

O GERGELIM

E SEU CULTIVO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (*in memoriam*)

Luiz Leonardo Ferreira

Nicholas Lucena Queiroz

Miriam da Silva Tavares

Maria do Socorro Rocha

Renato Dantas Alencar

Vania Christina Nascimento Porto

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (*in memoriam*)

Luiz Leonardo Ferreira

Nicholas Lucena Queiroz

Miriam da Silva Tavares

Maria do Socorro Rocha

Renato Dantas Alencar

Vania Christina Nascimento Porto

O GERGELIM E SEU CULTIVO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

IFRN
Editora ■■■■

Natal, 2013

Presidenta da República **Dilma Rousseff**
Ministro da Educação **Aloizio Mercadante**
Secretário de Educação Profissional
e Tecnológica **Antonio de Oliveira**

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Rio Grande do Norte**

Reitor **Belchior de Oliveira Rocha**
Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação **José Yvan Pereira Leite**
Coordenador da Editora do IFRN **Paulo Pereira da Silva**
Conselho Editorial **Samir Cristino de Souza (Presidente)**
André Luiz Calado de Araújo
Dante Henrique Moura
Jerônimo Pereira dos Santos
José Yvan Pereira Leite
Valdenildo Pedro da Silva

Todos os direitos reservados

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da publicação na fonte.
Biblioteca Sebastião Fernandes (BSF) – IFRN

C434p

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (in memoriam), Luiz Leonardo Ferreira, Nicholas Lucena Queiroz, Miriam da Silva Tavares, Maria do Socorro Rocha, Renato Dantas Alencar, Vania Christina Nascimento Porto (Organizadores). – Natal : IFRN, 2013. 225p. : il.

ISBN 978-85-8161-060-3

1.Tópicos em Manejo de Culturas. I. Beltrão, Napoleão Esberard de Macêdo; Ferreira, Luiz Leonardo, 2011. II. Título

CDU 503.13

DIAGRAMAÇÃO E CAPA

Charles Bamam Medeiros de Souza

REVISÃO LINGUÍSTICA

Arlete Alves de Oliveira

CONTATOS

Editora do IFRN

Rua Dr. Nilo Bezerra Ramalho, 1692, Tirol. CEP: 59015-300

Natal-RN. Fone: (84) 4005-0763

Email: editora@ifrn.edu.br

AUTORES

Everaldo Paulo de Medeiros

Químico Industrial, Doutor em Química Analítica
Pesquisador da EMBRAPA Algodão
everaldo.medeiros@embrapa.br

Francisco Abrantes Estrela

Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciências do Solo
Técnico administrativo do setor de Fruticultura CCHSA/UFPB
francisco.ufpb@hotmail.com

Geisa Mayana Miranda de Souza

Bióloga, Mestre em Agronomia e doutorando em Agronomia
geisamayana@yahoo.com.br

João Paulo Saraiva Morais

Farmacêutico, Mestre em Bioquímica de Plantas
Pesquisador da EMBRAPA Algodão
joao.morais@embrapa.br

Juliane Rafaela Alves

Tecnóloga em Fruticultura Irrigada, Mestre em Agronomia e doutorando em
Agronomia
juliane-ab@hotmail.com

Luiz Leonardo Ferreira

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Doutorando em Fitotecnia
leoagrozo@hotmail.com

Maria do Socorro Rocha

Bióloga, Mestra em Eng. Agrícola, Doutora em Agronomia
marialirium@hotmail.com

Maria Sueli Rocha Lima

Bióloga, Mestranda em Agronomia
mariasuelirocha@hotmail.com

Maristela de Fátima Simplício Santana

Engenheira Agrônoma, Mestra em Eng. Agrícola, Doutora em Engenharia de Alimentos
Tecnologista plena do MCTI no INSA
maristelasantana@insa.gov.br

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Engenheiro Químico, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Doutor em
Engenharia de Produção
Pesquisador da EMBRAPA Agroindústria Tropical
men.souza@embrapa.br

Miriam da Silva Tavares

Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia e doutorando em Agronomia
myriann_silva@hotmail.com

Morsyleide de Freitas Rosa

Engenheira Química, Mestre e Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e
Bioquímicos
Pesquisador A da Embrapa Agroindústria Tropical
morsyleide.rosa@embrapa.br

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Doutor em Fitotecnia
Pesquisador da EMBRAPA Algodão
napoleao.beltrao@gmail.com

Nicholas Lucena Queiroz

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia e doutorando em Agronomia
nicholaslq@hotmail.com

Ovídio Paulo Rodrigues da Silva

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia e doutorando em Agronomia
ovidio_paulo@yahoo.com.br

Renato Dantas Alencar

Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Fitotecnia
Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
do Rio Grande do Norte
renato.alencar@ifrn.edu.br

Silvio Roberto Fernandes Soares

Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência do Solo
silviogvaa@yahoo.com.br

Vania Christina Nascimento Porto

Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Fitotecnia
Professora adjunto II da Universidade Federal Rural do Semiárido
vania@ufersa.edu.br

Wilza Carla Oliveira de Souza

Tecnóloga em Fruticultura Irrigada, Mestre em Agronomia e doutorando em
Agronomia
wilza-souza@hotmail.com

PREFÁCIO

Publicar o estado da arte do gergelim com foco no semiárido remete ao levantamento de informações relevantes na literatura pertinente a esta oleaginosa. O material contempla tópicos de relevância quanto ao cultivo do gergelim.

Na revisão do material tivemos a preocupação de propor uma escrita de fácil interpretação e direta ao assunto, a fim de alcançar produtores rurais, extensionistas, pesquisadores e curiosos nas temáticas abordadas. As figuras ficaram de tal modo, auto-explicativas e as informações condensadas em uma leitura fácil e explicativa.

Para a elaboração deste foi consultado uma ampla bibliografia desde teses, dissertações, monográficas, artigos, comunicados técnicos, boletins, resumos de congresso e textos dos próprios autores. No entanto é importante comentar que este se encontra aberto a sugestões e críticas dos leitores.

A você leitor uma boa leitura.

SUMÁRIO

- I. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS ASSOCIADOS À CULTURA DO GERGELIM 11
- II. MORFOLOGIA E ORGANOGRAFIA 21
- III. ASPECTOS FISIOLÓGICOS E ECOFISIOLÓGICOS PARA A CULTURA DO GERGELIM 37
- IV. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS 51
- V. MELHORAMENTO GENÉTICO E CULTIVARES 65
- VI. PRODUÇÃO DE SEMENTES DE GERGELIM 83
- VII. CERTIFICAÇÃO DO GERGELIM COMO GARANTIA DE PROCEDÊNCIA E QUALIDADE 101
- VIII. ASPECTOS AGROECOLÓGICOS PARA O CULTIVO DE GERGELIM 107
- IX. MANEJO DO SOLO E CULTURAL 117
- X. ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL 135
- XI. IRRIGAÇÃO 153
- XII. PRAGAS ASSOCIADAS À CULTURA 169
- XIII. DO GERGELIM 169
- XIV. DOENÇAS E SEU CONTROLE NA CULTURA DO GERGELIM 183
- XV. PLANTAS DANINHAS 191
- XVI. COLHEITA E PÓS-COLHEITA 203
- XVII. APROVEITAMENTO AGROINDUSTRIAL 217
- XVIII. COMERCIALIZAÇÃO DO GERGELIM 235

APRESENTAÇÃO

Mediante o avanço do conhecimento, várias tecnologias estão sendo geradas e/ou adaptadas a fim de promover a elevação dos índices de produtividade das culturas, principalmente na Região Nordeste, já que esta é pra muitos, motivo de desafio haja vista, as limitações perante as condições climáticas, em especial o fator pluviosidade.

Assim, proposta que venham a discutir o estado da arte do gergelim no tocante as cultivares, dimensionamento de cultivo, técnicas de consorciamento, aspectos envolvendo a nutrição vegetal, manejo de ervas invasoras, controle de insetos e patógenos, a implementação da mecânica agrícola, junto aos fatores sociais e ecológicos, são de suma importância para as condições do semiárido potiguar aplicado gergelincultura.

O cultivo do gergelim possibilita a diversificação agrícola a partir da exploração de uma cultura com excelentes potencialidades econômicas, agronômicas e sociais, em decorrência de suas características de tolerância à seca, facilidade de manejo.

Estudar os mecanismos que envolvem esta pedaliácea é a grande proposta deste breve manuscrito.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS ASSOCIADOS À CULTURA DO GERGELIM

Wilza Carla Oliveira de SOUZA
Luiz Leonardo FERREIRA
Napoleão Esberard de Macêdo BELTRÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) tem sua origem no continente africano e asiático, mas considera-se a África o continente de origem básico, haja vista contar com a maioria das espécies silvestres do gênero *Sesamum*, porém é na Ásia que se encontra uma riqueza de variedades das espécies cultivadas (KOBAYSHI, 1981). Beltrão et al. (2001) relatam que o gergelim foi introduzido no Brasil, pelos portugueses e, apesar de ser uma cultura de grande valor econômico, seu cultivo é ainda bastante restrito a pequenas áreas.

O gergelim é entre as oleaginosas, uma das culturas mais antigas, apresentando bom nível de resistência à seca e de fácil cultivo, sendo adaptada às condições semiáridas em diversos países (BARROS e SANTOS, 2002). É uma cultura bastante antiga, sendo considerada uma das principais oleaginosas cultivadas em todo o mundo (QUEIROGA et al., 2008).

Neste panorama as oleaginosas surgem como fonte de energia renovável, com a finalidade de suprir as necessidades de preservação das diversas formas de vida. Entre estas fontes podemos destacar o cultivo do gergelim por apresentar grande potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional como no internacional (BELTRÃO, 2001).

ASPECTOS ECONÔMICOS

A exploração comercial no Nordeste teve início em 1986, após diminuição do cultivo do algodão; como o gergelim é uma cultura perfeitamente adaptada às condições edafoclimáticas e aos solos brasileiros, a sua produção agrícola deve ser estimulada, não só em função da projeção de aumento do novo mercado energético, baseado no Programa Brasileiro de Biodiesel, mas da possibilidade de exportação de sementes e derivados para países ricos, que parece ser alternativa mais viável para exploração da cultura, devido ao alto valor comercial das sementes e óleo (BELTRÃO e VIEIRA, 2001). Além disso, há um mercado nacional crescente para exploração de seus grãos e óleo, que podem ser usados em vários produtos alimentícios e fitoterápicos (QUEIROGA et al., 2008).

Embora a produtividade do gergelim seja inferior à da maioria das culturas oleaginosas cultivadas, como por exemplo: a soja, o amendoim, o girassol e a mamona seu cultivo merece grande incentivo, pois além de produzir óleo de qualidade superior, é uma alternativa agrícola ao alcance do pequeno e do médio produtor uma vez que exige práticas agrícolas simples e de fácil assimilação, podendo ser utilizado na alimentação humana in natura ou por meio de processos industrializados (AMABILE et al., 2001).

De acordo com Queiroga et al. (2008), a produção no Brasil oscila entre 3.000 e 5.000 toneladas anuais, concentrada nos Estados de Mato Grosso e Goiás, consumida pela indústria alimentícia do Estado de São Paulo (QUEIROGA et al., 2008). No cenário internacional o gergelim é a nona oleaginosa mais plantada, ocupando uma área cultivada em torno de 6 milhões de hectares com rendimento médio de 400 kg.ha⁻¹ de sementes (FIRMINO, 2001; FIRMINO et al., 2003).

A demanda pelo gergelim, por parte dos produtores, gera a necessidade de que sejam identificadas cultivares com alto rendimento e teor de óleo, assim, o gergelim é uma alternativa para a integração do sistema produtivo e torna-se competitivo com outras oleaginosas (AMABILE et al., 2001).

Preços compensadores, facilidade de cultivo e amplas possibilidades de bons rendimentos, fazem do gergelim uma alternativa importante para minimizar o quadro de carência alimentar e econômica das populações de baixa renda, e mediante ao seu grande significado econômico, seu cultivo em solos pobres justifica o baixo rendimento médio obtido por unidade de área cultivada (BARROS e SANTOS, 2002).

Apesar do esforço de inúmeras instituições que se dedicam ao melhoramento genético dessa cultura, o rendimento médio mundial é de 353 kg.ha⁻¹, esse rendimento é muito baixo quando comparado ao potencial obtido em condições experimentais que em diversos países tem superado os 2000 kg.ha⁻¹; o Brasil apresenta rendimento médio de 650 kg.ha⁻¹,

produzindo apenas 13 mil toneladas em 20 mil hectares (AMABILE et al., 2001).

Assim a demanda permanente por incrementos de produtividade e por diminuição de custos de produção nos diversos elos da cadeia de produção aponta a introdução de algumas tecnologias nas etapas de semeadura e de colheita do gergelim deiscetes, estas tecnologias surgem como alternativa para viabilizar a exploração desta cultura no Brasil, considerando que técnicas simples poderão ampliar as áreas de plantio, facilitando o manejo e a colheita do mesmo (QUEIROGA et al., 2009).

