

José Miguel Silveira
Cézar de Mello Mesquita
Fernando Antônio Fonseca Portugal

Introdução

A colheita é uma das últimas operações realizadas no campo, finalizando o processo de produção agrícola de determinada espécie vegetal. Em alguns sistemas agrícolas, o manejo dos restos vegetais idealizaria o encerramento de um processo parcialmente extrator de produção, fazendo retornar ao solo os elementos nutritivos que não foram carreados por sementes ou grãos, frutos, tubérculos, legumes, vagens etc.

Nos primórdios da agricultura, toda operação de colheita era realizada manualmente (Balastreire, 1987). Com o aumento das populações e a necessidade da produção de mais alimentos, paradoxalmente a um número de pessoas empregadas na agricultura cada vez menor, as operações de colheita começaram a ser mecanizadas.

A colheita mecanizada de girassol, não só no Brasil como em países onde a cultura é tradicionalista, representa um grande desafio, por causa de características da planta e do grão (Silveira et al., 1993).

A rentabilidade do cultivo de girassol está diretamente relacionada com as condições em que se realizou a exploração, as técnicas de manejo empregadas e como se apresenta a lavoura no momento da colheita (Bragachini et al., 1991). Todos os cuidados e esforços aplicados durante o cultivo, ou seja, para a semeadura, o crescimento e o desenvolvimento das plantas serão desperdiçados, caso a colheita não seja eficientemente realizada.

Época da colheita de girassol

A época da colheita do girassol é determinada em função do ponto de maturação fisiológica, do teor de umidade dos aquênios (sementes) e da

mudança de coloração do dorso do capítulo (Rossi, 1998; Hofman et al., 1997; Balla et al., 1995; Castro et al., 1996; Vrânceanu, 1977; Bragachini et al., 1991).

A fase de maturação fisiológica do girassol é alcançada quando a parte posterior ou dorsal do capítulo apresenta coloração amarela (Schuler et al., 1978; Schneiter & Miller, 1981). Vrânceanu (1977), reportando-se a esse aspecto, afirma que a utilização da mudança de coloração do capítulo para a determinação do ponto de colheita é um parâmetro muito difícil e subjetivo; ele atesta que o período final da fase de enchimento de grãos poderá ser determinado pelo teor de umidade dos mesmos, considerando que se chega a essa fase com 38% a 40% de umidade nos grãos. Na Argentina (INTA, 1983), há recomendação de um modo prático de iniciar a colheita quando 80% a 90% dos capítulos de girassol apresentam coloração variável de amarelo-castanho a castanho, o que corresponderia a um teor médio de umidade no grão variando de 14% a 16%. Uma seqüência na variação de cores dos capítulos (Fig. 1), a medida que secam, é apresentada por Rossi (1998): a cor verde-amarelada representa de 34% a 36% de umidade nos grãos; a cor amarela, 30%; a cor amarelo-castanha, 24%; a cor castanha, 18% e, por fim, a cor castanho-escura de 12% a 14% de umidade. Esse autor afirma ainda que a colheita do girassol no ponto de maturação fisiológica, ou seja, quando 75% a 95% dos capítulos apresentam coloração amarelada, poderá ser realizada manualmente, mediante o corte e a secagem no campo, com trilha posterior, quando a umidade dos grãos atingir de 10% a 12%. Esse método de colheita é utilizado muitas vezes, segundo o autor, para colher lotes de produção de semente, contudo não seria adequado para grandes áreas.

A umidade do grão está intimamente relacionada aos processos de recolhimento, trilha, manejo e armazenagem, e deve ser considerada para que o resultado do trabalho seja a obtenção de um produto com o menor dano possível, acarretando, por conseguinte, menores perdas na colheita (Rosa, 1986).

Grodzki (1976) não recomenda a colheita quando os aquêniros estiverem com a umidade acima de 11%, pois o processo não acompanhado de secagem imediata proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento e a disseminação de fungos e outros microorganismos, o que tende a manchar os aquêniros.

Segundo Castiglioni et al. (1994), o período de maturação de colheita caracteriza-se pela perda de água dos aquêniros e pode durar de 20 a 30 dias, de acordo com a velocidade de perda da umidade. Genótipos de girassol



Fig. 1. Variação na coloração do dorso do capítulo de girassol, observada nas fases de desenvolvimento compreendidas entre o final do florescimento e o ponto de colheita, de acordo com Schneider & Miller (1981).

com receptáculo de espessura reduzida apresentam maior facilidade para perder água e atingem mais rapidamente o ponto de colheita ideal.

Em síntese, a umidade dos aquênios e dos capítulos de girassol são os fatores determinantes e indicativos do momento de iniciar a colheita; a semente pode apresentar teor de umidade ao redor de 14%, enquanto os capítulos ainda encontram-se muito úmidos, com valores iguais ou superiores a 60% de umidade (De Dios & Mur, 1987). Uma boa recomendação é fazer a colheita quando a semente tem um teor de umidade de 14% a 16%, situação em que aproximadamente 80% dos capítulos apresentam coloração marrom-escura (Balla et al., 1995). Segundo Bragachini et al. (2002), sempre que possível, a colheita deve ser feita quando a umidade dos aquênios de girassol estiver entre 11% e 13%, apesar de, em certas condições de desenvolvimento da lavoura, faz-se necessário colher antecipadamente (umidade acima de 16%) ou com atraso (umidade abaixo de 9%).

Antecipação da colheita

A vantagem da antecipação da colheita do girassol é disponibilizar a área de cultivo mais cedo para as espécies subseqüentes (De Dios & Mur, 1987), além de minimizar as perdas na produção causadas por ataque de pássaros, doenças de final de ciclo, quebramento e acamamento de plantas e deiscência de grãos.

Por outro lado, há a desvantagem de transferir para os aquênios a umidade presente no capítulo, no momento em que ocorre a prensagem no sistema de trilha junto ao cilindro, situação essa que dificulta a limpeza do lote. Ao comprometer a qualidade do produto pela maior dificuldade de limpeza, pode-se aumentar a quebra de grãos para 25% a 30% (Castro et al., 1996; Balla et al., 1995). Além disso, deve-se considerar os custos e os cuidados adicionais com a secagem do produto.

Atraso na colheita

Alguns produtores preferem atrasar o momento da colheita com o intuito de fazer com que os aquênios de girassol percam mais umidade e atinjam, assim, teores de umidade mais próximos da base de comercialização estipulada pelas indústrias esmagadoras, que é cerca de 11%. Por outro lado, a colheita atrasada faz aumentar os riscos de perdas ocasionadas por pássaros, pelo acamamento e pela quebra de plantas, pelo despreendimento de grãos e por doenças eventuais, além da

maior porcentagem de grãos descascados nos processos de trilha e limpeza (Castro et al., 1996), ocasionando queda considerável no rendimento de grãos (Balla et al., 1995).

Organização da colheita

Na produção de girassol, é importante levar em consideração o planejamento da colheita. O girassol deve ocupar, no máximo, 25% da área total da propriedade, observando um esquema de rotação de culturas de quatro anos. Para melhorar a eficiência do trabalho das colhedoras disponíveis, o produtor deve parcelar a semeadura, com a utilização de genótipos de diferentes ciclos, semeando primeiramente os mais tardios. Dessa maneira, é possível realizar a colheita de forma contínua, mantendo as mesmas condições ideais de colheita, em todos os talhões. Mesmo assim, o período da colheita não deve ultrapassar 20 dias, evitando, assim, perdas acentuadas na fase final. Para tanto, levar em consideração que a área calculada por colhedora, dependendo do tipo de máquina e de plataforma, deve oscilar entre 150 e 200 ha (Balla et al., 1995).

Atenção especial deve ser dada para a compatibilização da colheita com o transporte do produto. Devido ao pequeno peso específico dos grãos de girassol, a capacidade de transporte diminui em torno de 51%, quando comparado ao milho e à soja. Segundo Szendrő (1980), citado por Balla et al. (1995), o peso dos grãos no depósito da colhedora oscila entre 360 e 380 kg m⁻³. Em condições de limpeza eficiente, esse valor pode chegar a 400 kg m⁻³.

Métodos de colheita de girassol

A colheita de girassol pode ser realizada de forma manual ou mecânica e é influenciada por vários fatores de produção, como tamanho da área, disponibilidade de mão-de-obra e/ou máquina colhedora, investimentos, tecnologia de produção adotada, entre outros.

Colheita manual

A operação de colheita manual de girassol pode, segundo Grodzki (1976), ser realizada de três modos:

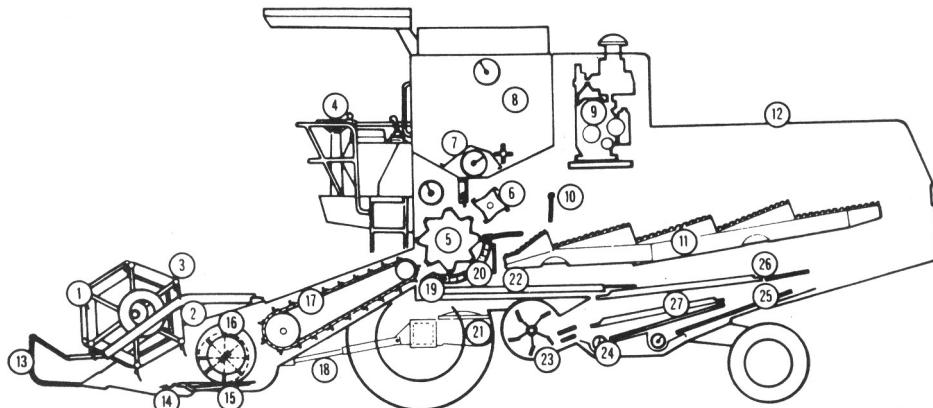
- a) os capítulos são separados das plantas por meio de um golpe com algum tipo de elemento cortante (facão, tesoura de poda) sobre a haste, em um ponto próximo à inserção do capítulo. Com um novo golpe, aponta-se a haste (com corte em bisel) que está de pé. Sobre a haste assim cortada, crava-se o capítulo com os aquênios voltados para baixo. Assim, eles ficam protegidos das chuvas e dos pássaros, completando a secagem. Quando os capítulos estiverem secos, são levados para locais adequados para a debulha;
- b) após o ponto de maturação fisiológica, quando as amêndoas não estão mais leitosas, dobra-se ou torce-se a haste da planta. Quando os capítulos completarem sua maturação, são colhidos e levados para o local da debulha; e
- c) os capítulos são cortados com facão, amontoados no chão ou diretamente carregados em carretas para imediata secagem em terreiros. Aí são colocados em finas camadas, com viradas ocasionais, para completar a secagem.

