

CAPÍTULO 11

SISTEMAS DE COLHEITA DE CRAMBE (*CRAMBE ABYSSINICA* HOCHST)²

Cristiano Márcio Alves de Souza
Priscila Reginato
Larissa Porto Ale
Roberto Carlos Orlando
Leidy Zulys Leyva Rfull
Natanael Takeo Yamamoto

RESUMO

Com o estímulo à produção e ao uso de biodiesel, o crambe simula uma das melhores opções para o fornecimento de matéria-prima para o setor, uma vez que contém valores significativos de óleo em suas sementes. O crambe apresenta hábito de florescimento indeterminado. Para estas plantas, o florescimento e, conseqüentemente, a produção das sementes, ocorrem por um extenso período, o que evidencia os efeitos da maturação na qualidade das sementes. A demanda por sementes de qualidade, para o estabelecimento da cultura, tem aumentado a cada ano. Nesse sentido, cita-se que na colheita mecanizada, a lavoura de crambe não deve apresentar plantas acamadas, desuniformidade de maturação, grande altura de inserção dos frutos e fácil deiscência, pois esses fatores têm dificultado a utilização satisfatória das máquinas de colheita. Na colheita manual de crambe o corte é realizado quando as plantas estão se desprovido das folhas, que vão amarelando, e os grãos mais baixas começando a secar, entretanto na colheita mecanizada o crambe pode ser colhido, transportado e armazenado com máquinas e estruturas similares as utilizadas para as culturas da soja e do milho. Dessa maneira, o presente capítulo foi escrito com os seguintes objetivos: descrever e discutir os diversos sistemas existentes para colheita mecânica do crambe, e apresentar metodologia para avaliar o desempenho da colheita mecânica do crambe e alguns resultados de experimentos em campo.

PALAVRAS-CHAVE: Crambe. Colheita manual. Colheita mecanizada. Desempenho.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de colheita são classificados em três tipos: manual, semimecanizado e mecanizado. No manual todas as etapas da colheita são realizadas manualmente. O sistema semimecanizado consiste em realizar uma ou algumas das etapas mecanicamente. No sistema mecanizado todas as etapas são realizadas por meio da utilização de máquinas.

A colheita mecânica apresenta uma série de vantagens em relação aos processos de colheita manual. Dentre as vantagens pode-se destacar o menor custo para realizar a operação, a redução do tempo de colheita e o aumento da eficiência da mão-de-obra expressa em área colhida por safra.

² Pesquisa apoiada por Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).



Quando as máquinas são utilizadas de maneira adequada possibilitam a expansão do cultivo, o atendimento do cronograma de atividades no tempo disponível e um maior controle na execução da operação, ficando menos susceptível a problemas climáticos inesperados. Entretanto, algumas peculiaridades relacionadas às interações solo-máquina-planta durante este processo, têm provocado danos mecânicos aos grãos, excessiva presença de impurezas, perda de produto e desgaste excessivo de componentes mecânicos.

A agricultura tem exigido qualidade e elevado rendimento em suas atividades, onde a competitividade tem levado as empresas agrícolas a reduzir custos e colocar produtos de alta qualidade no mercado consumidor. Realidade essa também aplicável a todo ciclo produtivo da cultura, principalmente durante a colheita, que se mal realizada, pode ser responsável pela queda da qualidade final do produto, e se não realizada no período de tempo adequado, pode provocar perdas quantitativas elevadas.

Dessa maneira, o presente capítulo foi escrito com os seguintes objetivos: descrever e discutir os diversos sistemas existentes para colheita mecânica do crambe, e apresentar metodologia para avaliar o desempenho da colheita mecânica do crambe e alguns resultados de experimentos em campo.

2. ASPECTOS DA CULTURA DO CRAMBE RELACIONADOS COM A COLHEITA

Quando o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) se aproxima do término do ciclo, as folhas tendem a secar e cair das plantas. Poucos dias após a queda das folhas, as colorações dos grãos e de pequenos ramos tendem a amarelar. Quando esta cor descer pelo caule e passar abaixo da última inserção de ramo com semente (geralmente 90 a 105 dias após o plantio) terá atingido o ponto de colheita (REGINATO, 2014). O crambe é suscetível à quebra dos grãos e a infecção pela *Alternaria brassicicola*, principalmente, quando ocorrem atrasos na colheita (JASPER, 2009).

