

Características do Gergelim Indeiscente e Semideiscente para Semeadura e Colheita no Sistema Produtivo Mecanizado



ISSN 0103-0205

Dezembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 229

Características do gergelim indeiscente e semideiscente para semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado

*Vicente de Paula Queiroga
Tarcísio Marcos de Souza Gondim
Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva*

Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Campina Grande, PB
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Algodão

Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095
Caixa Postal 174
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
Home page: <http://www.cnpa.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Carlos Alberto Domingues da Silva
Secretário-Executivo: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Membros: Fábio Aquino de Albuquerque, Giovani Greigh de Brito, João Luis da Silva Filho, Máira Milani, Maria da Conceição Santana Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Valdinei Sofiatti, Wirton Macêdo Coutinho.

Supervisão editorial: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Revisão de texto: Vicente de Paula Queiroga
Normalização bibliográfica: Valter Freire de Castro
Tratamento de ilustrações: Oriel Santana Barbosa
Editoração eletrônica: Oriel Santana Barbosa
Fotos da capa: Gerald Langham e Ray Langham
Capa: Flávio Tórres de Moura

1ª edição

1ª impressão (2009): 500

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Algodão

Queiroga, Vicente de Paula.

Características do gergelim indeiscente e semideiscente para semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado. / por Vicente de Paula Queiroga, Tarcísio Marcos de Souza Gondim e Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.- Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.

34p. (Embrapa Algodão. Documentos, 229)

1. Gergelim. 2. Semente. 3. Deiscencia. 4. Semeadura. 5. Colheita mecânica
I. Queiroga, Vicente de Paula. II. Gondim, Tarcísio Marcos de Souza. III. Silva, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da. IV. Título. V. Série.

CDD:635.1

© Embrapa 2009

Autores

Vicente de Paula Queiroga

Engenheiro agrônomo, Pós D.Sc. outorado em
Tecnologia de Sementes, Pesquisador da Embrapa
Algodão, Campina Grande, PB,
queiroga@cnpa.embrapa.br

Tarcísio Marcos de Souza Gondim

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, Pesqui-
sador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB,
tarcisio@cnpa.embrapa.br

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Engenharia agronô-
mica, Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina
Grande, PB, odilon@cnpa.embrapa.br.

Apresentação

O gergelim (*Sesamum indicum*, L.) é uma planta de fácil cultivo, e no caso do Brasil, de ciclo rápido, entre 90 a 130 dias. É considerada uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem, sendo na atualidade uma das dez principais oleaginosas do mundo, ocupando área plantada superior a oito milhões de hectares e produz um dos melhores óleos para a alimentação humana, inclusive é um alimento funcional (alimentício/ medicinal). As informações apresentadas neste documento demonstram que já existem conhecimentos e tecnologias sobre o agronegócio do gergelim, que possibilitarão a sua promoção como uma cultura de grande perspectiva econômica, especialmente para as condições do cerrado das regiões Nordeste e Centro-Oeste (cultura de safrinha). Apenas uma simples introdução de cultivares indeiscentes ou semi-deiscentes no seu sistema produtivo, as quais, por sua vez, exigirá menos dependência de mão-de-obra, poderá incrementar significativamente a área plantada de tal lavoura. Havendo expansão significativa da sua área plantada no Brasil, a verticalização da produção do gergelim irá depender das modificações nos costumes culturais 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 20% do consumo de gergelim no Brasil é importado. Um rendimento médio maior no campo contribuiria para que o preço baixasse, tornando o produto mais acessível às classes populares, pois, no presente momento, o consumo de gergelim se restringe às classes mais

favorecidas do País. Além disso, deverá melhorar o marketing sobre os benéficos a saúde humana proporcionados pelas propriedades químicas naturais existentes nessa espécie, tendo na sua constituição substâncias anti-oxidantes como as sesamina e sesamolina e cerca de 40% de seus ácidos-graxos é o oleico (moninsaturado). A torta ou farelo do gergelim, tem excelente composição de aminoácidos importantes, tais como metionina, cistina, arginina e leucina, e pode se constituir em uma excelente fonte de proteínas

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Chefe Geral da Embrapa Algodão

Sumário

Características do Gergelim Indeiscente e Semideiscente para Semeadura e Colheita no Sistema Produtivo Mecanizado.....	11
Introdução.....	11
Variedades.....	13
Semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado.....	17
Cenário A. Plantadeira mecânica e colheita semimecanizada.....	17
Cenário B. Semeadura mecânica e colheita direta.....	21
Cenário C. Semeadura mecânica direta (pneumática) e colheita direta.....	22
Cenário D. Semeadura mecânica de precisão e colheita direta.....	23
Cenário E. Semeadura mecânica (pneumática) e colheita direta.....	25
1) Estádio de maturidade completa.....	26
2) Estádio de secagem inicial.....	27
3) Estádio tardio de secagem.....	28
Referências bibliográficas.....	32

Características do gergelim indeiscente e semideiscente para semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado

Vicente de Paula Queiroga

Tarcísio Marcos de Souza Gondim

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

Introdução

Um dos fatores do baixo rendimento do gergelim (*Sesamum indicum*), na fase de colheita, é a perda de grande quantidade de sementes, devido aos seus frutos se abrirem durante a fase de maturação. Segundo Montilla e Mazzani (1966), a perda de sementes no campo pode atingir 25 % quando a colheita é mecanizada.

Langham et al. (2008b) reportam 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, deixando os grãos caírem ao chão se ultrapassar seu ponto de colheita. Mesmo assim, as cultivares deiscentes recomendadas para colheita manual eram cultivadas nos USA e colhidas diretamente por colheitadeira automotriz, cujo processo mecânico de colheita ocasiona perdas elevadas de grãos no terreno as quais podem atingir até 90 %.

Desde o descobrimento do primeiro genótipo de gergelim de frutos indeiscente na Venezuela por Gerald Langham, os melhoristas têm dado ênfase ao desenvolvimento de cultivares que se adaptem à colheita mecanizada (LANGHAM; WIEMERS, 2002). O desenvolvimento de novas cultivares que retenham as sementes depois da maturação poderia ser alcançado através do manejo dos seguintes caracteres: indeiscência, sementes fortemente aderidas a placenta ou cápsulas papiráceas (LANGHAM et al., 2006).

