

## Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.)

### *Technologies on operations of sowing and harvest for the culture of sesame (Sesamum indicum L.)*

Vicente de Paula Queiroga<sup>1</sup>, Tarcísio Marcos de Souza Gondim<sup>2</sup>, Diego Antonio Nóbrega Queiroga<sup>3</sup>

**Resumo** - O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem, sendo na atualidade uma das dez principais oleaginosas do mundo. Cultivado em uma área total em torno de oito milhões de hectares, o principal produto do gergelim é a semente. De elevado valor nutricional para alimentação humana, e de propriedades medicinais, as sementes do gergelim são fontes de vitaminas (complexo B), ricas em minerais (cálcio, fósforo, magnésio, sódio, zinco e selênio), de óleo (50%) composto por ácidos graxos insaturados (oléico, 40% e linoléico, 41%) e substâncias antioxidantes como a sesamina, a sesamolina e o tocoferol que imprimem resistência a rancificação. A torta ou farelo do gergelim é rica em aminoácidos importantes, tais como metionina, cistina, arginina e leucina tornando-se uma excelente fonte de proteínas (39%). O gergelim é uma planta de fácil cultivo com cultivares de ciclo rápido, entre 90 a 130 dias. Informações contidas nesta nota técnica podem contribuir para o agronegócio do gergelim e para a produção em pequena escala, explorando o potencial do gergelim numa grande perspectiva de atividade econômica, especialmente para o Semi-Árido do Nordeste, ou como “cultura de safrinha” nas condições do Cerrado. Objetivou-se destacar as seguintes tecnologias adaptadas ao cultivo do gergelim: diferentes plantadeiras, importância da colheita sincronizada, diferentes formas de trilha e secagem. Demonstra-se que a simples introdução da segadora-atadora (rendimento de 2 ha homens<sup>-1</sup>) para realizar o corte das plantas, no ponto de colheita poderá incrementar significativamente a área plantada de gergelim no Brasil, mesmo com as cultivares de gergelim deiscente em uso. A verticalização da produção do gergelim fica na dependência das modificações dos costumes alimentares e sociais da população, pois o mercado nacional é limitado e por este motivo não valoriza tanto a qualidade do gergelim como o mercado internacional. Atualmente, mais de 60% do consumo de gergelim no Brasil é importado.

**Palavras-chave** - *Sesamum indicum*. Colheita semi-mecanizada. Semeadura mecânica. Variedade deiscente.

**Abstract** - The sesame (*Sesamum indicum* L.) is one of the first species domesticated by humans, being nowadays one of the top ten oil plant in the world. Planted in an area around eight million hectares, the main product is the sesame seed. High nutritional value for food, and medicinal properties of sesame seeds are sources of vitamins (B vitamins), rich in minerals (calcium, phosphorus, magnesium, sodium, zinc and selenium), oil (50%) composed of unsaturated fatty acids (oleic (40%) and linoleic (41%)) and antioxidants such as sesamin, the sesamoline the tocopherol that print resistance to rancidity. Sesame presscake has important amino acids such as methionine, cystine, arginine and leucine becoming an excellent source of protein (39%). The sesame is easy to grow and has fast cycle cultivars, between 90-130 days. Information contained in this technical note can contribute to agribusiness and the small scale production, exploring the potential of sesame in a big picture of economic activity, especially for the semiarid Northeast, or as a “culture of off season in terms of the Brazilian Cerrado. Aimed to highlight the following technologies adapted to the cultivation of sesame: different planters, the importance of synchronized sampling, different ways to track and drying. It is shown that the mere introduction of the mower-knotters yield (2 ha men<sup>-1</sup>) to perform the cutting of plants at harvest time can significantly increase the area planted to sesame in Brazil, even with the dehiscent sesame cultivars planted. The vertical integration of production of sesame is the dependence of changes in dietary and social habits of the population, because the domestic market is limited and for this reason can not appreciate both the quality of sesame as the international market. Currently, over 60% of consumption of sesame seeds in Brazil is imported..

**Key words** - *Sesamum indicum*. Half-mechanized harvest. Sowing mechanics. Dehiscent variety.

\*- Autor para correspondência

<sup>1</sup>Embrapa Algodão, Caixa Postal 174, 58.428-095, Campina Grande, PB, queiroga@cnpa.embrapa.br

<sup>2</sup>Embrapa Algodão, Caixa Postal 174, 58.428-095, Campina Grande, PB, tarcisio@cnpa.embrapa.br

<sup>3</sup>Faculdade IESP - Instituto de Educação Superior da Paraíba, BR 230, Km 14, Estrada de Cabedelo CEP 58.310-000, Cabedelo/PB, queiroga.nobrega@globomail.com

## Introdução

Atualmente, o gergelim é cultivado em 71 países, especialmente na Ásia e África. A produção mundial está estimada em 3,16 milhões de toneladas, obtidas em 8 milhões de hectares, com uma produtividade de 481,40 kg ha<sup>-1</sup>. Índia e Myanmar são responsáveis por 49% da produção mundial. Já o Brasil se caracteriza como pequeno produtor de gergelim com 15 mil toneladas produzidas numa área de 25 mil hectares e rendimento em torno de 600,0 kg ha<sup>-1</sup>, por ser plantado em solos pobres (QUEIROGA *et al.*, 2007).

No Nordeste sua exploração comercial teve início em 1986, após a drástica redução do cultivo do algodão. Atualmente, os maiores produtores do Brasil, em ordem decrescente, são os Estados de Goiás, Mato Grosso e São Paulo, o Triângulo Mineiro e o Nordeste. Como o gergelim é uma cultura perfeitamente adaptada aos solos e clima quente brasileiros, a sua produção agrícola deve ser estimulada, não só em função da projeção de aumento do novo mercado energético, baseado no Programa Brasileiro de Biodiesel, mas da possibilidade de exportação de sementes e derivados para países ricos (EUA, Alemanha, Holanda, Japão etc), que parece ser alternativa mais viável para exploração da cultura, devido ao alto valor comercial das sementes e óleo (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Além disso, há um mercado nacional crescente para exploração de seus grãos e óleo, que podem ser usados em vários produtos alimentícios, fitocosméticos e fitoterápicos (QUEIROGA *et al.*, 2008).

Nos últimos anos o gergelim tem despertando o interesse de novos produtores e empresários brasileiros que buscam uma cultura alternativa para alimentação e exploração agrícola viável. É um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo (50%) e proteínas (18,6%), conforme Weiss (1983). A torta obtida da prensagem dos grãos apresenta elevados teores de vitamina do grupo B e alta concentração de aminoácidos, podendo ser usada, ainda, na alimentação humana. Vale salientar que óleo de gergelim apresenta um potente antioxidante natural, denominado sesamol, cujo componente mantém sua estabilidade, ou seja, o óleo é mais resistente a oxidação ou baixa rancificação, sendo que esta propriedade não foi encontrada em nenhum outro óleo vegetal (QUEIROGA *et al.*, 2007).