A operação de colheita manual, da mesma forma que os demais processos manuais, é de baixa capacidade operacional e, portanto, viável economicamente na produção de sementes e na exploração de produtos de elevado valor agregado como o girassol destinado para a alimentação de pássaros e do tipo confeiteiro usado para consumo humano.

Colheita mecanizada de girassol

Para grandes áreas de lavouras de girassol, o emprego de colhedoras combinadas faz-se necessário (Grodzki, 1976), porque quanto mais tempo as plantas permanecerem no campo, maiores serão as perdas na quantidade e na qualidade do produto colhido.

Quando um equipamento realiza as operações de corte, recolhimento, trilha, separação e limpeza, diz-se que a colheita é mecanizada. Se a máquina utilizada para a realização dessas operações for também autopropelida, ela é chamada de colhedora combinada ou simplesmente combinada (Balastreire, 1987). Independentemente da forma de acoplamento da colhedora à fonte de potência, ela dispõe normalmente de diversos sistemas com funções específicas, tais como alimentação, corte, trilha, separação e limpeza (Fig. 2).



1. Molinete
2. Cilindro hidráulico do molinete
3. Variador hidráulico do molinete
4. Direção e comandos hidráulicos
5. Cilindro de trilha
6. Batedor
7. Sem-fio do tanque graneleiro
8. Tanque graneleiro
9. Motor
10. Lona de retenção do cereal
11. Saca-palhas
12. Capô traseiro
13. Divisor
14. Navalha de corte
15. Plataforma de corte
16. Sem-fio da plataforma do cilindro
17. Esteira do alimentador do cilindro
18. Cilindro hidráulico da plataforma de corte
19. Captador de perdas
20. Côncavo
21. Caixa de transmissão
22. Bandejão
23. Ventilador
24. Elevador de grãos
25. Caixa de peneiras
26. Peneira superior regulável
27. Peneira inferior regulável

Fig. 2. Identificação esquemática das partes constitutivas de um equipamento colhedor automotriz.

Fonte: Mesquita et al. (1998).

Sistemas componentes padrões de colhedoras autopropelidas

Sistemas de alimentação, corte e recolhimento

Os mecanismos de alimentação e corte das colhedoras diferem, caso a espécie a ser colhida seja girassol, soja, trigo ou milho.

As operações de alimentação, corte e recolhimento são realizadas por um conjunto único conhecido pelo nome de plataforma, que é acoplada na parte frontal do equipamento colhedor. As plataformas atualmente utilizadas para a colheita mecanizada de girassol compreendem tipos específicos

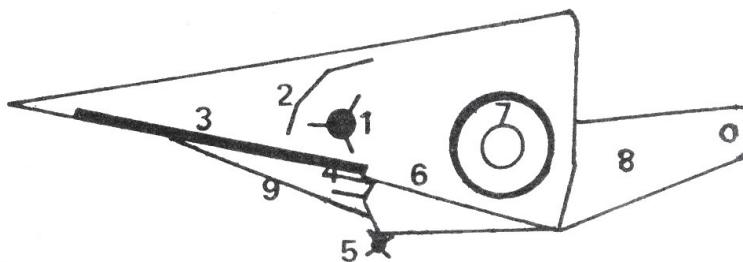
cos e adaptados. Os primeiros são construídos especialmente para a cultura do girassol, sendo conhecidas como plataformas “girassoleiras”, enquanto que os tipos adaptados são originalmente utilizados nas culturas de soja, trigo e milho e que, com algumas modificações, podem ser eficientemente empregadas na cultura do girassol.

O uso correto da plataforma é de suma importância para a colheita do girassol porque aproximadamente 60% a 65% das perdas totais de grãos produzidas pela colhedora estão concentradas nos sistemas de alimentação, corte e recolhimento (De Dios & Mur, 1987).

Plataforma “girassoleira”

No mercado agrícola dos países onde o cultivo de girassol é tradicional, existem as plataformas “girassoleiras” integrais, onde todos os componentes são fixos e especialmente desenvolvidos para a colheita dessa oleaginosa. São de fácil acoplagem na colhedora automotriz e recomendadas para grandes áreas produtoras de girassol, apresentando, porém, um custo maior em relação aos sistemas alternativos adaptados (De Dios & Mur, 1987).

Esse tipo de plataforma é composto de vários elementos, destacando-se, principalmente, os seguintes: molinete, escudo protetor, bandeja, barra de corte, condutor helicoidal (sem-fim) e destroncador (Fig. 3 e 4).



- | | |
|--------------------|---|
| 1. molinete | 6. superfície de recolhimento da plataforma |
| 2. escudo protetor | 7. condutor helicoidal |
| 3. bandeja | 8. esteira transportadora |
| 4. barra de corte | 9. haste de sustentação da badeja |
| 5. destroncador | |

Fig. 3. Desenho esquemático (corte lateral) dos componentes da plataforma “girassoleira”.

Fonte: Bragachini et al. (1991).

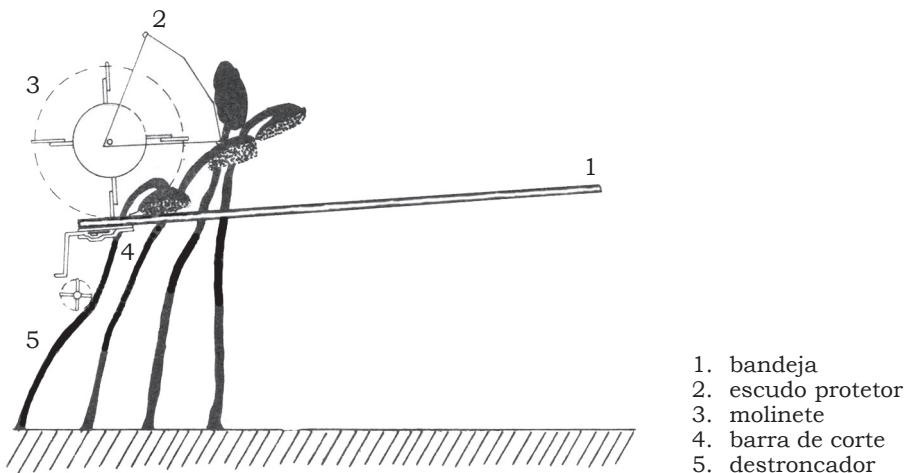


Fig. 4. Desenho esquemático da colheita com plataforma “girassoleira”, destacando as ações da bandeja, do escudo protetor, do molinete, da barra de corte e do destroncador sobre as plantas de girassol.

Fonte: Bragachini et al. (1991).

Molinete

O molinete tem por finalidade orientar o material que será cortado em direção à barra de corte, de forma que, imediatamente após o corte, seja empurrado para a região de ação do condutor helicoidal (Balastreire, 1987). Movido por seu eixo central, o molinete, para desempenhar sua função, é construído por três ou quatro flanges verticais, nas quais estão fixadas seis barras horizontais com pentes de molas.

A velocidade linear (rotação) do molinete deve ser semelhante à velocidade de avanço da colhedora (Bragachini et al., 1991). Se o molinete trabalha em um ritmo menor ou mais lento, não conduz de maneira satisfatória o material colhido sobre a barra de corte, fazendo com que ocorram embuchamentos; por outro lado, se gira muito rapidamente, incide agressivamente sobre as plantas de girassol, provocando, pelo choque, a debulha dos grãos. Também deve-se observar o espaço existente entre os pentes do molinete e os canais entre as bandejas; se esse espaço é muito pequeno, os dentes do molinete cravam os capítulos nesses canais, provocando a debulha; ao contrário, se o molinete encontra-se muito alto, os capítulos de girassol acumulam-se entre a barra de corte e o condutor helicoidal, provocando perda de capítulos e debulha.

Bandejas

As bandejas, que são os elementos mais característicos desse tipo de plataforma, têm a função não só de enfileirar as plantas de girassol como também de recolher os grãos que caem dos capítulos, já que, quanto mais seco o cultivo, maior a probabilidade de debulha de grãos do capítulo de girassol (De Dios & Mur, 1987). A largura das bandejas é variável, podendo situar-se entre 15 cm e 70 cm (Fig. 5). A separação entre elas varia de 4 cm a 10 cm e, em alguns equipamentos, é regulável, adaptando-se, assim, ao diâmetro do caule e a diferentes arranjos de espaçamentos entre fileiras, evitando, desse modo, as perdas de capítulos pequenos que poderiam passar por entre as mesmas. É importante que as bandejas estejam sempre inclinadas em direção à máquina, com a parte anterior em um nível mais baixo, de modo a permitir que as sementes que ali caiam sejam conduzidas para o interior da plataforma e não se percam. A vibração das bandejas produzida pelos desniveis do terreno também auxilia na condução do produto colhido para o interior do equipamento colhedor. As bandejas de 70 cm de largura apresentam a vantagem de proporcionar menor perda de capítulos e grãos soltos, pelo fato de preencher todo o espaço entre linhas do girassol, além de não permitir que as ervas daninhas situadas entre os sulcos penetrem na plataforma, aumentando, com isso, a quantidade de impurezas. Por outro lado, a utilização de bandejas com essa dimensão exige, para maior eficiência, que os cultivos sejam bem semeados, que as fileiras mantenham-se eqüidistantes e, principal-

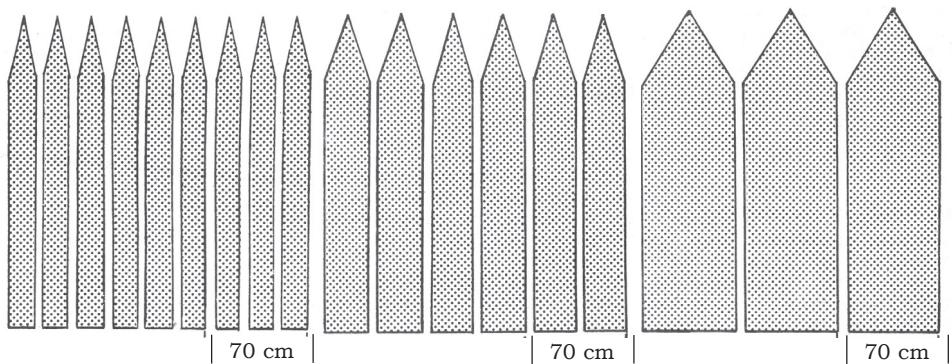


Fig. 5. Desenho esquemático da disposição de bandejas largas e estreitas utilizadas na plataforma “girassoleira”, com base no espaçamento entre fileiras de 70 cm mais indicado para a cultura de girassol.