O melhoramento de cultivares com elevada porcentagem de retenção de semente tem-se dirigido, basicamente, para a eliminação dos caracteres indesejáveis, tais como a deiscência ou a semi-indeiscência, conseqüentemente o retrocruzamento, como método de melhoramento, tem sido utilizado com êxito na Venezuela, visando à seleção de plantas de elevada fertilidade (MAZZANI et al., 1975). Desta forma, em certos países tem-se desenvolvido um número considerável de cultivares, inclusive na Venezuela com o lançamento das variedades Inamar e Morada, ambas indeiscentes (DÍAZ et al., 2003).

A indeiscência ou semi-deiscência são os caracteres que oferecem as melhores possibilidades para resolver os problemas de perda de sementes durante a colheita mecanizada. A indeiscência como caráter de herança simples recessiva tem sido estudada geneticamente por diversos pesquisadores (ASHRI, LADIJISKI, 1964; LANGHAM, 1946; MAZZANI; HOROVITZ, 1952). Alguns têm detectado efeitos pleiotrópicos dos genes para indeiscência que afetam os lóculos, flores, frutos, ciclo vegetativo e rendimento, além dos genes modificadores que influenciam sobre a fertilidade e a deiscência do fruto (MAZZANI; HOROVITZ, 1952).

Vale destacar que as plantas indeiscentes e ramificadas são consideradas atualmente as mais produtivas. Segundo Mazzani (1999), essas plantas ramificadas de gergelim não oferecem mais dificuldades para serem colhidas mecanicamente, quando tal operação é efetuada por uma colheitadeira de arroz adaptada.

O sistema de colheita direta tem sido mais indicado para o Estado de Portuguesa, Venezuela, devido ao fato de que a colheita controlada com dessecante leva menor tempo (5 dias) de exposição das plantas às condições climáticas da região (CARDENAS, 1978), sendo a principal desvantagem a grande possibilidade do produto conter resíduo do dessecante. Além disso, é necessário um manejo adequado da cultura para a colheita mecanizada, portanto, os produtores utilizam plantas de variedade com baixa deiscência (indeiscente), visando reduzir essas perdas de sementes.

Para minimizar as perdas de grãos durante a colheita, o produtor poderá optar pelo plantio de cultivares indeiscentes de gergelim com elevados rendimentos. Esses materiais indeiscentes permitem garantir que não haja altas perdas de sementes durante a colheita, mesmo diante de situações que sejam influenciadas por efeitos naturais (chuvas, ventos etc) ou no momento da colheitadeira automotriz, em operação de colheita, entrar em

contato com a planta. Ou seja, nesse processo mecânico pode haver grandes perdas de sementes, pois o equipamento não ajustado poderá deteriorar os frutos e consequentemente as sementes neles contidas. Além do mais, Mazzani (1983) sinaliza algumas vantagens do cultivo em grande escala do gergelim indeiscente: a) maior período de tempo para completar a colheita, b) menor duração das operações para efetuar a colheita direta do gergelim, e c) menor custo de colheita, já que a ceifa e trilha das plantas são feitas em uma só operação. Como desvantagem destaca-se o hábito de crescimento indeterminado apresentado pela espécie, o qual acarreta amadurecimento desuniforme das cápsulas.

Segundo Bennett (2004), o importante é que a planta de gergelim esteja completamente seca antes da colheita, pois a presença de cápsulas ainda verde durante a colheita pode alterar a uniformidade da cor padrão da variedade e contaminar as sementes, criando um aroma anormal nos produtos elaborados.

Procurando adequar cultivares a colheita mecanizada do gergelim no Brasil, o setor de melhoramento genético de plantas da Embrapa Algodão avança nas pesquisas para lançar sua primeira cultivar de gergelim indeiscente, nos próximos dois anos. Para isso, este setor está avaliando quatro progênies com esta mesma característica. Neste propósito, o objetivo do presente trabalho é divulgar os conhecimentos tecnológicos dessas técnicas de semeadura e colheita com o gergelim indeiscente e semi-deiscente, que vem sendo desenvolvido por empresas em outros países.

Variedades

a) Variedades indeiscentes: As variedades de gergelim indeiscentes têm sido desenvolvidas para serem colhidas mecanicamente (Figura 1). Apesar de que estas variedades normalmente contêm um teor de óleo abaixo de 50%, consequentemente sua semente é utilizada unicamente para a produção de óleo (OPLINGER, 1990). Algumas variedades indeiscentes dos USA incluem: Baco, Paloma, UCR3, SW-16 e SW-17 (Tabela 1).

Montilla et al. (1990) afirmam que através dos trabalhos de cruzamento entre variedades comerciais e tipos indeiscentes, usando-se este último como doador, foram obtidas na Venezuela as variedades Morada e Inamar, indeiscentes (Tabela 2). Estes materiais indeiscentes a nível comercial não



Foto: Gerald Langham

Fig. 1. Frutos de gergelim indeiscente.**Tabela 1.** Rendimento de grãos (kg ha^{-1}) e características varietais (cor de sementes, altura e maturidade) de plantas de gergelim indeiscentes desenvolvidas nos USA. Lubbock, Texas.

Variedades Indeiscentes	Rendimento (kg ha^{-1})	Cor da semente	Altura ¹ (cm)	Maturidade ²
Baco	1.760	Marrom	90 a 150	Médio
Paloma	1.320	Creme	90 a 150	Médio
UCR-3	970	Creme	até 90	Precoce
SW-16	2.080	Creme	90 a 150	Médio
SW-17	1.260	Creme	90 a 150	Médio

¹ Plantas com altura superior a 150 cm, são consideradas cultivares de porte alto.² Maturidade: Precoce = 90 a 105; Médio = 106 a 120; Tardio = 120 + dias.

Fonte: (OPLINGER, 1990).

Tabela 2. Principais características das cultivares de gergelim indeiscente Morada e Inamar, plantadas no Estado de Portuguesa, Venezuela.