O gergelim é uma opção de cultivo rentável, tradicionalmente explorado em pequenas e médias propriedades agrícolas nordestinas, principalmente por ser tolerante à seca, de fácil cultivo e ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas. O maior diferencial da cultura do gergelim ocorreu no final de 2007 com o lançamento da variedade BRS Seda, com frutos deiscentes e com sementes de cor branca, pela Embrapa Algodão. Segundo

Mazzani e Layrisse (1998), esta variedade atende aos padrões mínimos internacionais de mercado de 50 a 52% de óleo das sementes e de 21% de proteínas nas sementes descascadas, cujas características intrínsecas da nova cultivar permitindo maior aceitabilidade nos mercados nacional e internacional.

A cultura do gergelim na região semiárida do Nordeste ainda não se tornou uma exploração de importância econômica, por ser cultivada praticamente por pequenos produtores, os quais demandam tecnologias tradicionais de simples manejo para essa cultura, tendo como consequência uma elevada dependência no emprego de mão-de-obra familiar nos períodos de semeadura (desbaste) e colheita (QUEIROGA; SILVA, 2008).

Os maiores avanços na agricultura moderna têm sido obtidos com as culturas que permitem às práticas mecanizadas desde a semeadura até a fase de colheita com o mínimo da interferência de mão-de-obra. A semi-mecanização da cultura do gergelim é um componente fundamental para os produtores como forma de diminuir os custos de produção e de tempo de execução das atividades correspondentes numa exploração em escala comercial para a região do semi-árido do Nordeste, ou seja, passar de “cultura de fundo de quintal” para cultura comercial de no mínimo 2 ha por produtor. Entre as práticas de cultivo das plantas de gergelim que mais necessitam de aperfeiçoamento em sua mecanização, estão a semeadura e a colheita, ambos intimamente relacionados (MAZZANI, 1999).

Além disso, a colheita manual das cultivares deiscentes é considerada a etapa da cultura mais trabalhosa e que pode representar de 60% a 70% do custo total da produção na maioria dos Países produtores, ocasionando perda de sementes de, em média 30%, devido à colheita fora de época (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

A introdução de antigas segadoras-atadoras de cereais na Venezuela para substituir o duro trabalho do corte manual das plantas de gergelim no período de maturação das cultivares deiscentes, deu um impulso significativo às semeaduras nas áreas tradicionais de cultivo do gergelim. Além disso, umas prévias modificações essenciais realizadas na colheitadeira do tipo combinada, usadas pelo produtor na colheita e trilha do arroz, começaram também a ser adaptada às operações de trilha do gergelim (SUAREZ, 1995).

Este salto tecnológico levou a cultura do gergelim a cobrir um espaço muito importante entre os principais cultivos oleaginosos produzidos na Venezuela, alcançando uma superfície cultivada máxima de 178.000 ha no ano de 1970. Vale destacar que a mecanização do gergelim nas operações mais exigentes em mão-de-obra, relacionadas às práticas agrícolas de semeadura e colheita,

mudou substancialmente o tamanho médio das suas áreas cultivadas com a referida espécie. A diferença é que antes da mecanização do gergelim, o produtor venezuelano não conseguia plantar uma extensa área de produção, pois as operações manuais limitavam essa ampliação, mas através do sistema semimecanizado adotado principalmente na colheita houve um incremento em 68% na produção do gergelim em escala comercial, variando as áreas cultivadas desde 50 a 200 ha (SUAREZ, 1995).

É importante destacar que a consolidação da cadeia produtiva de uma determinada espécie sempre tem reflexo direto sobre o nível tecnológico utilizado pelos produtores em geral. Ou seja, no momento que o produtor de gergelim demandar por tecnologias avançadas (semeaduras com plantadeira mecânica manual ou plantadeira mecanizada, variedades deiscientes e indeiscientes, sementes de cor branca, aplicações de herbicidas e dessecantes, ponto de colheita, colheita semi-mecanizada com a segadora-atadora ou colheita direta, etc), igualmente aos sistemas produtivos da referida cultura utilizada na Venezuela, haverá a possibilidade de todos os elos da cadeia produtiva do gergelim serem estruturados e organizados no País, devido aos produtores do agronegócio terem como foco abastecer os grandes mercados nacional e internacional. De certa forma, estes pacotes tecnológicos irão beneficiar os médios e pequenos produtores parceiros das regiões do Nordeste e do Centro-Oeste, porque eles passarão a semear sementes de gergelim das cultivares com características químicas dos grãos de maior aceitação pelas indústrias em geral (QUEIROGA *et al.*, 2009).

Com a busca permanente por incrementos de produtividade e por diminuição de custos de produção pelos produtores em geral, a introdução de algumas tecnologias avançadas nas etapas de semeaduras e de colheita do gergelim deiscientes poderá mudar radicalmente o sistema arcaico de exploração desta cultura no Brasil, pois se tratam de técnicas simples que irão resolver as questões fundamentais que limitam a ampliação das áreas plantadas com a espécie em evidência.

Objetivou-se com esse trabalho apresentar técnicas de semeadura e colheita, recomendadas pela Embrapa Algodão, visando atender os pequenos e médios produtores de gergelim.

## PONTO DE COLHEITA

Uma característica da maioria das cultivares, especialmente das deiscientes, é que logo após o ponto ótimo de maturação ocorre um processo acelerado de deiscência natural dos frutos (cápsulas) e conseqüente queda dos grãos, o que, no caso de colheitas retardadas, pode levar a sérias perdas em produção, estimadas em 20 a 50% por Weiss (1971).

As colheitas antecipadas também podem causar reduções em rendimento decorrentes da imaturidade e desenvolvimento incompleto dos grãos (MAZZANI; ALLIEVI, 1966; LAGO *et al.*, 1994). Essas perdas em produção na colheita podem ser grandes, mesmo que a antecipação ou retardamento sejam de poucos dias. Na Venezuela, em plantios com a cultivar Glauca, colheitas realizadas três dias antes ou quatro dias após o ponto ótimo (97 dias) causaram perdas de 38,6 e 32,7%, respectivamente (MAZZANI; ALLIEVI, 1966). De forma semelhante, Lago *et al.* (1994), estudando a cultivar IAC Ouro no ano agrícola 1988/1989, observaram que colheitas antecipadas ou retardadas por cinco dias em relação à faixa ótima (100 - 105 dias após emergência no campo) refletiram em decréscimos na produção de 33,2 e 24,6%, respectivamente.

O rendimento e época de colheita também podem variar com o ano agrícola numa mesma cultivar e região de produção (RINCÓN; SILVA, 1993; LAGO *et al.*, 1994). Esses autores detectaram variações, de um ano para outro, entre 16 e 20% quanto ao ponto ótimo de colheita (dias após plantio) e entre 39 e 51% quanto à produtividade (kg ha<sup>-1</sup>).

Uma maneira de se determinar a época mais oportuna do corte das plantas de gergelim é através da observação do amarelecimento dos frutos, hastes e folhas, durante a maturação (BELTRÃO *et al.*, 1994). Geralmente, a época do corte das plantas de gergelim é determinada pelo produtor pela maturação dos frutos da base do caule, mesmo que os frutos dos ápices do caule estejam imaturos. Apenas o produtor está tentando prevenir a caída das sementes (frutos deiscientes). Quando o produtor antecipa a colheita aumenta a produção de sementes imaturas com menor teor de óleo, de menor influência no rendimento da cultura (perdas invisíveis).

Segundo Fonseca (1994), a operação de colheita será realizada assim que as hastes, folhas e cápsulas atingirem o amarelecimento completo, e antes que as cápsulas estejam totalmente abertas. As cápsulas da base, nas cultivares deiscientes, abrem-se mais cedo, o que indica o momento exato para se iniciar a colheita.