Fonte: Bragachini et al. (1991).

mente, que a distribuição das plantas na linha seja uniforme. Bandejas mais estreitas, por sua vez, permitem que a colheita possa ser realizada em lavouras de girassol com todos os tipos de espaçamentos entre linhas utilizados.

O deslocamento da máquina equipada com a plataforma “girassoleira”, na lavoura de girassol, faz com que as bandejas guiem as plantas até a zona de corte, recolhendo o desgrane provocado pelo choque dos capítulos. Os caules, em contato com o destroncador, são tracionados para baixo, sendo cortados pela barra de corte em ponto próximo ao capítulo e conduzidos ao eixo helicoidal (sem-fim) pelo molinete. Se as regulagens foram bem feitas, os capítulos são recolhidos com pouco talo, o que facilita as operações de trilha, separação e limpeza.

Barra de corte

A barra de corte da plataforma é constituída basicamente de navalhas, dedos duplos (com ou sem navalhas), régua oscilante, guardas, placas de apoio e de desgaste, grampos e barra-guia (Balastreire, 1987). A faca é conectada à barra onde são rebitadas as seções. Na extremidade da barra, há a cabeça, que tem uma rótula esférica para ligação com a biela, a qual recebe o movimento alternativo de um volante com uma manivela. A barra da faca fica por baixo das seções de corte e opera em um canal formado pelas placas de desgaste e a placa horizontal de suporte. As seções da faca são triangulares, com cantos em 60°, e os cantos traseiros de cada seção são retangulares, de forma que uma seção se apoia na seção ao lado. As seções da faca devem ser mantidas sempre bem afiadas, pois se cegas podem aumentar o esforço necessário para tracionar a barra em até 35%, além de não executar um bom trabalho de corte. As guardas são peças de aço fundido, apontadas na frente, destinadas a separar e guiar os caules das plantas que são cortados pelas seções da faca. A placa de apoio, também chamada placa da guarda, é ligeiramente mais larga na parte traseira e é presa à guarda através de rebites. Sua função, como o próprio nome indica, é servir de apoio ao material que será cortado pela faca. As seções da faca movimentam-se sobre o topo da placa de apoio e produzem uma ação cisalhante, como acontece em tesouras. Para uma perfeita ação cisalhante, deve haver firme contato entre as seções da faca e as respectivas placas de apoio. As placas de desgaste localizadas na parte posterior da barra de corte mantêm as pontas de cada seção de corte abaixadas em relação à placa de apoio, para assegurar o contato mencio-

nado anteriormente. As placas de desgaste são colocadas a intervalos regulares na barra de corte, fixas por dois parafusos, os quais fixam também normalmente duas guardas à barra de corte. As placas de desgaste possuem furos oblongos, de modo que se pode mover as placas de desgaste para a frente, à medida que elas se desgastam, assegurando um perfeito contato da placa com a barra da faca e da barra da faca contra a parte posterior das placas de apoio. A parte traseira das seções da faca projeta-se atrás da barra da faca e movimenta-se sobre a placa de desgaste. Quando as placas se desgastam, a faca se inclina para trás e as pontas das seções não tocam mais a placa de apoio, quando, então, as placas devem ser substituídas. Os grampos de fixação auxiliam a manter a faca em seu lugar e impedem que pule fora da sua ranhura. Os grampos são maleáveis e podem ser fletidos para baixo, à medida que ocorra algum desgaste dos mesmos.

Condutor helicoidal (caracol)

O condutor helicoidal, mais popularmente conhecido como “caracol ou sem-fim”, é constituído por um cilindro ôco que se estende após e por toda a largura da barra de corte, dividido em três seções, sendo duas laterais, dispostas de lâminas helicoidais, que conduz o material para o centro da plataforma todo o material cortado. Na seção central, o caracol possui uma série de dedos retráteis reguláveis, montados num eixo excêntrico do interior do cilindro ôco, cujo objetivo principal é auxiliar na transferência do material recolhido para a esteira alimentadora.

Destroncador

O destroncador é caracterizado por um eixo dentado colocado sobre a barra de corte, que se estende por toda a largura da plataforma “girassoleira”. Com ação rotatória perpendicular ao sistema de corte, trabalha tracionando o caule da planta de girassol para baixo, fazendo com que o corte seja realizado o mais próximo possível dos capítulos.

Em algumas regiões produtoras de girassol do mundo, devido à condições edafoclimáticas próprias, onde as cultivares de girassol apresentam características de altura elevada, a utilização do destroncador é fundamental e necessária para que diminua a quantidade de material vegetal a ser processado pela colhedora.

Plataforma convencional de cereais adaptada

Montado sobre a plataforma convencional de soja e trigo, a adaptação desse equipamento para a colheita do girassol é feita retirando o molinete original e colocando bandejas recolhedoras (Bragachini et al., 1991).

O material cortado deve ser levado até o mecanismo de trilha, independentemente do tipo de colhedora. Nas colhedoras combinadas, o mecanismo de alimentação é uma esteira transportadora formada de correntes longitudinais, com taliscas transversais, as quais raspam o material sobre o fundo trapezoidal, elevando-o e colocando-o no mecanismo de trilha (Balastreire, 1987).

Plataforma convencional de milho adaptada

A plataforma original de milho é constituída por separadores para cada linha a ser colhida, existindo na parte inferior dos separadores, de cada lado da linha a ser colhida, uma corrente com dentes (elos de ligação tipo caneca) espaçados regularmente, cuja finalidade é empurrar para dentro da máquina as espigas de milho que são colhidas (Balastreire, 1987). Sob as correntes coletoras, existem, para cada linha a ser colhida, dois rolos “espigadores” ou puxadores, que giram em sentido contrário, de forma a empurrar os colmos das plantas de milho para baixo, liberando as espigas, as quais são empurradas para dentro da plataforma, como descrito anteriormente. Na parte posterior da plataforma, existe um condutor helicoidal, sem dedos retráteis, que coleta as espigas no centro ou em um dos lados da plataforma, conforme o tipo de plataforma.

A adaptação feita pela Embrapa Soja na plataforma de milho para a colheita de girassol (Silveira et al., 1993) consiste em instalar elementos cortantes (facas ou navalhas) em todos os elos de ligação tipo caneca das correntes coletoras e no chassi, acima dos rolos puxadores (Fig. 6 e 7). Esses elementos cortantes devem ser, preferencialmente, soldados, para que haja uma melhor fixação e diminuição do risco de desprendimento, que pode causar perigo e dano, não só no equipamento colhedor, como também as pessoas envolvidas com a operação de colheita. O elemento fixo no chassi, também denominado de “contra-faca”, deve estar localizado em ponto específico onde se inicia o tracionamento das plantas de girassol pelos rolos puxadores; a fixação da contra-faca em local distinto representará fator de perda na produção, pela excessiva movimentação da planta, com consequente debulha de grãos. A altura de trabalho da plata-

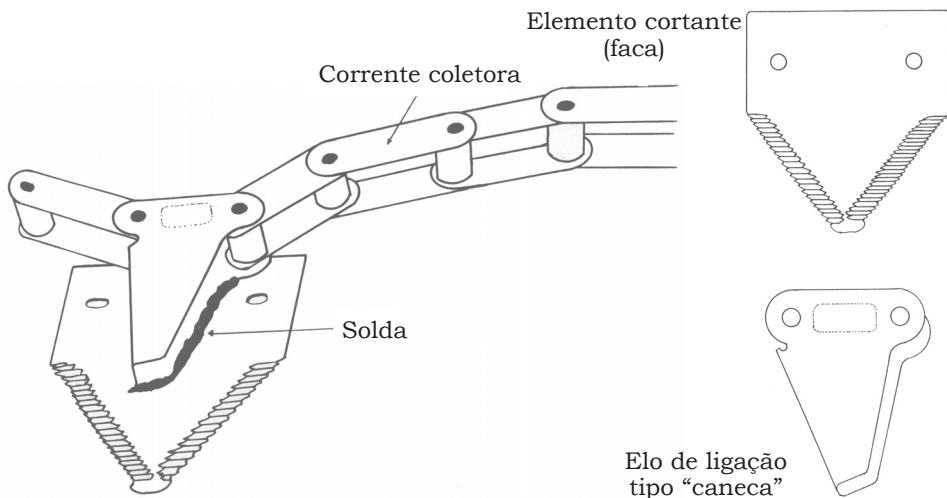


Fig. 6. Desenho esquemático do elemento cortante (faca) que é soldado no elo de ligação tipo “caneca” da corrente coletora da plataforma convencional de milho adaptada para a colheita mecanizada de girassol.

Fonte: Silveira et al. (1993).

