

NOTA TÉCNICA

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO SISTEMA PRODUTIVO DO GERGELIM EM DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS

Vicente de Paula Queiroga¹, Paulo de Tarso Firmino¹, Tarcísio Marcos de Souza Gondim¹, Waltemilton Vieira Cartaxo², Ayicé Chaves Silva², Francisco de Assis Cardoso Almeida³

RESUMO

A agricultura nacional apresenta diversos sistemas de produção e grande variação dos níveis de produtividade como consequência da desigualdade regional. Essas variações ocorrem, principalmente, em razão da falta de informações técnicas, de políticas estratégicas e de apoio financeiro para aquisição de máquinas e equipamentos empregados no sistema produtivo das diversas culturas. Considerando a importância destas informações, os arranjos produtivos divulgados nas Unidades de Testes e Demonstração (UTD) têm por objetivo difundir os equipamentos utilizados nos diferentes níveis tecnológicos da cadeia produtiva do gergelim deiscente. No Nordeste brasileiro, o gergelim, encontra excelentes características edafoclimáticas, entretanto limitações de máquinas e equipamentos restringem a sua potencialidade de importante cultura econômica para essa região. Atividades de grande demanda de mão de obra e/ou dificuldade operacional podem ser facilitados pela mecanização, principalmente nos seguimentos: preparação do solo, operação de semeadora, colheita, pré-limpeza do produto e instalação de miniusina para verticalização do produto.

Palavras-chave: *Sesamum indicum*, sistema de produção, unidade estratégica, tecnologia mecanizada

EQUIPMENT USED ON THE PRODUCTION SYSTEM OF SESAME AT DIFFERENT LEVELS OF TECHNOLOGY

ABSTRACT

The national agriculture system presents several production levels and a large variation in productivity as a consequence of regional inequality. These variations are mainly due to the lack of technical, strategic policy and financial support for the purchase of machinery and equipment used in the production system of diverse cultures. Considering the importance of this information, the production arrangements disclosed in the Test and Demonstration Units (UTD) aim to disseminate the equipment used in different technological levels of the production chain of dehiscent sesame. On the Northeast side of Brazil sesame finds excellent soil and climate characteristics, however limitations of machinery and the equipment restricts their economic potential for important crop of this region. Activities of high demand for labor and / or operational difficulty can be facilitated by mechanization, especially in segments: soil preparation, sowing operation, harvesting, pre-cleaning of the product and installation of mini mill for vertical product.

Keywords: *Sesamum indicum*, production, strategic unity, mechanized system

Protocolo 16 2013 11 de 28/03/2013

¹Pesquisadores da Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, nº 1143, CEP 58.428-095 Campina Grande, PB. E-mail: vicente.queiroga@embrapa.br; paulo.firmino@embrapa.br; tarcisio.gondim@embrapa.br; ²Analista da Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, nº1143, CEP 58.428-095 Campina Grande, PB. E-mail: valtemilton.cartaxo@embrapa.br; ayice.silva@embrapa.br Professor da Universidade Federal de ³Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso, nº882, CEP 58.429-900 Campina Grande, PB, Email: almeida.diassis@gmail.com

INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), da família Pedaliácea, é a mais antiga oleaginosa conhecida. Essa espécie, de distribuição tropical e subtropical, é tolerante à seca, e sua produção é proveniente de pequenos e médios agricultores, exercendo, portanto, uma apreciável função social no meio rural.

O Brasil é um dos poucos países que apresenta capacidade de expandir a produção de gergelim, seja mediante aumento da área plantada, seja pelo potencial de produtividade. Diante dessa perspectiva, a mecanização de operações do cultivo, colheita e pós-colheita desempenharia papel fundamental para que esse potencial seja expresso em incrementos de lucratividade para os empreendimentos rurais (Vasconcelos et al., 2013).

Os sistemas mecanizados agrícolas, depois da terra, representam o maior investimento para uma propriedade agrícola, dependendo da cultura eleita que pode atingir até 30% do seu custo de produção. Segundo Witney (1988), encontrar o dimensionamento ótimo do sistema mecanizado para uma propriedade é uma tarefa difícil, pois as variáveis estão em constantes mudanças, e o que pode estar adequado no momento, pode não ser ideal em curto prazo. Mesmo havendo uma quantidade de marcas e tipos de máquinas disponíveis no mercado, o seu custo mínimo de aquisição é determinado por uma série de fatores relacionados ao tamanho dos equipamentos e a pontualidade na realização das operações.

Quando são observados os pequenos agricultores da região semiárida do Nordeste, percebe-se que a agricultura praticada por eles, em sua maioria, apresenta baixa inovação tecnológica e as atividades agrícolas são realizadas, em grande parte, sob formas mais tradicionais de cultivo. Contudo, os agricultores, em alguns casos, apesar de conhecerem as tecnologias agrícolas inovadoras, pouco as utilizam pelo fato de que existem fatores socioeconômicos e ambientais, tais como: o status socioeconômico, a renda familiar, bem como extensão das propriedades rurais, limitam a utilização de tais técnicas pelos agricultores nordestinos. Essa condição, por sua vez, proporciona menor aproveitamento dos recursos disponíveis em suas propriedades, restringem a expansão produtiva e sua evolução econômica (Cavalcanti; Resende, 2002).

A mecanização nos estabelecimentos rurais nordestinos ainda é uma realidade pouco

disseminada, pois, em sua maioria, ainda utilizam práticas rudimentares em sua produção, fator este que limita a produção em grandes áreas dessa região (Banco do Nordeste, 2010), principalmente quando associado aos custos elevados e a baixa disponibilidade da mão de obra.