Este ponto exato do corte das plantas de gergelim recomendado por Fonseca (1994) está de acordo com os trabalhos experimentais conduzidos por Mazzani (1983), de que as plantas de gergelim colhidas mais tarde, quando os frutos da base das hastes começam a abrir-se, produzem sementes em maior número e de maior tamanho. Este é o momento exato da colheita, pois daí em diante a deiscência dos frutos progride rapidamente, chegando àqueles localizados no topo da planta, mesmo que sejam constatados no campo perdas visíveis de sementes, mas consideradas essas perdas insignificantes. Mesmo assim, Mazzani (1999) afirma que quando se retarda por três dias

o corte das plantas pode representar incremento de 30% no rendimento de sementes, ou seja, desde que o momento exato do corte coincida com o início da abertura dos frutos do baixeiro das plantas deiscuentes de gergelim.

## SINCRONIZAÇÃO ENTRE SEMEADURA E COLHEITA

Para viabilizar a participação de pequenos e médios produtores e incentivar a ampliação de suas áreas de cultivo com gergelim deiscente, é preciso elevar seu nível tecnológico durante as atividades de plantio e colheita, buscando modificar progressivamente, mediante alteração parcial ou total, o sistema atual de plantio denominado de “fundo de quintal”, para outro sistema mais avançado com menos dependência de mão-de-obra, conforme as condições financeiras de cada produtor. As tecnologias sincronizadas entre semeadura e colheita, que poderão ser utilizadas pelos produtores de gergelim do Brasil, estão enumeradas em diferentes cenários na Figura 1.

### A. Sistema manual de semeadura e colheita

O plantio manual realizado por meio de uma lata com furo no fundo (Figura 1) se utiliza o pé para cobrir as sementes com terra. Por serem muito pequenas, as sementes que ficarem abaixo de 2,5-3,0 cm demoram mais para emergirem, e se não houver umidade suficiente, não germinam. O consumo de sementes neste sistema de plantio é de 3 kg ha<sup>-1</sup> e pode levar até três homens/dia para plantar um hectare, sendo necessário realizar o desbaste (eliminação do excesso de plantas) que representa em torno de 10% dos custos de produção. Quando a semeadura é realizada à mão em covas ou sulcos, há maior desperdício de sementes e, conseqüentemente, o desbaste é efetuado em duas etapas. Recomenda-se realizar o primeiro desbaste com 4 a 5 folhas por planta, e no segundo desbaste, quando as plantas apresentarem 12 a 15 cm de altura (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

No plantio manual do gergelim, auxiliado com garrafa presa numa vara, a operação do desbaste pode requerer a mão-de-obra mínima de cinco homens/dia/ha. Este insignificante avanço tecnológico é apresentado pela semeadura com uso da garrafa em favor do agricultor, quando comparada com a semeadura feita à mão. Este último sistema de semeadura é considerado o mais atrasado, denominado “fundo de quintal”, por consumir maior quantidade de sementes (4 a 5 kg ha<sup>-1</sup>) durante a implantação de um hectare e por permitir maiores custos de mão-de-obra nas duas operações de desbaste. Pois, em cada etapa dessa operação exige a mão-de-obra de cinco homens ha<sup>-1</sup>, ou seja, no total das duas operações de desbaste é necessário o trabalho manual de dez homens ha<sup>-1</sup>.

Por outro lado, a colheita manual mais utilizada no nosso meio consiste no corte da base das plantas com a serra de capim ou facão afiado (Figura 1), devendo ser realizado o corte da haste das plantas na altura da inserção dos primeiros frutos (15 a 30 cm), de modo a evitar que os feixes de gergelim fiquem grandes e para não causar dificuldades para o agricultor durante sua batida sobre a lona.

Por ocasião da colheita manual do gergelim, o produtor teria que efetuar em cada hectare as seguintes etapas: cortar as plantas e agrupá-las em feixes, amarrá-los com barbantes (Figura 1) e, finalmente, fazer a disposição dos mesmos nas cercas de arame para secagem, sendo todas essas tarefas executadas dentro de uma jornada de 8 horas de trabalho, o que exigiria a mão-de-obra de no mínimo seis pessoas. Este rendimento da colheita do gergelim de 0,2 a 0,3 ha/hora/homem foi obtido pela Embrapa Algodão no Estado da Paraíba (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

A principal característica desse sistema manual de semeadura e colheita na região Nordeste é o plantio por parte do produtor familiar de pequena área de gergelim, que em sua maioria atinge a área máxima de 1/3 de um hectare (uma tarefa). Por conseguinte, esse sistema manual tem como gargalo o elevado consumo de mão-de-obra durante as atividades de plantio e colheita, e pouco se evoluiu na referida região, ficando mais conhecido como cultura de “fundo de quintal” (QUEIROGA *et al.*, 2007).

### B. Plantadeira mecânica manual

Para tornar a operação de semeadura mais fácil e de baixo custo para atender os produtores familiares, um técnico de Várzea-PB desenvolveu uma semeadora manual, baseado em equipamentos de plantio de cenoura, cujo sistema de distribuição das sementes é do tipo cilindro perfurado, feito de tubo de PVC com diâmetro de 100 mm, colocado sobre um chassi de cano de ferro dotado de uma roda de bicicleta, na parte dianteira, de duas rodas pequenas como sulcador, tendo logo atrás, dois cilindros de descarga de sementes e, no final, duas correntes como cobridor de sementes (Figura 1). A semeadora aproveita o movimento da roda para acionar o depósito por intermédio de um eixo. O depósito contém, na sua parte central, 6 orifícios de 4 mm de diâmetro e, ao girar, movimenta as sementes, que caem por gravidade através do orifício para dentro do sulco; em seguida, as sementes são aterradas por duas correntes pequenas. Este mecanismo apresenta uma aceitável distribuição das sementes, desde que se mantenha uma quantidade acima de 2/3 da sua capacidade de abastecimento (QUEIROGA *et al.*, 2008).

Para melhor desempenho da semeadora, o solo deve estar bem preparado, isento de torrões, de pedras e de restos de vegetação. Nestas condições, a semeadora de



duas linhas tem capacidade de implantar 1 ha em menos de 2 horas e de promover redução no seu consumo de sementes para 1,5 kg ha<sup>-1</sup>, além de dispensar a operação de desbaste (QUEIROGA *et al.*, 2008).

Essa tecnologia da semeadora é essencial para pequenos e médios produtores de gergelim da região Nordeste, a qual foi responsável pelo incremento de 100% da área plantada no município de São Francisco de Assis do Piauí, principalmente quando as 6 comunidades de produtores familiares envolvidas na programação da Fraternidade de São Francisco de Assis (FFA) passaram a contar com 12 máquinas adquiridas em 2009. Ou seja, os poucos produtores que, na safra 2008, plantaram em média 0,5 ha de gergelim da variedade BRS Seda com ajuda de apenas duas máquinas. Já no ano de 2009, eles passaram a plantar em média 1 ha com ajuda de 12 máquinas (QUEIROGA *et al.*, 2010).