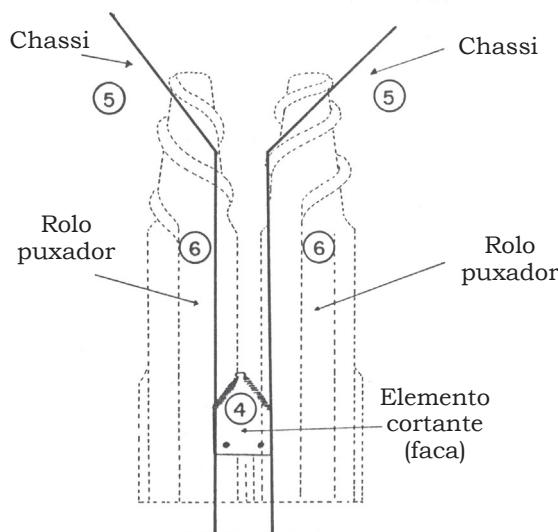


Fig. 7. Desenho esquemático do elemento cortante (contra-faca) fixado no chassi, acima dos rolos puxadores, da plataforma convencional de milho adaptada para a colheita mecanizada de girassol.

Fonte: Silveira et al. (1993).

forma deve ser ajustada, para que o corte do caule ocorra o mais próximo possível dos capítulos de girassol.

De acordo com Balla et al. (1995) e Castro et al. (1996), o uso da plataforma de milho adaptada para a colheita do girassol é mais eficiente quando comparada com outras plataformas adaptadas, por permitir maior velocidade de trabalho (7 a 9 km h⁻¹), com menor perda de grãos, não só durante o recolhimento das plantas, como nos valores observados de toda a operação de colheita. Outro aspecto importante destacado pelos autores é o da facilidade de adaptação de elementos para a elevação das alturas laterais e posterior da plataforma, aumentando-se, assim, a área de captação (Fig. 8), fundamentada em um custo relativamente baixo e passível de ser realizada na propriedade rural.

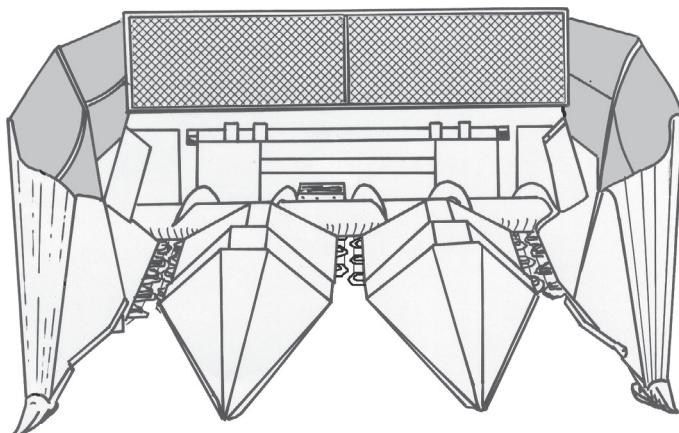


Fig. 8. Desenho esquemático das elevações laterais e da parte posterior, e das ponteiras arredondadas indicadas na adaptação da plataforma convencional de milho para a colheita mecanizada de girassol.

Fonte: Silveira et al. (1993).

Sistemas de trilha, separação e limpeza

Mecanismos de trilha

A operação de trilha/debulha é considerada de suma importância no processo de colheita, pois vai determinar a qualidade do material colhido (Mesquita et al., 1998). O girassol é um cultivo relativamente fácil de tri-

lhar e deve receber um tratamento não muito agressivo de mecanismos de trilha, caso contrário sofre perda de qualidade pelo aumento do percentual de quebra de grãos e da presença de impurezas no produto colhido (Bragachini et al., 2002).

Pequenas quantidades de girassol podem ser trilhadas manualmente, esfregando um capítulo contra outro até que os aquênios se desprendam (Grodzki, 1976). Os métodos de batimentos com varas, abrasão por superfícies ásperas, ou passar o trator por cima dos capítulos esparramados no terreiro também podem ser usados. O uso de trilhadeiras estacionárias facilita bastante o processo de trilha; nesse caso, os capítulos secos são trilhados e abanados, eliminando-se restolhos e outras matérias estranhas.

Segundo Balastreire (1987), os mecanismos de trilhas utilizados nas colhedoras automotrices são basicamente de três tipos: cilindro de dentes e côncavo (usado para a cultura do arroz), cilindro de barras e côncavo, e cilindro axial (recomendados para a maioria dos cultivos).

No cilindro de barras, que é o mais comumente usado, existem cinco ou seis flanges sobre as quais são rebitadas as barras, construídas em aço com ranhuras. O côncavo é construído com 8 ou 14 barras lisas, dispostas em pé, no sentido do comprimento do cilindro, de forma a permitir que os grãos trilhados passem para as peneiras de separação colocadas abaixo e atrás do cilindro. A folga entre o côncavo e o cilindro é ajustável na frente e atrás, para obter a desejada ação de trilha. A luz ou a abertura entre o cilindro e o côncavo deve estar regulada de acordo com a umidade e o tamanho médio dos capítulos; se grandes, necessita uma separação maior e, vice-versa, regula-se para uma menor separação, se os capítulos são pequenos.

Em outro tipo, cilindro e côncavo são colocados axialmente em relação ao fluxo de alimentação do material colhido.

Atrás do cilindro trilhador pode existir, em algumas colhedoras, um cilindro batedor, cuja principal função é diminuir a velocidade do material trilhado e retirar a palha que eventualmente fique retida no cilindro trilhador.

A eficiência da trilha depende, segundo Bragachini et al. (1991), do estado da cultura, da umidade dos capítulos, do comprimento dos caules que ingressam no cilindro, da presença de plantas daninhas e do índice de alimentação da colhedora. Ainda segundo os mesmos autores, também depende da regulagem do mecanismo de trilha quanto à velocidade

do cilindro, à abertura entre cilindro e o côncavo e do tipo de côncavo usado (Tabela 1). Um cilindro bem regulado deve trilhar em torno de 98% dos grãos cheios (com amêndoas), deixando passar os grãos chochos que vão aderidos aos capítulos, que devem sair da colhedora inteiros, o que atestarão a boa regulagem do sistema de trilha. Para as condições brasileiras, Castro et al. (1996) afirmam que a rotação do cilindro trilhador de barra, normalmente utilizado na colheita de girassol, depende do teor de umidade dos aquênios e, em geral, deve variar entre 300 e 500 rotações por minuto. Deve-se escolher sempre as menores rotações nas colheitas com baixo teor de umidade nos grãos e nas plantas. A abertura entre o cilindro trilhador e o côncavo deve ser ajustada para 20 a 25 mm na entrada e 18 a 20 mm na saída, dependendo da forma e do tamanho dos capítulos e do teor de umidade dos grãos. Vrânceanu (1977) apresenta os valores de 25-30 mm de distância entre cilindro e côncavo na entrada e de 12-18 mm na saída, destacando, ainda, que o cilindro deve trabalhar com 400-600 rpm. Ajustando adequadamente a abertura do côncavo, os capítulos saem da trilha inteiros e completamente debulhados (Balla et al., 1995).

Tabela 1. Valores de regulagem dos mecanismos de trilha (cilindro e côncavo) usados para a cultura do girassol na Argentina.

Umidade do girassol (%)	Velocidade do cilindro ($m s^{-1}$)	Velocidade do cilindro (rpm) em função do seu diâmetro (mm)				Abertura entre o cilindro e o côncavo (mm)	
		510	560	610	660	Frente	Atrás
< 11 %	13,40	502	475	420	387	35	25
> 14 %	15,55	675	598	550	507	25	20

Fonte: Bragachini et al. (2002)

Mecanismos de separação

Após a ação do cilindro de trilha sobre o material admitido, tem-se uma mistura de palha triturada - não triturada e grãos debulhados - não debulhados (Balastreire, 1987), que chega ao sistema de separação da colhedora. Segundo a Embrapa Soja (2000), a unidade de separação possui os seguintes componentes: batedor, extensão regulável do côncavo, saca-pa-

lhas e cortinas retardadoras. O batedor recebe o material proveniente do cilindro e do côncavo, realiza uma batedura final da palha graúda para a liberação das sementes que eventualmente ainda não foram separadas e desvia o fluxo de palha para a frente (início) do saca-palhas. A extensão regulável do côncavo suspende o produto, de maneira que o batedor direcione o mesmo sobre o extremo dianteiro do saca-palhas, aproveitando assim toda a área de separação. Sem a extensão do côncavo, a maior parte do produto trilhado cairia sobre o bandejão, sobrecarregando as peneiras. Com a extensão do côncavo espera-se que apenas os grãos soltos caíam sobre o bandejão. A palha, após cair sobre o saca-palhas, é agitada e lançada para cima e para trás. Os grãos soltos caem através das aberturas das grelhas do saca-palhas e escoam para o bandejão. Nessa unidade de separação, não se tem nenhuma ação trilhadora, portanto, os grãos não trilhados no sistema de trilha, permanecerão não trilhados, resultando em perdas.

O saca-palhas é um mecanismo de separação constituído de quatro a seis calhas, cada uma constituída de duas laterais de chapa, cortada em forma de dente de serra, com os dentes voltados para a parte traseira da máquina, e o fundo de cada secção constituída de pequenos retângulos de chapa, cujas bordas são recortadas e se sobreponem umas às outras como se fossem escamas (Balastreire, 1987). Na parte inferior de cada secção do saca-palhas, existe uma bandeja que coleta os grãos que atravessam o fundo das secções e os encaminha para uma bandeja única, localizada abaixo e atrás dos cilindros trilhador e batedor. As secções do saca-palhas são montadas sobre os munhões excêntricos de duas árvores de manivelas, uma à frente e outra atrás do saca-palhas e, através da rotação dessas árvores, o saca-palhas obtém um movimento oscilante, de maneira a conduzir a palha para fora da máquina. O saca-palhas tem cursos de oscilação de 10 cm e rotações da árvore ao redor de 200 rpm. Rotações maiores aumentam as perdas de grãos e rotações menores causam menor alimentação do material e aumento das perdas.