Os maiores avanços na agricultura moderna têm sido obtidos com as culturas que permitem práticas mecanizadas desde a semeadura até a fase de colheita com o mínimo da interferência de mão-de-obra. A mecanização da cultura do gergelim é um componente fundamental para os produtores, visando diminuir os custos de produção e de tempo de execução das atividades correspondentes numa exploração em escala comercial para a região semiárida do Nordeste do Brasil, visando atender as crescentes demandas em quantidade e qualidade do produto. Entre as práticas de cultivo das plantas de gergelim que mais necessitam de aperfeiçoamento em sua mecanização, estão à semeadura e a colheita, ambos intimamente relacionados (Mazzani, 1983; Queiroga; Silva, 2008).

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, ocasionado perda de sementes de, em média 30%, devido ao pequeno atraso na realização da colheita (Beltrão; Vieira, 2001). A abertura dos frutos é muito rápida e qualquer atraso na colheita pode significar elevadas perdas no rendimento, já que basta a ação do vento para fazer com que as sementes caiam no solo (Beltrão et al., 2001). Colheitas retardadas podem levar a sérias perdas em produção estimadas em 20% a 50% (Lago et al., 1994).

A técnica da mecanização acessível aos pequenos agricultores na fase de colheita do gergelim de cultivares deiscente poderá mudar radicalmente o sistema de exploração desta cultura na região semiárida, pois se trata de conhecimento simples que resolverá questões fundamentais limitantes à ampliação das áreas cultivadas com esta oleaginosa (Queiroga; Silva, 2008).

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. 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 e mudando 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 (no máximo 3 ha), pois as operações manuais limitavam essa ampliação, mas através do sistema semi-mecanizado 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).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo difundir informações em UTDs que permitam avaliar o emprego das máquinas ou equipamentos nas propriedades rurais, dependendo do nível tecnológico de cada produtor.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho contempla uma série de informações tecnológicas do sistema mecanizado em toda a cadeia produtiva do gergelim deiscente, visando atender os produtores da região Nordeste. Atualmente, as comunidades de produtores familiares trabalhadas utilizam baixo nível tecnológico em sua produção, fator este que limita a produção.

O processo de transferência tecnológica do sistema de cultivo mecanizado do gergelim é efetivado com base na metodologia das UTDs (Unidades de Testes e Demonstração), mediante a implantação de várias unidades nas comunidades rurais dos seguintes municípios de São Francisco de Assis do Piauí, PI, Bela Vista, PI, Lucrecia, RN, Marcelino Vieira, RN, Barbalha, CE e Tauá, CE.

Em cada comunidade é selecionada uma área de 1ha de um produtor para funcionar como a UTD matriz (Escola de Campo). Nessa UTD matrizes os agricultores são convocados pelas Ematers locais para se reunirem e receberem as aulas práticas diretamente no campo durante as diferentes fases da lavoura do gergelim a partir de orientações de técnicos da Embrapa, visando criar um efeito positivo no processo de apropriação tecnológica pelos produtores familiares, cujos conhecimentos adquiridos são aplicados nos seus lotes (UTDs filiais) e multiplicados aos demais. Utiliza-se a cultivar de gergelim BRS Seda com sementes

de cor branca, como alternativa de cultivo somativo às demais culturas de subsistência da comunidade (Queiroga et al., 2008).

Para efetuar o plantio das áreas destinadas às UTDs, os produtores familiares utilizam máquinas semeadoras manuais adquiridas pela Fraternidade de São Francisco de Assis (FFA), Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) e da Embrapa. Esses produtores, que semeiam com a máquina, adotam o espaçamento entre fileiras de 90 cm e usam a colheitadeira desenvolvida pela Embrapa ou da Sésamo Real.

Os produtores, orientados por técnicos da Embrapa Algodão, recebem instruções em práticas realizadas diretamente no campo durante as diferentes fases da lavoura do gergelim. Avaliam-se também os custos do sistema produtivo mecanizado do gergelim de cada UTD, desde o preparo do solo até sua colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para viabilizar a participação de pequenos, médios e grandes produtores e incentivar a ampliação de suas áreas de cultivo com gergelim deiscente no Brasil, é preciso mecanizar a semeadura, o manejo e a colheita. O sistema mecanizado propicia redução da mão-de-obra no sistema produtivo do gergelim, principalmente nas etapas de semeadura, desbaste, colheita e beneficiamento. Os principais equipamentos inseridos na cadeia produtiva do gergelim recomendados pela Embrapa Algodão para os diferentes níveis tecnológicos produtivos são os seguintes:

1. Manejo do Solo

1.1. Baixo nível tecnológico

Em algumas regiões do Nordeste, no caso dos municípios de São Francisco de Assis do Piauí e Bela Vista, PI, ainda realizam o preparo do solo para as diversas culturas (gergelim, feijão, milho e sorgo), com arado de aiveca de tração animal, denominado de tombador (Figura 1). Este procedimento técnico para preparo do solo é bastante eficiente pelo fato de estar disponível no período ideal, permitindo o aproveitamento da estação chuvosa numa região em que há limitação de chuvas, com frequência e ou, má distribuição (Queiroga et al., 2011).



Figura 1. A) Cultivador de aiveca de tração animal para preparo do solo e B) Área preparada com cultivador de aiveca, sendo semeada em São Francisco de Assis do Piauí.

A alternativa de preparo do solo com uso do arado de aiveca tem proporcionado boas safras de gergelim entre 2007 a 2011 para os produtores dos municípios de São Francisco de Assis do Piauí e Bela Vista, PI, enquanto uma insignificante produção de gergelim tem sido observada para os municípios vizinhos de Simplício Mendes, PI, Conceição de Canindé, PI e Isaias Coelho, PI, em razão de eles dependerem do preparo do solo tratorizado. Em parte, este fato tem ocorrido por falta de uma frota de tratores capaz de atender satisfatoriamente toda a comunidade da região antes da época ideal de plantio. Essa mesma realidade também se constata nos demais municípios da região semiárida, cujo sistema de tração animal necessita ser refletido como segundo plano, onde o produtor familiar seria convencido em conseguir adquirir para sua pequena propriedade um animal de tração e arado de aiveca (tombador).