Cultivar	Características					
	Rendimento (kg ha^{-1})	Ciclo até Colheita (dias)	Cor da semente	Massa (g) de 1.000 sementes	Ramificação	Nº de frutos por axila
Inamar	<600	112	Branco cremoso	2,55	Presente	>1
Morada	<600	99	Branco cremoso	2,45	presente	>1

Fonte: Montilla et al. (1990)

receberam boa aceitação dos produtores venezuelanos, devido aos baixos rendimentos apresentados pelas suas cultivares, como produto de uma reduzida fertilidade, em comparação às cultivares deiscentes.

Bennett (2004) recomenda apenas o uso de cinco cultivares de gergelim para os produtores da Austrália, as quais são indeiscentes e utilizadas na colheita mecânica. Essas variedades são: Magwe Brown, Aussie Gold, Beech's Choic, Yori 77 e Edith, e suas características são apresentadas na Tabela 3.

b) Variedades semideiscentes: As cultivares de gergelim semi-discentes (Figura 2) da empresa Sesaco foram patenteadas no Texas. Para as cultiva-

Tabela 3. Algumas características das cultivares de gergelim australiano indeiscentes.

Características	Estado de Queensland		Território Norte		
	Magwe Brown	Aussie Gold	Beech's Choic	Yori 77	Edith
Produtividade de grãos (t ha ⁻¹)	0,8	1,0	1,0	1,1	1,5
Massa (g) de 1000 sementes	2,6	3,3	2,9	3,0	3,2
Teor de óleo (%)	54	50	54	54	54
Altura de planta (cm)	80	94	88	116	119
Ramos por planta	4	4	4	2	0,1
Nº de cápsulas por axila foliar	1	1	1	3	3
Floração (dias)	36	36	40	46	42

Fonte: Bennett (2004)

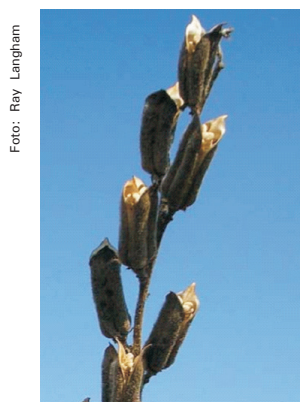


Foto: Ray Langham

Fig. 2. Frutos de gergelim semideiscente com maior retenção das sementes no fruto.

res da Sesaco não é recomendável a dessecação das plantas durante sua maturação fisiológica das sementes, consequentemente o ciclo das cultivares pode se prolongar entre 130 a 150 dias (LANGHAM et al., 2006). Essas plantas permanecerão no campo para secar até atingir o grau de umidade máximo de 6%, mesmo assim elas irão manter a maioria das sementes dentro da cápsula (sementes retidas pela placenta do fruto). As principais características dessas cultivares semidescentes são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Principais características agrônômicas das cultivares de gergelim com frutos semidescentes produzidas pela Empresa Sesaco. Texas, USA.

Características	Anos dos ensaios	Cultivares				
		Sesaco 25	Sesaco 26	Sesaco 28	Sesaco 29	Sesaco 32
Tipo de ramificação	Todos	Pouco	Muito	Muito	Pouco	Muito
Nº de Cápsulas por folha axial	Todos	1	1	1	1	1
Cor da semente	Todos	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme
Produtividade (kg ha ⁻¹)	2005UV	1.400	1.806	1.788	1.793	1.856
	2006UV	1.650	1.665	1.450	1.540	1.943
	2007UV	935	1.364	1.427	1.048	1.270
	2005CP	915	823	853	982	1.083
	2006CP	776	-	-	991	850
	2007CP	1.238	-	-	1.210	1.330
Floração (dias)	2005-07 UV	38	43	43	40	39
	2005-07 CP	41	43	44	40	42
Término da Floração (dias)	2005-07 UV	76	84	84	81	81
	2005-07 CP	80	78	78	78	77
Maturação Fisiológica (dias)	2005-07 UV	98	104	103	99	101
	2005-07 CP	100	103	102	100	105
Colheita Direta (dias)	2005-07 UV	121	137	137	137	126
	2005-07 CP	142	135	135	138	129
Altura de Planta (cm)	2005-07 UV	131	158	150	143	155
	2005-07 CP	134	143	137	125	134
Altura de Inserção do 1º Fruto (cm)	2005-07 UV	58	61	61	52	58
	2005-07 CP	61	64	64	55	58
Número de nós com cápsulas	2005-07 UV	28	30,3	27,6	28,7	26,7
	2005-07 CP	24,7	25,3	24,3	25	24,3
Média de Comprimento de Entenós (cm)	2005-07 UV	6,8	8,3	8,1	8,1	8,9
	2005-07 CP	7,3	8,1	8,1	7,3	8,3
Comprimento de cápsula (cm)	Todos	2,84	2,23	2,26	2,79	2,13
Peso de sementes por cápsula (g)	Todos	0,212	0,234	0,229	0,232	0,227
Peso de mil sementes (g)	Todos	3,05	3,31	3,21	3,06	3,13

- Os dois locais dos ensaios: UV = Uvalde no Texas e CP = Caprock em Lorenzo, Texas.

- As diferentes produtividades da cultura foram influenciadas pelas épocas de plantio, condições meteorológicas, tratos culturais, umidades e fertilidades de solos.

Semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado

Para viabilizar a participação de médios e grandes produtores e incentivar a ampliação de suas áreas de cultivo com gergelim indeiscente no Brasil, é preciso mecanizar a semeadura, o manejo e a colheita. Nesse sistema mecanizado, substituir as cultivares deiscentes por cultivares indeiscentes propicia redução da mão-de-obra no sistema produtivo do gergelim, principalmente nas etapas de semeadura, desbaste e colheita. Na Figura 3, estão visualizados alguns cenários de produção do gergelim indeiscente adotados por produtores da Venezuela, Estados Unidos e Austrália.