No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético do IAC possibilitaram o lançamento da cultivar IAC – Ouro, recomendada para a região Centro-Sul, especialmente no estado de São Paulo; no Nordeste do Brasil o gergelim era plantado tradicionalmente como “cultura de fundo de quintal”, sendo o produto obtido e consumido em fazendas com raros excedentes comercializáveis; além disso, não existia uma cultivar definida às condições edafoclimáticas da Região, no entanto, trabalhos de melhoramento genético realizado pela EMBRAPA Algodão e seus parceiros, várias cultivares foram lançadas, destacando-se as CNPA G2 e CNPA G3, que são as mais recomendadas para a região Nordeste, como também as mais aceitas pelo mercado, e a CNPA G4, para a região Nordeste e Cerrados de Goiás (BARROS e SANTOS, 2002).

As regiões brasileiras que mais produzem gergelim são: os estados de Goiás e Mato Grosso, no triângulo mineiro em Minas Gerais e na região Nordeste (BARROS, 2001). O Brasil é um pequeno produtor, com 15 mil toneladas produzidas em 25 mil hectares e rendimento em torno de 600,0 kg.ha⁻¹ (FAO, 2005).

Tabela 1. Principais produtores de gergelim no mundo

País	Produção (Ton.)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Myanmar	380.000	308
Índia	800.000	400
China	650.000	998
Sudão	325.000	382
Etiópia	390.000	661
Uganda	110.000	521
Paquistão	135.000	504
Brasil	15.000	600

Fonte: (FAO, 2005).

A falta da competitividade do Brasil no mercado mundial de gergelim é explicada pelo custo de mão-de-obra, bem como pela deficiência do agricultor, uma vez que utiliza baixo nível tecnológico e insumos como: cultivar de frutos deiscentes, sementes de cor branca, adubação, assim como o uso inadequado de equipamentos (QUEIROGA et al., 2009).

Além disso, a produção brasileira ainda não é suficiente para atender a demanda, assim faz-se necessário recorrer a outros produtores para abastecer o mercado nacional (FAO, 2005). Na região Nordeste a cultura ainda não se tornou uma exploração de importância econômica, uma vez que é cultivada praticamente por pequenos produtores, os quais utilizam tecnologias tradicionais (QUEIROGA e SILVA, 2008; QUEIROGA et al., 2009).

Tentativas de exploração do gergelim estenderam-se à região Nordeste, contudo, os produtores não conseguiram firmar o cultivo, devido à falta de uma política permanente de preços para o produto, diante disso, a exploração permaneceu em nível de subsistência, sendo a produção obtida destinada à alimentação humana na forma de doces e farinhas, com raros excedentes comercializáveis, estágio no qual, ainda hoje é observado (GODOY et al., 1985).

Todavia os maiores avanços na agricultura moderna têm sido obtidos com as culturas que permitem às práticas mecanizadas desde a semeadura até a fase de colheita, ou seja, com o mínimo da interferência de mão-de-obra (KOURI, 2009).

A exploração semimecanizada da cultura do gergelim é um componente fundamental para os produtores familiares, como forma de diminuir os custos de produção e de tempo de execução das atividades correspondentes numa exploração em escala comercial para a região do semiárido do Nordeste, ou seja, passar de “cultura de fundo de quintal” para cultura comercial de no mínimo dois hectares por produtor (MAZZANI, 1999).

A tendência desta cultura é ascender no mercado dos cereais devido a sua demanda, descoberta nutritiva de variados produtos, novas tecnologias de produção, novas variedades cada vez mais produtivas e indeiscentes, facilitando a colheita totalmente tecnicada.

Tabela 1. Panorama da cultura do gergelim no Brasil, nas grandes Regiões e nos Estados do Nordeste

Brasil, Grande Região e Unidade da Federação	Variáveis				
	Número de estabelecimentos agropecuários (Unidades)	Quantidade produzida (Toneladas)	Quantidade vendida (Toneladas)	Valor da produção (Mil Reais)	Área colhida (Hectares)
Brasil	3.161	843	579	1.428	2.262
Norte	333	34	7	44	164
Nordeste	2.496	429	222	616	1.330
Sudeste	97	118	101	216	224
Sul	50	46	45	218	32
Centro-Oeste	185	215	203	334	506
Maranhão	123	33	27	34	44
Piauí	516	43	8	70	266
Ceará	966	98	53	195	333
Rio Grande do Norte	136	13	7	23	52
Paraíba	239	27	17	53	132
Pernambuco	82	13	3	45	32
Alagoas	9	3	3	6	11
Sergipe	-	-	-	-	-
Bahia	425	199	103	189	299

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário (2006).

A produção agrícola deve ser estimulada não só em função da projeção de aumento de consumo interno, mas também, da possibilidade de exportação de sementes e derivados, para outros países. Os bons preços pagos pelo gergelim no mercado interno começam a despertar o interesse comercial por parte de produtores, comerciantes e industriais (BARROS e SANTOS, 2002).

ASPECTOS SOCIAIS

A cultura do gergelim constitui-se em alternativa de grande importância econômica e social para as condições semiáridas do Nordeste brasileiro, por ser de fácil cultivo, apresentar tolerância à estiagem e, principalmente, por gerar renda e trabalho e por ser fonte de alimento para pequenos e

médios produtores; as áreas do Semiárido do Nordeste brasileiro destacam-se como possuidoras de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo do gergelim de forma ecológica, em microrregiões que exercem papel preponderante na redução natural de pragas da referida lavoura, além disso, as características das propriedades locais, ocupadas basicamente por agricultores familiares, que cultivam espécies diversificadas e usam a mão-de-obra familiar, adéquam à produção de gergelim neste tipo de sistema de exploração (QUEIROGA et al., 2008).

Por suas potencialidades, o gergelim se torna uma alternativa importante para minimizar o agravante quadro de carência alimentar das populações de baixa renda; internacionalmente multiplicam-se os produtos industrializados com gergelim para o consumo humano (alimentação, cosméticos e farmacologia) gerando demanda do produto in natura. Com o mercado mundial em ascensão, crescem as possibilidades para exportação do produto nacional; no Brasil, o gergelim tem mercado crescente nos setores de panificação e na indústria de biscoito, além de um mercado ainda não explorado, ou seja, o de óleo para consumo humano (BARROS e SANTOS, 2002).

Levando-se em consideração as possibilidades de mercado e de adaptabilidade de culturas oleaginosas às condições edafoclimáticas, o gergelim desponta como opção de cultivo em função da sua baixa exigência hídrica, rusticidade e fácil cultivo em relação às grandes culturas (AMABILE et al., 2001).

Desde 1986, a EMBRAPA Algodão, juntamente com outras instituições de Pesquisa estruturaram mecanismos de fomento nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, desenvolvendo projetos de pesquisas com a cultura do gergelim. Inicialmente com os programas de fomento objetivava-se fornecer ao pequeno produtor outra opção de cultivo e apresentar ao segmento agroindustrial oleaginoso uma alternativa, a redução da produção do algodão nordestino, provocada por diversos fatores, destacando-se as secas, a deficiência de crédito, os juros elevados, o preço baixo pago ao produtor e o bicudo (BELTRÃO et al., 1994; EMBRAPA, 1994).

Assim esta cultura apresenta-se como de grande importância para o semiárido nordestino, Segundo Beltrão (2001) na região Nordeste, o gergelim faz parte do consumo popular da classe de baixa renda, apresentando-se como opção extremamente importante, por se constituir em mais uma alternativa de renda e fonte de proteína para os pequenos e médios produtores, e desde o ano agrícola 1989/90 a importância econômica desta cultura vem crescendo gradativamente devido às descobertas para novas fontes de aproveitamento do grão e seus produtos.

Os altos teores de ácidos graxos insaturados no óleo e de proteína digestiva nos grãos fazem do gergelim um alimento de alta qualidade para o homem e animais domésticos não-ruminantes; o óleo extraído de suas sementes é de excelente qualidade e pode ser utilizado na fabricação de torta, margarina, perfumes, lubrificantes, remédios e sabão (AMABILE et al., 2001).

A utilização principal é "in natura", e compoendo os produtos da indústria alimentícia e de panificação; a semente possui 50-60% de óleo, 20% de proteínas, 18% de carboidratos, 5% de fibras e cálcio, fósforo, ferro, potássio, sódio, magnésio e enxofre. Após a extração do óleo o farelo ou farinha, possui cerca de 40% de proteínas; o óleo tem alta porcentagem de ácido graxo oléico; portanto, é um alimento rico em proteínas e sais minerais (QUEIROGA et al., 2008).

Suas sementes contêm óleo de excelente qualidade, semelhante ao óleo de oliva, que pode ser usado nas indústrias alimentar e química, salientando que óleo de gergelim apresenta um potente antioxidante natural, cujo componente mantém sua estabilidade, ou seja, o óleo é mais resistente à oxidação ou baixa rancificação, sendo que esta propriedade não foi encontrada em nenhum outro óleo vegetal (QUEIROGA et al., 2007).

Os produtos industrializados derivados de gergelim mais utilizados pelo mercado brasileiro, na atualidade são os seguintes: gergelim natural limpo (13% do mercado), gergelim despelculado para pães e biscoitos (62% do mercado), pasta de gergelim (Tahine) (22% do mercado), óleo de gergelim (3% do mercado). No Brasil, a venda de óleo de gergelim no varejo tem se limitado aos comércios de produtos naturais, pois a maior parte dos grãos é destinada ao mercado internacional para a extração do óleo (QUEIROGA et al., 2008).

Na indústria alimentar é usado principalmente na panificação, na indústria de biscoitos e doces, além de outras realizações na culinária caseira, sendo de alto valor proteico e econômico (BARROS e SANTOS, 2002). Utilizado como, doces, balas, extração de óleo e farelo; no emprego caseiro principalmente no Nordeste, é empregado na confecção de doces, cocadas tijolinhos, fubá, paçocas e pé-de-moleque, os doces preparados são excelentes estimulantes de produção de leite em lactentes (FIGUEIREDO, 2008).

Na culinária usa-se em saladas, no arroz ou ingerido em colheres diariamente, é também utilizado para enriquecer vários alimentos pobres em proteínas sobre tudo as merendas escolares, a farinha descascada e desengordurada contém proteína na faixa de 45% a 61% (BELTRÃO et al., 1994).

A torta, resíduo da prensagem das sementes, apresenta elevados teores de vitaminas do grupo B e alta concentração de aminoácidos, podendo ser usada, ainda, na alimentação humana. Nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, o gergelim faz parte do consumo popular da classe de baixa renda, se apresentando como opção extremamente importante, por se constituir em mais uma alternativa de renda e fonte de proteína para os pequenos e médios produtores (BARROS e SANTOS, 2002).

No Centro-Oeste, Norte e Nordeste, onde esta oleaginosa é parte integrante do consumo popular da classe de baixa renda, ele se destaca como fonte de proteína de boa qualidade e, sobretudo, de baixo custo; como o gergelim é um produto agrícola perfeitamente adaptável aos solos e climas quentes brasileiros, além de muito procurado por países ricos de clima frio, não apropriado para o cultivo, a produção nacional pode crescer no sentido de atingir tais mercados externos, grandes consumidores de gergelim (BARROS e SANTOS, 2002).

LITERATURA CITADA

AMABILE, R.F.; FARIAS NETO, A.L.; SPEHAR, C.R.; ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M. **CNPA G3: nova opção de gergelim para a região do Distrito Federal**. EMBRAPA Cerrados, Planaltina. 2001. 3p. (Comunicado Técnico, 43).

BARROS, M.A.L.; SANTOS, R.F. **Situação do Gergelim nos Mercados Mundial e Nacional, 1995 a 2002**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2002. 8p. (Circular Técnico, 67).

BARROS, M.A.L.; SANTOS, R.F.; BENATI, T.; FIRMINO, P.T. Importância Econômica e Social. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O Agronegócio do gergelim no Brasil**. EMBRAPA, Brasília. Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2001. p.21-35.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelim cultura no trópico semi-árido nordestino**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 1994. 52p. (Circular Técnica, 18).

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, L.C.; QUEIROGA, V.P.; VIEIRA, D.J. Preparo de solo, adubação e calagem. In: BELTRÃO, N.E.M; VIERA, D.J. (Org.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. EMBRAPA, Brasília. Informação Tecnológica, 2001. p.109-131.

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. EMBRAPA, Brasília. Informação Tecnológica, 2001. 348p.

EMBRAPA-CNPA. **Testes de cultivares de gergelim**. Campina Grande, EMBRAPA. 1994. 24p.

FAO (Food And Agriculture Organization Of The United Nations). 2005. **Economics and Statistics**. Disponível em: <<http://www.fao.org.>>, acesso em: 10 de outubro de 2011.

FIGUEIREDO, A.S.; MODESTO FILHO, J. Efeito do uso da farinha desengordurada do (*Sesamum indicum* L.) nos níveis glicêmicos em diabéticas tipo 2. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.18, n.1 p.77-83, 2008.

FIRMINO, P.T. **Caracterização química de semente de gergelim (*Sesamum indicum* L.) BRS 196 (CNPA G-4)**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2001. 2p. (Instrução Técnica, 117).

FIRMINO, P.T.; SANTOS, R.F.; BARROS, M.A.L.; OLIVEIRA, J.M.C. **Gergelim: opção para agricultura familiar do semi-árido brasileiro**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2003. 3p. (Comunicado Técnico 198).