1.2. Médio nível tecnológico

Por sua vez, os pequenos produtores do município de São João do Sabugi, RN realizam

o preparo do solo da lavoura de gergelim com um mini-tractor Tobatta com bitola de 80 cm (Figura 2), alugado de uma associação de pequenos produtores do Sítio Matinha, cujo conjunto realiza a atividade por hectare no tempo de aproximadamente 5 horas totalizando um custo de R\$ 75,00 (Queiroga et al., 2011).



Figura 2. Mini-tractor cultivador utilizado pelos produtores de São João do Sabugi-RN para preparar o solo dos campos de gergelim. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

1.3. Alto nível tecnológico

O gergelim é uma planta que necessita de um solo bem preparado, seja convencionalmente, com o uso de aração e gradagem, seja com técnicas de preparo mínimo, de modo que resulte em maior facilidade de semeadura, desenvolvimento da cultura e controle de plantas daninhas (Queiroga et al., 2011). O importante no preparo do solo é o uso adequado das máquinas e implementos agrícolas para cada tipo de solo e a operação feita no momento oportuno. Para solos arenosos ou mesmo de textura franco-arenosa, já trabalhados muitas vezes, só

necessitam de uma ou duas gradagens no preparo (Figura 3).



Figura 3. Preparo do solo para o plantio do gergelim apenas com gradagem. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

A profundidade de preparo do solo deve ser modificada em cada período de cultivo. Se a camada compactada estiver a menos de 30 cm de profundidade, ela pode ser rompida com arado de aiveca ou arado escarificador (Figura 4), atuando nesta profundidade (Castro; Lombardi Neto, 1992).



Figura 4. Preparo do solo com arado de aiveca ou arado escarificador. (Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva)

O arado de discos é menos vulnerável a estas obstruções, pois o movimento giratório dos discos faz com que eles girem sobre o solo e a vegetação, cortando-os (Gadanha Júnior et al., 1991). Para uma melhor eficiência no

2. Semeadura

2.1. Baixo nível tecnológico

preparo de solo com aração, deve-se dar preferência ao uso de arado com discos recortados (Figura 5).



Figura 5. Preparo do solo com arado de discos (A) e modelo de disco de arado com perfil recortado (B). (Foto: José Barbosa dos Anjos)

A subsolagem serve para tornar soltas as camadas compactadas, sem, entretanto, causar inversão das camadas de solo, devendo somente ser recomendada quando houver uma camada muito endurecida, em profundidades não atingidas por outros implementos (Figura 6). O arado escarificador é semelhante a um subsolador, mas trabalha em profundidades menores, exigindo menor esforço tratorio para execução das operações agrícolas (Gadanha Júnior et al., 1991; Aloisi et al., 1992).



Figura 6. Preparo do solo com arado subsolador. (Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva)

Para tornar essa operação 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 funis de descarga de sementes e, no final, duas correntes como cobridor de sementes ou duas rodas em lugar das correntes (Figura 7).



Figura 7. A) Semeadora mecânica manual de duas linhas usada no plantio de sementes de gergelim, sendo as sementes cobertas por correntes e B) Outra adaptação da máquina sem correntes (rodas). (Foto 1: Luiz Leme e Foto 2: Tarcísio Marcos de Souza Gondim)

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 ou duas rodas. Este mecanismo apresenta uma aceitável

distribuição das sementes, desde que se mantenha uma quantidade acima de 1/3 da sua capacidade de abastecimento. 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 por duas horas de trabalho, além de dispensar a operação de desbaste (Queiroga et al., 2008; 2014).

A máquina mecânica manual permitiu realizar a semeadura em fileiras duplas no espaçamento de 0,90 cm x 0,10 cm x 0,20 cm da UTD de gergelim do sítio Cachoeirinha, município de Lucrecia, RN, utilizando-se em tal cultivo o sistema de irrigação por gotejamento por ser considerado um método preciso e econômico, em razão da seca que assolou a região do Oeste Potiguar em 2012. As mangueiras de irrigação (40 cm entre furos) ficaram posicionadas na parte interna de cada fila dupla (Figura 8).



Figura 8. Sistema de irrigação por gotejamento usado no campo de gergelim de Lucrecia, RN. (Fotos: Vicente de Paula Queiroga)

Na comunidade de São Tiago em Bela Vista, PI, os produtores semeiam gergelim com auxílio de uma matraca adaptada, onde uma peça metálica de forma retangular é substituída por outra maior com extremidade circular, a qual é instalada no mecanismo regulador de

sementes da máquina (Figura 9), visando conseguir uma vedação total de sementes pequenas de gergelim.



Figura 9. A- Chapa metálica de forma retangular no regulador e a circular ao lado; B- Dosador sem a chapa retangular; C- Chapa metálica de forma circular no regulador e a retangular ao lado; D- Regulador de sementes instalado na matraca. (Fotos: Gilvan Tolentino)

2.2. Médio nível tecnológico

Com o plantio mecanizado, solo bem preparado e uso de sementes de elevado valor cultural, com pureza de 98% e germinação acima de 95%, 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 10) 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.



Figura 10. Plantio de sementes de gergelim numa plantadeira adaptada no ensaio de campo da Estação Experimental da Embrapa Algodão de Missão Velha, CE. (Foto: Tarcísio Marcos de Souza Gondim).

Para atender o plantio das sementes pequenas de gergelim, a Embrapa recomenda confeccionar um novo conjunto de discos com orifícios menores.