Cenário A. Plantadeira mecânica e colheita semimecanizada

A semeadura de um campo de gergelim indeiscente é possível de ser executada através de plantadeira (Figura 3A) ajustada ao espaçamento definitivo de 90 cm entre fileiras, deixando-se de 12 a 15 plantas por metro e sem a operação de desbaste. Por ser considerada uma semente pequena, recomenda-se confeccionar um novo conjunto de discos adaptados com orifícios menores (1/8 de polegada ou 3 mm) semelhantes aos usados em tal semeadora para as sementes deslintadas de algodão (QUEIROGA; SILVA, 2008).

Quando se utiliza a plantadeira mecânica com capacidade de semeadura de 10 ha/dia de gergelim indeiscente, o produtor poderá ampliar sua área de cultivo sem grandes dificuldades para a colheita semimecanizada, desde que haja disponibilidade de mão-de-obra para a organização dos feixes atados em várias medas (8 homens/dia/16ha), os quais serão lançados pela máquina segadora-atadora durante o corte das plantas, sem o uso de dessecantes para induzir a colheita. Esse ponto de corte ideal da segadora-atadora seria determinado, quando a partir de 80% das cápsulas maduras indeiscentes mudarem sua coloração verde para amarelada ou marrom.

Para as etapas de semeadura (1 pessoa) e de corte das plantas com a máquina segadora-atadora (2 pessoas), o uso de mão-de-obra no sistema semimecanizado é considerado bastante reduzido quando se trata das variedades indeiscentes. Ao contrário, ocorre para a etapa de preparação das medas no campo de 10 ha do gergelim indeiscente, pois essa atividade exige pelo menos oito trabalhadores por cada 16 ha.

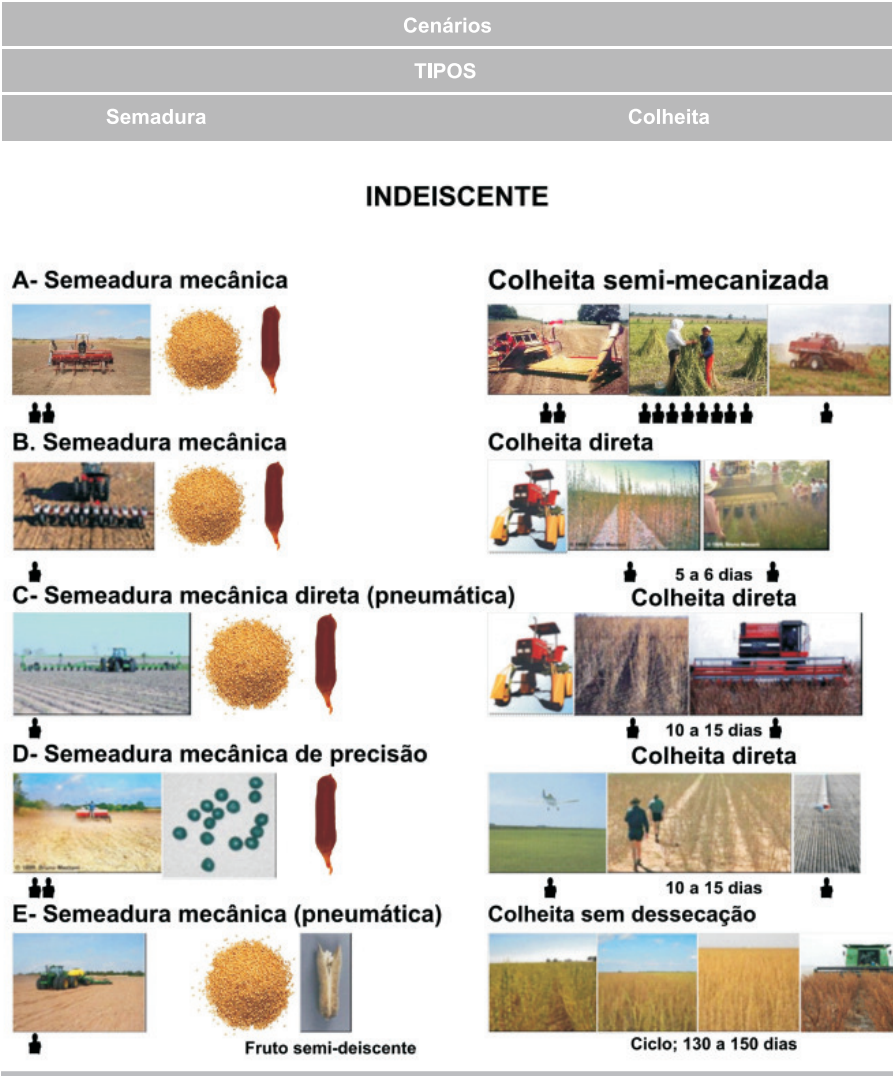


Fig. 3. Características de diferentes cenários para sistemas mecanizados na semeadura (Cenários: A; B; C; D e E) e nas etapas de colheita semimecanizada (Cenário: A) e mecanizada (Cenários: B; C; D e E) e do gergelim com frutos indeiscentes (Cenários: A; B; C e D) e semideiscentes (Cenário: E).

Uma vez realizada a operação mecânica de corte das plantas, os feixes lançados pela segadora-atadora são reunidos em várias medas bem alinhadas no campo por oito operários (Figura 4). Após três semanas de secagem

Foto: Bruno Mazzani



Fig. 4. Disposição das medas bem alinhadas para secagem e posterior recolhimento por uma colheitadeira para trilhar grãos de gergelim na Venezuela.

ao sol, as medas são recolhidas por uma colheitadeira para trilhar, a qual 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 5), acionando-a ao colocar a plataforma junto de cada meda (Figu-

Rafael E. Davila Cardenas



Fig. 5. Plataforma de estrutura metálica com abertura ao lado para recolher as medas de gergelim e trilha das sementes.

ras 3A e 6). Uma vez impulsionada para a parte interior da estrutura metálica, a meda de gergelim é levada por uma esteira transportadora até o cilindro batedor da máquina (Figura 7), sendo os feixes imediatamente trilhados. A colheitadeira pode ser do tipo ensacadora ou a granel (Figura 8), preferindo-se este último por necessitar menos mão-de-obra.