O crambe pode ser colhido utilizando uma colhedora combinada, com alguns ajustes no sistema de separação. A velocidade do molinete deve ser ajustada ligeiramente maior que a velocidade de deslocamento da colhedora, visando minimizar a queda dos grãos. A barra de corte deve estar ajustada numa altura inferior a aquela da inserção dos primeiros grãos, e as cascas dos grãos devem permanecer intactas. Tem sido usado velocidade no cilindro trilhador de 400 a 500 rpm para máquinas de maior porte, e aquelas menores de 650 a 950 rpm (REGINATO, 2014), e uma abertura do côncavo de 10 a 20 mm, dependendo da taxa de alimentação de palhada da máquina, e por consequência do preenchimento do côncavo. A vazão



do ar do ventilador deve ser ajustada para o menor possível, com a velocidade do ventilador inferior a 500 rpm, porém, nunca impedir o fluxo de ar (KNIGHTS, 2002).

Para Knights (2002), antes de iniciar o processo de secagem, os grãos devem passar por um processo de pré-limpeza, para posteriormente serem encaminhados para secagem. O crambe deve ser secado até 10 a 14% de teor de água. Deve ser armazenado em local limpo, livre de pragas e roedores. Pode ocorrer que no momento da colheita o crambe apresente-se seco, porém a área pode conter partes verdes de plantas daninhas.

Na colheita mecanizada, a lavoura de crambe não deve apresentar plantas acamadas, desuniformidade de maturação, grande altura de inserção dos frutos e fácil deiscência, pois esses fatores têm dificultado a utilização satisfatória das máquinas de colheita.

3. CUIDADOS NO CULTIVO DO CRAMBE PARA A COLHEITA POR MÁQUINAS

O crambe apresenta hábito de florescimento indeterminado. Para estas plantas, o florescimento e, conseqüentemente, a produção das sementes, ocorrem por um extenso período, o que evidencia os efeitos da maturação na qualidade das sementes. Em plantas com florescimento determinado, a maturação das sementes é relativamente uniforme entre as inflorescências; entretanto, em espécies com florescimento indeterminado, realizar a colheita em época desfavorável resulta em sementes com variação nos estágios de maturação e potencial de crescimento (COPELAND, 1976).

O florescimento inicia-se das pontas dos ramos para a base, após esse período, a maturação do crambe ocorre rapidamente (de uma a duas semanas). Desta forma, sementes em vários estágios de desenvolvimento estão presentes na planta de forma simultânea e a colheita na época correta é importante para evitar perdas de frutos por degrana (FONTANA *et al.*, 1988).

Retardar a colheita para permitir a maturação das sementes tardias no desenvolvimento é um risco, visto que pode ocorrer perda de sementes que já se encontram maduras. Por outro lado, antecipar a colheita resulta em um número maior de sementes imaturas de baixa qualidade que podem ser difíceis de serem removidas por métodos tradicionais de limpeza e classificação durante a etapa de beneficiamento (CASTRO *et al.*, 2004).

Durante períodos quentes e secos, o campo deve ser monitorado diariamente ou a cada dois dias, para determinar o momento certo da colheita. O crambe está fisiologicamente maduro quando 50% das sementes tornam-se marrons. Na maturidade, o aspecto da planta pode variar de caules e folhas ainda verdes até folhas amarelas e senescentes (KNIGHTS, 2002). O crambe está em condições para ser colhido entre 90 e 100 dias após a sementeira, quando a maior parte



das folhas cai, os caules superiores estão amarelos e aproximadamente 75% dos frutos estão marrons (DESAI, 2004).

É preferível que as sementes sejam colhidas assim que alcançarem o ponto de colheita, pois a semente por ser muito leve pode se desprender do caule pela ação da energia cinética do vento e o efeito de fadiga que é submetido o pedúnculo.

A mecanização da cultura do crambe, independente do sistema de cultivo empregado, não apresenta maiores problemas na realização das operações que antecedem a colheita. Podem ser usados os mesmos equipamentos de outras culturas, como a do arroz, do milho e da soja, para o preparo do solo, a sementeira, os tratamentos culturais e a colheita.

A lavoura deve ser conduzida para controlar plantas daninhas, doenças e/ou pragas de forma a favorecer a colheita. Lavouras mal conduzidas, geralmente, afetam o desenvolvimento da cultura, produzindo plantas atípicas, inapropriadas para o corte e a trilha mecânica, e com baixa produtividade.

Na busca de minimizar o problema da desuniformidade de maturação da cultura, pode ser usado antes da colheita a dessecação por herbicida, o que aumenta os custos de produção, sem falar que está sendo adicionado agrotóxicos ao produto, que podem influenciar na eficiência do processo de fabricação do biodiesel.