2.3. Alto nível tecnológico

O sistema pneumático de distribuição de sementes é um método de precisão de alta tecnologia e muito utilizado para a semeadura de sementes de gergelim, permitindo que se trabalhe a grande velocidade (Figura 11). É uma tecnologia bem mais cara que a dos métodos tradicionais, pois necessita da tomada de força do trator para seu acionamento, além de requerer cuidado permanente da estanqueidade do ar e ajustes na seleção das sementes. O número de sementes por metro linear é regulado pelo número de furos do disco e da distância percorrida pela roda motora para cada volta do disco (Silva et al., 2001).



Figura 11. Plantio de gergelim tratorizado pelo sistema pneumático de distribuição de sementes. (Foto: Jerry Riney)

Além de usar a rotação com as culturas de algodão, soja e milho, Langham et al. (2006) recomenda utilizar para semeadura direta do gergelim em rotação com o trigo a semeadora da marca John Deere de sistema dosificador pneumático com 24 bocas de descarga entre as fileiras do cultivo anterior (John Deere Harvester Works, 1992; Figura 12).



Figura 12. Semeadura direta de gergelim pelo sistema pneumático de distribuição de sementes em rotação com o trigo. (Foto: Jimmy Meeks)

A caracterização dos sistemas em baixo, médio e alto nível tecnológico, para semeadura, quanto à mecanização deve ser discutida em relação ao dimensionamento da área a ser cultivada.

3. Adubação

3.1. **Baixo nível tecnológico:** Adubadora manual é composta de distribuidor de duas saídas por duto tubular, que promove aplicação localizada do adubo químico no solo (Figura 13);

3.2. **Médio nível tecnológico:** Adubadora/plantadeira de tração animal com depósitos

de plástico polietileno para sementes e adubos, sendo a distribuição do adubo feita pelo rotor em nylon (Figura 13);

3.3. **Alto nível tecnológico:** Adubadora/plantadeira de tração mecanizada é formada por um sistema de comando de distribuição de semente e adubo, com roda dentada traseira articulada, discos de corte de 15" giratório (Figura 13).



Figura 13. Adubadora manual (A); Adubadora/plantadeira de tração animal (B); Adubadora/plantadeira de tração mecanizada (C). Foto 1: Vicente de Paula Queiroga; Fotos 2 e 3: Arquivo da Fitarelli

4. Controle de ervas daninhas

4.1. Baixo nível tecnológico

Nas pequenas propriedades do Nordeste, o controle de plantas daninhas no gergelim é feito, geralmente, com o uso da enxada. Seu baixo rendimento, aliado à elevação do custo e escassez de mão-de-obra no campo, torna-o uma operação onerosa correspondendo a mais de 40% do custo de produção, porque são necessários duas capinas (Queiroga et al., 2008).

O pequeno produtor do município de São Francisco de Assis do Piauí utiliza comumente o instrumento arado cultivador (tipo bico de pato) à tração animal (entre fileiras) e enxada (entre plantas) no controle das plantas invasoras no campo de gergelim, sendo o cultivador regulado para aprofundar no máximo 3,0 cm do solo para não danificar as raízes das plantas (Figura 14). Após a passagem com o cultivador, deve-se fazer o “retoque” com a enxada, dentro das fileiras (Queiroga et al., 2008).



Figura 14. Controle de plantas daninhas com o instrumento arado cultivador (conhecido como bico de pato ou capinadeira), em lavoura de gergelim no município de São Francisco de Assis do Piauí, 2008. (Fotos A e C: Vicente de Paula Queiroga; Foto B: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva).

No caso de pequena área do produtor familiar, o herbicida pode ser aplicado com pulverizador costal ou mecânico manual com sistema de bombeamento movido por rodas (Figura 15).



Figura 15. Pulverizador de herbicida manual com barra de pulverização. (Foto: Ray Langham)

4.2. Médio nível tecnológico

Os pequenos produtores do município de São João do Sabugi, RN realizam a capina da lavoura de gergelim (espaçamento de 90 cm entre fileiras) mecanicamente com os mini-tratores cultivadores alugados de uma associação de pequenos produtores do referido município, do tipo Tobatta com uma bitola de 80 cm (Queiroga et al., 2011; Figura 16). O médio produtor teria condições financeiras de utilizar o herbicida à tração animal com sistema de bombeamento movido por rodas (Figura 17).



Figura 16. Mini-tractor cultivador utilizado pelos produtores de São João do Sabugi-RN para capinar os campos de gergelim. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)



Figura 17. Pulverizador de herbicida à tração animal com barra de pulverização. (Foto: Ray Langham)

4.3. Alto nível tecnológico

Quando a tração é realizada por trator, é recomendável que o acionamento seja feito pela tomada de força, para evitar gastos com dois motores: o do trator e do pulverizador. A bomba é a responsável por conduzir a calda (herbicida) do depósito até os bicos pulverizadores, sob pressão, para ser aplicado com eficiência sobre a lavoura do gergelim (Saad, 1972; Figura 18).



Figura 18. Aplicação mecanizada de herbicida em pré-emergência na cultura do gergelim com o pulverizador de barra (Foto: Ray Langham).

5. Controle de pragas

Dependendo do tamanho do campo de gergelim, as pulverizações contra as pragas poderão ser realizadas com os seguintes tipos de equipamentos (Figura 19): Baixo nível tecnológico - pulverizador costal (até 3 ha), Médio nível tecnológico pulverizador - a tração animal (até 10 ha) e para o caso de alto nível tecnológico - pulverizador tratorizado de barra (entre 50 a 100 ha) e pulverização por avião (acima de 100 ha).



Figura 19. Diferentes pulverizadores utilizados no controle de pragas do gergelim: A) pulverizador costal, B) pulverizador a tração animal, C) pulverizador tratorizado tipo barra e D) pulverização por avião.