GODOY, I.J.; SAVY FILHO, A.; TANGO, J.S.; UNGARO, M.R.G.; MARIOTTO, P.R. **Programa integrado de pesquisas: oleaginosas**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, 1985. 13p.

IBGE - **Censo Agropecuário**. 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>, acesso em: 14 de agosto de 2012.

KOURI, J.; ARRIEL, N.H.C. Aspectos econômicos. In: ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M.; FIRMINO P.T. (Ed.). **Gergelim: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2009. p.193-209.

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.; ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M, SILVA, O.R.R.; GONDIM, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; CARTAXO, W.V.; SILVA, A.C.; VALE, D.G.; NÓBREGA, D.A. **Cultivo ecológico do Gergelim**: alternativa de produção para comunidades de produtores familiares da região semi-árida do Nordeste. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2007. 53p. (Documentos, 171).

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; QUEIROGA, D.A.N. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.3, n.2, p.106-121, 2009.

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; PE. 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**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2008. 127p. (Documentos, 190).

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande. 2008. 142p. (Documentos, 203).

YERMANOS, D.M.; HEMSTREET, S.; SALLES, W.; HUSZAR, C.K. Oil content and composition of the seed in the world collection of sesame introductions. **Journal of the American Oil Chemists Society**, New York, v.49, n.1, p.20-23, 1972.

MORFOLOGIA E ORGANOGRAFIA

Maria do Socorro ROCHA
Maria Sueli Rocha LIMA
Napoleão Esberard de Macêdo BELTRÃO

O gergelim desempenha papel de fundamental importância econômica e social, figurando dentre as principais oleaginosas cultivadas comercialmente no Brasil, como uma cultura potencial para o agronegócio do país. Nesta conjectura é importante frisar que a caracterização morfoanatômica das principais cultivares desta pedaliácea, constitui uma importante ferramenta de auxílio teórico-prático para a comunidade científica e para os agricultores.

DESCRIÇÃO DA PLANTA DE GERGELIM



Figura 1: Vista geral de uma espécie de gergelim em plena frutificação.
Campina Grande, PB, 2011.

Raízes

O gergelim é de uma dicotiledônea, apresentando sistema radicular pivotante, com a presença de uma raiz principal, sistema axonomorfo. No entanto, a cultura é extremamente sensível à falta de oxigênio no solo (Figura 2).

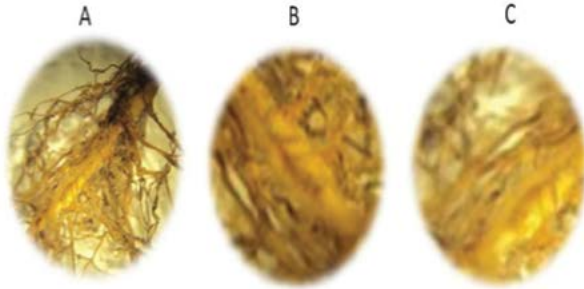


Figura 2: Raiz pivotante (A); secundárias (B); e pelos absorventes (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

No córtex é visualizado o parênquima cortical, constituído por 1-2 camadas de células parenquimáticas isodiamétricas situadas abaixo da epiderme e mais internamente, aproximadamente 2-3 camadas de clorênquima contínuas (parênquima clorofiliano). Para Mouseth (2004), esse tecido está geralmente na periferia do caule, podendo inclusive realizar fotossíntese. Abaixo do parênquima clorofiliano, têm-se 4-6 faixas de colênquima angular, que circundam todo o cilindro central (Figuras 3).

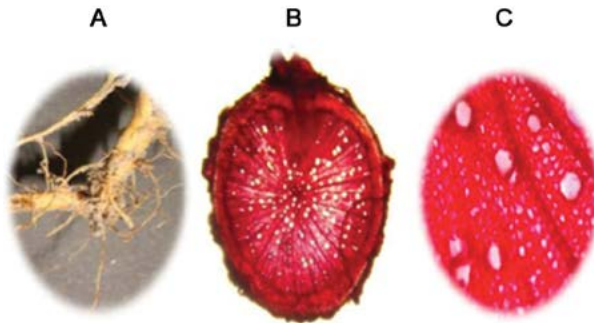


Figura 3: Raiz (A); cortes histológicos com ênfase aos vasos condutores (B); e xilema e floema (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

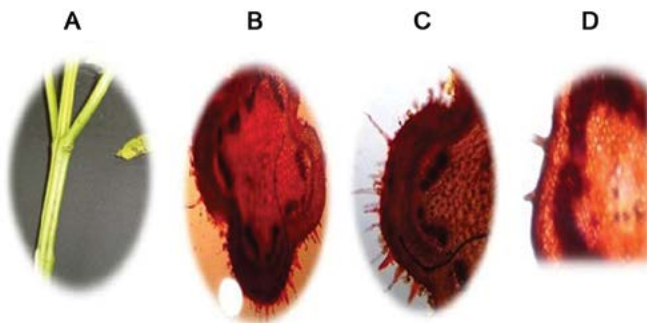


Figura 4: Caules (A); galhos (B); e caule quadrático e arredondado (C) do gergelim.
Campina Grande, PB, 2011.

Caule e ramificações

Dependendo da cultivar, o caule possui altura variável entre 0,5 a 3m, podendo ser ereto, com e sem ramificações com ou sem pêlos, expressando nível de heterofilia. O caule do gergelim, geralmente a 15 cm da superfície do solo (Figura 4A) possui diferentes formatos, quadrangular e arredondado (Figura 4B e C).

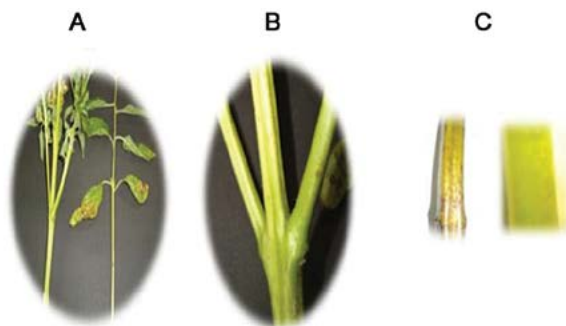


Figura 5: Corte histológico transversal do caule (A); vasos condutores, xilema e floema (B); e pelos na epiderme (C) do gergelim.

As folhas

Possuem vários formatos e tamanhos de folhas na mesma planta (Figura 6), as que ficam na parte inferior são maiores, largas e mais arredondadas, e as da parte superior são mais estreitas e compridas, para permitir a penetração dos raios solares em todas as folhas, já as intermediárias não fazem sombra sobre as inferiores (ANDRADE, 2009).

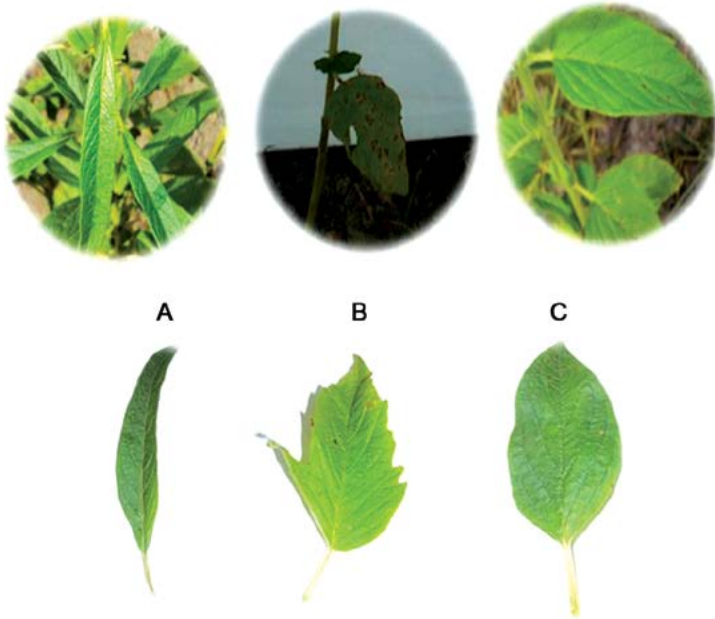


Figura 6: Heterofilia do gergelim, folha lanceolada (A); dentada (B); e lobulada (C). Campina Grande, PB, 2011.

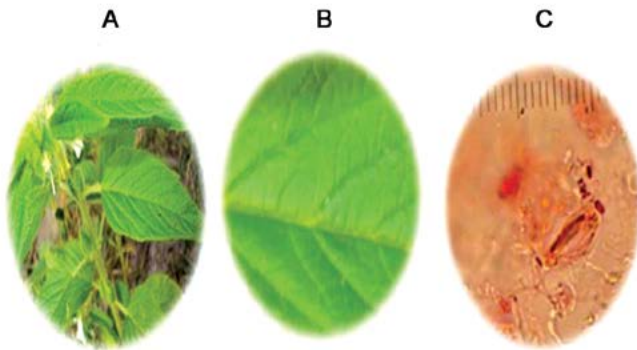


Figura 7: Folhas (A); limbo foliar com nervuras (B); e estômato adaxial (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

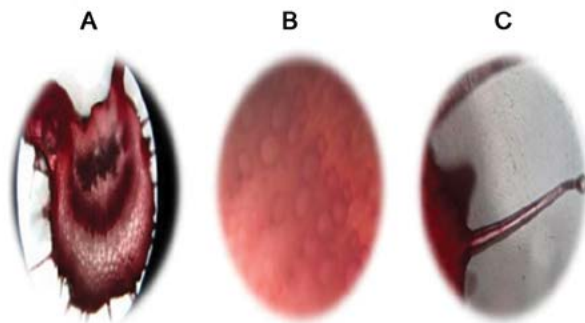


Figura 8: Sessão transversal da lâmina foliar da nervura (A); proxilema e xilema (B); e pelos na epiderme (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

Em secção transversal da lâmina foliar (Figura 8A), a epiderme apresenta-se uniestratificada em ambas as faces e revestida por espessa cutícula com pelos (Figura 8C). Cera epicuticular, com aspecto de pequenas granulações está presente, bem como alguns tricomastectores unicelulares (Figura 8A). O mesofilo é do tipo dorsiventral (heterogêneo assimétrico) composto por parênquima clorofiliano paliçádico uni ou biestratificado e parênquima clorofiliano esponjoso multiestratificado, variando de seis a dez estratos celulares. Distribuídos no mesofilo, também são observadas células secretoras de substâncias de natureza lipofílica e mucilagínosa (Figura 8C).

As flores

O gergelim possui duas flores por axila foliar, são completas, gamopétalas, zigomorfas e aparecem em cachos, alternadas ou opostas (Figura 9). Cada flor possui um pedúnculo curto, nas axilas (YERMANOS, 1980). O cálice tem cinco sépalas fundidas (Figura 9A, B e C). Possui uma pétala que serve como plataforma de pouso para os insetos visitantes. A corola é tubular, de cor branca a violeta, com um lóbulo para cima e três para baixo. Podem ter cor rósea, branca ou violeta, são completas e axilares, em número de 1 a 3 por axila foliar (ANDRADE, 2009).



Figura 9: Botões (A); botões com flores (B); e flores (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

Cálice

O cálice da flor do gergelim tem cinco sépalas fundidas de cor verde formando um conjunto que é o cálice (Figura 10).

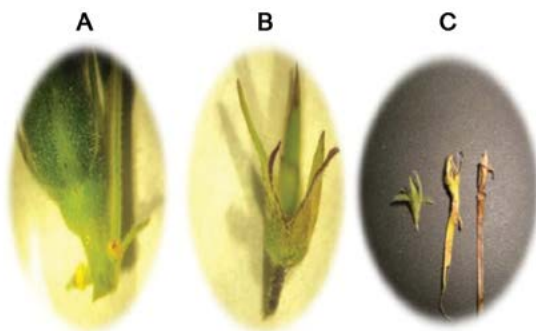


Figura 10: Cálice com nectário (A); cinco sépalas (B); e cálice em fase de maturação diferente (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

Corola

A corola é tubular, de cor branca a violeta, com um lóbulo para cima e três para baixas fendidas do gergelim (Figura 11).

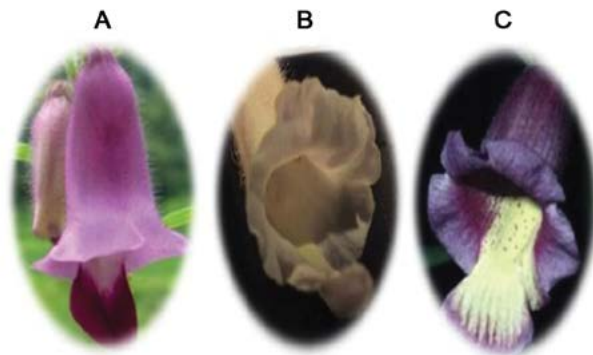


Figura 11: Corola de cor rósea (A); branca (B); e violeta (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

Receptividade do estigma

Quanto à biologia floral, Abdel All et al. (1976) observaram que o estigma se encontra receptivo antes da abertura da flor, permanecendo assim por até 24 horas depois da antese. Desta forma, os insetos que entram na flor para coletar pólen, contribuem tanto para a polinização cruzada como autopolinização das flores.

Androceu

O androceu é didínamo, com quatro estames inclusos, em par, um mais baixo que o outro, epipétalos, soldados na base do maior lábio do tubo da corola e com anteras com deiscência rimosa. As anteras são amareladas e tem 1 mm de comprimento (Figura 12).