O atraso da colheita, a partir do momento em que as sementes se tornam independentes da planta-mãe, acarreta sérios inconvenientes determinados pela exposição relativamente prolongada das sementes às condições menos favoráveis do ambiente. Podem ocorrer quedas do potencial fisiológico e da quantidade produzida em espécies que exibem deiscência dos frutos ou degrana natural das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A permanência das sementes no campo, após a maturidade, pode acarretar injúrias devido à exposição das mesmas à alternância de períodos secos e úmidos. Se ocorrer uma secagem excessiva, estas sementes tornam-se sensíveis a danos mecânicos na colheita. Segundo Castro *et al.* (2004), a supermaturação (ou maturação excessiva) também pode ser prejudicial à qualidade da semente. Em sementes que secam naturalmente no estádio para a colheita, a maturação excessiva não tem significado de desenvolvimento e, se estas não forem colhidas de imediato, o envelhecimento e a deterioração podem ocorrer enquanto ainda estiverem na planta.

A secagem excessiva dos grãos também pode prejudicar o processo de extração de óleo, pois a grande maioria das prensas disponíveis no mercado apresenta 8-10% de teor de água como limites para operar. Dessa forma, valores menores podem causar o embuchamento da



máquina, diminuindo sensivelmente a eficiência e o desempenho operacional do sistema de extração de óleo.

4. SISTEMAS DE COLHEITA DE CRAMBE

4.1 Colheita manual

Nesse sistema de colheita todas as etapas são realizadas manualmente. O corte é realizado quando as plantas estão se desprovendo das folhas, que vão amarelando, e as sementes mais baixas começando a secar (Figura 1). Normalmente a etapa do corte é realizada quando as sementes apresentam em torno de 15% de teor de água.

Figura 1: Colheita manual de crambe.



Fonte: Autoria própria (2012).

Após o corte, as plantas são transportadas para terreiros, em camadas de aproximadamente 50 cm de altura para realização do processo de bateção com varas flexíveis ou rígidas. Em seguida é retirado a palhada e realizada a abanação dos grãos, visando diminuir as impurezas e possibilidade de ataque por insetos e fungos durante o período de pós-colheita. Além disso, com os grãos limpos o produtor tem maior facilidade de comercialização do produto ou extração do óleo.

Esse sistema de colheita além de apresentar elevados custos é também um trabalho muito desgastante, visto que o trabalhador, na maioria das vezes, executa suas tarefas em uma posição desfavorável, principalmente durante o corte.

4.2 Colheita semimecanizada

A combinação da colheita manual e mecânica tem sido usada em maior escala que a manual, uma vez que o corte e o carregamento são, na maioria das vezes, realizados manualmente e as demais etapas mecanizadas. As etapas mecanizadas contam com o uso de trilhadoras estacionárias ou colhedoras combinadas convencionais ou de fluxo axial (rotor).



Em pequenas propriedades as etapas mecanizadas são, geralmente, realizadas por trilhadoras estacionárias e abanadoras para separação dos grãos, acionadas por motor elétrico, de combustão interna ou pela tomada de potência de trator (TDP). A alimentação da máquina é realizada manualmente, feita por um ou mais homens.

Figura 2: Trilhadora estacionária.



Fonte: Friedrich-Wilhelm (2012).

4.3 Colheita mecanizada

O crambe pode ser colhido, transportado e armazenado com máquinas e estruturas similares as utilizadas para as culturas da soja e do milho. Esta representa uma grande vantagem para o produtor, pois não há necessidade de investimentos específicos para a cultura, além de possibilitar a maximização de uso de máquinas e equipamentos que de outra forma ficariam ociosos. Na colheita mecânica é empregada a colhedora convencional ou de fluxo axial de grãos.

Figura 3: Colheita de crambe utilizando colhedora combinada.



Fonte: Aatoria própria (2012).

O teor de água da planta e do grão é um fator importante durante a colheita, uma vez que quando secas há maior deiscência dos grãos na plataforma de corte devido ao impacto do



molinete, e maior dano mecânico aos grãos no sistema de trilha. Quando estão muito úmidas dificultam o processo de trilha, aumentando as perdas de grãos verdes sem debulha, além de aumentarem os problemas de embuchamento do sistema de trilha e requererem um maior consumo de energia para realizar a operação.

5. DESEMPENHO DAS MÁQUINAS DESTINADAS À COLHEITA

Além da preocupação com a produtividade da cultura deve-se preocupar também com a qualidade dos grãos produzidos e, segundo Brooker *et al.* (1992), esta depende das condições ambientais durante o desenvolvimento da cultura, dos tratos culturais, do grau de infestação por microorganismo e insetos, da época e do sistema de colheita, dos processos pós-colheita e do transporte.

O desempenho de colhedoras pode ser entendido como o conjunto de atributos que caracterizam a capacidade e a habilidade na execução das operações de colheita. Os fatores importantes na análise do desempenho de uma máquina de colheita podem ser agrupados nos seguintes: capacidade de colheita, qualidade do processamento do produto, funcionalidade mecânica, ergonomia e segurança.