6. Colheita: corte da planta

6.1. Baixo nível tecnológico

A colheita manual mais utilizada pelos produtores de São Francisco de Assis do Piauí consiste no corte da base das plantas com a serra de capim ou facão afiado (Figura 20). Tal corte da haste das plantas tem sido realizado na altura da inserção dos primeiros frutos (15 a 30 cm), de modo a evitar que os feixes de gergelim fiquem grandes e não causem dificuldades para o agricultor durante sua batida sobre lona. As cápsulas da base, nas cultivares deiscuentes, abrem-se mais cedo, o que indica o momento exato para se iniciar a colheita (Queiroga et al., 2008).



Figura 20. Corte manual das plantas de gergelim (frutos deiscuentes) no ponto de colheita (Foto: Vicente de Paula Queiroga).

6.2. Médio nível tecnológico

A colheitadeira semi-mecanizada de gergelim da empresa Sésamo Real (Figura 21)



Figura 22. Roçadeira mecânica tipo costal articulado para uma fileira de plantas de gergelim. (Fotos 1 e 2: Diego Antonio Nóbrega Queiroga; Fotos 3 e 4: Péricles Valinotti).

funciona acoplada ao trator para efetuar o corte de 3 a 4 ha/dia, por seu baixo desempenho necessita apenas da mão de obra de 2 a 3 homens/dia. Esse corte mecânico das plantas deve ser feito antes da abertura das cápsulas. Recomenda-se utilizar essa colheitadeira nas pequenas áreas de produção do gergelim dos agricultores familiares, desde que tal equipamento seja adquirido e disponibilizado pelos tratoristas prestadores de serviços (Queiroga et al., 2014).



Figura 21. Colheitadeira semi mecanizada de gergelim para atender as pequenas áreas de produção de agricultores familiares (Foto de Túlio Benatti).

No caso dos produtores familiares da área coletiva de Lucrecia, RN, a JICA (Agência de Cooperação Internacional do Japão) adquiriu uma roçadeira no mercado para o corte das plantas deiscuentes de gergelim (Figura 22). Uma vez com as navalhas bem amoladas, essa roçadeira é utilizada pelo produtor para aumentar sua capacidade de colheita diária e reduzir o tempo com a atividade de corte da planta de gergelim.

6.3. Alto nível tecnológico

Na utilização de cultivares deiscentes é indispensável para o produtor o emprego da máquina segadora-atadora (Figura 23) 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). 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).



Figura 23. Segadora-atadora utilizada para cortar plantas de gergelim deiscentes no ponto de colheita (Foto: Bruno Mazzani).

Uma máquina ceifadora-atadora permite realizar o corte de 3 a 4 fileiras de plantas no ponto de colheita, desde que sejam plantadas no espaçamento de 60 cm, e as deposita sobre um esteira transportadora (Figura 24). Vale destacar que cada rolo de cordão instalado na máquina tem uma autonomia para atender o amarrado das plantas cortadas de um ha. (Cardenas, 1978).

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 semi-mecanizado 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).

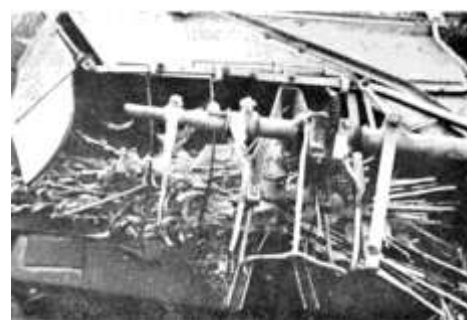


Figura 24 - Operação de corte de plantas de gergelim realizada pela máquina segadora atadora e vários feixes atados no solo. (Fotos: Rafael E. DavilaCardenas)

7. Beneficiamento: Batimento dos feixes

7.1. Baixo nível tecnológico

Após a operação de batadura nos feixes com auxílio da própria mão ou de um pequeno porrete, os produtores das comunidades de Lagoa do Juá e Lagoa da Povoação realizaram uma limpeza dos grãos depositados na lona para um carro de mão, através de uma peneira circular (Figura 25).



Figura 25. A) Batedura dos feixes; B) Peneiração dos grãos de gergelim após o processo da batedura; e. C) Sementes peneiradas (Fotos: Vicente de Paula Queiroga).

7.2. Médio nível tecnológico

Por ocasião da colheita, as plantas cortadas e agrupadas em feixes com 30 cm de diâmetro (amarradas com barbante), são transportadas em carroção para secagem, ficando sua disposição em cercas de arame ou em arame esticado entre duas estacas. Após 15 dias ao sol, os feixes pela parte apical são introduzidos numa moega de alimentação da batedeira, que conduz o material ao cilindro batedor, o qual libera as sementes das cápsulas por gravidade a uma peneira, sendo que os

materiais estranhos (talos, folhas e resíduos) são eliminados para fora da máquina por um ventilador. Essa batedeira é acionada pela tomada de força de um trator, a qual é empregada a velocidade de rotação de 800 a 900rpm e o rendimento operacional de 110 kg de sementes/hora (Figura 26). No final da operação, as sementes ficam acumuladas dentro do depósito de plástico e, em seguida, são submetidas ao processo de ventilação. Para evitar perdas de sementes durante o processo de batimento dos feixes, uma lona é estendida no chão.



Figura 26. Batimento de feixes de gergelim diretamente na máquina de batedeira adaptada de feijão. Lucrecia, RN.

7.3. Alto nível tecnológico

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 (Queiroga; Silva, 2008; Figura 27).



Figura 27. Sistema semimecanizado de colheita do gergelim utilizado pelos produtores do Estado de Goiás, onde os feixes secos são alimentados manualmente na trilhadeira (Foto de Waltemilton Vieira Cartaxo).