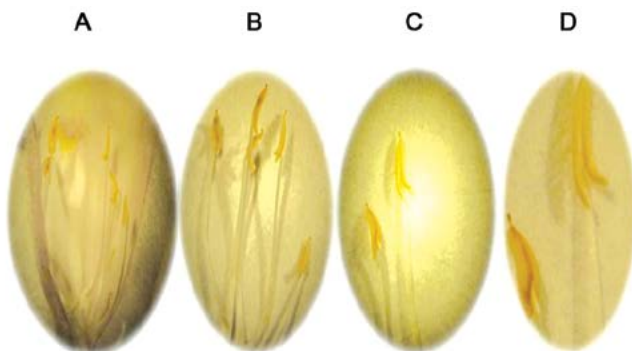


Figura 12: O androceu da flor do gergelim variedade G2. Campina Grande, PB, 2011.

Anteras

As anteras são de cor branca ou amarela, com 1 a 2 mm de comprimento, enquanto em tipos macho estéril elas permanecem verdes, fechadas e não se desenvolvem em tamanho através da antese (Figura 13).

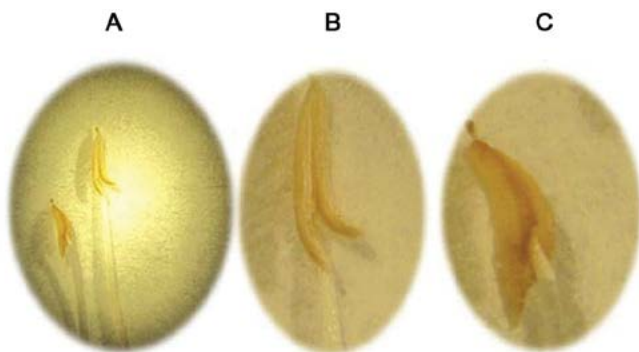


Figura 13: Antera de tamanhos diferentes (A); conectivo e as tecas (B); e filete (C) do gergelim variedade G2. Campina Grande, PB, 2011.

Antese e senescência das flores

Os botões florais apresentam uma corola verde e levemente rígida (Figura 14), que com o passar do tempo foi crescendo e mudando de verde para branco. Nesta fase, enquanto a flor está em desenvolvimento às anteras localizam-se na altura do estigma, mas ainda fechadas.

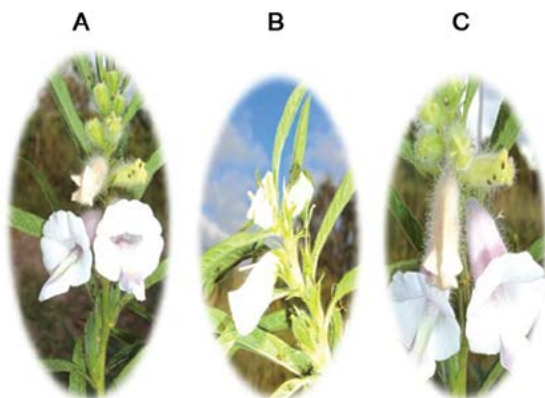


Figura 14: Senescência das flores verdes e levemente rígidas do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

Grão de pólen e gineceu

O grão de pólen é amarelo e o gineceu é bicarpelar, de ovário bilocular e de placentação axial com o ovário súpero e esverdeado na (Figura 15), o estilete é filiforme, terminando em estigma bifido (Figurs16) os grãos de pólen na (Figura 15).

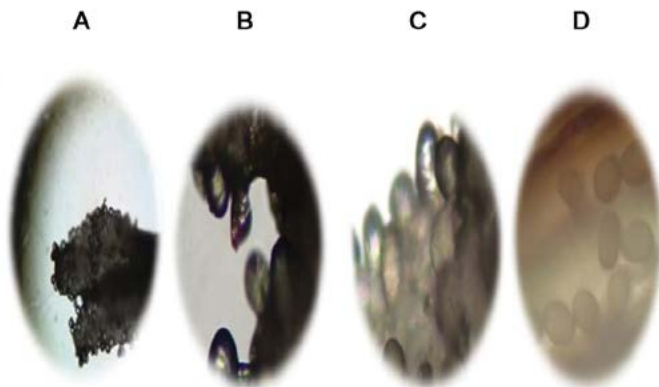


Figura 15: Estigma com grão de polém do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

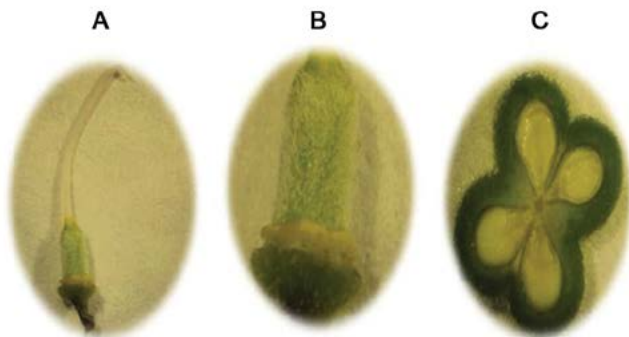


Figura 16: Estilete filiforme (A); gineceu com ovário súpero (B); ovário bilocular (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

Liberação do pólen

Antes da abertura das flores, as anteras mantiveram-se fechadas e localizadas abaixo do estigma. Observou-se que as anteras são formadas por uma fenda que se abre longitudinalmente. As anteras estavam abertas

e a liberação de pólen ocorreu ao mesmo tempo da abertura da flor. Os resultados obtidos por Yermanos (1980) que avaliando os aspectos da biologia floral do gergelim na Califórnia, verificou que a antese ocorre entre 5:00h e 7:00h. Após 10:00h da manhã, o pólen começou a diminuir e às 11:00h não era possível observar pólen nas anteras das flores e estas secavam, mudavam de cor, escureciam de brancas passavam a amarelas e algumas marrom. O autor ainda afirma que a temperatura 24 e 27 °C são ótimas para a floração do gergelim e que nessas condições, o pólen permanece viável por 24 horas.

Depois da antese, no interior da flor, nota-se grão de pólen pelas paredes internas da pétala. Esses polens provavelmente contribuem para a autopolinização, pois o estigma está receptivo e em contato com os grãos de pólen. Duas horas antes da antese da flor, dois dos quatro filamentos dos estames começaram a se alongar rapidamente e as anteras, posicionadas acima, alcançaram o nível do estigma, romperam-se longitudinalmente e liberaram os grãos de pólen. Aproximadamente ao mesmo tempo em que a flor se abriu. Em seguida, as outras duas anteras se romperam e os dois lóbulos pilosos do estigma se separaram pelo contato com as anteras. Através desse contato recebem grande quantidade de pólen sobre a superfície interna; deste modo, a autopolinização ocorreu um pouco antes e um pouco depois da abertura da flor.

Na natureza normalmente, a autopolinização é menos vantajosa porque não favorece novas combinações genéticas e com isso a formação de sementes e plantas mais vigorosas. Algumas plantas possuem mecanismo que evitam a autopolinização como, por exemplo: as plantas monóicas, que têm flores unissexuais sobre o mesmo indivíduo, como o milho; as dióicas, que tem flores unissexuais sobre diferentes, como o mamão; a dicogamia quando os órgãos sexuais de uma mesma planta amadurecem em tempos diferentes: na proterandria o órgão masculino amadurece primeiro e na proteroginia acontece o contrário. Ainda existe a heterostilia, quando os estames e os pistilos têm dimensões diferentes e a auto-esterilidade, quando a flor é polinizada pelo seu próprio pólen e não é fecundada (RAVEN et al., 1992; CONSOLARO, 2005; ANDRADE, 2009).

Diferente da maioria das espécies vegetais que tem mecanismos para evitar a autopolinização, o gergelim se autopoliniza e é autocompatível. Para garantir a perpetuação da sua espécie ele se autopoliniza, mas também desenvolveu mecanismos de atração de agentes polinizadores como as abelhas que favorecem a polinização cruzada (que garante a variabilidade genética), como a forma diferenciada da flor e a secreção do néctar (ANDRADE, 2009).

Requerimento de polinização do gergelim

Visando conhecer os requerimentos de polinização do gergelim e o papel do vento, insetos e abelhas na polinização, principalmente para avaliar a necessidade da ação dos agentes polinizadores para a fecundação das flores do gergelim no florescimento da cultura:

Polinização livre: polinização natural das flores pela ação dos agentes polinizadores existentes no campo de gergelim, (Figura 17A, B e C).

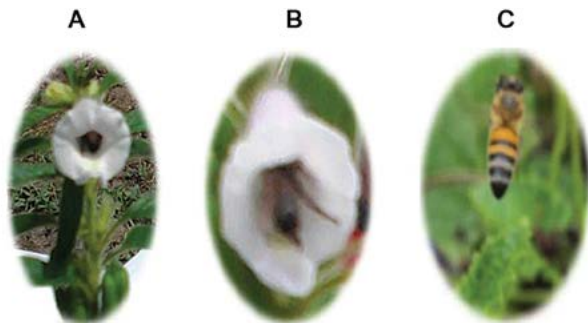


Figura 17: Polinização natural do gergelim (A); (B); e (C). Campina Grande, PB, 2011.

Polinização restrita com saco de papel: os botões florais são isolados, ensacados com saco de papel e etiquetados, evitando qualquer contato dos agentes polinizadores bióticos e abióticos, como o vento. Os sacos permanecem até o vingamento do fruto ou queda da flor, quando então foram removidos, (Figura 18 A, B e C).

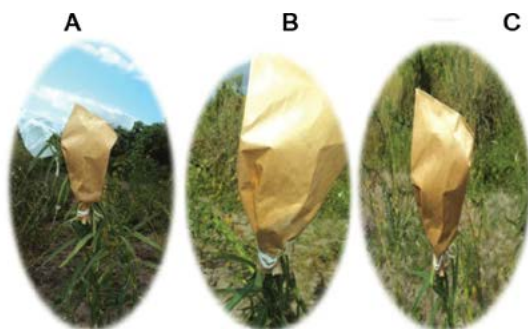


Figura 18: Polinização restrita do gergelim por saco de papel. Campina Grande, PB, 2011.

Polinização restrita com saco de filó: Os botões florais são isolados, ensacados de tela fina de filó e etiquetados. As flores permanecem ensacadas durante o período abeta, evitando qualquer contato dos agentes polinizadores bióticos. Este tratamento procurou-se estimar o papel do vento na polinização do gergelim (Figura 19A, B e C).

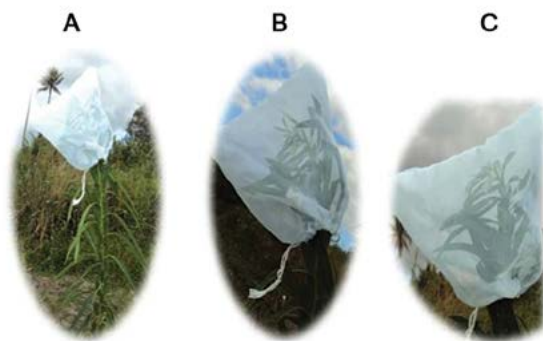


Figura 19: Polinização restrita do gergelim por saco filó. Campina Grande, PB, 2011.

Frutos

Os frutos do gergelim são cápsulas pilosas, seu tamanho varia de 2 a 8 cm de comprimento e diâmetro de 0,5 a 2 cm. O grau de deiscência é uma característica varietal e de grande importância econômica, pois está correlacionada com a colheita mecanizada.

A altura da inserção do primeiro fruto também é uma característica varietal muito importante para a colheita mecanizada. Os frutos localizam-se nas axilas das folhas (Figura 20), sendo que em cada axila foliar pode haver de um a três frutos (característica varietal), e o número de frutos por planta está diretamente relacionado com o número de flores. No entanto, o ambiente pode afetar essa relação, promovendo a queda de flores (Figura 21).

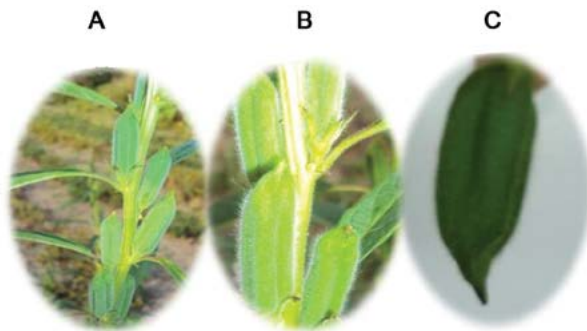


Figura 20: Frutos de gergelim da variedade G2 (A); (B); e (C). Campina Grande, PB, 2011.

Cultivares com duas ou três cápsulas por axila foliar perde às vezes, tais estruturas, quando a planta é submetida a estresse, como o hídrico e o nutricional.

A deiscência do fruto tem início no ápice, em direção à base. A maior ou menor velocidade de deiscência dos frutos deve ser observada, pois há cultivares cujos frutos se abrem rapidamente e perdem as sementes, que caem no chão, reduzindo a produtividade da cultura.