Produtos com elevado teor de água são mais difíceis de serem colhidos e processados, por isso a capacidade de colheita de uma máquina é sensivelmente reduzida quando o produto apresenta elevados teores. A capacidade de colheita tem sido entendida como a quantidade de produto que uma colhedora é capaz de colher em função do tempo, conforme segue:

$$C_C = \frac{m_g}{t} \quad (1)$$

em que, C_C - capacidade de colheita, $t \text{ h}^{-1}$; m_g - massa de grãos colhidos, t ; t - tempo gasto na colheita, h .

A qualidade do processamento do produto pode ser avaliada por meio da determinação das perdas de matéria seca, da eficiência de limpeza do produto e do índice de danos mecânicos causados ao produto.

As perdas de grãos podem ser determinadas demarcando-se uma área no terreno, depois de realizada a colheita, efetua-se a catação manual de todos os grãos ali presentes. Em seguida, faz-se a pesagem do material recolhido, e a perda é expressa em massa por unidade de área. As perdas de qualidade dos grãos são avaliadas comparando-se a qualidade final do produto colhido pela máquina com a daquele colhido manualmente. Neste caso tanto podem ser



avaliadas a porcentagem de produto avariado, as características de extração de óleo do mesmo, ou ainda, podem ser usados métodos de análise fisiológica de sementes.

Além de problemas associados à regulação das máquinas, as perdas tanto qualitativas quanto quantitativas estão associadas ao fluxo e às condições do material que entra na colhedora. Cada mecanismo de uma colhedora tem uma capacidade de processamento que depende das suas características mecânicas e das condições do produto que está sendo colhido. Sempre que se ultrapassa a capacidade limite de um dado mecanismo, perdas tanto quantitativas quanto qualitativas podem ocorrer, além do risco de embuchamento da máquina e maior consumo de energia na operação.

Devido às suas características reprodutivas, tem sido observado que alguns pequenos produtores de crambe reserva certa quantidade de sementes para a próxima semeadura. Assim, é necessário conhecer o efeito do índice de danos mecânicos sobre a qualidade fisiológica das sementes de crambe colhidas por máquinas. O índice de danos mecânicos é apontado por vários autores como a principal fonte de problemas na produção de sementes.

Os danos mecânicos nos produtos agrícolas são devido às solicitações externas, sob condições estáticas ou dinâmicas, e, quando ocasionados durante a colheita, dependem principalmente do teor de água dos grãos, da velocidade periférica do cilindro trilhador e da abertura entre o cilindro e o côncavo.

Os danos não visíveis, com ruptura de pequena proporção no tegumento, são difíceis de serem detectados e tornam as sementes susceptíveis a fungos e insetos, o que, juntamente com sua posterior propagação, diminuirá sua qualidade fisiológica e possivelmente a oferta de óleo. Agora, os danos latentes correspondem àqueles que irão se manifestar durante o armazenamento, com a queda da qualidade fisiológica da semente, sendo representados por trincas microscópicas e abrasões.

Apesar da velocidade periférica do cilindro ser a principal responsável por danos mecânicos, ela é um importante fator no processo de colheita mecânica quando se analisa a capacidade e a eficiência de trilha. Além da velocidade periférica do cilindro, também dependem da abertura entre o cilindro e o côncavo, do tipo e das condições da cultura (umidade e maturação), e da taxa de alimentação da máquina.

A eficiência de trilha pode ser definida como a relação dos grãos debulhados na região de trilha e os grãos que entraram no mecanismo. As perdas na colheita são influenciadas por fatores inerentes à cultura que se trabalha e fatores relacionados com a colhedora.



Os fatores relacionados com a cultura podem-se destacar a variedade, o teor de água de colheita, a população de plantas, o grau de infestação por plantas daninhas, a produção de massa verde, as características de preparo e conservação do solo, enfim, tudo aquilo que está ligado diretamente à planta e à sua volta.

Os fatores relacionados com a colhedora são a velocidade de trabalho, a rotação e a posição do molinete, a rotação do cilindro trilhador, a abertura entre cilindro-côncavo, as condições de funcionamento da barra de corte, a regulagem dos transportadores, a manutenção e a regulagem dos sistemas de transmissão, o fluxo de ar do ventilador e a velocidade de oscilação do saca-palhas e das peneiras.

Os fatores relacionados com a máquina podem ser facilmente contornados pelos técnicos envolvidos no processo de colheita, enquanto aqueles relacionados com a cultura podem fugir ao controle da técnica.

As perdas ocorridas durante a colheita de grãos são classificadas em quantitativas e qualitativas. As perdas quantitativas são caracterizadas pela quantidade de grãos que a máquina deixou de colher, geralmente expressa em massa de produto perdida por área (kg ha^{-1}). As perdas qualitativas representam a perda de qualidade do grão ou da semente, caracterizadas por fatores tais como, purezas de sementes, germinação, danos mecânicos, vigor de sementes, etc.