Na saída do saca-palhas das colhedoras mais modernas têm-se um picador de palhas constituído de facas rotativas horizontais, cuja finalidade é picar a palha e reduzi-la a tamanhos menores, bem como distribuí-la sobre o terreno colhido. Essa operação objetiva evitar a concentração da palha em montes, que poderiam provocar o embuchamento de equipamentos semeadores, implementos subsoladores etc., utilizados em seguida à colheita. O picador de palhas, por esse motivo, é um equipamento essencial quando se pretende utilizar a técnica da semeadura direta de culturas, na área recém-colhida.

Mecanismos de limpeza

A finalidade dessa unidade é, como o próprio nome já diz, limpar os grãos trilhados e captar o material não completamente trilhado. Esse sistema é composto pelo bandejão, peneira superior, extensão da peneira superior, peneira inferior, ventilador, sem-fim do elevador de grãos (conduzem o produto limpo para o tanque graneleiro) e sem-fim de retrilha (material não trilhado e impurezas que são conduzidos para o sistema de trilha).

Uma mescla de grãos, palhas miúdas e partes de capítulos de girassol não trilhados cai sobre o bandejão. Este, através de um movimento de vai e vem, conduz essa mescla até sua parte traseira, onde um pente de arame separa os grãos da palha com o auxílio da corrente de ar do ventilador. Os grãos e a palha mais pesada caem sobre a peneira superior, que faz uma pré-limpeza.

A peneira superior fica localizada sob o saca-palhas e atrás do bandejão que também coleta o material conduzido pelas bandejas do fundo do saca-palhas (Balastreire, 1987). Na extremidade posterior da peneira superior, fica uma extensão destinada a orientar as partes não-trilhadas das plantas, para um condutor helicoidal que levará esse material novamente para o cilindro trilhador para uma retrilha. A limpeza do material sobre a peneira superior é feita mecanicamente pela ação da própria peneira e aerodinamicamente pela ação da corrente de ar provocada pelo ventilador. A peneira superior possui um movimento alternativo através de balancins orientados para dar um leve movimento para cima, no curso de retorno da peneira. As freqüências de oscilação dessa peneira variam de 250 a 325 ciclos por minuto. Ela é constituída por secções retangulares dentadas e superpostas, sendo cada secção montada em um pequeno eixo pivô, ao redor do qual ela pode sofrer um movimento de rotação, permitindo, desse modo, a regulagem da abertura das malhas da peneira. A área da peneira superior deve ficar na proporção de 127 cm², para cada cm de largura do cilindro trilhador. A separação aerodinâmica depende de um diferencial de velocidade de suspensão dos materiais a serem separados. A velocidade de suspensão varia de 5,0 a 6,0 m s⁻¹ para grãos de trigo, aveia e cevada, de 2,0 a 6,0 m s⁻¹ para pequenos pedaços de palha e 1,5 a 2,5 m s⁻¹ para palhiço.

Ainda segundo Balastreire (1987), a peneira inferior separa os grãos dos pequenos resíduos que atravessam junto na peneira superior. Para isso, há uma construção semelhante à peneira superior, sendo as aberturas e os rasgos das secções retangulares menores. Há, também, um movimento alternativo, com as mesmas freqüências já mencionadas. A proporção de

área da peneira inferior em relação à largura do cilindro trilhador deve ficar ao redor de 102 cm², para cada centímetro de largura. Na peneira inferior, as impurezas menores são retiradas e jogadas para fora da máquina, através da corrente de ar provocada pelo ventilador. Os grãos limpos atravessam a peneira e caem em um condutor helicoidal horizontal (sem-fim de trilha), que atravessa toda a largura da peneira inferior. Esse condutor entrega os grãos limpos para um outro condutor (elevador de trilha), que os eleva para o depósito graneleiro, localizado na parte superior da máquina, logo atrás da plataforma do operador.

O material trilhado que cai pela extensão da peneira superior, ou da peneira inferior, vai para um condutor helicoidal (sem-fim de retrilha), que também atravessa toda a largura da peneira inferior, conduzindo o material para um elevador de retrilha, que o leva novamente ao cilindro de trilha e côncavo.

As regulagens principais do sistema de limpeza e separação são o tamanho das aberturas na peneira superior, na peneira inferior e o volume de ar movido pelo ventilador. Se o tamanho do crivo da peneira superior for muito grande em relação ao fluxo de ar, aumenta-se a quantidade de impurezas no material encaminhado para a retrilha. Se a abertura for muito pequena, os grãos poderão ser carregados para fora da máquina com o fluxo de palha. Se as aberturas na peneira inferior forem muito pequenas pode haver uma quantidade excessiva de grãos limpos no condutor de retrilha e se forem muito grandes, uma quantidade excessiva de palha nos grãos limpos. Para a colheita mecanizada da cultura do girassol com colhedora, Balastreire (1987) recomenda 15 mm de abertura para a peneira superior, 12 mm para a peneira inferior e 18 mm para a secção de retrilha.

A regulagem do fluxo de ar sobre as peneiras superior e inferior é feita através da variação da rotação do ventilador e das aberturas de admissão de ar. A direção do fluxo de ar também pode ser regulada em algumas colhedoras, através de chapas defletoras reguláveis, que orientam o fluxo de ar para a parte dianteira ou traseira das peneiras. Se o volume de ar é excessivo, aumenta-se a perda de grãos, uma vez que parte dos grãos é soprada para fora da máquina, além do que, os grãos têm dificuldade de atravessar a massa de palha, para cair através dos crivos das peneiras. A quantidade máxima de ar está relacionada com a velocidade mínima de suspensão dos grãos, a qual é afetada por características, tais como tamanho, gravidade específica e arrasto aerodinâmico. Se a quantidade de ar é insuficiente, há aumento na quantidade de impurezas no material enca-

minhado para retrilha. As perdas de grãos podem aumentar com a redução do fluxo de ar, porque há dificuldade em agitar a mistura de palha e grãos, para ocorrer a separação. Devido ao baixo peso específico dos grãos de girassol, em média 390 kg m^{-3} , quando comparado com outras culturas, como o milho e a soja, o fluxo de ar do ventilador deve ser reduzido, para que apenas a palhada seja eliminada, minimizando as perdas de grãos na limpeza (Castro et al., 1996). Esses autores afirmam que a indicação de boa regulagem do equipamento colhedor é quando, ao se observar na parte posterior da máquina a saída de capítulos, esses se apresentem inteiros e sem grãos aderidos após a trilha (no caso, não sofreram a ação do picador de palha). Também se comprova uma boa regulagem ao verificar, no tanque graneleiro, a presença somente de grãos inteiros e limpos.

Fatores que afetam a eficiência da colheita mecânica de girassol

A eficiência do processo de colheita em girassol depende, segundo Bragachini et al. (2002), da uniformidade de semeadura, das condições do cultivo, da quantidade de plantas daninhas presentes na fase final da cultura e da escolha do momento mais oportuno para a realização da colheita.

O manejo da operação de colheita na cultura do girassol apresenta um alto grau de dificuldade, pois as características da planta e as condições edafoclimáticas locais podem aumentar as perdas durante o processo (Balla et al., 1995). Dentre os principais fatores que afetam a operação de colheita de girassol, destacam-se os que seguem.

Desuniformidade da lavoura

Maior ou menor uniformidade na lavoura de girassol pode ser resultado de fatores genéticos ou ambientais. Os primeiros são causados por características intrínsecas das cultivares de girassol, sejam elas híbridas ou de polinização livre (variedade). Em geral, genótipos híbridos de girassol são mais uniformes, amadurecendo de forma parelha e apresentando capítulos de tamanhos semelhantes, com uma diferença de 5% a 10% de desenvolvimento nas plantas. Por sua vez, as variedades podem ser definidas como populações híbridas complexas, que apresentam maior ou menor

desuniformidade na maturação, podendo atingir valores de até 50% (Rossi, 1998). Condições edafoclimáticas influem no grau de uniformidade de uma lavoura de girassol, podendo apresentar fatores relacionados à solo (fertilidade, características físicas, sistemas de preparo etc.), temperatura, umidade relativa do ar, pluviosidade e práticas de manejo da cultura; condições adversas verificadas desde a ocasião de implantação da lavoura (profundidade inadequada de semeadura, baixo ou elevado estande de plantas, estiagem prolongada, baixo vigor das sementes etc.) ou durante as fases de crescimento/desenvolvimento das plantas (excesso de umidade, ventos etc.), refletem em maior ou menor desuniformidade na fase de maturação das mesmas, o que dificulta o processo de colheita.

Desprendimento dos grãos

É uma característica inerente à planta de girassol, que varia em função do genótipo. Quanto maior o período entre o ponto de colheita das plantas e a sua execução, maior é a probabilidade de desprendimento dos aquênios de girassol (Balla et al., 1995).

Peso de 1000 grãos

O peso de 1000 grãos em girassol é baixo, quando comparado com outros cultivos tradicionais como soja, milho e feijão. Dependendo do genótipo, das condições edafoclimáticas e da tecnologia de produção utilizada, o peso de 1000 grãos em girassol pode variar de 28 a 85 g (Balla et al., 1995). No capítulo de girassol, em geral, os grãos situados na região periférica são maiores e mais pesados do que os localizados mais internamente, o que acarreta diretamente uma diferença de peso em função de sua posição e maiores possibilidades de perdas desses últimos no sistema de ventilação da colhedora.