Figura 21: Frutos verde (A); maduros (B); e deiscência (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

Sementes

As sementes são pequenas, sendo que 1.000 sementes pesam de 2 a 4 g, havendo mais de 20 por lóculo do fruto (Figura 22A, B e C). São ovaladas, ligeiramente achatadas e de coloração que varia de branco a preto, passando por marrom, verde-oliva e amarelo. Há diferenças entre

as cultivares, quanto ao número de sementes por fruto e ao tamanho das sementes, sendo que seu principal constituinte é o óleo que, dependendo da cultivar e da localidade, pode ultrapassar 60% do peso da semente (BELTRÃO, 2001).

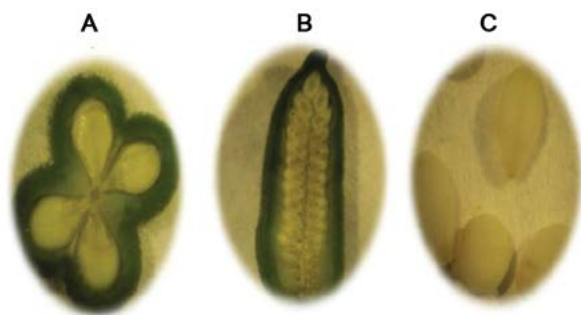


Figura 22: Os lóculos do fruto (A); corte transversal do fruto (B); e sementes (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

Usos e composição das sementes

Os grãos são o principal produto do gergelim. Fornecem óleo e farinha, ricos em cálcio, fósforo e ferro, vitaminas B e C. Os grãos com coloração preta são mais ricos em cálcio e vitamina A e usados na alimentação natural. Os grãos tostados dão origem a uma farinha muito nutritiva, a qual, novamente tostada e centrifugada, transforma-se em tahine, um tipo de margarina de grande uso entre os árabes; o gergelim preto é usado no preparo do gersal (gergelim mais sal) que se constitui em um dos temperos básicos da culinária e substância da medicina macrobiótica e integral: na culinária caseira, usa-se o grão como tempero e dele se extraem farinha usada, como massa para biscoito, bolachas, bolos, pães e pasta (QUEIROGA et al., 2008) (Figura 23).

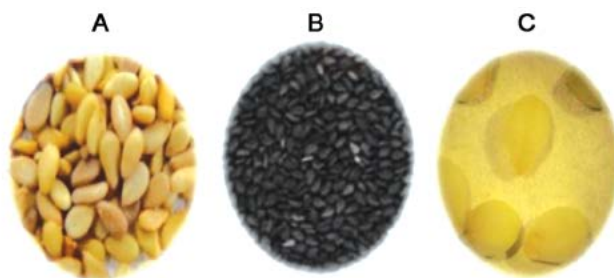


Figura 23: Sementes amarelas (A); pretas (B); e brancas (C) do gergelim. Campina Grande, PB, 2011.

LITERATURA CITADA

ANDRADE, P.B. **Potenciais polinizadores e requerimentos de polinização do gergelim**. 2009. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, UFC, Fortaleza, 2009.

ABDEL ALL, I.M.; SERRY, M.; EL-AHMAR, B.A. Some factors affecting self and artificial pollination in sesame, *Sesamum indicum* L. **Agricultural Research Review**, Karaj, v.54, p.155-159, 1976.

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA. Informação Tecnológica, 2001. 348p.

CONSOLARO, H. Variação floral e biologia reprodutiva de *Manettia cordifolia* art. (*Rubiaceae*). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.1, p.85-94, 2005.

MOUSETH, J.D. The Structure of Photosynthetic Succulent Stems in Plants Other Than Cacti. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v.9, 2004. 65p.

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**. EMBRAPA Algodão, Campina Grande, 2008. 127p.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 5.ed. Guanabara Koogan, 1992. 726p.

YERMANOS, D.M. Sesame. In: FEHR, W.R.; HADLEY, H.H. **Hybridization of crop plants**. Madson, Wisc., ASA. p.549-563. 1980.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E ECOFISIOLÓGICOS PARA A CULTURA DO GERGELIM

Luiz Leonardo FERREIRA
Napoleão Esberard de Macêdo BELTRÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), da família Pedaliácea, é uma das plantas oleaginosas mais antigas e usadas pela humanidade, considerando-se a África como o continente de origem a cultura, uma vez que ali existe a maioria das espécies silvestres do gênero *Sesamum*, ao passo que na Ásia se encontra uma riqueza de formas e variedades das espécies cultivadas, quando no Brasil o gergelim foi introduzido pela Região Nordeste através de portugueses no século XVI, e foi tradicionalmente plantado para consumo local (ARRIEL et al., 2007).

O gergelim é uma planta de larga adaptabilidade e, apesar de sua preferência por clima tropical e subtropical é, também, encontrado em zonas temperadas de clima mais ameno (ARRIEL et al., 2000). De acordo com os autores sua exploração existe em uma grande diversidade de ecótipos bem adaptados às suas localidades, distinguindo-se cerca de 118 tipos cultivados, cada um com dezenas de variedades, que se diferenciam por variantes genéticas.

O cultivo do gergelim, embora com produtividade inferior a maioria das oleaginosas cultivadas, como por exemplo, soja, coco, dendê, amendoim, girassol e mamona, merecem um grande incentivo na sua exploração por representar uma excelente opção agrícola ao alcance do pequeno e médio produtor, exigindo práticas agrícolas simples e de fácil assimilação, principalmente porque nas regiões semiáridas e áridas do Nordeste, normalmente apresentam baixas precipitações pluviais e de irregulares distribuições das chuvas (ARRIEL et al., 1999).

Além disso, um dos grandes problemas do setor primário é, justamente, a escolha de culturas que possam além de alimentar diretamente a família do produtor, possibilitar renda, com mercado garantido, desde que “a priori” ocorra planejamento, capacitação e organização dos produtores (ARRIEL et al., 1999). Assim neste capítulo serão discutidos aspectos relacionados à fisiologia, bem como a ecofisiologia da cultura do gergelim, uma vez que estes aspectos devem ser considerados nos sistemas de produção, pois são fundamentais para o estabelecimento da cultura.

CARACTERIZAÇÃO E ADAPTABILIDADE DA CULTURA

O gergelim é uma planta de elevada complexidade morfofisiológica, apresentando grande variabilidade no hábito de crescimento, com tipos ramificados e tipos sem ramificações, ciclo bastante variável, de acordo com a cultivar e o ambiente, com amplitude de 70 a 180 dias nas condições do Nordeste brasileiro, podendo chegar, dependendo da cultivar, à altura de mais de 3 m; é uma planta que tem pronunciada heterofilia, com os macrofilos basais lobulados e grandes, e os da parte superior lanceolados, o que lhes confere uma boa condição na captura da radiação solar, bem diferente, por exemplo da planta do algodoeiro, que tem estrutura fortemente plano-filar, com coeficiente de extensão da luz maior que a umidade (BELTRÃO et al., 2001).

Segundo Arriel et al. (2007) o gergelim é uma planta anual ou perene, de altura variável (0,5 a 3 m), caule ereto, com ou sem ramificações, com ou sem pelo, e apresenta sistema radicular pivotante, suas folhas apresentam-se alternadas ou opostas, sendo as da parte inferior da planta adulta mais largas, irregularmente dentadas ou lobadas, enquanto as da parte superior são lanceoladas; as flores são completas e axilares, em número de 1 a 3 por axila foliar; o fruto é uma cápsula alongada, pilosa, deiscente ou indeiscente, de tamanho variando de 2 a 8 cm, dependendo da variedade; as sementes são pequenas, onde as cores variam de branca a preta.

O gergelim é considerado uma espécie predominantemente autógama, porém alguns autores relatam diferentes taxas de alogamia que podem variar com a região, cultivares, condições climáticas e populações de insetos, com probabilidade para a polinização cruzada natural aumentando nas manhãs de dias nublados, frios e chuvosos, quando a liberação do pólen é freqüentemente retardada até uma a duas horas depois da abertura da flor (ARRIEL et al., 2001).

Arriel et al. (2001) comentam que o estigma está receptivo 24 horas antes da abertura da flor, os insetos carregando pólen podem contribuir para a

polinização cruzada natural, se eles entrarem na flor antes que seu próprio pólen esteja disponível para autopolinização; em algumas flores e plantas, as anteras secam sem produzir pólen, estas são as flores que os insetos fecundam com pólen de outras; e como as flores do gergelim são visitadas por muitos insetos, a maioria deles penetra na corola, e os maiores perfuram na base; obviamente, estes últimos não influem sobre a polinização.

O gergelim cresce e se desenvolve bem em diversos tipos de solo, atinge a plenitude em solos profundos, pelo menos 60 cm, francos do ponto de vista textural, bem drenados e de boa fertilidade natural global, envolvendo os macronutrientes, os mesonutrientes e os micronutrientes, sendo os solos das regiões semiáridas (Sertão, Cariri e Seridó) pelo menos razoáveis, para o cultivo do gergelim (BELTRÃO et al., 1994). Silva et al. (2008) avaliando as necessidades edafoclimáticas e fenológicas da cultura do gergelim em 136 municípios no Estado do Ceará verificaram risco climático diferenciado em função da época de plantio e do tipo de solo.

Sendo assim, o gergelim é uma planta de ampla adaptabilidade, seu cultivo estende-se de 25° S e 25° N, porém pode ser encontrada também até 40° N na China, Rússia e USA a 30° S na Austrália e a 35° S na América do Sul, prosperando em regiões de alta temperatura, baixa altitude e iluminação solar abundante, sendo em geral resistente à seca e apta para o cultivo em zonas áridas e semiáridas e em épocas de escassa precipitação (ARRIEL et al., 1999).

CONSIDERAÇÕES SOBRE A FOTOSÍNTESE

A taxa fotossintética é responsável direta pela acumulação de matéria seca do vegetal, desta forma os estudos de comparação em plantas, sob condições normais e sob deficiência hídrica, assumem grande validade, podendo até ser empregado como ferramenta auxiliar na seleção de genótipos tolerantes a seca, sendo o gergelim cultura que apresenta reduções na assimilação fotossintética (PINTO, 2006).

As plantas de mecanismos C3 realizam a redução do CO₂ a carboidrato pelo mecanismo básico conhecido como ciclo de Calvin ou Ciclo das Pentoses Fosfato (TAIZ e ZEIGER, 2009). Este ciclo acontece em três estágios segundo os autores.

1. Carboxilação do acceptor de CO₂, ribulose-1,5-bifosfato, formando duas moléculas de 3-fosfoglicerato, o primeiro intermediário estável do ciclo de Calvin;

2. Redução do 3-fosfoglicerado, formando gliceraldéido-3-fosfato, um carbono;

3. Regeneração do aceptor de CO_2 , ribulose-1,5-bifosfato, a partir do gliceraldeído-3-fosfato.

Pinto (2006), avaliando a taxa fotossintética nas culturas de amendoim, gergelim e mamona, verificou que a deficiência hídrica determinou grandes reduções na taxa fotossintética, independentemente da cultivar ou hora do dia; os valores máximos da taxa fotossintética foram obtidos no tratamento controle às 11 horas para a mamona e amendoim e às 9 horas para o gergelim; detectaram-se reduções na ordem de 84,5; 92,5 e 78,9% em média, ao longo do dia nas plantas submetidas à deficiência hídrica em relação ao controle, em amendoim, gergelim e mamona, respectivamente; os valores observados para a taxa fotossintética mostraram comportamento semelhante aos obtidos com a transpiração e a condutância estomática, indicando a ocorrência de uma estreita relação entre essas variáveis.

Rigon et al. (2012) tentando estabelecer uma relação entre a leitura do índice de clorofila realizada pelo equipamento portátil e a determinação clássica para os pigmentos fotossintéticos na cultura do gergelim, por meio de modelos matemáticos, verificaram que as leituras realizadas pelo ClorofiLOG® se correlacionam com boa precisão com pigmentos fotossintetizantes obtidos pela espectrofotometria em folhas de gergelim, e concluíram que é possível a determinação de compostos fotossintetizantes, por meio do uso do clorofilômetro portátil e de modelos matemáticos ajustados, com economia de tempo e reagentes.

Severino (2002) objetivando quantificar e analisar as principais características relacionadas ao crescimento e ao desenvolvimento fenológico do gergelim verificaram que a área foliar cresceu entre 30 e 70 dias e decresceu continuamente após esse período; o crescimento da fitomassa de caule + folhas é intenso entre 30 e 75 dias e o da fitomassa de frutos, entre 60 e 100 dias; o início da floração variou entre 35 e 60 dias, sendo que metade das plantas havia iniciado a floração aos 45 dias; a taxa de crescimento absoluto apresentou o valor máximo de $1,7 \text{ g} \cdot \text{dia}^{-1}$ em torno de 60 dias; a taxa de crescimento relativo foi de $0,2 \text{ g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ nas duas primeiras semanas e decresceu continuamente ao longo do ciclo; o valor máximo da razão de área foliar foi de $300 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ aos 20 dias, diminuindo continuamente ao longo do ciclo, sobretudo após 80 dias; enfim, a taxa assimilatória líquida obteve valor máximo de $12 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ aos 8 dias, manteve-se em torno de $5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ entre 40 e 60 dias mas decresceu continuamente no restante do ciclo.