As perdas quantitativas são divididas em perdas naturais (pré-colheita), perdas na plataforma de corte, perdas nos mecanismos internos da colhedora e perdas totais.

As perdas naturais geralmente são causadas por atraso na época adequada da colheita. Os ventos, as chuvas e granizos, também podem causar perdas, principalmente quando o produto já se encontra no ponto de colheita.

Antes de iniciar a colheita, faça várias medições que supor suficiente em diferentes locais da área que se pretende colher. Coloque a armação (Figura 4) no sentido transversal ao plantio das linhas. Recolha todos os grãos soltos e os que estiverem nas hastes encontrados dentro da armação. Pese o total de grãos encontrados nas medições, e some as áreas das armações, repita o cálculo realizado anteriormente, usando regra de três, para encontrar o peso da perda de pré-colheita por hectare.



Figura 4: Armação colocada para a colheita de pré-colheita.



Fonte: Autoria própria (2012).

A perda natural é obtida do quociente da massa de grãos perdidos pela área da armação (Equação 2).

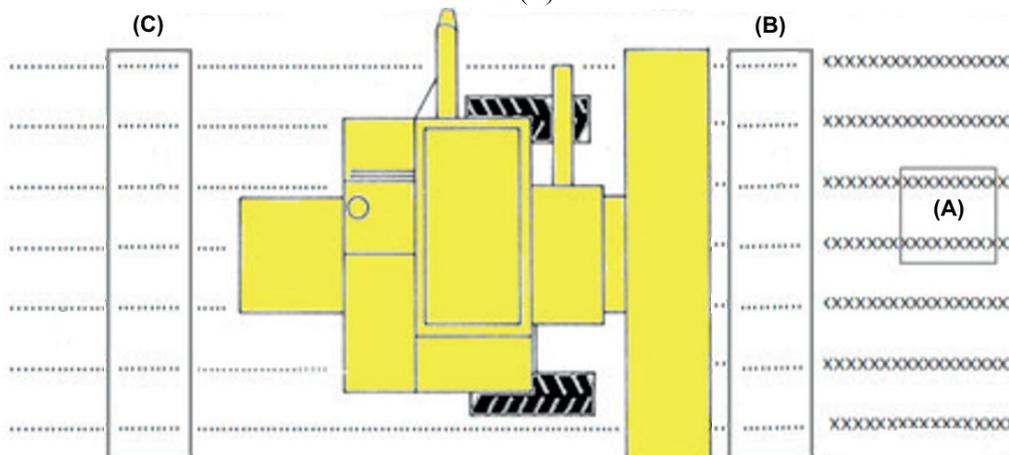
$$P_n = 10 \frac{m_n}{A} \quad (2)$$

em que, P_n - perda natural, $kg\ ha^{-1}$; m_n - massa de grãos perdidos naturalmente, g; A - área da armação, m^2 .

Para determinar as perdas nos mecanismos da colhedora deve-se colher uma quantidade de produto suficiente para que a máquina atinja seu funcionamento normal nas condições de colheita e de regulagem.

Para determinar a perda na plataforma de corte, a operação da máquina deve ser interrompida e deve-se dar marcha-à-ré na colhedora, a uma distância igual à metade de seu comprimento. A armação deve ser disposta na parte colhida em frente à plataforma e determinada às perdas (Figura 5B).

Figura 5: Esquema de colocação da armação para medição das perdas natural (A), na plataforma de corte (B) e total (C).



Fonte: Adaptado de Figueiredo *et al.* (2019, p. 16).



A perda na plataforma de corte é determinada subtraindo-se, do total de grãos coletados na armação, a perda natural, como mostra a seguinte expressão:

$$P_r = 10 \frac{m_r}{A} - P_n \quad (3)$$

em que, P_r - perda na plataforma de corte, kg ha^{-1} ; m_r - massa de grãos perdidos na plataforma de corte, g.

Na determinação da perda total o cortador de palha deverá estar desligado. Depois da passagem da máquina, coloque a armação atrás da colhedora, na parte colhida (Figura 5C), e colete os grãos presentes nesse espaço, estando eles aderidos às hastes ou não. Da mesma maneira que para as perdas na plataforma de corte, repita esta operação várias vezes, perfazendo medições que supor suficiente para expressar com significância as perdas. Pese os grãos coletados, repita os cálculos mostrados anteriormente para obtenção dos resultados em kg ha^{-1} .

As perdas nos mecanismos internos da colhedora ocorrem nos sistemas de trilha, de separação e de limpeza. Para determinar as perdas nos mecanismos internos basta subtrair das perdas totais as perdas da plataforma de corte, usando a seguinte relação:

$$P_i = P_t - P_r \quad (4)$$

em que, P_i - perda nos mecanismos internos da colhedora, kg ha^{-1} .