Na Venezuela, os feixes lançados pela ceifadora-atadora são reunidos em várias medas bem alinhadas no campo pelos trabalhadores. Após três semanas de secagem ao sol, uma máquina trilhadeira é alimentada manualmente (Figura 28) ou mecanicamente (Figuras 29 e 30). Provavelmente, as medas em formato de

cone protejam melhor os frutos secos das cultivares deiscuentes da ação dos ventos, pois neste sistema semimecanizado de colheita, os feixes de gergelim só serão utilizados para alimentar a máquina trilhadeira, após completa secagem dos frutos (Queiroga; Silva, 2008).



Figura 28. A) Secagem das medas de gergelim e B) Operação de alimentação dos feixes secos de gergelim na trilhadeira (Foto 1: Bruno Mazzani; Foto 2 e 3: Rafael E. Davila Cardenas).



Figura 29. Plataformas de estrutura metálica com abertura ao lado para recolher as medas (Foto 1 e 2: Rafael E. Davila Cardenas; Fotos 3 e 4: de Ray Langham).



Figura 30. Trilhadeira tipo a granel efetuando o transporte dos grãos para o carroção (Foto: Ray Langham).

2008). Ao mesmo tempo, a coluna de descarga das sementes é afetada pela ação do vento para separar as sujeiras leves e pequenas (Figura 31).



Figura 31. Ventilação natural dos grãos de gergelim usando uma peneira de madeira com chapa de latão perfurada por prego. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

8. Limpeza: ventilação

8.1. Baixo nível tecnológico

Uma técnica simples de ventilação natural das sementes de gergelim adotada pelos agricultores do Nordeste consiste em utilizando uma peneira feita de madeira, contendo uma chapa de latão perfurada por prego, a qual fica no plano inferior da coluna de descarga da semente efetuada por um operário de campo sobre um tamborete, visando reter as sujeiras pesadas e grandes presentes nas sementes (Queiroga, et al.,

8.2. Médio nível tecnológico

Após reunir toda produção de gergelim no depósito da Unidade de Beneficiamento de Sementes de Lucrecia, RN, os técnicos da cooperativa COAFAL submetem as sementes a uma ventilação complementar numa máquina de classificação adaptada pela Indústria Scott

Tech de Vinhedo, SP, dotada de duas peneiras vibratórias, com alimentação feita por um elevador de caçamba, o qual possui uma bica de descarga na sua parte superior por onde passam as sementes sujas (Figura 32). A função da peneira da parte superior é apenas reter as impurezas maiores, enquanto as sementes são retidas na peneira inferior, a qual

deixa passar as impurezas menores. Uma vez eliminadas essas impurezas contidas no lote, o processamento permite aumentar a pureza das sementes acima de 98%, pois esse equipamento tem um desempenho de funcionamento semelhante à máquina de ar e peneira utilizada nas Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS).



Figura 32. Ventilação de sementes de gergelim na máquina de classificação da Unidade de Beneficiamento de Sementes de Lucrecia, RN (Fotos: Vicente de Paula Queiroga).

8.3. Alto nível tecnológico

A maioria da limpeza das sementes de gergelim é feita na própria colheitadeira combinada (Figura 33), mesmo assim é necessário que as mesmas sejam transportadas para uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) para uma limpeza adicional (Figura 85; Langham, 2008). Uma vez na UBS, o produto é descarregado na moega (Figura 34). Por meio de um elevador mecânico, as sementes são transportadas a uma peneira classificadora e vibradora, que fica submetida a um mecanismo de turbulência de ar, cuja finalidade é a eliminação dos materiais estranhos contidos no produto (pedra, areia, material orgânico em forma de casca, folhas etc). Em seguida, o produto está pronto para a segunda fase de limpeza. Ou seja, outra descarga do material é feita na moega e, através de um elevador, as sementes são colocadas

numa segunda máquina e, por meio de um mecanismo de turbulência e peneira, se eliminam o material fino e as sementes em mal estado.



Figura 33. Trilhadeira combinada transportando as sementes de gergelim para o caminhão graneleiro, visando de imediato beneficiá-las na UBS. (Foto: Ray Langham)



Figura 34. Descarga de sementes de gergelim dentro da Unidade de Beneficiamento de Sementes, após a operação de colheita realizada pela trilhadeira combinada (Foto 1 de Jerry Riney e foto 2 e 3 de Diógenes Galindo Diniz).



Figura 35. A) Gergelim natural limpo e B) Lote de sementes de gergelim condicionadas em sacos de papel multifoliados/ valvulados e empilhados sobre estrados de madeira (Fotos: Diego Antonio Nóbrega).

Para satisfazer a exigência dos importadores de sementes de alta qualidade, a empresa exportadora Shirosawa Co instalada no Paraguai submete as sementes de gergelim produzidas pela agricultura familiar daquele

país ao processo de classificação de cor por uma máquina com sistema de fotocélulas (Queiroga et al., 2014). A Figura 36 apresenta uma máquina similar do fabricante Sesame Milling Machine (2010).

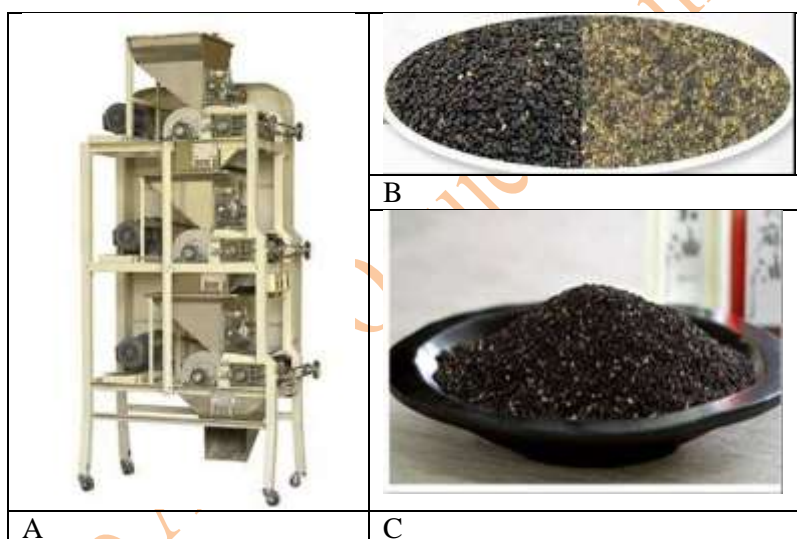


Figura 36. A) Máquina de classificação de cor das sementes de gergelim do fabricante Sesame Milling Machine (SMM), modelo SMM-3; B) Sementes de gergelim de cor preta classificadas pela referida máquina e separadas dos grãos com distintas cores; e C) Sementes de gergelim preta com padrão de cor uniforme (Fotos: arquivo da Sesame Milling Machine).