Época de semeadura

No Brasil, em geral, a colheita de girassol pode ser realizada praticamente durante o ano todo, evitando-se as épocas em que as fases de florescimento, enchimento de grãos e colheita coincidam com períodos de baixas temperaturas e elevada pluviosidade. Na Região Sul, semeaduras realizadas durante os meses de julho, agosto e setembro permitem a colheita do girassol durante os meses de novembro e dezembro, quando as tempera-

turas são elevadas; na Região Centro-Oeste, colhe-se o girassol nos meses de maio, junho e julho, em condições de baixa umidade, em lavouras de sequeiro instaladas nos meses de janeiro e fevereiro, enquanto que, sob condição irrigada, os períodos de exploração são mais dilatados. Nessas épocas citadas, os capítulos de girassol secam de maneira fácil e rápida, aumentando a eficiência de regulagem do equipamento mecanizado. Por outro lado, períodos de colheita de girassol coincidentes com condições climáticas de baixa temperatura dificultam a perda de umidade dos capítulos e dos grãos, aumentando o ciclo da cultura, favorecendo o aparecimento de doenças fúngicas de final de ciclo e a ocorrência de pássaros.

Espaçamento entre linhas de semeadura

A pesquisa tem comprovado que o espaçamento entre linhas de semeadura de girassol de 70 cm é o mais favorável para a obtenção de altos rendimentos de grãos, independentemente das condições climáticas observadas (Silveira et al., 2002; Silveira et al., 2003). A colheita com plataformas “girassoleiras” com bandejas de larguras variadas não representa maiores dificuldades ao sistema de alimentação. Por outro lado, plataformas antigas de milho não permitem regulagem para esse espaçamento específico, necessitando, nesse caso, que a lavoura seja implantada com espaçamento entre linhas ajustados. Espaçamentos superiores podem acarretar alongamento do ciclo das plantas, capítulos de tamanhos exagerados e não uniformes, além de possibilitar menor produção de grãos, em virtude da competição de plantas daninhas. Espaçamento entre linhas menor que 70 cm dificulta os tratos culturais necessários durante a condução da lavoura, faz com que aumente a competição entre plantas, diminuindo, assim, o ciclo da cultura e, ainda, favorecendo o aumento de perdas de pré-colheita, pelo maior índice de acamamento e quebramento dos caules das plantas, que se apresentam mais finos.

Densidade de plantas

Densidade populacional de girassol de 45 a 50 mil plantas ha^{-1} tem sido indicada pela pesquisa por proporcionar melhores rendimentos de grãos. Maior quantidade de plantas por área resultará em menores capítulos, ciclo de cultivo e peso de grão, necessitando atenção no processo de colheita mecanizada, principalmente na regulagem do sistema de limpeza (ventilação). Corrente de ar excessiva incidindo nos aquênios com baixo

peso específico aumentará de maneira significativa as perdas na colheita. Baixa densidade de plantas de girassol por área resulta em maior desenvolvimento vegetativo das plantas, principalmente dos capítulos que demoram mais para perder umidade, dificultando a operação de separação e limpeza nos mecanismos internos da colhedora.

Plantas daninhas

Nas áreas onde o controle de plantas daninhas não é feito eficientemente até o final do ciclo da cultura, podem haver aumentos consideráveis de perdas na colheita. A presença de plantas daninhas faz com que a umidade na lavoura permaneça alta, prejudicando o bom funcionamento da máquina e exigindo maior velocidade do cilindro batedor, resultando em maior dano mecânico nos grãos, o que possibilita maior incidência de fungos (Embrapa Soja, 2000). Isso ocasiona aumento de impurezas no produto final colhido, além de proporcionar baixa eficiência de trabalho pela redução na velocidade de deslocamento da colhedora na lavoura (Balla et al., 1995).

Restos vegetais

Na colheita de girassol, principalmente em lavouras não uniformes, grande quantidade de material vegetal entra na colhedora, dificultando o processo de trilha e limpeza do produto. Nesse caso, o aumento da ventilação provoca uma maior perda de grãos. Plantas uniformemente maturadas apresentam posicionamento padrão de capítulo que facilita a regulagem da altura de ataque do sistema de alimentação, proporcionando o corte do caule o mais próximo possível do capítulo de girassol (Balla et al., 1995).

Acamamento e quebra de plantas

Plantas acamadas em girassol são consideradas aquelas em que o ângulo com a superfície do solo é pequeno, impossibilitando a colheita mecanizada. Plantas quebradas são aquelas em que o caule está ereto, em posição de 90° com a superfície do solo, mas quebrado em um ponto que dificulta o recolhimento do capítulo de girassol por situá-lo próximo ao solo. Características genotípicas e de ambiente, bem como pela ocorrência de enfermidades fúngicas, podem influenciar no acamamento e quebramento de plantas, acarretando, por ocasião da operação de colheita, perdas elevadas e redução na velocidade de trabalho (Balla et al., 1995).

Pássaros

O girassol é um dos cultivos mais propensos ao ataque de pássaros, que originam, em algumas regiões, perdas bastante elevadas (Bragachini et al., 1991). Determinadas características da planta de girassol, como a exposição dos aquênios (grãos) em local elevado, onde o pássaro se sente menos suscetível ao ataque de predadores, ou a facilidade de remoção dos grãos, principalmente os maiores que estão localizado na periferia do capítulo, potencializam um possível dano produzido pelos pássaros. Para combater esse dano, Shuler et al. (1978) recomendam que a colheita seja feita antecipadamente e o mais rapidamente possível.

Chuva

Chuvas abundantes na época de colheita do girassol, em algumas regiões agrícolas, dificultam a perda de água dos grãos e dos capítulos, o que, por sua vez, ocasiona atraso na colheita e favorece a ocorrência de doenças de final de ciclo, aumentando, assim, as dificuldades da colheita mecanizada e o percentual de perda da qualidade do produto (Balla et al., 1995). O planejamento do ciclo da cultura, de modo a localizar o período de colheita de girassol em épocas de altas temperaturas, favorece o processo de colheita, mesmo em condições de elevada pluviosidade.

Ventos

A ação de fortes ventos proporciona a queda das plantas de girassol, fazendo com que o recolhimento dos capítulos pelo equipamento colhedor seja dificultado, em função da elevada quantidade de massa vegetal a ser captada.

Esse problema tem sido solucionado, em boa medida, com o uso de dispositivos em forma de ponteira, colocados na parte frontal das bandejas ou dos divisores de linhas das plataformas de milho (De Dios & Mur, 1987).

Umidade no caule e no capítulo

Quando o teor de umidade dos grãos estiver entre 14% e 16%, as demais partes da planta estão com aproximadamente 25% de umidade (Balla et al., 1995). Nessas condições, durante o processo de colheita, os grãos absorvem parte da umidade do caule e do capítulo, dificultando a limpeza e contribuindo para aumentar as impurezas do produto.

Velocidade e capacidade de trabalho do equipamento

A velocidade da colhedora é caracterizada pela relação existente entre a distância percorrida e o tempo de percurso gasto para a realização desse deslocamento, o que segundo Balastreire (1987), influí diretamente na quantidade de material alimentado. Se a velocidade for excessiva, a quantidade de material a ser processada pela máquina poderá exceder a sua capacidade de processamento, aumentando a quantidade de grãos que sai junto com a palha na traseira da máquina.

A velocidade inadequada de trabalho geralmente é a maior causa de perdas elevadas na colheita (Embrapa Soja, 2000). A velocidade ideal de trabalho está entre 4,5 e 5,5 km h⁻¹ para colhedoras com barra de corte que operam com 1000 golpes min⁻¹. Para colhedoras com barra de corte que operam com 1100 ou 1200 golpes min⁻¹, a velocidade de trabalho é de, no máximo, 6,0 km h⁻¹. Entretanto, só deve-se utilizar velocidade de trabalho alta depois de avaliar se as perdas não estão ultrapassando os níveis toleráveis. Para estimar a velocidade da combinada, de modo prático e em colhedoras que não possuem medidores de velocidade (velocímetro), contar o número de passos largos (cerca de 90 cm) tomados em 20 segundos, caminhando na mesma velocidade e ao lado da colhedora. Multiplicar o número encontrado por 0,16 para obter a velocidade em km h⁻¹.

Segundo Mesquita et al. (1998), a velocidade de trabalho recomendada para uma colhedora é determinada em função da produtividade da cultura e da massa que é colhida junto com os grãos. A faixa de velocidade de trabalho varia de 4 a 6 km h⁻¹ mas, em colheita, o trabalho é medido em tonelada por hora. Portanto, para tomar a decisão de aumentar ou diminuir a velocidade de deslocamento do equipamento colhedor, a preocupação com a capacidade de trabalho em hectares por hora deve dar lugar à verificação das perdas de grãos no processo de colheita e se essas estão abaixo dos níveis tolerados (1,0 saco de 60 kg ha⁻¹ para girassol, Balla et al., 1995) e soja (Mesquita et al., 1998) e 1,5 sc ha⁻¹ para milho e arroz (Mesquita et al., 1998).

Em geral, a colheita de girassol exige velocidade de trabalho da colhedora menor que a usada para a colheita de cereais e de soja, de modo a evitar a perda de grãos ocasionada pelo choque das plantas com os componentes mecânicos da máquina (Vrânceanu, 1977). A velocidade ótima, segundo esse autor, é de 4,5 km h⁻¹, o que assegura um caudal de produto de 3,5 a 4,0 kg s⁻¹.

A velocidade de colheita na cultura do girassol é determinada, segundo Balla et al. (1995), em função do tipo de colhedora, da plataforma, das

condições da lavoura e do terreno; a plataforma de milho adaptada possibilita usar velocidades de até 7,0 km h⁻¹. Por outro lado, Bragachini et al. (2002) discordam dizendo que a capacidade de trabalho não depende do tipo de plataforma utilizado, podendo-se operar em condições extremas de até 9,0 km h⁻¹, desde que a colhedora possua suficiente capacidade de trilha, separação e limpeza.

Schuler et al. (1978) atestam que, na colheita mecanizada, um fator relevante é a velocidade de avanço da máquina e que deslocamentos entre 5,0 e 6,0 km h⁻¹ diminuem tanto a quantidade de capítulos arremessados para fora da plataforma de alimentação como o número de plantas arrancadas.

Em lavoura de girassol onde as plantas estão uniformes, sem acamamento e doenças, a utilização de plataforma de milho adaptada permite velocidades de avanço de até 7,0 km h⁻¹, ao passo, que com plataformas girassoleiras e de soja/trigo adaptadas, indicam-se velocidades de deslocamento de 4,5 a 5,0 km h⁻¹ (Silveira et al., 1993).