Um fator a mais a ser considerado pelos agentes envolvidos no processo de colheita é a qualidade do produto colhido (SOUZA *et al.*, 1998). Na colhedora, a injúria mecânica às sementes ocorre principalmente durante a debulha, ou seja, no momento em que forças externas são aplicadas à semente com o objetivo de separá-las da haste.

A injúria mecânica, juntamente com a mistura varietal, é apontada por Carvalho e Nakagawa (1988), como um dos mais sérios problemas da produção de sementes. E segundo estes mesmos autores, a trilha mecânica trata-se de uma das mais importantes fontes de danificações dos grãos.

Para avaliar a qualidade das sementes colhidas, recomenda-se amostragens no graneleiro da máquina. As amostras simples devem ser retiradas em diferentes locais do tanque graneleiro, formando com estas uma amostra composta de aproximadamente 2 kg. As determinações da pureza física, dos danos mecânicos e da qualidade fisiológica das sementes devem ser realizadas.

Os testes para determinar a pureza física das sementes podem ser realizados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para o cálculo das impurezas,



pesam-se todas as partículas presentes na amostra, bem como as sementes defeituosas, fragmentos das sementes que passaram em uma peneira de crivos circulares de 5 mm de diâmetro, sementes de outras espécies, detritos vegetais e corpos estranhos de qualquer natureza não oriundos do cultivar considerado. A porcentagem de pureza é determinada pela relação entre o peso de sementes puras e o peso inicial da amostra, conforme apresentado a seguir:

$$P_z = 100 \left(1 - \frac{m_i}{m_m} \right) \quad (5)$$

em que, P_z - pureza de sementes, %; m_i - massa de impureza e material estranho, g; m_m - massa inicial da amostra, g.

Para determinação dos danos mecânicos, devem ser retiradas e pesadas às sementes com injúrias visíveis, evidenciadas pelo teste de tetrazólio (FRANÇA NETO, 1994). No teste de tetrazólio, as sementes são pré-embebidas em papel toalha e mantidas à temperatura aproximada de 25°C durante 16 horas, sendo em seguida, submersas em solução de tetrazólio (2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio) à concentração de 0,075%, e colocadas em estufa à temperatura de aproximadamente 35°C durante 180 minutos. O índice de danos mecânicos pode ser determinado por meio da seguinte expressão:

$$D = 100 \frac{m_d}{m_m} \quad (6)$$

em que, D - índice de danos mecânicos, %; m_d - massa de sementes com danos mecânicos, g.

O método utilizando solução de tetrazólio facilita a visualização dos danos, por menor que seja, mas no caso de não se dispor desse produto, deve-se efetuar a contagem com mais cuidado e redobrada atenção.

O teste de germinação pode ser realizado com base nas recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes. O papel toalha é o substrato utilizado, sendo umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. As sementes devem ser espaçadas, igualmente, entre as camadas de papel, confeccionando-se rolos que são colocados na vertical dentro de um germinador, à temperatura aproximada de 25°C. A contagem de plântulas normais deve ser feita sete dias a partir do início da montagem do teste, sendo o resultado expresso em porcentagem de plântulas normais obtidas. Caso se deseje conhecer o efeito latente dos danos, uma vez que as sementes somente serão utilizadas na próxima sementeira, pode-se realizar novamente o teste de germinação após um determinado período de tempo.



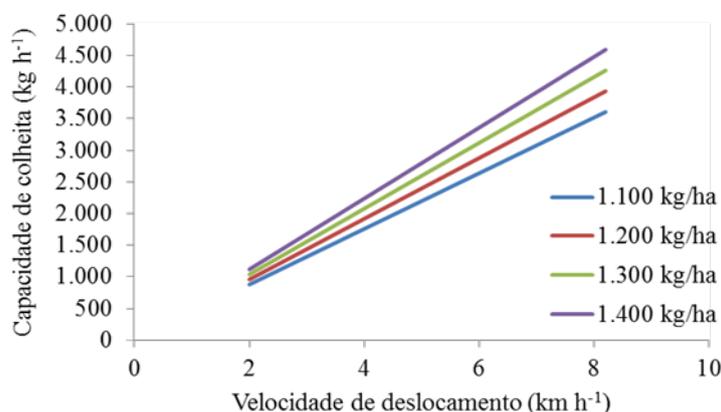
6. DESEMPENHO DE MÁQUINAS USADAS NA COLHEITA DE CRAMBE

Em trabalho realizado na Embrapa Agropecuária Oeste e no Laboratório de Projeto de Máquinas da Universidade Federal da Grande Dourados, onde foram testadas diferentes rotações do cilindro trilhador e diferentes velocidades da colhedora, os parâmetros avaliados foram: produtividade, perdas naturais, perdas na plataforma, perdas internas, perdas totais e germinação de sementes.

