos valores obtidos na balança, foi corrigido a umidade e realizados os cálculos de perdas.

Para determinação dos valores de perdas nos dois sistemas de trilha utilizadas no experimento, levando-se em consideração as diferentes larguras de plataforma e bitola traseira, foi utilizada a seguinte Equação:

$$P_{ST} = M_{\text{bloco}} \div (T_{\text{lona}} \times T_{\text{plataforma}}) =$$

Onde:

P_{ST} = perdas no sistema de trilha ($\text{kg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$)

M = média dos blocos (kg^{-1})

T_{lona} = tamanho da lona (m^2)

$T_{\text{plataforma}}$ = tamanho da plataforma de corte (m)



FIGURA 11 - Materiais utilizados para coleta de dados para as avaliações, (A) lona plastica, (B, C) peneira, (D) balança

Os resultados foram submetidos à análise de variância para determinação da interação entre os fatores (A x B), bem como o efeito principal do fator quantitativo B, avaliado. Aos efeitos principais dos fatores A e B procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. Para análise estatística utilizou-se o software livre Assisat[®] (20013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados observou-se que há um aumento considerável dos valores correspondentes às perdas na medida em que a velocidade aumenta, acentuando-se quando se aproxima dos 3 km h^{-1} , para ambos os sistemas de trilha avaliados, como pode ser observado na Tabela 2.

TABELA 2 Valores de perdas em kg ha^{-1} em função da velocidade de deslocamento nos dois sistemas de trilha avaliados

Sistema de Trilha	Velocidade de Deslocamento				
	1 km h^{-1}	$1,5 \text{ km h}^{-1}$	2 km h^{-1}	$2,5 \text{ km h}^{-1}$	3 km h^{-1}
Saca palha	78,3033 aC	96,5567 aC	290,2067 aB	324,7033 aB	623,6800 aA
Rotor	16,6000 aB	26,4900 aB	71,3000 bB	68,1967 bB	429,2033 bA

*Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro (letras maiúsculas linha e minúsculas coluna).

Tomou-se como testemunha a faixa de velocidade entre 2 e $2,5 \text{ km h}^{-1}$, faixa de trabalho recomendada usualmente pelo engenheiro agrônomo Rubens Dalenogare agrônomo responsável pelas lavouras de arroz do Grupo Pitangueira.

Analisando os dados do sistema por saca palhas, observa-se que os valores encontrados na faixa de velocidade entre 1 e $1,5 \text{ km h}^{-1}$, não diferem significativamente entre si, porém obtém-se diferença significativa se comparado a faixa de velocidade entre 2 e $2,5 \text{ km h}^{-1}$. Na faixa de velocidade $1,5 \text{ km h}^{-1}$ as perdas ficaram em 97 kg ha^{-1} , sendo que na velocidade de $2,5 \text{ km h}^{-1}$ essa perda passa para 325 kg ha^{-1} de arroz por hectare, diferença de 230 kg ha^{-1} , diferença significativa se levarmos em consideração que na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul os produtores de arroz plantam no mínimo 50 hectares de arroz irrigado (IRGA, 2013). Numa área de 50 ha^{-1} com uma perda de 230 kg ha^{-1} se tem uma perda de

onze mil e quinhentos quilos de arroz, que ficam na lavoura e deixam de serem investidos na mesma.

Os valores podem dobrar se o operador optar por trabalhar à uma faixa de 3 km h⁻¹, diferença significativa, no montante de perdas de aproximadamente 350 kg ha⁻¹ à mais, em relação a velocidade inicial, totalizando uma perda 624 kg de arroz por hectare nas velocidades superiores.

Segundo Silva (2004) quando à máquina está operando com velocidade excessiva e incompatível com a rotação do molinete ela provoca a degrana prematura dos grãos ou falhas de recolhimento, aumentando conseqüentemente as perdas. Em busca de minimizar as perdas que podem ser parcialmente evitadas, tomando-se alguns cuidados de regulagem do maquinário assim como velocidade excessiva de deslocamento (Reis, 2008).

Levando em consideração o preço da saca de 50 kg de arroz, que custa trinta e dois reais (Camil Alimentos S/A, 2013) pode-se, dizer que um produtor de arroz irrigado que planta 100 ha⁻¹ e, faz sua colheita utilizando uma colhedora com sistema de saca-palhas na faixa de velocidade entre 2,5 a 3 km h⁻¹, terá uma perda aproximadamente de 650 kg de arroz por hectare. Esse produtor esta perdendo aproximadamente R\$ 41.600,00 (quarenta e um mil e seiscentos reais), que no final da safra será um prejuízo muito maior se somado as horas de trabalho da máquina e custos operacional.