9. Pós-colheita: unidade de extração de óleo

9.1. Baixo nível tecnológico

A prensa comum é um equipamento simples que pode ser desenvolvido em qualquer oficina mecânica das pequenas cidades nordestinas, pela facilidade de conseguir as ferramentas necessárias para sua confecção

(Queiroga et al., 2010). Na elaboração dessa prensa buscou preencher pelo menos três requisitos mínimos: eficiência, baixo custo e o mínimo de peso (volume), para que o equipamento possa ser transportado em um simples “carrinho de mão. Na Figura 37, encontra-se a prensa comum de extração de óleo de gergelim.



Figura 37. Pequena prensa manual de extração de óleo da Campal de Patos, PB (Fotos: Vicente de Paula Queiroga)

Avaliando o desempenho de três miniprensas (piteba, comum e protótipo) de extração do óleo de sementes de gergelim da cultivar CNPA G4, apropriadas para pequenas amostras, Queiroga et al. (2010) observaram uma superioridade significativa da prensa comum em relação às demais, provavelmente em virtude da maior pressão exercida sobre a torta por tal equipamento com o auxílio de uma mão de força. Consequentemente, o eficiente rendimento de extração de óleo ficou para a prensa comum (44,89%), e, em seguida, para o protótipo de prensa (28,60%). Segundo a cooperativa da Campal de Patos, PB, sua produção diária é de 3 litros de óleo.

9.2. Médio nível tecnológico

Com base no contrato de comodato existente entre Fraternidade de São Francisco de Assis (FFA) e Embrapa Algodão, uma pequena unidade de extração de óleo foi instalada na cooperativa de Simplício Mendes, PI, de acordo com as normas de vigilância sanitária, onde foram implantados os equipamentos: mini-prensa e filtro da prensa (Figura 38).

O óleo de gergelim extraído dos grãos é considerado um dos mais finos óleos no mercado, sendo comumente usado na indústria alimentícia. O óleo de gergelim possui “flavour” (sabor) característico e agradável e maior estabilidade oxidativa, quando comparado com a maioria dos óleos vegetais, por causa da sua composição de ácidos graxos e pela presença dos antioxidantes naturais, sesamolina, sesamina, sesamol e gama tocoferol (Queiroga et al., 2014). Sua capacidade de rendimento é de 40% de óleo, mas sua capacidade de produção é baixa (8 litros por dia). Por este motivo, o óleo extra-virgem de gergelim é considerado o óleo mais caro no mercado (ao preço de R\$ 70,00 a R\$ 100,00 por litro).

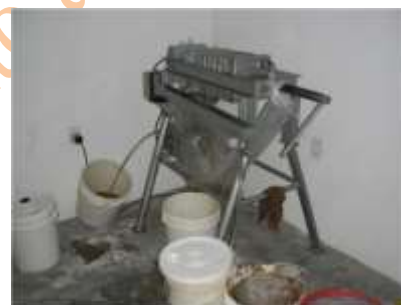


Figura 38. Prensa de extração de óleo e pequeno filtro de prensa de gergelim da unidade de extração de óleo de Simplício Mendes, PI (Fotos: Vicente de Paula Queiroga).

9.3. Alto nível tecnológico

Uma solução encontrada pelo programa da JICA, em parceria com o governo do Estado do Rio Grande do Norte, foi à instalação de duas mini-usinas para a extração de óleos vegetais diversos (gergelim, amendoim e girassol), ideais para a cooperativa de pequenos produtores de Lucrecia, RN e para a Unidade de Extração de Óleo da Emparn de Natal, RN, apresentando capacidade de processamento de 100 quilos de matéria prima por hora, rendimento de 44% de óleo extra-virgem e extrai 22 litros de óleo por hora (Queiroga et al., 2014; Figura 39).



Figura 39. Unidade de extração de óleo de gergelim da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Familiares de Lucrecia, RN (COAFAL). (Fotos: Vicente de Paula Queiroga)

10. Comercialização da Produção Através de Cooperativa Virtual

A estrutura organizacional da cooperativa na região Nordeste deveria ser muito simples, contando com a vinculação direta de várias Associações de Produtores de cada comunidade da agricultura familiar, similar a um sistema “virtual”, porque por ela na verdade não passaria o produto, ou seja, não haveria nenhum contato direto com o produto, ela só teria o papel de articuladora, promotora do escoamento da produção dos associados fazendo com que o produto fosse direto ao processador (a agroindústria), eliminando nessa cadeia o papel do intermediário (IICA, 2005). Essa comercialização estratégica virtual sucedeu entre a Associação dos Cafeicultores de Taquaritinga do Norte, PE e o Escritório de Exportação do Rio de Janeiro quando o café sombreado orgânico, denominado de frevo, produzido em Pernambuco foi exportado para os USA.