A produtividade foi obtida a partir da massa dos grãos, contidos na área útil das parcelas utilizadas para estimar a população das plantas, mediante pesagem, e expressa em toneladas por hectare, ajustadas para 13% de teor de água, baseadas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). A produtividade do crambe na área experimental foi de $1.258,8 \pm 74,7 \text{ kg ha}^{-1}$. Reginato *et al.* (2013) encontrou teor de óleo das sementes de crambe de 32%.

Na Figura 6 está apresentada a capacidade de colheita de uma colhedora combinada, de 4,0 m de largura da plataforma de corte, na colheita de crambe. Pode-se observar que a capacidade de colheita da máquina aumentou com o incremento da velocidade de deslocamento e da produtividade do crambe.

Figura 6: Capacidade de colheita de uma colhedora combinada em função da velocidade de deslocamento, para as respectivas produtividades do crambe.

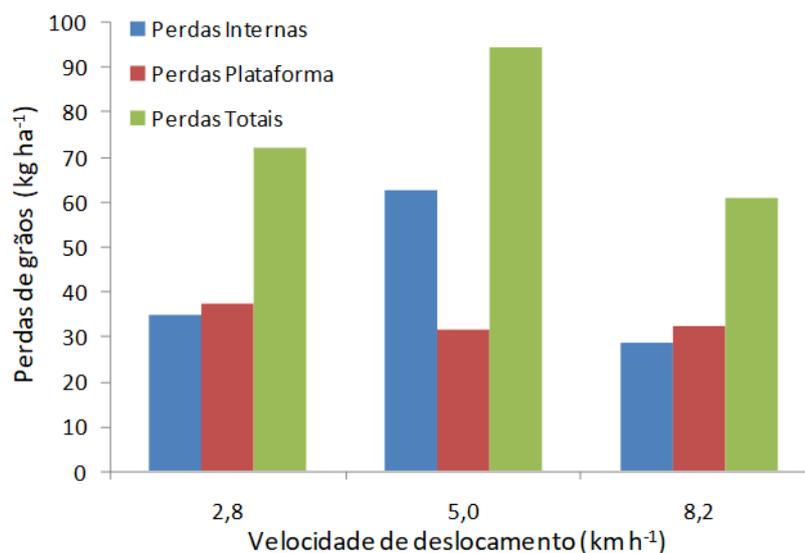


Fonte: Autoria própria (2014).

As perdas naturais de grãos de crambe foram, em média, de $87,4 \text{ kg ha}^{-1}$. Avaliando as perdas de grãos da máquina, verificou-se que as maiores perdas nos mecanismos internos e as perdas totais foram de $62,8$ e $94,4 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. A maior perda na plataforma de corte foi de $37,2 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo observada pouca variação com o aumento da velocidade de deslocamento da máquina.



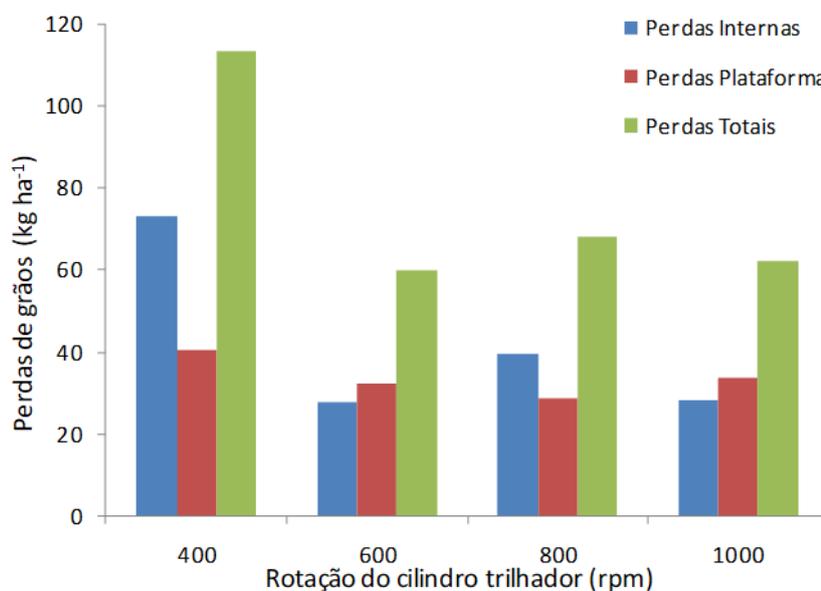
Figura 7: Média de perdas de grãos ocorridas na plataforma, nos mecanismos internos e das perdas totais de grãos na colheita em função da velocidade de deslocamento da máquina.