Uma colhedora automotriz, com uma plataforma de alimentação de 5,6 m de largura, trabalhando à uma velocidade média de 6,0 km h⁻¹, poderá colher ao redor de 2,5 ha h⁻¹ (De Dios & Mur, 1987; Rossi, 1998). Para um rendimento de grãos de 2000 kg ha⁻¹, isso significa 5,0 t h⁻¹ de grãos e de aproximadamente 3,5 t de restos vegetais (caules, capítulos, plantas daninhas etc.) por hora. O consumo médio de combustível da colhedora situa-se por volta dos 5,0 litros de gasolina por hectare (De Dios & Mur, 1987).

Perda de grãos na colheita mecanizada de girassol

A rentabilidade da cultura do girassol está diretamente relacionada com as condições em que o cultivo se desenvolveu e como as plantas chegam ao momento da colheita. Esforços e cuidados empregados durante as fases de crescimento e desenvolvimento da cultura serão em vão se não houver uma colheita eficiente, registrando, consequentemente, uma perda significativa na produção final.

A perda de grãos durante a colheita tem sido vista mais como característica inerente à espécie cultivada do que como um problema que pode ser reduzido a níveis toleráveis, por meio da capacitação de mão-de-obra para sua monitoração, avaliação constante da operação e regulagem da colhedora

(Embrapa Soja, 2000). Conseqüentemente, as perdas durante a colheita permanecem como um dos problemas econômicos importantes em lavouras de soja, milho, arroz, feijão, girassol e outros grãos, no Brasil.

A avaliação de perdas é feita por meio de determinações no campo, onde se recolhe o material em condições normais de operação da colhedora, se faz a separação dos grãos perdidos, obtendo o peso dos mesmos e convertendo o valor encontrado em perda por unidade de área, normalmente o hectare, ou perda em porcentagem do total de grãos disponíveis para a colheita (Balastreire, 1987).

As perdas totais de grãos de girassol verificadas no processo de colheita mecanizada são obtidas pelo somatório das perdas de pré-colheita e colheita, ou seja, perdas naturais ocorridas antes da realização da colheita propriamente dita e durante o trabalho do equipamento colhedor na lavoura de girassol. Na Argentina, da perda total observada na colheita mecanizada de girassol, 15% são ocasionadas pelas perdas de pré-colheita e 85% ocorrem durante o processo de colheita, pela ação da colhedora (Bragachini et al. 1991; Bragachini et al., 2002) (Fig. 9).

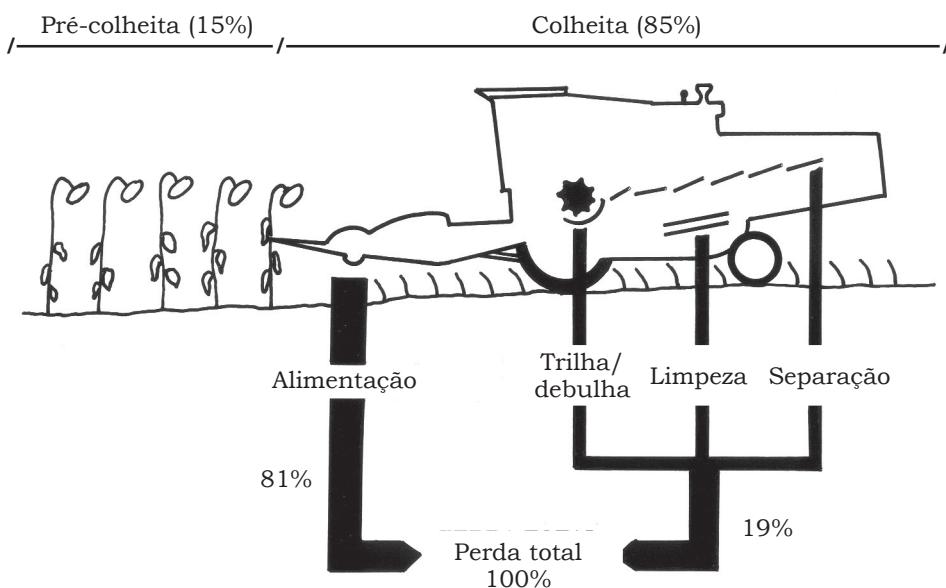


Fig. 9. Perdas de grãos verificadas na précolheita e no processo de colheita mecanizada de girassol, destacando os valores observados no sistema de alimentação e nos mecanismos internos da colhedora.

Fonte: Bragachini et al. (1991).

Pré-colheita

No início da colheita, as lavouras normalmente apresentam perdas classificadas de pré-colheita, relacionada com o desprendimento natural dos grãos, o acamamento e/ou quebra de plantas e com os danos ocasionados por pássaros (Balla et al., 1995). No Brasil, principalmente em pequenas áreas, o problema de ataque de pássaros tem se destacado.

Quando o cultivo apresenta plantas ou capítulos caídos é necessário, segundo Bragachini et al. (2002), avaliar as perdas em separado daquelas oriundas de debulha natural. Para a avaliação de capítulos caídos, seleciona-se uma zona representativa da lavoura e, na direção das linhas de cultivo, determina-se um retângulo de 14,3 m de largura - no caso do cultivo estar instalado em espaçamento entrelinhas de 70 cm, pela largura da plataforma que será usada. Recolhem-se os capítulos que estão no solo ou aderidos às plantas, em uma posição tal que não seriam coletados pelo equipamento colhedor. Divide-se o número de capítulos coletados pelo número de fileiras e obtém-se um valor que deve ser multiplicado por 45 (que é o peso, em gramas, dos grãos contidos em um capítulo médio). Tem-se, assim, a quantidade de girassol, em kg ha^{-1} , que se perdeu na pré-colheita. No caso de debulha natural, a avaliação pode ser feita colocando-se, entre as linhas de plantas ainda intactas, quatro círculos de 56 cm de diâmetro, que totalizam 1 m^2 . Juntam-se e contam-se os grãos que estavam dentro dos aros, levando-se em consideração que 120 grãos de girassol de tamanho grande, 140 medianos ou 160 peque-

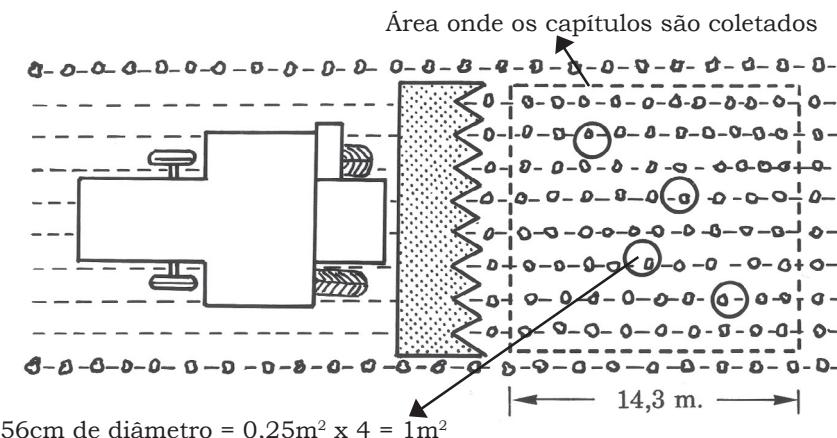


Fig. 10. Avaliação de perdas de pré-colheita na lavoura de girassol.
Fonte: Bragachini et al. (1991).

nos representam uma perda média de 100 kg ha⁻¹ (Fig. 10). Cada determinação de perdas deve ser feita no mínimo com cinco e preferencialmente com não menos que sete repetições, para se obter melhor precisão na avaliação (Balastreire, 1987).

Colheita

Durante a colheita mecanizada de girassol, podem-se quantificar perdas de grãos nas seguintes situações: a) perdas de grãos por capítulos não coletados, b) perdas de grãos pela ação de contato das plantas com os elementos fixos e móveis da plataforma de alimentação e c) perdas de grãos pela atividade dos mecanismos internos de trilha, separação e limpeza da colhedora (Fig. 11).

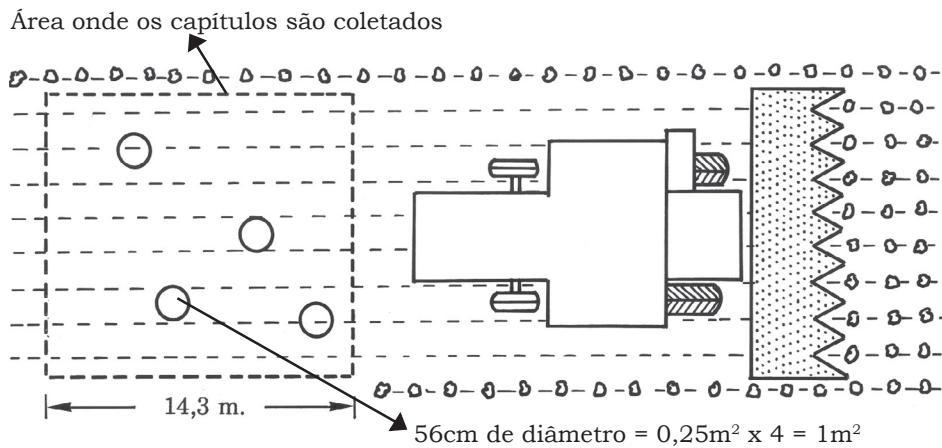


Fig. 11. Avaliação de perdas da colhedora na operação de colheita de girassol.

Fonte: Bragachini et al. (1991).