Um aspecto extremamente importante do fortalecimento dos pequenos municípios da região semiárida e das economias locais, se dá pela participação efetiva da cooperativa em promover a viabilidade social dos empreendimentos associativos. É importante considerar que uma base social sólida, com relações de confiança, reciprocidade, configura um ambiente mais organizado, com troca de informações, capacitação, convergência objetiva e subjetiva de interesses, um maior comprometimento dos associados e conseqüentemente melhores resultados econômicos (IICA, 2005). Essa nova percepção organizacional chega a ser parecida à forma de atuação da cooperativa dos produtores de Simplícios Mendes, PI, exceto na questão do contato indireto com o produto.

CONCLUSÃO

Diante de várias opções oferecidas pelo sistema mecanizado, o agricultor que conseguir colocar em prática boa parte dos altos níveis tecnológicos relacionados aos distintos segmentos da cadeia produtiva do gergelim terá oportunidade de incrementar sua área de produção, sem perda de qualidade do produto.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICAS

- Aloisi, R. R.; Paggiaro, C. M.; Bibian, R.; Machado Júnior, A. P.; ALBUQUERQUE, F. C. Uso de hastes subsoladoras em áreas de cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.10, n.6, p.26-30, 1992.
- Banco Do Nordeste. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste ETENE. Utilização de máquinas e implementos agrícolas nos estabelecimentos rurais do Nordeste. **Informe Rural ETENE**, v.4, n.9, p.1-9, 2010.
- Beltrão, N. E. M; Souza, J. G.; Pereira, J. R.. Fitologia. In: BELTRÃO, N. E. M; VIEIRA, D. J. (ed.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001, p.37-57.
- Beltrão, N. E. M.; Vieira, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160. 348p.
- Cardenas, R. E. D. Analisis 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.
- Castro, O. M.; Lombardi Neto, F. Manejo e conservação de solos em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.13, p.275-305, 1992.

- Cavalcanti, N. B.; Resende, G. M. As tecnologias utilizadas pelos pequenos agricultores do Nordeste semiárido e os fatores que afetam sua adoção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo, RS: Universidade de Passo Fundo, 2002. CD-ROM.
- Gadanha Júnior, C. D.; Molin, J. P.; Coelho, J. L. D.; Yahan, C. H.; Tomimori, S. M. A. **W. Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 468p.
- Instituto Interamericano De Cooperação Para A Agricultura (IICA). **Cadena Agroindustrial del Ajonjolí de Nicaragua**. Nicaragua, 2004. 91p.
- IICA. **Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - PDSA**. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional - SDR. Agência de Desenvolvimento do Nordeste - ADENE. Brasília, novembro de 2005, 137p.
- John Deere Harvester Works. Sembradoras Max Emerge 7200. **Manual del operador**. OMA 53055 Edición F2. Spanish. Deere & Company. 1992. Moline. Illinois. USA.
- Lago, A. A.; Savy Filho, A.; Banzatto, N. V.; Camargo, O. B. A. Maturação e produção de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.134-137, 1994.
- Langham, R.; Smith, G.; Wiemers, T.; Riney, J. **Sudoeste sesame grower's**. Sesaco Corporation (Texas, USA). April, 2006, 51p.
- Mazzani, B. Pedaliáceas oleaginosas. (Ed.). **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983. p.169-226.
- Mazzani, B. **Investigación y tecnología de cultivo del ajonjolí en Venezuela**. Caracas: Conicit, 1999. 115p. Edición del Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Tecnológicas.
- Queiroga, V. P.; Firmino, P. T.; Freire, R. M. M.; Silva, A. C.; Teotônio, M. A.; Garcia, F. C.; Jerônimo, J. F. Avaliação do desempenho de três miniprensas para sementes de gergelim. Congresso Brasileiro De Mamona 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p.1978-1984.
- Queiroga, V. P.; Gondim, T. M. S.; Vale, D. G. D.; Gereon, H. G. M.; Moura, J. A.; Silva, P. J.; Souza Filho, J. F. **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. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 142p. (Embrapa Algodão. Documentos, 203).
- Queiroga, V. P.; Silva, O. R. R. F.; Almeida, F. A. C. **Tecnologias para o desenvolvimento da agricultura familiar: Bancos Comunitários de Sementes**. 1. ed. Campina Grande: Fraternidade de São Francisco de Assis/Universidade Federal de Campina Grande, 2011. 160p. (Disponível em:<www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/sementes.pdf>).
- Queiroga, V. P.; Watanabe, N.; Almeida, F. A. C. **Oleaginosas para a Agricultura Familiar do Oeste Potiguar**. 1. ed. Campina Grande: Editora da Universidade Federal de Campina Grande- EDUFPG, 2013. 170p.
- Saad, O. Equipamentos para aplicação de herbicidas. In: Camargo, P. N. (Coord.). **Texto básico de controle químico de plantas daninhas**. 4. ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1972. p.271-296.
- Sesame Milling Machine. **Máquina de classificação de cor para grãos de gergelim**. Disponível em: <http://www.mill.com.tw/products-sesame-millingmachine_

english.htm> Acesso em: 15 de outubro de 2010.

Silva, O. R. R. F.; Carvalho, O. S.; Beltrão, N. E. M. Máquinas para o Plantio. In: Beltrão, N. E. M; Vieira, D. J. (ed.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001, p.133-148.

Suarez. A. C. **Evaluación de la siembra de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) en diferentes condiciones de labranza con semillas normales y pildoradas**. 1995.

152f. **Disertación (Tesis Doctoral)** - Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería

Vasconcelos, K. S. L.; Silva, T. J. J.; Melo, S. R. S. Mecanização da agricultura: demanda por tratores de rodas e máquinas agrícolas nos estados da região Nordeste. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.6, n.2, p.207-222, 2013.

Witney, B. D. **Choosing & using farm machines**. Edinburg: Land Technology, 1988. 412p.

Trabalho ACEITO sujeito a modificações

**Revista Brasileira de
Produtos Agroindustriais**
**Brazilian Journal of
Agro-industrial Products**