A faixa de velocidade entre 1 e 1,5 km h⁻¹ no sistema de saca-palha corresponde a melhor faixa de velocidade para se ter, um mínimo aceitável de perdas de grãos, aproximadamente 2 sacas ha⁻¹ (100 kg ha⁻¹). Esse valor foi menor que os obtidos por Fonseca & Silva (1997), que encontraram perda média na colheita de arroz de 238 kg ha⁻¹. Os valores de perda obtidos estão próximos da faixa de perda aceitável para a operação de colheita mecanizada do arroz irrigado, nesta faixa de velocidade (1 e 1,5 km ha⁻¹), que segundo os mesmos autores deve ser menor que 90 kg ha⁻¹. Uma das contribuições para que ocorresse essa perda, próximo ao aceitável, foi a operação no momento adequado, quando os grãos possuíam teor de umidade médio de 18% b.u. segundo Castro et al., (1999) e Fonseca (2006), a colheita de arroz deve ser realizada quando os grãos possuírem teor d umidade entre 18% e 22% b.u. Outro ponto de contribuição foi a cultivar usada em teste IRGA 424, cultivar muito produtiva.

Esta faixa de velocidade entre 1 e 1,5 km h⁻¹ apresenta as menores perdas, porém não é uma faixa de velocidade de trabalho usual, pois apresenta baixa eficiência operacional, ou seja, menor rendimento operacional. De acordo com Hunt (2001), eficiência operacional é o resultado da relação entre o tempo que a máquina efetivamente trabalhou na operação de campo e o tempo que ela utilizou para realizar a operação.

Em relação a velocidade recomendada de trabalho compreendida entre 2 e 2,5 km h⁻¹ mostrou-se eficiente, onde obtemos um aumento nas perdas de grãos na ordem de 300 kg ha⁻¹ (6 sacas de 50 Kg ha⁻¹), sendo que o aceitável segundo EMBRAPA (2013) fica na ordem de 200 kg ha⁻¹ (4 sacas de 50 kg).

No sistema axial, nota-se uma grande oscilação entre os valores das amostras obtidas, como demonstrado na Tabela 2, mas mesmo assim fica clara sua eficiência em comparação ao sistema de saca-palhas. O sistema de trilha axial comparado ao sistema saca-palha nas faixas de velocidades compreendidas entre 1 a 1,5 km h⁻¹, não diferem significativamente entre si, pois se tem uma diferença de 62 kg a mais, comparado ao sistema saca-palha. Nota-se que a partir da velocidade e de 2 km h⁻¹, começa a apresentar uma diferença significativa entre os dois sistemas de trilha, onde no sistema de rotor na faixa de 2 km h⁻¹ as perdas ficam na ordem de 71,300 kg ha⁻¹ de grãos, no sistema de saca-palha à 2 km h⁻¹ as perdas sobem para 290,206 kg ha⁻¹ diferença esta, de quatro sacas a mais perdidas no campo.

Existe um crescente avanço na tecnologia das colhedoras, a fim de minimizar a ocorrência de perdas. Segundo Reis (2008), essas máquinas são mais eficientes nos seus mecanismos de recolhimento e trilha das plantas, devido a mudanças que ocorreram na arquitetura das plantas de arroz que apresentam porte mais ereto.

No sistema axial, na velocidade de 2 km h⁻¹ tem-se uma perda de 71,3 kg de grão por hectare e em 2,5 km h⁻¹ nota-se um decréscimo desse valor, ficando em torno de 68,196 kg de grãos por hectare. Ficando na faixa recomendada por Fonseca & Silva (1997) citado anteriormente.

Um fator que deve ser levado em consideração é a diferença de tamanho das duas plataformas de corte das máquinas avaliadas, o que pode estar ajudando nessa discrepância entre os valores obtidos dos dois sistemas. No sistema saca-palha trabalhou-se com uma plataforma de 4,5 metros e no sistema rotor a plataforma de corte possuía 6,5 metros de largura o que pode estar influenciando nessa diferença. Isso se deve em função do rotor trabalhar dentro da capacidade de

fluxo ideal para o seu perfeito funcionamento, em função do volume de palha recolhido de acordo com a largura de corte da plataforma.

Tendo-se em vista os resultados da Tabela 2 podemos avaliar que o sistema axial, assim como o sistema de saca-palha apresenta bom desempenho numa faixa de velocidade compreendida entre 1 a 1,5 km h⁻¹ quase sem perdas significativas (100 kg ha⁻¹).