Apesar das vantagens apresentadas pela plantadeira mecânica manual durante as atividades de semeadura e desbaste, a colheita manual é considerada um fator limitante quando se trata de ampliar a área cultivada com gergelim deisciente. Mesmo no caso de haver incentivo do governo para o cultivo do gergelim, é preciso o produtor familiar avaliar melhor outros sistemas de colheita que permitam cortar de maneira eficiente todas as plantas dentro de uma jornada de trabalho de 8 horas e com baixo índice de perdas de sementes no chão (ideal: inferior a 10%). Mas tudo irá depender da sincronização entre essa plantadeira manual e a capacidade de corte das plantas ao alcance do produtor.

#### C. Capacidade da plantadeira manual

Para evitar grandes perdas de sementes de gergelim das plantas com cápsulas deiscientes durante a sua colheita, o produtor terá que adotar a seguinte regra básica: a área plantada diária terá que ser toda colhida (plantas cortadas) no mesmo dia.

Na falta de um bom planejamento, o produtor poderá semear 4 ha por dia, o que corresponde a capacidade máxima do equipamento “plantadeira manual”. Mas no momento da colheita, ele necessitaria da ajuda de 24 pessoas, dentro de uma jornada de trabalho de 8 horas, para executarem as seguintes tarefas: contar as plantas, agrupá-las em feixes, amarrá-las com barbantes e fazer a sua disposição junto as cercas de arame para secagem (Figura 1).

No levantamento realizado pelo produtor Juarez de Souza Texeira da comunidade Barra Bonita, município de São Francisco de Assis do Piauí, foi constatada a quantidade de 742 feixes confeccionados durante a colheita de ½ hectare de gergelim, cujo diâmetro de cada feixe ficou em torno de 30 cm.

Uma alternativa para assegurar o plantio de 4 ha efetuado pela semeadora manual e reduzir significativamente a mão-de-obra para colheita manual (24 dias homens) da produção desta área é a utilização de máquinas como mini-tractor do tipo Tobbata, adaptado na sua parte frontal com uma plataforma de uma linha de corte (tipo navalha - Figura 2). Provavelmente, esse novo protótipo ofereceria condições de corte diário para ceifar as plantas com frutos deiscientes de gergelim desse campo com 4 ha. Além disso, o produtor precisaria de pelo menos 12 dias homens para a colheita do gergelim com esse sistema semi-mecanizado, sendo um para o corte com o mini-tractor tipo Tobbata e onze operários para as demais atividades: agrupar as plantas em feixes, amarrá-los com barbantes e fazer a sua disposição junto as cercas de arame para secagem.



**Figura 2** - Mini-tractor tipo Tobbata (não testado) para o corte mecânico de uma linha de plantas de gergelim (Foto: Diego Antonio Nóbrega Queiroga).

A outra opção para os pequenos produtores seria eles utilizarem o seguinte sistema de colheita semi-mecanizado: cortar as plantas de gergelim (deisciente) com equipamento cortador de arroz adotado pelos produtores da Coréia do Sul (KANG, 1985 - Figura 3), agrupar os feixes em medas para secar e alimentar manualmente os feixes numa pequena máquina trilhadeira de arroz (Figura 4), desenvolvida pela Embrapa Arroz e Feijão, desde que seja substituída a peneira para furos redondos de 1/8 polegadas (MAZZANI, 1999).

#### D. Plantadeira manual em plantio escalonado

O plantio do campo de gergelim da cultivar BRS Seda (frutos deiscientes) deve ter articulação com a capacidade diária de corte das plantas pelo produtor. Isto significa que um determinado produtor não poderia plantar com a máquina manual de duas linhas (Figura 1) o seu campo de 4 ha de gergelim em um só dia. Mesmo que a



**Figura 3** - Corte das plantas de gergelim da Coréia do Sul, realizado pelo cortador mecânico de arroz de uma fileira. (Foto: Churl-Whan Kang)



**Figura 4** - Equipamento com ventilador e peneira para batidura de arroz desenvolvido pela Embrapa Arroz e Feijão, podendo ser adaptado para trilhar os feixes secos de gergelim. (Foto: arquivo da Embrapa Arroz e Feijão).

capacidade de plantio do referido equipamento seja de 4 ha dia<sup>-1</sup>, o ideal seria o produtor dividir essa área total de 4 ha em quatro parcelas ou lotes com piquetes (Figura 5), sendo que cada parcela de 1 ha seria plantada em dias diferentes da semana, ou seja, iniciaria o plantio da primeira parcela com solo úmido (1 ha) numa segunda-feira e terminaria de plantar a última parcela (1 ha) na quinta-feira.

Por ocasião da colheita, o produtor teria que efetuar em cada parcela de 1 ha as seguintes etapas: cortar as plantas e agrupá-las em feixes, amarrá-los com barbantes e, finalmente, fazer a disposição dos mesmos nas cercas de arame (Figura 1) para secagem, sendo todas essas tarefas executadas dentro de uma jornada de 8 horas de trabalho, o que exigiria a mão-de-obra de no mínimo seis pessoas para cada parcela de 1 ha. No dia seguinte, repetiria as mesmas atividades de colheita do gergelim na segunda parcela de 1 ha e, assim por diante, para a terceira e quarta parcela.

Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1º corte	2º corte	3º corte	4º corte

**Figura 5** - Campo de gergelim de frutos deiscientes dividido em quatro lotes e cada lote semeado em dias diferentes da semana, visando obter uma sincronização com a capacidade de colheita do produtor.

Este sistema de cultivo escalonado do gergelim deisciente pode ser considerado o mais viável para o pequeno produtor, principalmente quando o mesmo está desejando ampliar sua área de produção. Além de exigir uma mão-de-obra diária reduzida de 6 pessoas/ha durante a colheita de cada parcela, esse sistema irá favorecer mais o produtor por permitir produzir em maior quantidade com qualidade, sem perdas significativas de sementes durante a colheita.

#### E. Plantadeiras manuais

A falta de planejamento por parte do produtor na instalação de maiores áreas de plantio do gergelim deisciente acima da capacidade de oferta de mão-de-obra da sua região pode resultar numa drástica perda de sementes durante a colheita manual, em função da abertura natural dos frutos na maturação (ainda na planta), os quais deixam cair as sementes no chão pela simples ação do vento. Além disso, o produtor terá de saber a duração do ciclo da cultivar (85 dias para BRS Seda) e observar o momento do início da abertura dos frutos na base da haste, pois a colheita do gergelim deisciente requer tais cuidados.

Para elevar a área plantada de 16 ha de gergelim deiscente por dia, os médios produtores teriam que colocar em ação quatro plantadeiras mecânicas manuais de duas linhas, (Figura 1), pois cada máquina tem a capacidade diária de semeadura de 4 ha. Por outro lado, haveria a necessidade de contar com o apoio de 12 pessoas para executar esta semeadura de 16 ha e gastaria 6 quilos de sementes para plantar toda área do gergelim deiscente. Devido a carência de mão-de-obra no campo, este sistema para plantio de grandes áreas (16 ha), adotando o uso diário de quatro máquinas manuais, não seja o ideal para o produtor, apesar do seu preço bem acessível de mercado (R\$ 500,00 por unidade).