Foto: Ray Langham



Fig. 6. Introdução mecânica da meda na plataforma metálica para ser trilhada.

Foto: Rafael E. Davila Cardenas



Fig. 7. Detalhe da esteira transportadora das medas para o cilindro batedor da máquina.

Foto: Ray Langham



Fig. 8. Trilhadeira tipo a granel efetuando o transporte dos grãos para o reboque.

Cenário B. Semeadura mecânica e colheita direta

No plantio do campo de gergelim das cultivares indeiscentes, a plantadeira adaptada executa com sucesso tal operação por demandar apenas a mão de obra de um tratorista, mesmo considerando uma área de plantio de até 200 ha.

No sistema de colheita direta das cultivares de gergelim indeiscentes é utilizada a colheitadeira automotriz, que ceifa e trilha ao mesmo tempo (MAZZANI, 1999), sendo necessário uma prévia pulverização com dessecante químico (diquat ou paraquat) na época de maturação dos frutos (considerar na planta 70% das cápsulas com coloração verde clara ou amarelada). Dependendo do tamanho da área cultivada de gergelim indeiscente (50 a 200 ha), o dessecante poderá ser aplicado por meio de trâmpulo (Figura 3B). Após cinco ou seis dias da aplicação do dessecante, a colheitadeira poderá fazer a operação de colheita (Figura 3B). A finalidade da utilização dos dessecantes é acelerar e uniformizar a secagem das plantas de gergelim, facilitando assim a colheita mecanizada. Vale destacar que a principal vantagem desse sistema de colheita mecanizada é o nível de redução progressiva da mão-de-obra necessária durante tal operação (PEREZ; GONZALEZ, 1970). No Norte da Austrália, uma aplicação aérea de Diquat em 1 L ha^{-1} provou ser bastante eficaz (Figura 3B, C e D). Já no sul do Estado de Queensland, o melhor resultado do Diquat (200 g/l) foi obtido aumentando a dosagem entre dois a três litros por hectare, ou seja, onde as temperaturas são amenas na região da Austrália, há necessidade de se elevar a dose do referido dessecante (BENNETT, 2004).

De acordo com Mazzani (1999), a colheitadeira adaptada de arroz (Figura 3B), empregada no sistema de colheita direta do gergelim indeiscente, apresenta as seguintes características:

- a) A máquina colheitadeira executa a colheita de 4 a 7 fileiras, dependendo das distâncias de semeadura de 50 a 80 centímetros entre fileiras;
- b) O rendimento da trilhadeira é de até 2,5 hectares por hora em condições normais de campo;
- c) A percentagem de perda de sementes de gergelim varia de 5 a 10% causada por danos no momento da trilha;

- d) Há incremento de 4 a 8 % nos custos do sistema mecanizado (colheita direta) em relação ao sistema semimecanizado usado na Venezuela (corte das plantas com o equipamento segadora-atadora, secagem ao sol e alimentação mecânica da trilhadeira);
- e) A colheitadeira pode ser utilizada no beneficiamento do gergelim, arroz, sorgo, girassol e outras espécies similares.

Cenário C. Semeadura mecânica direta (pneumática) e colheita direta

Além de usar a rotação com as culturas de algodão, feijão, soja e milho, Langham et al. (2006) recomenda utilizar para semeadura direta do gergelim em rotação com o trigo uma semeadora com sistema dosificador pneumático com 24 bocas de descarga entre as fileiras do cultivo anterior (Figura 3C). Esta máquina tem disco especial liso na parte dianteira para cortar as plantas daninhas e abrir um sulco delgado para colocar o fertilizante. Possui também outro disco conjugado de borda liso para abrir o sulco de semeadura e um sistema de disco duplo inclinado para depositar as sementes. Na parte final tem um sistema para tapar e prensar o sulco formado pelas duas rodas inclinadas (JOHN DEERE HARVESTER WORKS, 1992).

Após a aplicação do dessecante sobre as plantas de gergelim cultivadas no estado do Texas (USA) para atender a colheita mecânica direta, as plantas de gergelim morrem de imediato e as suas sementes deixam de "encher". Naquelas condições, após cerca de 112 dias da semeadura, a aplicação do dessecante acelera a secagem dos frutos e as cápsulas superiores da planta produzirão sementes imaturas (LANGHAM, 2008a). Ainda não se sabe, com precisão, identificar o ponto de maturação ideal em que a perda de frutos imaturos seja mínima, pois há desuniformidade de maturação entre plantas e ramos da planta (Figura 9). Essencialmente, a finalidade da colheita induzida com aplicação do dessecante é permitir colher o gergelim mais rapidamente (Figura 3C) e evitar que a qualidade do produto seja afetada pelas condições climáticas ocasionais (MAZZANI, 1999).

Foto: Ray Langham



Fig. 9. Plantas de gergelim em fase de perdas de folhas à medida que se aproxima o ponto de maturação das sementes.

Cenário D. Semeadura mecânica de precisão e colheita direta

As sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) caracterizam-se pelo pequeno tamanho, pouco peso e formato irregular, o que dificulta a sua individualização e distribuição, tanto no processo manual quanto mecânico de semeadura (BELTRÃO et al., 2001). Assim, a semeadura direta de precisão é extremamente importante para os produtores conseguirem uma população homogênea de plantas. Esta operação é facilitada quando as sementes pequenas de gergelim são encapsuladas (uma semente por unidade, Figura 10), visando aumentar seu peso e tamanho, consequentemente elas serão uniformizadas e irão fluir facilmente numa semeadora.

Fotos: Vicente de Paula Queiroga

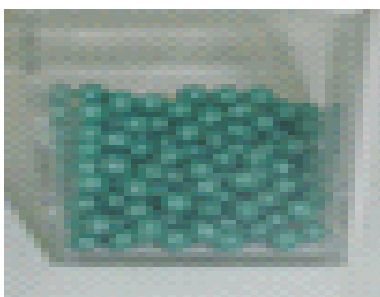


Fig. 10. Sementes de gergelim normais (à esquerda) e encapsuladas (à direita) utilizadas para plantio de precisão.