A diferença entre os dois sistemas fica mais clara quando se observa a Tabela 2, comparando os dois sistemas nas mesmas velocidades de deslocamento o sistema de rotor axial quando comparado ao sistema de saca palhas mostra-se mais eficiente, perdendo a metade ou menos em relação ao outro sistema em teste.

As perdas excedentes nas faixas de trabalho entre as velocidades de 2,5 a 3 km h⁻¹ nos dois sistemas avaliados justificam-se pelo excesso de palha no sistema de trilha que sobrecarregam o mesmo, diminuindo sua capacidade de separação de grão da palha. Já em relação a velocidade de 3 km h⁻¹ as perdas podem ultrapassar os 430 kg ha⁻¹ no sistema axial e 623 kg ha⁻¹ no sistema de saca-palha, podendo portanto utilizar esta velocidade quando justificar o valor das perdas.

Tendo conhecimento dos fatores inerentes a máquina que podem interferir na colheita, como clima, tempo e umidade, pode-se dizer que trabalhar numa faixa de velocidade entre 1,5 a 2,5 km h⁻¹ no sistema por rotor axial poderá ser mais eficiente em termos de capacidade operacional, quando comparado ao sistema de trilha por saca-palha que apresenta perdas extremamente elevadas em velocidades superiores a 2 km h⁻¹.

Desta forma, dependendo da velocidade de trabalho, se torna fundamental o conhecimento do sistema de trilha que está sendo utilizado. Informações sobre a operação de colheita podem indicar ações capazes de reduzir o seu custo e consequentemente aumentar a rentabilidade das lavouras de arroz irrigado (Araldi, 2012).

5 CONCLUSÃO

Dentre os sistemas de trilha avaliados, o sistema de trilha por rotor axial apresentou melhor desempenho em relação a perdas em kg ha^{-1} de arroz por hectare, quando trabalhando na faixa de velocidade entre 1,5 e 2,5 km h^{-1} , onde este sistema teve um mínimo de perdas possíveis com uma maior capacidade operacional da máquina, quando comparado ao sistema de saca-palhas.

Para o sistema de saca-palhas as perdas apresentadas foram maiores devido a ineficiência do seu sistema operacional, acarretando valores de perdas totalmente inaceitáveis em velocidades de deslocamento maiores que 2 km h^{-1} .

REFERÊNCIAS

ALONÇO, A. dos S. & REIS, Â. V. dos. **Perdas na colheita mecânica de grãos**. Pelotas: EMBRAPA- CPACT, 1997. 27p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 35).

Disponível em:

http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/sistema17_novo/cap10_colheita.htm

ALONÇO, A. S. et al. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil** . Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 3. Versão Eletrônica. Nov. 2005. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm>> Acesso em: 18 jan. de 2012.

AGOSTINETTO, D. et al. **Planta Daninha**, Perdas de rendimento de grãos na cultura de arroz irrigado em função da população de plantas e da época relativa de emergência de arroz-vermelho ou de seu genótipo simulador de infestação de arroz-vermelho. v. 2, n. 2, p. 175-183, 2004.

ARALDI, F. P. et, al. 2012. **Eficiência operacional na colheita mecanizada em lavouras de arroz irrigado**. Ciência Rural, Santa Maria, v.43, n. 3, p. 445-451, (circular técnica).

ARROZ IRRIGADO **recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil** / 28. Reunião Técnica da Cultura de Arroz Irrigado, 11 a 13 de agosto de 2010, Bento Gonçalves, RS. – Porto Alegre: SOSBAI, 2010.

CAISEIH, **Informações manual de uso colheitadeiras axial – Flow 2566/2688/2798**. Disponível em: <http://www.caseih.com/brazil/Products/Colhedoras-e-Colheitadeiras/Axial-Flow-2688-e-Axial-Flow-2799/Documents/MAC0267.pdf> Acessado em Março 2013.

Castro, E. da M. de, Vieira, N.R. de A., Rabelo, R.R., Silva, S.A. da. 1999. **Qualidade de grãos em arroz**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Brasil. 30 p. (circular Técnica, 34).

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos do Rio Grande do Sul, safra 2010/2011. 2012**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=19247&t=2#this>> Acessado em: 20 Dez. de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional De Pesquisa de Arroz e Feijão. **Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins –**

COLHEITA. Doc. Cent. Nac. Pesqui. Arroz e Feijão/EMBRAPA, nº 3, 2004. Acessado em: 31 de Agosto de 2013. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE_01169.pdf

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura de soja no Paraná 2010.** Doc. Cent. Nac. Pesqui. Soja/EMBRAPA, nº 131, 2008. p. 213.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistemas de Produção, 17. ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica, Dez./2011 **Perdas na colheita mecânica de grãos.** Pelotas: Disponível em: http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/sistema17_novo/cap10_colheita.htm

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso.** Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, Nº 7, ISSN 1679-8869 Versão eletrônica, Setembro/2006, Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/colheita.htm>, Acesso em: 05/06/2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de Produção**, 17 ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica Dez./2001 Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul. Disponível em: http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/sistema17_novo/cap10_colheita.htm

FARONI, L. R. D. et al. **Determinação do rendimento do arroz (cultivar IR 841) após secagem às temperaturas e 50, 60 e 70°C, para períodos de repouso de 30, 60, 120 e 180 minutos.** Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, v. 11/12, n. 1/2, p. 26-31, 1987.