Já para atender a colheita diária de 16 ha desse campo, a solução para esse produtor brasileiro seria a importação da Venezuela do equipamento segadora-atadora. Na utilização de cultivares deiscentes é indispensável para o produtor o emprego da máquina segadora-atadora (Figura 6) no sistema de colheita semi-mecanizado, principalmente se a área semeada for acima de 10 ha. Atrelado a um trator, este equipamento é utilizado na Venezuela para cortar as plantas do gergelim no ponto de colheita (capacidade de 2 ha h<sup>-1</sup> e velocidade de 11,7 km h<sup>-1</sup>). À medida que a esteira da máquina vai enchendo com plantas cortadas a gaveta ou caixa ao lado, o operador que fica sentado (tipo cadeira) vai controlando o lançamento dos pequenos feixes de plantas já amarrados ao solo (MAZZANI, 1999). Dependendo do espaçamento utilizado pelo produtor (60-80 cm), a segadora com 2,40 m de largura pode cortar de três a quatro fileiras de plantas de gergelim com frutos deiscentes.

Em seguida, os feixes lançados pela ceifadora-atadora são reunidos em várias medas bem alinhadas no campo por oito trabalhadores (Figura 7). Após três semanas de secagem ao sol, uma máquina trilhadeira é alimentada



**Figura 6** - Segadora-atadora utilizada para cortar plantas de gergelim deiscentes no ponto de colheita. (Foto: Bruno Mazzani)

manualmente ou mecanicamente. Provavelmente, as medas em formato de cone protejam melhor os frutos secos das cultivares deiscentes da ação dos ventos, pois neste sistema semi-mecanizado de colheita, os feixes de gergelim só serão utilizados para alimentar a máquina trilhadeira, após completa secagem dos frutos (25 dias).



**Figura 7** - Secagem em campo das medas de gergelim alinhadas. (Foto: Tarcisio Marcos de Souza Gondim)

#### F. Plantadeira mecânica

A Embrapa Algodão instalou com sucesso um campo de gergelim na Estação da Embrapa de Missa Velha, CE, apenas fazendo uma pequena adaptação na plantadeira da marca Semeato (Figura 8) para o plantio definitivo no espaçamento de 90 cm entre fileiras, deixando-se de 12 a 15 plantas por metro linear e sem a operação de desbaste. Para atender o plantio das sementes pequenas de gergelim, utilizaram-se os discos recomendados pelo fabricante para sementes deslintadas de algodão. Esta adaptação consistiu em fechar os furos dos discos com Durepox e, em seguida, abriram novamente todos eles com uma broca de 0,6 polegadas, isto é, através da furadeira efetuou a abertura dos respectivos orifícios tapados. Outra opção seria mandar confeccionar um novo conjunto de discos com orifícios menores. Também a empresa Viana Sementes de Capistrano-CE utiliza uma plantadeira Jumil adaptada (discos com furos de 3 mm) para o plantio dos campos de produção de sementes certificadas de gergelim, cultivar BRS Seda.

Quando se utiliza a plantadeira mecânica com capacidade de semeadura de 10 ha/dia de sementes de gergelim deiscente, é possível encontrar uma sincronização ideal entre essa área plantada com gergelim deiscente (10 ha) e a operação de colheita realizada pelo equipamento segadora-atadora com capacidade de corte de plantas de 16 ha dia<sup>-1</sup>, pois o uso de mão-de-obra é pouco intensivo

na etapa de semeadura (uma pessoa) e também no corte das plantas com a Secagora-atadora (duas pessoas). Por outro lado, para a preparação das medas no campo de 10 ha seja exigido menos de oito trabalhadores.



**Figura 8** - Plantio de sementes de gergelim numa plantadeira adaptada no ensaio de campo da Estação Experimental da Embrapa Algodão de Barbalha, CE. (Foto: Tarcísio Marcos de Souza Gondim)

#### G. Plantadeira mecânica em plantio escalonado

Quando se trata de colheita semi-mecanizada (similar aos itens 4 e 6 anteriores), o plantio do campo de gergelim com frutos deiscentes deve ter articulação com a capacidade diária de corte das plantas de 16 ha realizada pela máquina segadora-atadora. Isto significa que um determinado produtor de gergelim poderia plantar com a plantadeira adaptada de quatro linhas o seu campo de 40 ha de gergelim em quatro dias (Figura 1). Dispondo apenas de uma plantadeira mecânica para efetuar o plantio de 40 ha, o ideal seria o produtor dividir a área total de 40 ha em quatro parcelas ou lotes com piquetes (Figura 1), sendo que cada parcela de 10 ha seria plantada (em solo úmido) em dias diferentes da semana, ou seja, iniciaria o plantio da primeira parcela (10 ha) numa segunda-feira e terminaria de plantar a última parcela (10 ha) na quinta-feira.

#### BATEDURA MANUAL DOS FEIXES

Devido à presença de ventos fortes na região Nordeste, os produtores familiares das comunidades envolvidas na colheita do gergelim deiscente do município de São Francisco de Assis do Piauí fizeram três bateduras para soltar todas as sementes dos feixes, pois os frutos na planta apresentam idades diferentes e também diferentes níveis de maturação. De modo geral, os batimentos dos feixes ocorreram aos 8, 15 e 22 dias após o corte das plantas de gergelim nas diferentes comunidades daquele município. Caso haja necessidade de complementar a secagem das sementes após a batedura, é recomendável espalhar uma camada fina de sementes sobre lona plástica, em razão de que as mesmas terão que apresentar umidade máxima de 6% (QUEIROGA *et al.*, 2008).

No transporte dos feixes para a batedura, os agricultores conduzem os feixes na posição ereta, pois qualquer inclinação dos mesmos representa perdas de sementes. Apenas os feixes secos são virados totalmente pelos carregadores quando estão sobre a lona estendida em forma de canoa (Figura 9). Com os feixes de plantas mais curtos, as atividades de virada e de sua batedura sobre a lona mostram-se ser melhor ao manuseio da batedura dos mesmos, em comparação aos feixes longos (QUEIROGA *et al.*, 2008).

Para não ter que transportar os feixes em posição ereta e carregá-los sem deixar cair às sementes por longo percurso no campo até chegar à lona fixada no chão, outra sugestão dada pela Embrapa Algodão seria colocar a lona amarrada sobre uma carroça baixa, de modo que a carroça empurrada pelos agricultores deslocaria no campo em busca dos feixes para a operação de batedura. Esta opção da carroça se movendo dentro do campo seria mais viável para as três bateduras dos feixes de gergelim, em razão de reduzir drasticamente as perdas com sementes no chão, pois a carroça vai para junto dos feixes de gergelim que serão submetidos ao processo de batedura. Além disso, no caso dos feixes de gergelim recebessem uma arrumação organizada no campo, similar aos estaleiros de sisal,



**Figura 9** - Transporte dos feixes para batedura (Foto acima) em uma lona fixa no campo, em forma de canoa para evitar a mistura das sementes com areia (Foto abaixo). São Francisco de Assis do Piauí, 2008 (Fotos: Vicente de Paula Queiroga).

haveria um impacto significativo bem menor de 10% de perdas de sementes pela ação dos ventos (Figura 10). Para Queiroga e Silva (2008), esse índice abaixo de 10% de perdas de sementes representa uma colheita eficiente do gergelim deiscente.

Uma vez executada a operação de batadura nos feixes com auxílio da própria mão ou de um pequeno porrete, os agricultores realizaram uma limpeza das sementes depositadas na lona para um carro de mão, através de uma peneira circular (Figura 11). Para ajudá-los nessa tarefa de limpeza das sementes foi utilizada uma bacia de plástico.