Beltrão et al. (2000) avaliaram os efeitos do encharcamento temporário do solo com a correlata falta ou deficiência de oxigênio, no metabolismo, crescimento e produção do gergelim constatou uma alta sensibilidade no processo fotossintético, já o processo respiratório não se mostrou

tão sensível quanto a fotossíntese, com relação aos períodos de estresse anoxítico testados e no tocante aos teores de proteína total foram observados aumentos significativos. No entanto, em situações de estresse hídrico, a planta com seus mecanismos de defesa fecham as células responsáveis pela transpiração (estômatos), deixando nula a atividade fotossintética, o que resulta em conseqüente perda de rendimento (AMARAL e SILVA, 2008).

Maia Filho et al. (2010) estudando o desenvolvimento fisiológico do gergelim BRS Seda sob cultivo orgânico verificaram que a taxa de crescimento absoluto em altura respondeu mais estatisticamente ao teor de matéria orgânica no solo do que as doses de biofertilizantes, onde foi possível concluir que as maiores taxas de crescimento absoluto do diâmetro foram obtidos com os teores de 2,7 e 2% de matéria orgânica no solo.

ÁGUA NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO GERGELIM

Para quantificar o reservatório de água no solo é preciso conhecer alguns conceitos que auxiliam o seu dimensionamento, um desses conceitos denomina-se água disponível, representada pela água existente no perfil de solo onde se encontram as raízes e é retida com uma energia tal que possa ser vencida e absorvida pela planta, é, portanto, aquela água retida no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente, em uma espessura de solo onde exista a maior parte das raízes da planta, ou seja, a camada de irrigação (AMARAL et al., 2008).

São poucos ainda os estudos referenciados aos mecanismos morfológicos e fisiológicos de resposta à deficiência hídrica para a cultura do gergelim (PINTO, 2006). Por ser a escassez de água um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores do nordeste brasileiro, cita-se ainda a baixa qualidade das terras e da qualidade das sementes adquiridas, que acarreta prejuízos para os agricultores e para a economia nacional (AZEVEDO et al., 2003).

Pesquisas têm sido realizadas pela EMBRAPA e outros centros de pesquisa, objetivando o desenvolvimento de genótipos de melhor qualidade fisiológica e mais resistente às condições adversas, com aumento de produtividade. Sendo a qualidade da semente um fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada (AZEVEDO et al., 2003).

Segundo Beltrão e Vieira (2001) sua ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas a países de clima quente, bom nível de resistência à seca e facilidade de cultivo tornam a cultura do gergelim uma excelente opção para diversificação agrícola e com grande potencial econômico, tendo em vista as

boas perspectivas do mercado nacional e internacional, pois suas sementes contêm em média 50% de óleo de elevada qualidade com aplicações que se encontram em plena ascensão, devido ao aumento da quantidade de produtos industrializáveis para o consumo, que tem crescido em torno de 15% ao ano, gerando demanda do produto *in natura* e mercado potencial capaz de absorver quantidades superiores à atual oferta.

Em razão de sua facilidade de cultivo e adaptabilidade às zonas áridas e semiáridas do Nordeste, desde 1986 a EMBRAPA Algodão, com outras instituições de pesquisa, vem desenvolvendo trabalhos de melhoramento genético que têm contribuído para o estudo da adaptabilidade e da estabilidade de genótipos, pela obtenção de cultivares altamente produtivas e adaptadas, onde sua caracterização da diversidade genética tem sido feita com base em marcadores morfológicos e agrônômicos (ARRIEL et al., 2006).

Milani et al. (2006) avaliando o comportamento de 25 genótipos de gergelim em Ribeirão Preto/SP, verificaram o baixo desenvolvimento destes genótipos avaliados em sistema de cultivo de sequeiro, no entanto, na área irrigada observou-se seu pleno desenvolvimento, comprovando que, embora seja resistente à seca, a quantidade de água é de fundamental importância para o desenvolvimento da cultura nos primeiros meses de cultivo. Concordando com Arriel et al. (1999) e Beltrão et al. (1994) embora o gergelim seja considerado resistente à seca, ele necessita entre 400 e 650 mm de precipitação pluviométrica.

Apesar da adaptabilidade a lugares secos, o gergelim pode ser cultivado em regiões mais úmidas tropicais e subtropicais (ARRIEL, et al., 2006). A prioridade dos programas de melhoramento do gergelim ocorre em função da problemática específica de cada região; na região Nordeste, tradicional no cultivo, é cultivado como cultura principal e ênfase tem sido dada a buscar cultivares tolerantes à seca e cultivo com baixo uso de insumos. Já na região dos cerrados, utilizada como safrinha, tem se dado importância à capacidade de mecanização da cultura, principalmente da colheita (MILANI et al., 2006).

Em ambas, é fundamental desenvolver materiais produtivos, resistentes às pragas e doenças, com alta porcentagem de óleo e proteínas, assim como o desenvolvimento de materiais com frutos indeiscentes tende a alavancar a expansão da cultura, visto que irá propiciar colheita mecanizada e melhoria na qualidade e quantidade do produto colhido (MILANI et al., 2006).

De maneira geral, nas regiões do Nordeste de maior risco de seca e período chuvoso curto, é recomendado cultivares de ciclo precoce a médio, porque as cultivares tardias tem, nestas condições, sua produtividade bastante reduzida, tanto em condições irrigadas ou como segunda cultura

ou lavoura de seca, já nas regiões do Agreste também deve ser dada preferência às cultivares de ciclo mais rápido, recomendando-se ajustar, sempre, a época de plantio, de modo a que a colheita seja efetuada em período seco, para evitar a depreciação do produto colhido (BELTRÃO et al., 1994).

Souza et al. (2000), estudaram o comportamento fisiológico do gergelim, em casa de vegetação submetida a estresse hídrico, verificaram redução na altura das plantas, quantificada aos 48 dias, 68 dias, 85 dias e 98 dias após a semeadura, com decréscimo de 33,73% aos 98 dias e dezesseis dias da suspensão da irrigação em relação à testemunha.

Torres et al. (2009) estabelecendo metodologia para o teste de condutividade elétrica em sementes de gergelim, envolvendo períodos de embebição da semente, volumes e temperaturas da água, verificaram que o teste de condutividade elétrica é eficiente para avaliação do potencial fisiológico de sementes de gergelim, sendo a combinação 50 sementes, 50 mL de água destilada, com período de embebição de 8 horas, a 25°C, a mais adequada.

Beltrão et al. (2000) verificando e quantificando os efeitos do encharcamento temporário do solo com a correlata falta ou deficiência de oxigênio, no metabolismo, crescimento e produção do gergelim, concluíram que o cultivar CNPA G3, é uma planta extremamente sensível ao estresse anoxítico, tendo alterações metabólicas significativas, com poucas horas (24 a 98) de anoxia edáfica; a deficiência/ausência de oxigênio nas raízes, devido ao encharcamento do solo, promove reduções significativas no crescimento das plantas e na produção.

De acordo com Weiss (1983) o gergelim é extremamente susceptível ao encharcamento e com chuvas intensas e contínuas, o crescimento das plantas é paralisado e, caso sejam mais freqüentes e contínuas, podem levar as plantas à morte, com o surgimento de diversas doenças. A par da importância desta medida, ou seja, a água alguns autores pesquisaram e verificaram reduções expressivas na taxa fotossintética de plantas estressadas a variável hídrica (PINTO, 2006).

Amaral e Silva (2008) estimando a evapotranspiração do gergelim, na região do cariri do estado do Ceará, durante as fases fenológicas, e os coeficientes de cultivo do gergelim ao longo do ciclo verificaram que a evapotranspiração do gergelim variou de um valor mínimo de 2,5 mm.d⁻¹, aos 5 dias após o plantio, até um valor máximo de 11,6 mm.d⁻¹, aos 30 dias de idade; a fase de crescimento vegetativo estendeu-se até 45 dias após o plantio, ao longo da qual os valores de Kc observados aumentaram de 0,6 até 0,8; durante a fase de florescimento e desenvolvimento dos frutos, o Kc médio observado foi de 0,8.

TEMPERATURA

As temperaturas ideais para o crescimento e desenvolvimento da planta situam-se entre 25e 30°C, inclusive para germinação das sementes; temperaturas abaixo de 20°C provocam atraso na germinação e no desenvolvimento da planta e abaixo de 10°C todo o metabolismo fica paralisado, levando à morte da planta; temperaturas superiores a 40°C causam abortamento de flores e não enchimento de grãos; temperaturas médias de 27°C favorecem ao crescimento vegetativo e a maturação dos frutos; quedas de temperatura, durante o período de maturação, afetam a qualidade das sementes e do óleo, interferindo negativamente nos teores de sesamina e sesamolina (ARRIEL et al., 2006).

Carvalho et al. (2001) relatando a determinação das características de germinação de sementes de gergelim em diferentes temperaturas e tempo-dependente de atividade da enzima endo- β -mananase numa tentativa para correlacionar esta atividade com os parâmetros de germinação de sementes, obtiveram resultados que sugerem que endo- β -mananase é uma enzima constitutiva, uma vez que sua atividade pode ser detectada mesmo depois de 20 minutos de embebição em todas as temperaturas testadas.

Lago et al. (2001) avaliando o desenvolvimento e a qualidade fisiológica e física de sementesde gergelim cultivar IAC-China, durante a fase de maturação, observaram que o melhor período de colheita do gergelim 'IAC-China' situou-se entre 116 e 132 dias após a emergência, destacando que neste período as sementes apresentaram graus de umidade inadequados à sua preservação, e que após conveniente secagem e limpeza, as sementes apresentaram bom índice de germinação até o 18º mês de armazenamento.

Em estudos propostos por Oliveira et al. (2004), avaliando os efeitos alelopáticos de extratos de folhas de lobeira (*Solanum lycocarpum*) na germinação e no crescimento inicial de gergelim, sob três temperaturas de incubação, verificou que as sementes de gergelim apresentaram alta germinabilidade (ao redor de 88%), nas diferentes velocidades de germinação, bem como nas temperaturas utilizadas; entretanto verificou-se que os extratos não interferiram significativamente na germinabilidade das sementes de gergelim em nenhuma das temperaturas analisadas; assim independentemente da diferença de crescimento em água, extratos aquosos de folhas de lobeira reduziram o crescimento de plântulas de gergelim, próximo a uma relação dose-dependente, nas três temperaturas de incubação; a 22°C, a inibição foi significativamente diferente do controle a partir do extrato a 2%, sendo que a 30e 38°C o efeito mostrou-se presente em todas as concentrações.

CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

A produção agrícola é o resultado da ação integrada da planta e dos estímulos do meio ambiente, cabendo ao solo fornecer as condições necessárias ao desenvolvimento das plantas, incluindo água e nutrientes, onde as plantas contribuem com o potencial genético, enquanto a atmosfera provém o calor, o oxigênio (O₂) e o CO₂ entre outros (PINTO et al., 2000).

A modernização da produção agrícola tem na adoção de tecnologia instrumento para minimizar os efeitos dos fatores que limitam o processo fisiológico das culturas, aumentando a produtividade, reduzindo os custos de produção e melhorando a qualidade do produto; entre as novas técnicas, uma promissora é o uso de dióxido de carbono misturado à água de irrigação que está sendo adotado em culturas intensivas, com maior adensamento de plantas por área (PINTO et al., 2000).

Esta técnica de aplicação de gás carbônico já é praticada por agricultores europeus há mais de cem anos (KIMBALL, 1983). No Brasil, a aplicação de dióxido de carbono via água de irrigação é de uso recente e poucos são os estudos ecofisiológicos referentes às trocas de CO₂ em plantas (PINTO et al., 2000).

Pinto (2006) analisando o efeito da deficiência hídrica durante a fase vegetativa, em duas cultivares de amendoim, gergelim e mamona, verificou que a concentração interna de CO₂ não foi afetada para o efeito cultivar nas três espécies estudadas; contudo, para regime hídrico, nota-se, em todas as culturas, uma tendência de redução dos níveis internos de CO₂ quando as plantas foram submetidas à deficiência hídrica, provavelmente, em virtude da redução da abertura estomática; apesar desta tendência generalizada, foram constatadas apenas diferenças significativas para o amendoim às 9 horas; gergelim, às 7, 11 e 13 horas; e mamona às 11 e 13 horas.

CONSIDERAÇÕES RELEVANTES

As pesquisas com gergelim, especialmente sobre o controle de qualidade de suas sementes são fundamentais para a utilização da cultura e se justificam pela potencialidade da espécie e pela escassez de informações referentes à qualidade fisiológica e sanitária com que suas sementes são produzidas, notadamente na região do Nordeste, onde a semente de gergelim é produzida para atender aos programas de agricultura de base familiar (QUEIROGA et al., 2010).

Pesquisas realizadas por Queiroga et al. (2010) avaliaram a qualidade

fisiológica e física das sementes de três cultivares de gergelim com distintas cores: branca (BRS Seda), creme (CNPA G4) e preta, observaram que a germinação das sementes de cor preta diferiu significativamente apenas das sementes da cultivar CNPA G4, enquanto para as variáveis vigor e pureza física houve uma superioridade significativa em favor das cultivares BRS Seda e Preta em comparação a CNPA G4; provavelmente, este baixo valor da qualidade da CNPA G4 seja resultante das condições ambientais desfavoráveis (chuvas) reinantes durante o período de colheita do gergelim na área de trabalho.