O sistema mecanizado de distribuição de sementes encapsuladas (Figura 3D) é um método de precisão muito utilizado para semeadura de sementes pequenas em lavouras de alta tecnologia, permitindo que o trator trabalhe a grande velocidade (MAZZANI, 1999). Foi com essa tecnologia que a Espanha conseguiu expandir a área de produção de beterraba para extração de açúcar, tendo como objetivo atender toda demanda do produto consumido pela população (Figura 11).

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 11. Sementes de beterraba normais e encapsuladas utilizadas pelos produtores da Espanha.

Com a utilização de sementes encapsuladas de gergelim se reduz os custos de produção durante a fase de plantio por diminuir o consumo de sementes, por facilitar a mecanização da semeadura e por eliminar a prática do desbaste de plantas excedentes. Soma-se a isto, a possibilidade de incorporação de nutrientes e outros agroquímicos (fungicidas e inseticidas) durante o processo de encapsulação, podendo constituir melhorias na sanidade das sementes e no estabelecimento das plântulas (SUAREZ, 1995). No caso do gergelim não encapsulado, é necessária a quantidade de 3 kg de sementes para se plantar um hectare (preço de R\$ 6,00 kg⁻¹), cujo volume pode ser reduzido à metade, além de eliminar as despesas com operação de desbaste.

Embora a técnica de revestimento de sementes tenha sido desenvolvida há vários anos, as informações referentes à composição dos materiais empregados e à confecção das sementes recobertas são pouco difundidas, uma vez que esta técnica permanece inacessível junto às empresas de sementes e as companhias processadoras dos revestimentos das sementes. De acordo com Mazzani (1999), o plantio das sementes de gergelim com e sem recobrimento foi comparado entre si, verificando-se que, em fase inicial de campo, há ganhos ligeiramente satisfatórios em favor das sementes normais (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados de germinação das sementes de gergelim normais e encapsuladas em condições de campo.

Tipo de Sementes	Percentagem de Germinação (%)	
	3 dias	6 dias
Sementes Normais	96,0	96,0
Sementes Encapsuladas	79,5	93,5

Fonte: Mazzani (1999)

A colheita mecânica do gergelim indeiscente somente deve ser efetivada quando 100% das cápsulas apresentarem a cor marrom (Figura 3D), o que pode levar aproximadamente 10 a 15 dias após aplicação do dessecante. Nesta fase, o grau de umidade do grão estará entre 6 a 7 % no Norte da Austrália. Entretanto, em áreas mais temperadas do País, o teor de umidade 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). Este autor admite que a colheita do gergelim é mais eficiente quando a velocidade da colheitadeira é de 4 a 6 km h⁻¹, pois assim evita danos mecânicos as sementes de gergelim (delicada). 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.

Cenário E. Semeadura mecânica (pneumática) e colheita direta sem dessecação

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 a semeadura mecanizada seja feita em grandes velocidades (Figura 3E). É uma tecnologia bem mais cara que a dos métodos tradicionais, além de requerer cuidado permanente para não correrem vazamentos de ar, de forma que não prejudique a distribuição das sementes. Existem várias formas construtivas; a mais comum consiste de um platô vertical com sucção lateral em que a face interna fica em contato com um depósito de sementes e, a externa, recoberta por uma camada onde se cria a sucção por meio de uma única turbina, para todos os elementos semeadores. A sucção faz a adesão das sementes aos orifícios do platô, arrastando-

as até uma zona de descarga, quando a sucção desaparece e as sementes caem por gravidade para dentro do sulco. Para evitar que a sucção transporte várias sementes no orifício, existe uma unha dentada de posição regulável que limita para um o número de sementes selecionadas. Os orifícios do platô, são menores que a semente e, para sementes hortícolas, existem orifícios cujo diâmetro varia entre 0,4 a 2 mm. 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).

Para Langham (2008a) a fase de secagem do gergelim das cultivares semideiscentes está dividida em três estádios: maturidade completa, secagem inicial e secagem tardia, as quais são descritas a seguir.

1) Estádio de maturidade completa

Também se observa no campo de gergelim que à medida que a fase de amadurecimento avança na planta mais folhas passam a cair sem o uso de nenhum produto químico (Figura 12). Langham (2008a) não recomenda aplicar um dessecante neste momento, mesmo quando se deseja obter uma colheita induzida, porque haveria uma redução substancial do rendimento do gergelim, pois a maioria dos frutos na parte superior da planta ainda apresenta sementes imaturas. Ou seja, ele considera que os frutos de gergelim só estão com as sementes completamente formadas quando todas as folhas caem da planta.

Foto: Ray Langham



Fig. 12. Plantas de gergelim *Sesamum indicum* em fase inicial de maturação, apresentando queda natural das folhas ao solo.

No início da maturação das plantas de gergelim, as folhas tornam-se amareladas. As plantas estão fisiologicamente maduras, quando as sementes de $\frac{3}{4}$ dos frutos apresentam uma mudança na sua tonalidade de branco leitosa para a cor ligeiramente branca (Figura 13). Nas recentes variedades da Sesaco, essa maturação fisiológica normalmente está ocorrendo entre 96 a 106 dias após o plantio, porém, em condições de estresse hídrico, a maturação da planta poderá ser antecipada, como também poderá ser retardada, principalmente em situação de alta umidade e fertilidade do solo (LANGHAM, 2008a).



Foto: Ray Langham



Foto B: Jay S. Simon

Fig. 13. Cultivar de gergelim semideiscente desenvolvida pela empresa Sesaco, Texas, USA, com retenção das sementes nos frutos (placenta de coloração branco leitoso (A) e ligeiramente branca.

Em situação de baixa umidade do solo (estresse hídrico) ou alta população de plantas, as variedades semideiscentes da Sesaco começam logo a deixar cair folhas no chão, apesar de que as plantas ainda se encontram na fase de floração (LANGHAM, 2008a). Dependendo da umidade e da fertilidade do solo, as variedades desenvolvidas pela Sesaco (Sesaco 32) poderão finalizar a floração com cerca de 72 a 90 dias após o plantio (LANGHAM et al., 2008b). Também foi constatado em campo que a abscisão foliar e maturidade das sementes das cultivares semideiscentes iniciam apenas quando cessa a floração. A planta normalmente só consegue parar a abscisão foliar quando a maturação das sementes alcança as cápsulas da parte apical.