Capítulos não coletados

A perda de capítulos de girassol na colheita mecanizada depende, basicamente, da uniformidade da lavoura quanto a acamamento e quebramento de plantas, do trabalho do molinete e da existência de elevações laterais na plataforma. A altura variada no posicionamento dos capítulos de girassol dificulta o trabalho do operador, que normalmente

não consegue ajustar um melhor posicionamento de ataque da plataforma. Assim, alguns capítulos passam por debaixo da plataforma, não sendo recolhidos pelo sistema de alimentação da máquina. Além disso, os capítulos cortados podem cair fora da plataforma, sobretudo devido à ação do molinete. As laterais altas, perfeitamente colocadas, podem diminuir esse tipo de perda que, normalmente, oscila entre 1,2% e 8,0% e são determinantes nos percentuais da perda total (Balla et al., 1995). A avaliação de perdas de capítulos deve ser feita tão logo passe a colhedora e no mesmo retângulo delimitado anteriormente, recolhendo-se os capítulos caídos não colhidos pela máquina. A quantidade de capítulos coletados deve ser dividida pelo número de fileiras, multiplicando-se o resultado por 45, obtendo-se, assim, as perdas em kg ha^{-1} (Bragachini et al., 2002).

Sistema de alimentação

As perdas de grãos de girassol no sistema de alimentação da colhedora dá-se pela ação de contato das plantas com os elementos fixos e móveis da plataforma. Na plataforma tipo “girassoleira” e na de milho adaptada, as perdas são decorrentes do impacto nas bandejas e nos divisores e com os elementos cortantes localizados no chassi e na corrente recolhedora, respectivamente. Nas plataformas convencionais de cereais, os processos de impacto, provocado pelo molinete com as plantas e corte, ocasionam a debulha parcial dos aquênios. Além disso, os grãos acumulados nas bandejas pode contribuir para o aumento da perda, que geralmente oscila entre 0,2% e 2,6% (Balla et al., 1995). Para a avaliação das perdas na plataforma, é necessário recolher todos os grãos soltos e debulhar os pedaços de capítulos que se encontram dentro dos quatro aros, obtendo-se, assim, a amostra de 1 m^2 que contém a perda na plataforma mais a perda de pré-colheita, que já estava no solo; por subtração, se obtém a perda na plataforma. Após a passagem da plataforma acima dos aros, a colhedora é parada, dando-se marcha-a-ré por um espaço no máximo igual ao comprimento da colhedora. Segundo Bragachini et al. (1991), na colheita mecanizada de girassol, em geral, 81% das perdas ocorrem na plataforma de alimentação, enquanto que apenas 19% resultam de perdas localizadas nos mecanismos internos de trilha, separação e limpeza da colhedora (Fig. 9). Deve ser considerado, segundo Bragachini et al. (2002), que 140 grãos de tamanho mediano ou 10 g m^{-2} representam perda média de 100 kg ha^{-1} , sendo a tolerância de perda total em uma colhedora de aproximadamente 100 grãos.

Mecanismos internos

As perdas no cilindro de trilha e nas peneiras são calculadas a partir do material coletado na traseira da máquina (Balastreire, 1987) e são determinadas em quatro aros vedados colocados depois da passagem da plataforma e antes da queda do material colhido; um aro é colocado na zona central, logo abaixo das peneiras, e os outros três aros são situados na área da plataforma. Da parte interior dos quatro aros, recolhem-se, então, os grãos soltos e os obtidos por capítulos não trilhados (Bragachini et al., 2002).

Avaliação das perdas em diferentes tipos de plataformas de alimentação

Plataforma “girassoleira”

Na Argentina, as perdas médias de grãos em girassol, utilizando a plataforma “girassoleira”, tem oscilado em torno dos 135 kg ha^{-1} (Bragachini et al., 1991; Bragachini et al., 2002). Todavia, esses níveis podem ser reduzidos em 50% ao se realizar a colheita no momento adequado, melhorando os sistemas de colheita e regulando corretamente os sistemas de alimentação e internos da colhedora. Uma das causas responsáveis por esses valores, independente dos avanços tecnológicos introduzidos nas colhedoras atuais, é o trabalho de colheita realizado com altas velocidades de deslocamento, o que faz aumentar, principalmente, as perdas de grãos na plataforma de alimentação.

Plataforma convencional de milho adaptada

Com o objetivo de verificar a eficiência da plataforma de milho adaptada para a colheita de girassol, Balla et al. (1995) apresentam um trabalho experimental realizado no Estado de Goiás, no ano de 1994, com uma colhedora automotriz SLC, com motor de 145 HP, com plataforma de milho de quatro linhas, trabalhando a uma velocidade de $7,2 \text{ km h}^{-1}$. O genótipo utilizado foi o Cargill 11, com densidade populacional de 43 mil plantas ha^{-1} , cujo rendimento médio de grãos foi de 3 mil kg ha^{-1} . As amostras para a determinação das perdas no sistema de alimentação (A) e na colheita (B) foram obtidas através de armações com superfície conhecida em 22 pontos pré-determinados na lavoura e as perdas de capítulos (C) foram avaliadas em área correspondente à largura do sistema de alimentação da colhedora, em quatro pontos pré estabelecidos na área. Após a

debulha, os grãos de girassol colhidos foram pesados e o teor de umidade determinado, sendo posteriormente corrigido para 11% de umidade (valor padrão utilizado pela pesquisa e pela indústria). A perda total foi obtida pelo somatório da perda verificada na colheita (B) com a perda de capítulos (C). A perda de grãos referentes ao sistemas internos da colhedora (trilha, separação e limpeza) foi determinada pela diferença entre a perda na colheita (B) e a perda no sistema de alimentação (A). Os resultados são apresentados na Tabela 2 e evidenciam uma perda total de 1,88% (aproximadamente 58,0 kg ha⁻¹). A perda na colheita (B) de 1,28% (39,5 kg ha⁻¹) é similar aos valores de 0,81% e 1,15% obtidos na antiga Iugoslávia (Szendrő, 1980, citado por Balla et al., 1995), e inferiores aos valores de 2,59% e 3,97% registrados por Bragachini et al. (1991), na Argentina, ambos utilizando plataformas “girassoleiras”.

Tabela 2. Perdas de grãos verificadas em lavoura de girassol (híbrido Cargill 11, rendimento médio de 3.000 kg ha⁻¹) através de colhedora automotriz com plataforma de milho adaptada.

Tipo e local de perda	kg ha ⁻¹	%
Sistema de alimentação	27,67	0,89
Sistema de trilha, separação e limpeza	11,87	0,39
(Sub-total)	(39,54)	(1,28)
Capítulos	18,60	0,60
Total	58,14	1,88

Fonte: Balla et al. (1995).

Referências

- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas.** São Paulo: Manole, 1987. 310 p.
- BALLA, A.; CASTIGLIONI, V.B.R.; CASTRO, C. **Colheita do girassol.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1995. 25p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 92)
- BRAGACHINI, M.; BONETTO, L.; BONGIOVANNI, R.; CAPURRO, J. **Siembra y cosecha de girasol.** Manfredi: INTA – PROPECO, 1991. 52 p. (Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Cuaderno de actualización técnica, 9)
- BRAGACHINI, M.; MARTIN, A.; MÉNDEZ, A. Eficiencia de cosecha de girasol. In: DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, G.A. (Ed.). **Manual práctico para el cultivo de girasol.** Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 2002. 313p.

CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA. A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J.M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol.** Londrina: EMBRAPA CNPSO, 1994. 24p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 58).

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, J.R.B. **A cultura do girassol.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1996. 36 p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 13)

DE DIOS, C.A.; MUR, D.R. Cosecha. In: **Producción de girasol.** Corrientes: AACREA, 1987. 191p. (AACREA. Cuaderno de actualización técnica, 40)

EMBRAPA SOJA. **A cultura da soja no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2000. BASF, 2000. 1 CD-ROM.

GRODZKI, L. Colheita e armazenamento – girassol. In: **Manual agropecuário para o Paraná.** Londrina: IAPAR, 1976. v.3, p.211-212.

HOFMAN; V.L.; HELLEVANG, K. J. Harvesting, drying and storage of sunflower. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.). **Sunflower technology and production.** Madison: American Society of Agronomy, 1997. 834p. (American Society of Agronomy. Agronomy, 35).

INTA. **Girasol.** Buenos Aires: INTA, 1983. 32p. (Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación. Manual de Divulgación Rural)

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; MANTOVANI, E.C.; ANDRADE, J.G.M.; FRANÇA NETO, J.B.; SILVA, J.B.; FONSECA, J.R.; PORTUGAL, F.A.F.; GUIMARÃES SOBRINHO, J.B. **Manual do produtor:** como evitar o desperdício nas colheitas de soja, do milho e do arroz. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 32p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 112; EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 11; EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 87).

ROSA, E. Cosecha. In: **Girasol – algunos aspectos de manejo y producción.** Balcarce: Centro de Investigaciones Agrícolas “Alberto Boerger”, 1986. 70 p. (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Miscelánea, 64).

ROSSI, R.O. **Girassol.** Curitiba: Tecnoagro, 1998. 333p.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, p.901-903, 1981.

SCHULER, R.T.; HIRNING, H.J.; HOFMAN, V.L.; LUNDSTROM, D.R. Harvesting, handling and storage of seed. In: CARTER, J.F. (Ed.). **Sunflower science and technology.** Madison: American Society of Agronomy, 1978. 505 p. (American Society of Agronomy. Agronomy, 19).

SILVEIRA, J.M.; BALLA, A.; MESQUITA, C.M. **Adaptação de plataforma de milho para a colheita do girassol.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1993. 1 folder.

SILVEIRA, J.M.; CASTRO, C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; SARAIVA, O. Aspectos fitotécnicos do cultivo do girassol, relacionados à distribuição espacial de plantas, restos vegetais e qualidade de sementes. In: EMBRAPA SOJA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja 2001**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.36-41. (Embrapa Soja. Documentos, 199).

SILVEIRA, J.M.; CASTRO, C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; SARAIVA, O. Aspectos fitotécnicos do cultivo do girassol, relacionados à distribuição espacial de plantas, restos vegetais e qualidade de sementes. In: EMBRAPA SOJA. **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 2002**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p.50-56. (Embrapa Soja. Documentos, 218).

VRÂNCEANU, A.V. **El girasol**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1977. 379p.