Outro aspecto a ser levado em consideração são os reguladores de crescimento. De acordo com Severino et al. (2003) estes podem ser utilizados para vários objetivos, entre eles a aplicação em fases iniciais da cultura, para melhorar a germinação, a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas, pois no momento em que a lavoura está se estabelecendo em campo, diversos fatores podem influenciar negativamente seu desempenho, como desuniformidade de germinação, crescimento lento e insuficiente desenvolvimento do sistema radicular.

Avaliando a aplicação de reguladores de crescimento, verificaram que não houve efeito da aplicação do regulador de crescimento Stimulate® sobre a percentagem de emergência de plantas nem sobre o crescimento inicial do gergelim (SEVERINO et al., 2003).

LITERATURA CITADA

AMARAL, J.A.B.; SILVA, M.T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do gergelim por manejo de irrigação. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.12, n.1, p.25-33, 2008.

ARRIEL, N.H.C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E.; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A cultura do gergelim**. Brasília: EMBRAPA, 2007. 72p.

ARRIEL, N.H.C.; FREIRE, E.C.; ANDRADE, F.P. Melhoramento genético. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O Agronegócio do Gergelim no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2001. p.247-284.

ARRIEL, N.H.C.; GUEDES, A.R.; PEREIRA, J.R. **Descrição botânica e técnicas de polinização controlada no gergelim (*Sesamum Indicum* L.)**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2000. 5p. (Comunicado Técnico, 113).

ARRIEL, N.H.C.; MAURO, A.O.D.; MAURO, S.M.Z.D.; BAKKE, O.A.; UNÉDA-TREVISOLI, S.H.; COSTA, M.M.; CAPELOTO, A.; CORRADO, A.R. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim

usando marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.801-809, 2006.

ARRIEL, N.H.C.; VIEIRA, D.J.; FIRMINO, P.T. Situação atual e perspectivas da cultura do gergelim no Brasil. In: QUEIRÓZ, M.A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia. 1999. 10p.

AZEVEDO, M.R.Q.A.; GOUVEIA, J.P.G.; TROVÃO, D.M.M.; QUEIROGA, V.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.519-524, 2003.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelimcultura no trópico semiárido**. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande. 1994. 52p. (Circular Técnico, 18).

BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G.; SANTOS, J.W. Conseqüências da anoxia temporária radicular no metabolismo do gergelim. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.4, n.3, p.153-161, 2000.

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

CARVALHO, P.G.B.; BORGHETTI, F.; BUCKERIDGE, M.S.; MORHY, L.; FERREIRA FILHO, E.X. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.13 n.2, p.139-148, 2001.

KIMBALL, B.A. Carbon dioxide and agricultural yield: an assemblage and analysis of 430 prior observation. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.5, p.779-788, 1983.

LAGO, A.A.; CAMARGO, O.B.A.; SAVY FILHO, A.; MAEDA, J.A. Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.363-369, 2001.

MAIA FILHO, F.C.F.; MESQUITA, E.F.; MELO, D.S.; SOUSA, P.M.; LIMA, A.S.; CAVALCANTE, S.N.; DUTRA, K.O.G.; SANTOS, J.G.R. Desenvolvimento fisiológico do gergelim BRS Seda sob cultivo orgânico. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: EMBRAPA Algodão, 2010. p.616-621.

MILANI, M.; COUTINHO, D.; BALLARIS, A.L. **Avaliação de Genótipos de Gergelim (*Sesamum indicum* L.) em Ribeirão Preto/SP**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande. 2006. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 66).

OLIVEIRA, S.C.C.; FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (*Solanaceae*) na germinação

e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botânica Brasileira**, Feira de Santana, v.18, n.3, p.401-406. 2004.

PEREIRA, J.R.; SILVA, C.A.; VASCONCELOS, R.A.; ARAUJO, W.P.; LIMA, F.V.; ARIEL, N.H.C; ARAUJO, G.P.; JÚNIOR, G.S.C. Qualidade fisiológica e física das sementes de gergelim de diferentes cores. 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.242-1247.

PINTO, C.M. **Respostas morfológicas e fisiológicas do amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica**. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, UFC, Fortaleza, 2006.

PINTO, J.M.; BOTREL, T.A.; MACHADO, E.C. Uso de dióxido de carbono na agricultura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.4, p.919-925, 2000.

QUEIROGA, V.P.; BORBA, F.G.; ALMEIDA, K.V.; SOUSA, W.J.B.; JERÔNIMO, J.F.; QUEIROGA, D.A.N. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim com distintas cores. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.4, n.1, p.27-33, 2010.

QUEIROGA, V.P.; GONDIN, T.M.S.; QUEIROGA, D.A.N. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.3, n.2, p.106-121, 2009.

RIGON, J.P.G.; BELTRÃO, N.E.M.; CAPUANI, S.; BRITO NETO, J.F.; SILVA, F.V.F. Análise não destrutiva de pigmentos fotossintéticos em folhas de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.3, p.258-261, 2012.

RIGON, J.P.G.; BELTRÃO, N.E.M.; CAPUANI, S.; BRITO NETO, J.F.; SILVA, F.V.F. Análise não destrutiva de pigmentos fotossintéticos em folhas de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.3, p.258-261, 2012.

SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D.; FARIAS, V.A.; LIMA, C.L.D. Análise do crescimento e fenologia do gergelim cultivar CNPA G4. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.6, n.3, p.599-608, 2002.

SEVERINO, L.S.; LIMA, C.L.D.; FARIAS, V.A.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D. **Aplicação de regulador de crescimento em sementes de algodão, amendoim, gergelim e mamona**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2003. 17p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 53).

SILVA, M.T.; FARIAS, G.C.; ARAÚJO, L.F.; JÚNIOR, S.C.F.F.; AMARAL, J.A.B. **Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do gergelim no Estado do**

Ceará. EMBRAPA Agroindústria Tropical, Fortaleza. 2008. 23p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 31).

SOUZA, J.G.; BELTRÃO, N.E.M.; SANTOS, J.W. Fisiologia e produtividade do gergelim em solo com deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.4, n.3, p.163-168, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fotossíntese: reações de carboxilação. In:_____. **Fisiologia Vegetal**. Tradução: Eliane Romanato Santarém, [et al.]. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. p.182-219.

TORRES, S.B.; MEDEIROS, M.A.; TOSTA, M.S.; COSTA, G.M.M. Teste de condutividade elétrica em sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.3, p.70-77, 2009.

WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660p.

METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

Nicholas Lucena QUEIROZ

Maria do Socorro ROCHA

Napoleão Esberard de Macêdo BELTRÃO

Os vegetais produzem grande variedade de compostos orgânicos que parecem não ter função direta no seu crescimento e desenvolvimento, tais substâncias são conhecidas como metabólitos secundários, estes produtos secundários não apresentam papéis reconhecidos diretos nos processos de fotossíntese, respiração, transporte de solutos, translocação, síntese de proteínas, assimilação de nutrientes, diferenciação ou síntese de carboidratos, proteínas e lipídeos (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Maraschin e Verpoorte (2008) comentam que como característica geral, tais compostos mostram um padrão de ocorrência restrito a alguns grupos axonômicos, não sendo considerados essenciais ao metabolismo basal da célula vegetal, donde surge à denominação metabólitos secundários; estes são utilizados em escala industrial para a produção de inseticidas, corantes, flavorizantes, aromatizantes e medicamentos.

Os metabólitos secundários também diferem dos metabólitos primários (aminoácidos, nucleotídeos, açúcares e acil lipídeos) por apresentarem distribuição restrita no reino vegetal, ou seja, metabólitos secundários específicos são restritos a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies relacionadas, enquanto metabólitos primários são encontrados em todo o reino vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Na década de 80 foram identificados 121 compostos de origem vegetal, provenientes de 95 espécies, os quais têm sido usualmente empregados como terapêuticos nos países ocidentais, além disso, do total de medicamentos aprovados no período 1983-1994, 6% são obtidos diretamente de espécies vegetais, sendo denominados produtos naturais, 24% são compostos derivados e 9% foram desenvolvidos a partir de compostos vegetais cuja estrutura molecular serviu como unidade precursora em processos de

síntese (MARASCHIN e VERPOORTE, 2008).

De acordo com Taiz e Zeiger (2009) os metabólitos secundários vegetais podem ser divididos em três grupos quimicamente distintos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. Na (Figura 1) está representada uma visão simplificada das principais rotas metabólicas de produção dos metabólitos secundários.

É importante comentar que em ambientes naturais, os vegetais estão cercados por um grande número de inimigos potenciais, pois praticamente todos os ecossistemas possuem uma significativa variedade destes. Sendo assim, foi investigado os efeitos alelopáticos de extratos de folhas de lobeira na germinação e no crescimento inicial de gergelim, sob três temperaturas de incubação, Oliveira et al. (2004), concluíram que os extratos aquosos de folhas de lobeira não interferiram significativamente na germinabilidade das sementes de gergelim em nenhuma das temperaturas analisadas.

No entanto, Aires et al. (2005) estudaram os efeitos de extratos aquosos de folhas e frutos de lobeira na germinação e crescimento inicial de gergelim em solo, onde os testes foram conduzidos sob temperaturas de 22, 30 e 38 °C; verificou-se então que o extrato de folhas não interferiu significativamente no tempo médio, mas reduziu a germinabilidade e diminuiu o pico de germinação nas três temperaturas; esse extrato não interferiu significativamente no crescimento da parte aérea, exceto a 30 °C, mas reduziu significativamente o crescimento da radícula nas três temperaturas; os extratos de frutos aumentaram significativamente o tempo médio de germinação a 30 °C e reduziram a germinabilidade a 22 °C; também reduziram tanto o crescimento aéreo quanto das raízes das plântulas; os resultados mostram que as propriedades alelopáticas da lobeira se manifestam no substrato solo em ampla faixa de temperatura presente no substrato – o que aumentou o tempo médio de germinação das sementes, embora diferença significativa só tenha ocorrido a 22 °C; na presença do macerado de fruto, o tempo médio de germinação aumentou numa relação dose-dependente, embora tenha apresentado diferença significativa apenas a 30 °C e temperaturas de 22 e 38 °C.

ÓLEOS VEGETAIS

Os óleos vegetais são compostos principalmente por triglicerídeos (com teores entre 95 a 98%) com uma mistura de outros compostos de baixa porcentagem, estes compostos apresentam uma alta composição qualitativa e quantitativa, dependente da espécie vegetal ao qual foram extraídos, contudo, sabe-se que essa composição e os teores podem variar em função das condições edafoclimáticas, bem como a qualidade da matéria

prima, métodos de extração dos óleos e dos procedimentos para o refino (CORSO, 2008).

Segundo Cert et al. (2000) os principais grupos dos menores componentes presentes nos óleos vegetais são: hidrocarbonetos, ceras, alcoóis, compostos fenólicos voláteis, fosfolipídios, pigmentos, tocoferóis, tocotrienóis e ácidos triterpênicos. Para Sarmento (2002), esses óleos são obtidos principalmente das sementes das oleaginosas. Na (Tabela 1) pode ser visualizado o teor de óleo de algumas fontes oleaginosas provenientes de diversos tipos vegetais.

Tabela 1: Conteúdo de óleo de fontes oleaginosas

Material oleaginoso	Conteúdo de óleo (%)
Gergelim	50-55
Polpa de palma	45- 50
Caroço de palma	45-50
Salsa	40-45
Girassol	35-45
Oliva	25-30
Favela de arroz	20-30

Fonte: Cert et al. (2000).

ÓLEO VEGETAL DO GERGELIM

Há alguns anos a cultura do gergelim tem levantado o interesse de produtores e empresas brasileiras que vem buscando um cultivo alternativo para a alimentação e exploração agrícola viável, uma vez que a cultura é uma oleaginosa de alto valor nutricional e protéico, possuindo diversas aplicações, além das alimentícias, como também na indústria farmacêutica, cosmética e óleo-química (CORSO, 2008).

A semente de gergelim é uma das mais importantes oleaginosas do mundo, com um teor alto de óleo e níveis de antioxidantes conhecidos para a saúde humana (ABOU-GHARBIA e SHAHIDI, 1997). O gergelim tem sido considerado no oriente como um alimento saudável para aumentar energia e para prevenção do envelhecimento (HAJIMAHMOODI et al., 2008).

Compostos de óleo de gergelim têm várias funções fisiológicas para a saúde humana, como a atividade estrogênica, proporcionando funções antiinflamatórias e a diminuição dos teores de lipídios do sangue, além de possuir funções como aumentando a capacidade antioxidante e γ -tocoferol (KITA et al., 1998). Essas sementes são compostas de 43 a

50% de lipídeos, 5 a 6% de umidade, carboidratos 10 a 15%, 5 a 6% de cinzas, 4 a 5% de fibras e 15 a 20% de proteínas (JANNAT et al., 2010).

O óleo de gergelim tem alguns compostos em potencial, como os tocoferóis e compostos fenólicos, que possuem atividade antioxidante com efeito significativo na diminuição da pressão arterial (JANNAT et al., 2010). A ingestão de alimentos com propriedades antioxidantes naturais como os taninos, cumarinas, flavonóides, terpenos e compostos fenólicos é atualmente uma tendência adotada por muitas pessoas a fim de se evitar ou mesmo diminuir o uso de aditivos alimentares sintéticos (MOHAMED e AWATIF, 1998).