**Figura 10** - Circulação da carroça para batadura dos feixes e sua arrumação bem estruturada no campo, resulta numa colheita eficiente do gergelim deiscente. (Fotos (A e B): Tarcísio Marcos de Souza Gondim e Foto C: Vicente de Paula Queiroga)



**Figura 11** - Peneiração manual das sementes de gergelim numa peneira rústica. São Francisco de Assis do Piauí, 2008 (Foto: Vicente de Paula Queiroga).

Langham *et al.* (2008) admitem que 99% do gergelim cultivado no mundo ainda é colhido manualmente, em razão de que as cápsulas deiscentes das plantas se abrem quando estão secas, podendo deixar os grãos caírem no chão se ultrapassar seu ponto de colheita. Vários países da Ásia, África, América Central, Oriente Médio, América Latina, etc. são considerados exportadores de grãos, colhidos manualmente, para as indústrias de processamentos de produtos de gergelim e extratoras de azeite dos seguintes países: França, Holanda, Alemanha, USA, Canadá, Japão, Inglaterra, etc. Vale destacar que esses grãos de gergelim, que foram submetidos à batadura manual dos feixes, não apresentam danos mecânicos. Portanto, os mesmos se destinam mais para o processamento de produtos usados na alimentação humana, e também para a extração de óleo (Figura 12). Enquanto os grãos de gergelim colhidos mecanicamente ou semi-mecanicamente, desde que tenham sido submetidos ao impacto do cilindro batedor da trilhadeira, os mesmos irão sofrer danos mecânicos com um índice bastante elevado, em razão disso toda essa produção de grãos é destinada exclusivamente para extração de óleo (Figura 13).

#### TRILHAMENTO MECÂNICO DO GERGELIM DEISCENTE

Mesmo sendo considerado o maior produtor de gergelim do Brasil, os produtores de gergelim do Estado de Goiás ainda utilizam o sistema manual de corte das plantas no ponto de colheita das cultivares deiscentes. Após completar 15 a 20 dias do corte, os feixes secos organizados em medas são alimentados manualmente numa trilhadeira adaptada de arroz (Figura 14).

A introdução do equipamento segadora-atadora desenvolvido na Venezuela para substituir o duro trabalho

do corte manual das plantas de gergelim no período de maturação das cultivares deiscentes, poderá representar uma expansão significativa da produção dessa espécie oleaginosa no Brasil. Com base na gradativa redução da mão-de-obra no campo, os sistemas de colheita semimecanizado para as cultivares deiscentes de gergelim na Venezuela podem ser classificados em duas formas diferentes: sistema tradicional e sistema colante.

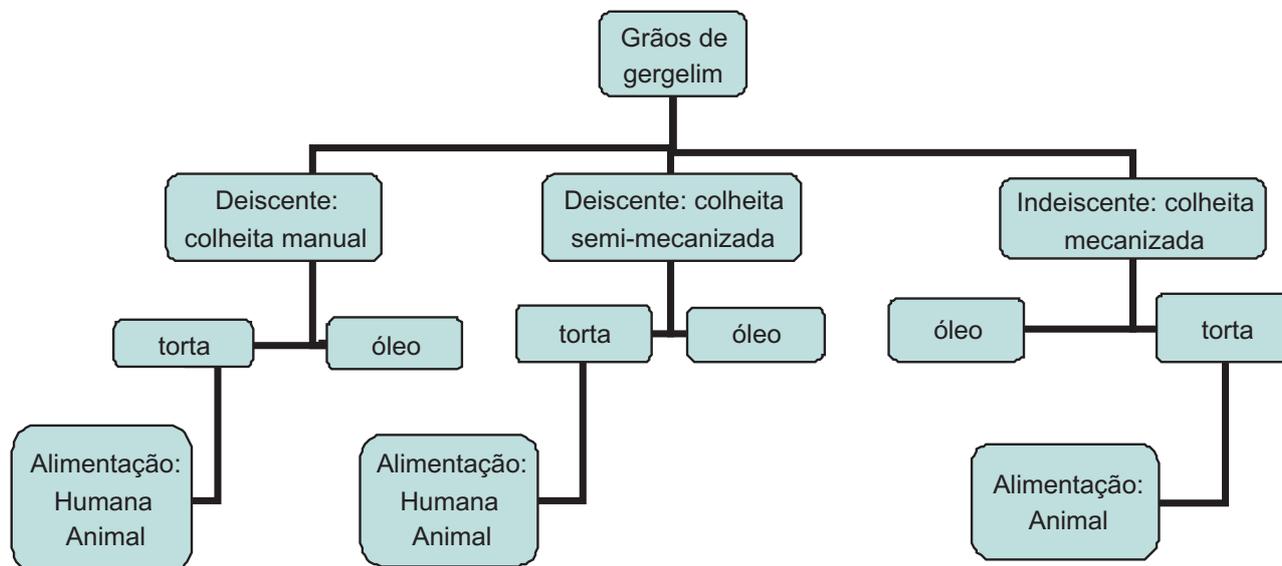


**Figura 12** - Equipamento de extração de óleo de grãos de gergelim. (Foto: Diego Antonio Nóbrega Queiroga)

#### A. Sistema Tradicional

Para as cultivares deiscentes de gergelim é utilizado na Venezuela uma ceifadora-atadora de cereais para o corte das plantas no ponto de colheita dos frutos de cada cultivar (Figura 15), a qual corta de 3 a 4 fileiras de plantas, desde que sejam plantadas no espaçamento de 60 cm, e as deposita sobre um esteira transportadora. Essas plantas cortadas são transportadas para encher uma caixa ao lado e, uma vez agrupada num feixe pequeno, passar através de um mecanismo atador. Vale destacar que cada rolo de cordão instalado na máquina tem uma autonomia para atender o amarrado das plantas cortadas de um ha. À medida que vai sendo confeccionado cada feixe (Figura 16), o operador que fica sentado na máquina (tipo cadeira) vai controlando com uma alavanca o lançamento do mesmo já atado ao solo (CARDENAS, 1978).

Em seguida, os feixes lançados pela segadora-atadora são reunidos em várias medas bem alinhadas no campo por oito operários (Figura 17). Após três semanas de secagem ao sol, uma máquina trilhadeira do tipo ensacadora é alimentada manualmente. Esta operação é realizada por quatro operários, sendo dois encarregados de pegar os feixes secos das medas e outros dois recebem para introduzi-los na máquina (Figura 18). Além do operador da trilhadeira, na parte superior da máquina vão dois operários encarregados de amarrar os sacos com as sementes e deixá-los deslizar sobre uma rampa até cair ao solo, o qual será apanhado por outro trator equipado com um carroção (MAZZANI, 1999).



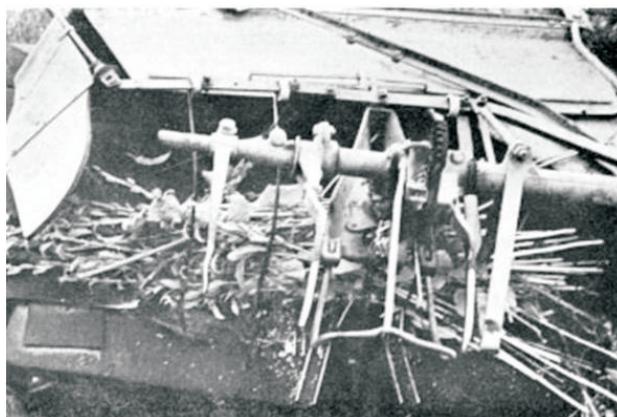
**Figura 13** - Organograma dos sistemas manual, semimecanizado e mecanizado de colheita dos grãos de gergelim e seu aproveitamento como alimento.