Fonseca, J.R., Silva, J.G. da. 1997. **Perdas de grãos na colheita do arroz.** 2. Ed. EMBRAPA, Goiânia, Brasil. 26 p. (circular Técnica, 24).

FRANCK, C.J. et al. **Avaliação das perdas na colheita mecanizada de arroz irrigado variedade SATOR CL.** in: Mostra de Produção Universitária, Universidade Federal do Rio Grande 2009.

GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JR, de A. M. de (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 727-744.

HARMOND, J.E. **Seed harvesting losses, causes and cures. Paper reprinted from Crop & Soils Magazine.** Wisconsin, 1967. (imeografado).

HUNT, D. **Farm power and machinery management/Donnell Hunt.** Ames: Iowa state, 2001. 368p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=33> Sala de imprensa notícias **Perdas de grãos, no Brasil, chegam a cerca de 10% da colheita. Comunicação Social 15 de março de 2005.** Acessado em junho de 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Comunicação Social 15 de março de 2005, Acessado em: 12/05/2012. Disponível em: IBGE <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=33>

JARDINE, C. **Quando a produção não vai para o saco.** A Granja, Porto Alegre, v. 58, n. 639, p. 12-19, mar. 2002. Disponível em: <<http://www.agranja.com/AGranja/639/capa.pdf>>. Acesso em: Abril de 2013. .

José Geraldo da Silva, **Máquinas no arrozal.** Embrapa Arroz e Feijão. Este artigo foi publicado na edição número 28 da revista Cultivar Máquinas, de março de 2004. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id>> Acessado Janeiro de 2013.

LÍLIA S. HEIFFIG et. al **SOJA: COLHEITA E PERDAS** série produtor rural número especial Piracicaba 2006. Acessado em 05/09/2013. Disponível em : <http://www.esalq.usp.br/biblioteca/PUBLICACAO/Serie%20Produtor%20Rural%20Especial%20-%20Soja%20Colheita%20e%20Perdas/soja.pdf>

MACHADO, A.L.T. **Colhedoras de fluxo axial reduzem danos às sementes.** Revista Seed News, v.2, n.4. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed74/artigocapa74.shtml>> Acesso em nov. 2012

MASSEY FERGUSON, **Manuais para operadores de colheitadeiras axial**> Disponível em: <http://www.massey.com.br/Release/mf-32sr-pela-primeira-vez-na-coopavel>> Acessado em abril de 2013.

PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. **Efeito da colheita mecanizada nas perdas qualitativas de grãos de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*)**. Energia na Agricultura. Botucatu, v. 14, nº 1. 2000b. p. 69-81.

Queiroz, E. F. ET. AL **Recomendações técnicas para a colheita da soja. Londrina**. Embrapa, 1978. 31p Acessado em: 21/06/2012. Disponível em: BALASTREIRE, L. A. Máquinas Agrícolas. São Paulo: Editora Manole LTDA, 1987. http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngMec/2012/Marcos_Alessandro_Manteufel.pdf

RICETEC Sementes. Disponível em: <http://www.ricetec.com.br/satorcl.php> Acessado em Março de 2012.

Reis, F. Elton et al. 2012. **Perdas de grãos na colheita mecanizada do arroz de terras altas em função das velocidades de deslocamento e do molinete**. EMBRAPA Arroz e Feijão. Anápolis, Goiás. Brasil. (circular técnica).

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. **A New Version of The Assisat-Statistical** Assistance Software

Silva, J.G. da. 2004. **Máquinas no arrozal**. Revista Cultivar Máquinas 28: 6-9.

Silva, J.G. da, Fonseca, J.R. 2006. Colheita de arroz. In: Santos, A.B. dos, Stone, L.F., Vieira, N.R. de A. (ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. Ed. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Brasil. P. 684-731.

STEFFE, J. F.; SINGH, R. P.; MILLER JR., G. E. **Harvest, drying and storage of rough rice**. In: LUH, B. S. (Ed.) **Rice: production and utilization**. Westport: CTAVI, 1980. p. 311- 359.