2) Estádio de secagem inicial

Este estágio inicial de secagem (Figura 14) é considerado quando o campo de gergelim apresenta até 10% de todas as sementes maduras, pois isto

significa que as plantas têm apenas uma cápsula seca. As plantas usadas nessa avaliação devem ser as plantas verdes que apresentam uma secagem natural, com exclusão das plantas de gergelim que morreram por causa de doenças. Em áreas plantadas adensadas e de muito vento, as plantas de gergelim podem friccionar umas contra as outras e provocar ranhuras nos frutos. Estes vão secar mais rapidamente, mas não poderão ser considerados como frutos secos. Este tempo de secagem inicial ocorre, dependendo do ciclo da cultivar, entre 113 a 126 dias após a emergência das plântulas e apresenta um tempo de duração de aproximadamente duas semanas (LANGHAM, 2008a).

Foto: Ray Langham



Fig. 14. Fase de secagem inicial: campo de gergelim adquire uma tonalidade verde mais clara com tingimento amarelo, quando as plantas começam a secar e suas folhas passam a cair normalmente.

3) Estádio tardio de secagem

O estágio tardio de secagem se caracteriza pelo elevado grau de secagem das plantas no campo de gergelim, até que essas plantas apresentem sementes com grau de umidade de no máximo 6%. Em certos anos no Texas (USA), as plantas de gergelim com 50% de secagem (Figura 3E) podem levar mais tempo para mudarem para 95% de secagem (Figura 3). Este tempo de secagem tardia ocorre entre 126 a 146 dias após a emergência das plântulas e apresenta um tempo de duração de aproximadamente três semanas (LANGHAM, 2008a).

Dependendo da temperatura da região, a planta de gergelim pode necessitar de um adicional de 10 dias para o restante das cápsulas amadurecerem. Inicialmente, as cápsulas iniciam a secagem e, em seguida, ocorre a secagem do caule. Com as cápsulas secas, elas abrem ligeiramente e expõem suas sementes. Uma vez abertas as cápsulas, a secagem das

sementes torna-se rápida devem ser considerados os seguintes aspectos: a) abertura das cápsulas permite que as sementes sejam liberadas com um mínimo de força; b) as sementes da parte inferior da cápsula aberta secam mais rapidamente e c) aumenta a exposição das sementes às chuvas. Este problema de chuvas na colheita pode comprometer a qualidade dos grãos (escurecimento), portanto, é importante planejar o plantio do gergelim das cultivares semideiscentes para que não ocorram precipitações pluviais durante sua colheita (MAZZANI, 1999).

Apenas a Empresa Sesaco do Texas (USA) conseguiu desenvolver variedades de gergelim semi-deiscentes (E.U. patente número 6.100.452), as quais permitem realizar a colheita direta no campo por meio da colheitadeira combinada. Estas variedades poderão ser deixadas para secar no campo e irão manter a maioria das sementes dentro dos frutos (sementes retidas pela placenta do fruto) até o momento de usar a referida plantadeira. Langham e Wiemers (2002) advertem que é necessário ajustar a plantadeira com as configurações corretas das fileiras de plantio do gergelim, assim as cápsulas irão liberar as sementes com danos mínimos.

Uma vez que as sementes de gergelim estejam bastante secas no campo e tenham grau de umidade de 6% ou menos, a colheitadeira pode colher o gergelim diretamente, usando uma plataforma para colheita em linha ou uma plataforma com molinete (Figuras 15 e 16). Na colheita inteiramente mecanizada, as cápsulas indeiscentes permanecem com as sementes



Fig. 15. A colheitadeira automotriz só entra em operação quando as sementes apresentam umidade abaixo de 6%, sendo usadas as duas modalidades de plataformas: A) Plataforma para colheita de linha e B) Plataforma com molinete.



Fig. 16. Colheitadeira das cultivares de gergelim da Sesaco realizada pela trilhadeira com plataforma com molinete, marca John Deere.

durante os 30-50 dias de secagem natural. Após a secagem, as cápsulas passam a liberar as sementes com a força física mínima no momento em que a planta entra em contato com a colheitadeira (LANGHAM, et al., 2006; LANGHAM, 1999). Para fazer a colheita mecanizada é necessário que o espaçamento entre fileiras de gergelim esteja ajustado a configuração da máquina, pois a mesma permite colher até 6 fileiras de plantas em cada passada.

Segundo Lagham et al. (2006) os maiores rendimentos do gergelim podem ser obtidos quando são previstos para as cultivares o tempo de sua colheita mecanizada. Ou seja, a partir do momento do final da floração do gergelim das cultivares semideiscentes é possível estabelecer um prazo de 60 a 70 dias para efetuar sua colheita em campo. Dependendo da cultivar Sesaco, o ciclo da lavoura pode ser de 120 a 150 dias após o plantio. Para solos de alta fertilidade e umidade, essa colheita mecânica das cultivares Sesaco poderá ser mais tardia (LANGHAM, 1999).

A maioria da limpeza das sementes de gergelim é feita na própria colheitadeira (Figura 17), mesmo assim é necessário que as mesmas sejam transportadas para uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) para uma limpeza adicional (LANGHAM, 2008a),(Figura 18).

A importância do conhecimento dos estágios de secagem das plantas está intimamente relacionada com o tipo de colheita mecanizada que se pretende utilizar, principalmente nos campos de gergelim cultivados nas regiões áridas dos estados americanos do Texas, Oklahoma, Arizona e Kansas. Estas duas formas de colheita do gergelim são: a) com aplicação de



Fig. 17. (A) Colheitadeira automotriz transportando as sementes de gergelim para o caminhão graneleiro, para imediato beneficiamento na UBS. B) Detalhe do descarregamento no caminhão graneleiro.