**Figura 14** - Sistema de colheita semimecanizado do gergelim deiscende utilizado pelos produtores do Estado de Goiás, envolvendo o corte manual das plantas, preparação das medas e os feixes secos sendo alimentados manualmente na trilhadeira. (Fotos: Waltemilton Vieira Cartaxo)



**Figura 15** - Operação de corte de plantas de gergelim realizado pela máquina segadora atadora e vários feixes atados no solo. (Fotos: Rafael E. Davila Cardenas)



**Figura 16** - Detalhe da máquina segadora-atadora lançando o feixe amarrado de gergelim ao solo. (Foto: Rafael E. Davila Cardenas)



**Figura 17** - Preparação e secagem das medas de gergelim (Foto: Bruno Mazzani)



**Figura 18** - Operação de alimentação dos feixes secos de gergelim na trilhadeira (Foto: Rafael E. Davila Cardenas)

#### B. Sistema Colaone

O sistema Colaone é semelhante ao tradicional. Este sistema envolve também a operação de corte com a máquina segadora-atadora, seguindo o mesmo procedimento descrito anteriormente. A diferença está radicada na operação de recolhimento das medas para trilhar, cuja colheitadeira já vem equipada com um dispositivo frontal mecânico para recolher as medas e introduzi-las na máquina. Esta plataforma consiste de uma estrutura metálica de aparência cúbica com a parte superior aberta e com um dos lados acionado por uma alavanca manipulada pelo operador da trilhadeira (Figura 19), o qual provoca seu movimento ao colocar a plataforma ao lado de cada meda (Figura 20).



**Figura 19** - Plataforma de estrutura metálica com abertura ao lado para recolher as medas. (Foto: Rafael E. Davila Cardenas)

Uma vez impulsionada para a parte interior da estrutura metálica, a meda de gergelim é levada por uma esteira transportadora até o cilindro bateador da máquina (Figura 21), sendo os feixes imediatamente trilhados. A colheitadeira pode ser do tipo ensacador ou a granel (Figura 22), preferindo-se este último por necessitar menos mão-de-obra (CARDENAS, 1978).

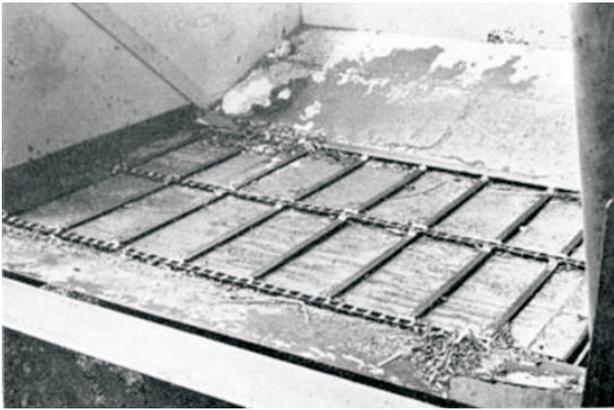
#### COLHEITA DIRETA MECANIZADA DO GERGELIM DEISCENTE

A operação de colheita direta do gergelim se aplica mais para as cultivares indeiscentes de gergelim e, conseqüentemente, essas áreas plantadas são superiores a 100ha para compensar economicamente o alto investimento realizado na aquisição da trilhadeira combinada. Langham *et al.* (2008) reportam que as primeiras tentativas de produção do gergelim nos USA foram realizadas com variedades deiscentes e eram colhidas diretamente pela trilhadeira combinada, ocasionando perdas elevadas de grãos entre 60 e 90%.

O uso de cultivares deiscentes em plantios da agricultura empresarial, que geralmente plantam áreas superiores a cem hectares, não são recomendados, pois a colheita mecânica desse tipo de material é muito complicada. Contrariando tal fato, recentemente um produtor do município de Canarana, MT vem adotando



**Figura 20** - Introdução mecânica da meda na plataforma metálica para ser trilhada. (Foto A: Rafael E. Davila Cardenas e Fotos B e C: Ray Langham)



**Figura 21** - Detalhe da esteira transportadora das medas para o cilindro batedor da máquina. (Foto: Rafael E. Davila Cardenas)



**Figura 22** - Trilhadeira tipo a granel efetuando o transporte dos grãos para o carroção. (Foto: Ray Langham)

uma estratégia diferente de colheita mecanizada do gergelim deiscente com a cultivar Trebol (planta não ramificada) numa área implantada de sequeiro superior a 400 ha. A colheita é feita propositalmente à noite para garantir mais umidade das cápsulas e consequentemente irá provocar menor abertura das mesmas, de modo que a força física mínima efetuada pela trilhadeira, no momento que entra em contato com a planta, reduzirá as perdas de grãos no solo (Figura 23).

Provavelmente, essa operação da trilhadeira no estado do Mato Grosso não tenha causado muitos danos aos grãos (esmagamento dos grãos provocado pelo cilindro batedor da máquina) colhidos com elevada umidade, pois o produtor utiliza uma regulação mínima do molinete, com a velocidade de trabalho abaixo de 450 RPM. Além disso, o molinete só efetua a operação de colheita com a metade das hastes de serviço (três do total de seis hastes).

Uma vez enchendo o tanque de armazenamento de grãos, a trilhadeira combinada se desloca da área cultivada para descarregar (tubo com rosca-sem-fim) diretamente os grãos trilhados sobre os pisos de concreto, visando



**Figura 23** - Trilhadeira combinada efetuando a colheita direta do gergelim deiscente durante à noite. Canarana, MT. (Foto: Frederico Canepa)

acelerar a secagem dos mesmos até um nível próximo de 7% de umidade (Figura 24).

Por outro lado, Bennett (2004) admite que a colheita do gergelim indeiscentes é mais eficiente quando a velocidade da trilhadeira é de 4 a 6 km h<sup>-1</sup>, pois assim evita danos mecânicos as sementes de gergelim (delicadas). No caso de reduzir pela metade a velocidade do molinete da máquina daquela exigida para cereais, a presença de sementes com danos pode ser inferior a 10%. Estes danos da semente durante a colheita afetam a viabilidade das sementes no armazenamento e a qualidade do óleo.

Para evitar colher grãos de gergelim com óleo de baixa qualidade, Bennett (2004) afirma que é importante que a planta esteja completamente seca (para o caso de variedade indeiscente) antes da colheita, pois a presença de cápsulas ainda verdes durante a colheita pode alterar a uniformidade da cor padrão da variedade e contaminar as sementes, criando um aroma anormal nos subsequentes produtos elaborados.

A colheita mecânica do gergelim indeiscente somente deve ser efetivada quando 100% das cápsulas apresentarem a cor marrom (Figura 25), o que pode levar aproximadamente 10 a 15 dias após aplicação do dessecante. Nesta fase, o índice de umidade do grão deverá se encontrar entre 6 a 7% no Norte da Austrália. Entretanto, em áreas mais temperadas do País, o teor de água dos grãos é mais elevado e sua secagem é mais demorada, o que exige do produtor de gergelim retardar por mais tempo a colheita (BENNETT, 2004).