Fonte: Autoria própria (2014).

Ao analisar as perdas totais de grãos e aquelas ocorridas nos mecanismos internos e na plataforma de corte em função da rotação do cilindro trilhador pode-se verificar que, de maneira geral, houve diminuição dos seus valores com o aumento da rotação (Figura 8). A maior perda ocorrida nos mecanismos internos da colhedora foi de 73,1 e perda total de 113,29 kg ha⁻¹.

Figura 8: Média das perdas internas, perdas na plataforma e perdas totais de grãos na colheita em função da rotação do cilindro trilhador da máquina.



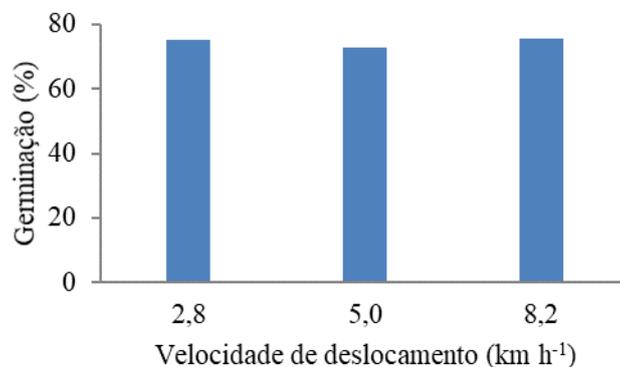
Fonte: Autoria própria (2014).

A influência da velocidade da máquina sobre a qualidade de sementes de crambe foi avaliada, onde verificou-se que a germinação de sementes praticamente não sofreu alteração de



seus valores com o aumento da velocidade. A germinação das sementes apresenta valores da ordem de 75%.

Figura 9: Germinação de sementes de crambe colhidas com diferentes velocidades de deslocamento da colhedora.



Fonte: A autoria própria (2014).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crambe pode ser colhido, transportado e armazenado com máquinas e estruturas similares às utilizadas para as culturas da soja e do milho. Esta representa uma grande vantagem para o produtor, pois não há necessidade de investimentos específicos para a cultura, além de possibilitar a maximização de uso de máquinas e equipamentos que de outra forma ficariam ociosos.

Há várias possibilidades de se realizar a colheita mecanizada. O produtor brasileiro de crambe tem consciência das dificuldades de se conseguir mão-de-obra para a atividade, ainda mais quando se necessita de qualificação da mesma. Com a mecanização tem-se mais possibilidade de executar suas atividades no tempo disponível e evitar perdas no campo por intempéries, colhendo um produto final de melhor qualidade.

Para redução das perdas e danos mecânicos a que os grãos estão sujeitos, um ponto importante está na escolha certa da umidade de colheita, por ser um grão muito leve as perdas ocorrem facilmente com a ação do vento, da velocidade de deslocamento da colhedora, da rotação do cilindro trilhador e do fluxo de ar do ventilador.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF, 2009. p. 365



BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. M. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York. Van Nostrand Reinhold. 1992. p. 450

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-67.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Injúria mecânica. Sementes, Ciência, Tecnologia e Produção**. 3ªed. Campinas, SP: Fundação Cargil, 1988. p. 424

COPELAND, L. O. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burgess, 1976. p. 369

DESAI, B. B. **Seeds handbook: biology, production processing and storage**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2004. p. 787

FONTANA, F. *et al.* Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.9, p. 117-126, 1988. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(98\)00037-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(98)00037-9). Data de acesso: 03/06/2014.

FRANÇA NETO, J. B. O teste de tetrazólio em sementes de soja. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1994. p. 87-102.

FIGUEIREDO, Z. N. *et al.* **Perdas na colheita de soja**. Cáceres: Editora UNEMAT, 2019. p. 20 <http://www.aprosoja.com.br/storage/comissoes/arquivos/defesa,-cartilha-final.pdf>. Data de acesso: 10/02/2023.

JASPER, S. P. **Cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto**. 2009. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - UNESP, Botucatu, SP, 2009.

KNIGHTS, S. E. **Crambe: A North Dakota case study**. 2002. p. 25 https://www.vgls.vic.gov.au/client/en_AU/VGLS. Data de acesso: 01/04/2016.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 495

REGINATO, P. **Colheita mecanizada de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) no cerrado Sul-Mato-Grossense**. 2014. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014. <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/208>. Data de acesso: 17/10/2022.

REGINATO, P. *et al.* Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de crambe em diferentes épocas e profundidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p. 1410-1413, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013001000013>. Data de acesso: 14/09/2018.

SOUZA, C. M. A. *et al.* Simulação e análise do processo de trilha mecânica do milho-pipoca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p212-218, 1998. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v02n02p212-218>. Data de acesso: 04/08/2019.