Fig. 18. Descarga de sementes de gergelim dentro da Unidade de Beneficiamento de Sementes, após a operação de colheita realizada pela colheitadeira automotriz.

dessecante para induzir sua colheita mecanizada e b) sem aplicação de dessecante para efetuar a colheita mecânica tardia. Este último tipo de colheita tem sido economicamente viável para os produtores americanos por reduzir os custos de produção da lavoura, dispensando assim a aquisição do produto dessecante (Diquat) no mercado e sua aplicação por avião (LANGHAM et al, 2006). Com relação ao Brasil, a região semi-árida do Nordeste ofereceria condições ambientais apropriadas (região quente e de poucas chuvas) para realizar o plantio de sequeiro do gergelim semideiscente de cultivares semelhantes aos desenvolvidos pela Sesaco, principalmente quando se refere ao sistema de colheita mecânica tardia (sem uso de dessecante). Também esse sistema de colheita tardia seria viável para o Centro-Oeste como cultura de safrinha, sem levar em consideração o sistema irrigado de plantio do gergelim semideiscente, cujo ponto de colheita pode ser programado para os meses de verão.

Langham (2008a) estabeleceu os principais requisitos para a mecanização do gergelim das cultivares Sesacos plantadas nos USA: a) as plantas terão que encerrar sua floração; b) as plantas devem deixar cair todas suas folhas; c) as sementes nas cápsulas devem amadurecer antes da sua abertura; d) as cápsulas devem conservar a sua semente até o momento da planta ser cortada pela colheitadeira automotriz e e) as cápsulas devem libertar as sementes quando entrarem em contato com a colheitadeira automotriz.

Referências Bibliográficas

ASHRI, A.; LADIJISKI, G. Anatomical effects of the capsule dehiscence alleles in sesame. **Crop Science**. v. 4, p. 136-138, 1964.

BENNETT, M. R. Sesame. In: GRAINS and Legumes. Austrália: New Crop Handbook, 2004. p. 214-220.

BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. **O Agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348 p.

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.

DÍAZ, A.; LAYRISSE, A.; LAYA, D.; TOVAR, L. Diversidad morfológica e isoenzimática de 22 progenitores de una población básica indehisciente de ajonjolí. **Agronomía Tropical**, v. 53, n. 3, p. 239-257, 2003.

JOHN DEERE HARVESTER WORKS. **Sembradoras MaxEmerge 7200**: manual del operador. OMA 53055 Edición F2. Spanish. Moline, 1992.

LANGHAM, D. G. Genetics of sesame. III. "Open Sesame" and mottled leaf. **J. Hered.** v. 37, p.149-152, 1946.

LANGHAM, R. **Growth and development of sesame**. San Antonio: American Sesame Growers Association, 2008a. 44 p. Disponível em: <www.sesamegrowers.org>. Acesso em: 22 abr. 2010.

LANGHAM, R. **Sesame seed production**. Texas: Sesaco, 1999. 16 p.

LANGHAM, R.; SMITH, G.; WIEMERS, T.; RINEY, J. **Sudoeste sesame grower's**. Texas: Sesaco, 2006. 51 p.

LANGHAM, R.; RINEY, J.; SMITH, G.; WIEMERS, T. **Sesame grower guide**. Texas: Sesaco, 2008b. 32 p. Disponível em: < www.sesaco.net/mechanized-sesame.htm. > Acesso em: 22 abr. 2010.

LANGHAM, R.; WIEMERS, T. Progress in mechanizing sesame in US through breeding. In: JANICK, J.; WHIPCKEY, A. (Ed.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS, 2002. p. 157-173.

MAZZANI, B. **Investigación y tecnología de cultivo del ajonjolí en Venezuela**. Caracas: Conicit, 1999. 115 p.

MAZZANI, B. Pedaliáceas oleaginosas. In: MAZZANI, B. (Ed.). **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p. 169-226.

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, H.; HOROVITZ, S. Base genética del mejoramiento del *Sesamum indicum* L. de frutos indehiscentes. **Agronomía Tropical**, Venezuela, v. 2, n. 3, p. 197-205, 1952.

MAZZANI, B.; NAVA, C.; MARTINEZ, A.; LAYRISSE, A.; RIVAS, N.; MALAGUTI, G. Incorporación de la resistencia a phytphtora y macrophomina a la variedad de ajonjolí "Aceitera". **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 5, n. 1, p. 11-21, 1975.

MONTILLA, D.; MAZZANI, B. Estimación de pérdidas de semillas en la cosecha mecánica del ajonjolí. **Agronomía Tropical**. v. 16, p. 209-211, 1966.

MONTILLA, D.; MAZZANI, B.; CEDEÑO, T. Mejoramiento genético del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) reseña y logros en Venezuela. In: CURSO CORTO TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION DE AJONJOLI, 6., 1990, Acarigua. [Anales...]. Acarigua: IICA, 1990. p.1-67.

OPLINGER, E. S.; PUTNAM, D. H.; KAMINSKI, A. R.; HANSON, C. V.; OELKE, E. A.; SCHULTE, E. E.; DOLL, J. D. **Sesame**: alternative field crops manual. 1990. Disponível em: < www.hort.purdue.edu/newcrop/articles/sesame.html > . Acesso em: 22 abr. 2010.

PEREZ P., N.; GONZALEZ, G. Uso de desecantes en ajonjolí indehiscente (*Sesamum indicum*). **Jornadas Agronómicas 7á**, Acarigua, Araure, n. 1, v. 7. 1970.

QUEIROGA, V. de P.; DURAN, J. M.; SANTOS, J. W. dos; QUEIROGA, D. A. N., Efeito do recobrimento de sementes de algodão sobre sua qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 3, p. 131-137, set./dez. 2007.

QUEIROGA, V. de P.; SILVA, O. R. R. F. da. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 142 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 203).

SILVA, O. R. R. F. da; CARVALHO, O. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Máquinas para o plantio. In.: BELTRÃO, N. E. de M; VIEIRA, D. J. (Ed.). **O Agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília, DF: 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. 152 f. Disertación (Tesis Doctoral) - Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería, Madrid.

Embrapa

Algodão

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



CGPE 8485