Devido a ocorrência de chuvas ocasionais durante a colheita do gergelim no estado de Portuguesa, Venezuela, a operação da trilhadeira sobre as plantas com frutos indeiscentes não é realizada com 100% das cápsulas secas (Figura 26). Portanto, essa colheita direta é antecipada de cinco a seis dias após aplicação do dessecante (MAZZANI, 1999). Consequentemente, esta colheita rápida talvez venha contribuir pela má fama da qualidade dos grãos de gergelim produzidos pelos venezuelanos no mercado internacional.



**Figura 24** - Máquina trilhadeira com tubo de descarga em funcionamento (Acima) e piso de concreto (Abaixo) para secagem dos grãos de gergelim com elevada umidade. Canarana, MT. (Fotos: Frederico Canepa).



**Figura 25** - Campo de gergelim indeiscente na Austrália em condições de colheita. (Foto: Malcolm Bennett)



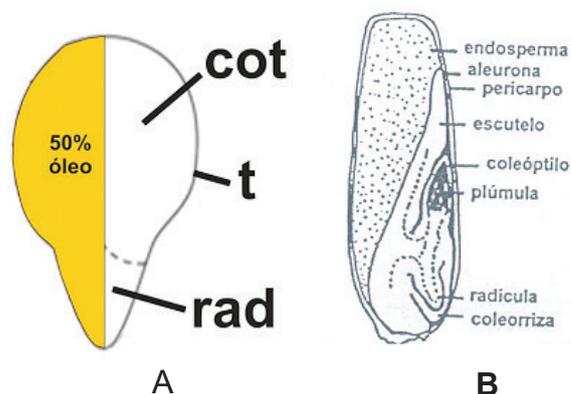
**Figura 26** - Campo de gergelim na Venezuela preparado para colheita direta mecanizada com as plantas não totalmente secas, após cinco a seis dias da aplicação do dessecante. (Foto: Bruno Mazzani)

Com relação aos 6% de umidade dos grãos de gergelim recomendados para iniciar a operação de colheita com a trilhadeira combinada, segundo Langham *et al.* (2006) esse teor de 6% não é considerado baixo para a referida espécie, pois o mesmo é equivalente a 12% de umidade do milho. Com base em tal raciocínio, é possível montar a seguinte Tabela 1. Além disso, é possível preparar uma ilustração (Figura 27) com a semente de gergelim contendo 50% de óleo e ocupando metade da sua superfície, enquanto que a percentagem de umidade da semente equivale a determinação, hipoteticamente, apenas na outra metade da sua superfície. Esta ilustração é teoricamente correta, porque se tratam de substâncias químicas não miscíveis (água/óleo). Já a semente de milho, cujo teor de óleo oscila entre 3,5 a 5%, praticamente até 85% desse óleo se concentra no seu embrião (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

**Tabela 1** - Teores de água equivalentes entre as espécies gergelim e milho, conforme Langham *et al.* (2006)

TEOR DE ÁGUA DOS GRÃOS (%)	
GERGELIM	MILHO
7	14
6	12
5	10
4	8
<i>3,5</i>	7
<i>3</i>	6

OBS: redução da umidade da semente por método artificial (itálico).



**Figura 27** - (A) Estruturas das sementes de gergelim (50% de óleo); (B) de milho (3,5 a 5% de óleo). A umidade de 6% na semente de gergelim equivale ao dobro para o milho. (cot = cotilédones; t = tegumento; rad = radícula).

## Literatura científica citada

- BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. **Gergelimcultura no trópico semi-árido nordestino**. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1994. 52p. (EMBRAPA – CNPA. Circular Técnica, 18).
- BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160. 348p.
- BENNETT, M. R. **Sesame**. In: Grains and Legumes (ed.) The New Crop Handbook. Australian, p.214-220, 2004.
- CARDENAS, R. E. D. Análisis de los sistemas mecanizados de la cosecha en el cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum*). **Agronomía Tropical**. v.10, n.1-4, p.291-347, 1978.
- FONSECA, K. S. **Avaliação da maturação fisiológica do gergelim (*Sesamum indicum* L.) para obtenção do ponto ideal de colheita**. 1994. 35f. Dissertação (Estágio Supervisionado) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- KANG, C. W. **Studies on flowering, capsule bearing habit and maturity by different plant types in sesame**. 1985. Dissertation (Thesis of Ph.D) - Korea Univ., Seoul, South Korea.
- LAGO, A. A. *et al.* Maturação e produção de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.134-137, 1994.
- LANGHAM, R. *et al.* **Sesame grower guide**. March, 2008. 32p. Sesaco Corporation. Disponível em: <<http://www.sesaco.net/mechanized-sesame.htm>>
- LANGHAM, R. *et al.* **Sudoeste sesame grower's**. Sesaco Corporation (Texas, USA). April, 2006, 51p.
- MAZZANI, B.; ALLIEVI, J. Efectos de diferentes épocas de cosecha sobre los rendimientos y algunas características de la semilla de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). **Agronomía Tropical**, Maracay, v.16, n.3, p.223-228, 1966.
- MAZZANI, B. **Investigación y Tecnología de Cultivo del Ajonjolí en Venezuela**. Edición del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT). Caracas, 1999. 115p.
- MAZZANI, B. Pedaliáceas oleaginosas. (Ed.). **Cultivo y mejoramiento de plants oleaginosas**. Caracas: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p.169-226.
- MAZZANI, H.; LAYRISSE, H. Características químicas del grano de cultivares de ajonjolí seleccionados de la colección venezolana de germoplasma. **Agronomía Tropical**. v.48, n.1, p. 5-18. 1998.
- QUEIROGA, V. P. *et al.* Características do gergelim indeiscente e semideiscente para semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 34p. (Embrapa Algodão. **Documentos**, 229).
- QUEIROGA, V. P. *et al.* Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semi-árida do Nordeste. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 53p. (Embrapa Algodão. **Documentos**, 171).
- QUEIROGA, V. P. *et al.* Produção de gergelim orgânico nas comunidades de produtores familiares de São Francisco de Assis do Piauí. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 127p. (Embrapa Algodão. **Documentos**, 190).
- QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F. **Bancos comunitários de sementes das espécies cultivadas pelos agricultores familiares de São Francisco de Assis do Piauí**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 196p. (Embrapa Algodão, no prelo).
- QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F. Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 142p. (Embrapa Algodão. **Documentos**, 203).
- RINCÓN, C. A.; SILVA, L. C. Evaluación de variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en época de lluvia en la mesa de Guanipa, Edo, Anzoátegui, Venezuela. **Agronomía Tropical**, Maracay, v.43, n.3/4, p.127-143, 1993.
- SUAREZ, A. C. **Evaluación de la siembra de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en diferentes condiciones de labranza con semillas normales y pildoradas**. 1995. 152f. Disertación (Tesis Doctoral) - Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería.
- TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das Sementes: Tecnologia da produção**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1977. 225p.
- WEISS, E. A. Sesame. In: WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. p. 282-340.
- WEISS, E. A. **Castor, sesame and safflower**. London : Leonard Hill, 1971. 901p.