Os compostos fenólicos estão grandemente distribuídos nas plantas, esses compostos antioxidantes são importantes pela sua capacidade de doar um átomo de hidrogênio ou de elétrons, a fim de formar um radical intermediário estável, que impedem a oxidação de várias moléculas biológicas, contudo, várias sementes de oleaginosas e seus derivados têm sido investigados por compostos fenólicos de fontes seguras de antioxidante naturais (NAMIKI, 1995; JEONG et al., 2004).

É fato que o gergelim possui muitas funções para manter a boa saúde e tem sido conhecida há muitos anos que o seu óleo é altamente resistente à deterioração oxidativa (NAGATA et al., 1987; HALLIWELL, 1997). Sua estabilidade notável é devido à presença de uma grande quantidade de antioxidantes endógenos, tais como sesaminol, sesamol e α -tocoferol (NIWA et al., 1986; FUKUDA e NAMKI, 1988; ABOU-GHARBIA et al., 2000).

Em geral, óleo de gergelim contém ácido oléico com cerca de 47% (18:1), ácido linoléico 39% (18:2), 9,0% de ácido palmítico (16:0), ácido esteárico 4,1% (18:0), (WEISS, 1983) citado por (UZUN et al., 2002). Contudo, a composição dos ácidos graxos, bem como teor de óleo é influenciada por vários fatores fisiológicos, ecológicos e culturais. Assim, Uzun et al. (2002) relataram que diferentes posições das cápsulas afetam a composição dos ácidos graxos no gergelim, além de que a época de semeadura atrasada afeta na composição dos ácidos graxos do gergelim, como a diminuição dos teores de ácidos oléico e linoléico com crescente valor do teor de ácido esteárico (GUPTA et al., 1998). Os conteúdos de ácidos graxos insaturados no gergelim são mais elevados nas cultivares de regiões temperadas do que nas de regiões tropicais (LEE e KANG, 1980). Não só essas condições afetam a composição dos ácidos graxos, mas também os fatores genéticos desempenham um papel importante no processo, resultando em diferentes composições de ácidos graxos (MARASCHIN e VERPOORTE, 2008). Os ácidos graxos nos grãos de gergelim são comestíveis e contêm vitaminas A, B e C, além de elevados teores de cálcio, fósforo e ferro (NISHANT e NARASIMHACHARYA, 2007).

Vários estudos destacam a capacidade dos componentes das sementes de gergelim em reduzir os níveis plasmáticos de colesterol e o estresse oxidativo devido à presença de componentes como fibras, esteróis, polifenóis e flavonóides. Nesse sentido, Nishant e Narasimhacharya (2007), demonstraram que a utilização do pó das sementes de gergelim na ração de ratos machos albinos provoca redução considerável dos níveis plasmáticos de lipídios totais e de colesterol, além de melhoria na atividade antioxidante e consequente redução da peroxidação lipídica (MARASCHIN e VERPOORTE, 2008).

Ao avaliar o efeito do uso da farinha desengordurada do gergelim nos níveis glicêmicos de mulheres portadoras de diabetes tipo 2 submetidas a tratamento dietoterápico, Figueiredo e Modesto-Filho (2008) sugeriram que a ingestão de farinha de gergelim pode contribuir benéficamente na redução do risco de diabetes e obesidade, bem como auxiliar no controle glicêmico e do peso corporal em portadores de diabetes tipo 2, de forma econômica, saborosa e saudável. Nas (Tabelas 2 e 3) observa-se os principais componentes químicos e os ácidos graxos encontrados na aveia, linhaça e gergelim, respectivamente.

Tabela 2: Composição centesimal dos componentes químicos de aveia, linhaça e gergelim por 100 g de parte comestível

Alimento	Energia (Kcal)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Carboidratos (g)	Fibras (g)	Cinzas (g)
Aveia	394	13,9	66,6	9,1	9,1	1,8
Linhaça	495	14,1	43,3	33,5	33,5	3,7
Gergelim	584	21,2	21,6	11,9	11,9	2,9

Fonte: NEPA-TACO (2011).

Tabela 3: Composição centesimal em ácidos graxos saturados, mono-insaturados e poli-insaturados de aveia, linhaça e gergelim por 100 g de parte comestível

Alimento	Ácidos graxos		
	Saturado (g)	Mono-insaturado (g)	Poli-insaturados (g)
Aveia	1,5	3,2	3,0
Linhaça	4,2	7,1	25,3
Gergelim	7,8	19,9	22,5

Fonte: NEPA-TACO (2011).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES

O grão do gergelim possui um alto valor nutritivo, por causa das significativas quantidades de vitaminas, e constituintes minerais como o ferro, fósforo, sódio, cálcio, magnésio, selênio e zinco, além de altos valores de ácidos graxos insaturados, como o ácido oléico (em média 47%) e o linoléico (em média 41%) (ANTONIASI et al., 1997). A composição da semente do gergelim, com os principais nutrientes pode ser observada na (Tabela 4).

Tabela4: Composição média das sementes de gergelim e seus principais nutrientes

Constituinte	Valores (100g ⁻¹ de sementes)
Energia (Kcal)	578,0
Umidade (g)	4,7
Proteínas (g)	19,8
Gordura (g)	51,9
Carboidrato (g)	15,3
Fibra (g)	3,1
Cinzas (g)	5,9
Cálcio (mg)	1200,0
Fósforo (mg)	540,0
Ferro (mg)	9,6
Sódio (mg)	2,0
Potássio (mg)	400,0
Caroteno (mg)	17,0
Vitamina B1 (mg)	0,95
Vitamina B2 (mg)	0,25
Niacina (mg)	5,1

Fonte: Adaptação de Firmino e Beltrão (1997).

Segundo Firmino e Beltrão (1997) foram quantificados os valores do conteúdo protéico dos grãos de gergelim da cultivar da EMBRAPA Algodão CNPA-G2, envolvendo a composição de aminoácidos da farinha do gergelim pela hidrólise ácida, obtendo assim valores maiores ao recomendado pela (FAO, 1985). Para os aminoácidos totais essenciais (em 100 gramas de sementes de gergelim da FAO) obtiveram maiores valores do que a cultivar CNPA-G2 (FIRMINO e BELTRÃO, 1997) para a Isoleucina, Lisina e Metionina com os seus respectivos valores de 4,2; 4,2 e 2,2. Já para a cultivar CNPA-G2 os valores de Leucina (7,42), Fenilalanina (5,12), Valina (4,59) e Treonina (3,77)

foram maiores dos que os encontrados pela FAO. É importante ressaltar que valores de aminoácidos totais não essenciais não foram encontrados pela FAO em 1985 e sim por Firmino e Beltrão (1997); como a Alanina, Arginina, Ácido aspártico, Ácido glutâmico, Cistina, Glicina, Histidina, Prolina e Serina (ANTONIASI e SOUZA, 2001).

O óleo do gergelim é bastante procurado por apresentar vários constituintes secundários que são importantes para a estabilidade química. Pois é bem resistente a rancificação, por possuir qualidades importantes por permanecer por mais tempo fresco. Alimentos como margarinas, doces e produtos de panificação contendo óleo de gergelim conseguem passar por mais tempo sem sofrer processo de rancificação cerca de dez vezes a mais que os óleos vegetais comumente usados para esses fins. Na tabela 5 e 6 pode se observar as principais oleaginosas junto com seus valores de conteúdo de óleo, e os vários tipos de ácidos graxos presente em diversas culturas oleaginosas (ANTONIASI e SOUZA, 2001).

Tabela5: Principais oleaginosas junto dos seus respectivos conteúdo de óleo

Oleaginosas	Conteúdo de óleo (%)
Copra	66 – 68
Babaçu	60 – 65
Gergelim	50 – 55
Dendê	45 – 50
Amendoim	45 – 50
Mamona	47 – 49
Girassol	35 – 45
Açafrão	30 – 35
Oliva	25 – 30
Algodão	14 – 25
Soja	18 – 20

Fonte: adaptado de AntoniasI e Souza, (2001).

Tabela 6: Porcentagem de ácidos graxos que compõe outros óleos vegetais

Óleo Vegetal	Ácido Mirístico	Ácido Palmítico	Ácido Esteárico	Ácido Aracnídico	Ácido Oléico	Ácido Linoléico	Ácido Linolênico
Gergelim	–	8	3	1	47	41	0
Oliva	1	9	1	1	80	8	0
Milho	–	6	2	1	37	54	0

continuação...

Amendoim	–	8	4	3	55	25	0
Algodão	1	21	2	1	25	50	0
Soja	–	21	2	1	25	50	0
Saturação	Saturado	Saturado	Saturado	Saturado	Mono-insaturado	Bi-insaturado	Tri-insaturado

Fonte: Beltrão et al. (1994).

PROPRIEDADES DOS ANTIOXIDANTES NATURAIS DO ÓLEO DE GERGELIM

Segundo Corso (2008), o processo de rancificação ocorre nos óleos que contêm ácidos graxos de cadeia insaturada e que podem sofrer oxidação, polimerização e degradação pelos mecanismos de radicais livres. A oxidação é um processo metabólico que leva à produção de energia necessária para as atividades essenciais das células, e nos sistemas biológicos ocorre devido à ação dos radicais livres no organismo (SOARES, 2002).

Os radicais livres são moléculas ou íons que têm um elétron desemparelhado para se ligar a qualquer outro elétron e, por isso, são extremamente reativas. Os radicais livres podem ser gerados por fontes endógenas ou exógenas, e causam alterações nas células agindo diretamente sobre componentes celulares como membranas celulares, que terão sua fluidez e permeabilidade alteradas, e também em proteínas celulares, o que resulta em sua fragmentação, agregação e, em certos casos, ativação ou inativação de certas enzimas e mesmo aberrações cromossômicas (SOARES, 2002).

O estresse oxidativo é definido como um estado de desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) e a capacidade antioxidante endógena, sendo tal desequilíbrio associado ao processo de envelhecimento e também com o desenvolvimento de muitas outras doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas e doenças de Alzheimer (McCORD, 1994).

O papel do estresse oxidativo como determinante principal no início e progressão das complicações tem despertado grande interesse em razão de que o desequilíbrio entre a produção de ROS e a capacidade antioxidante endógena pode ocasionar o aumento da via das hexosaminas (TANIYAMA e GRIENGLING, 2003; REIS et al., 2008).

Muitas das alterações metabólicas causadas pela hiperglicemia produzem estresse oxidativo devido ao aumento de ROS, gerados principalmente durante a auto-oxidação da glicose e em diferentes

reações oxidativas que acompanham a glicação de proteínas, lipídios e ácidos nucleicos (DÍAZ-FLORES et al., 2004). Além disso, ocorre também diminuição da ação dos sistemas de defesa antioxidante em consequência da diminuição da disponibilidade da nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato reduzido (NADPH) e da glutatona reduzida, assim como pelo dano oxidativo das enzimas envolvidas (DÍAZ-FLORES et al., 2004).

A diminuição da ação dos sistemas antioxidantes endógenos tem sido associada com anormalidades estruturais e funcionais no sistema cardiovascular devido à exposição prolongada dos tecidos vasculares à hiperglicemia com indícios de que a capacidade antioxidante endógena esteja prejudicada nos indivíduos diabéticos, dificultando a remoção dos radicais livres (SANTINI et al., 1997).

Vários estudos demonstram que a hiperglicemia tem como consequência uma elevada produção de ânion superóxido por meio de inúmeros mecanismos, contudo alterações na cadeia de transporte de elétrons parece ser o primeiro evento chave na ativação de outras vias envolvidas nas complicações do DM por ocasionar o aumento da atividade da aldose redutase, da ativação da proteína quinase C (PKC), da formação de produtos avançados da glicosilação não-enzimática e da atividade da via das hexosaminas, o que tem como consequência unificada o mecanismo de lesão celular (REIS et al., 2008).

Na via dos polióis, o aumento de ROS em decorrência da hiperglicemia, reduz os níveis de óxido nítrico ativando a aldose redutase. O aumento do fluxo pela via dos polióis induzido pelo aumento de ROS determina maior conversão de glicose a sorbitol, reduzindo NADPH e glutatona (SOARES, 2002).

O processo de oxidação dos lipídios forma compostos e processos indesejáveis ao organismo humano, tais como destroem vitaminas, inibem e reagem proteínas alteram estruturas de outros ácidos graxos essenciais, podendo levar a agentes mutagênicos e cancerígenos (AROUMA, 1996; HAUMANN, 1993; FRANKEL, 1991; ST. ANGELO, 1996) citado por (ANTONIASI e SOUZA, 2001).

Com o objetivo de diminuir a oxidação lipídica, os antioxidantes sintéticos foram bastante utilizados, onde agiam como sequestradores de radicais livres, redutores de oxigênio e também como quelantes de metais pro-oxidantes (CORSO, 2008). Contudo esses antioxidantes trazem vários riscos à saúde, sendo o seu uso proibido ou restrito em alguns países (ALMEIDA-DORIA e REGINATO-D'ARCE, 2000; SOARES, 2002). Devido aos grandes prejuízos que os antioxidantes sintéticos podem trazer à saúde humana, a atenção tem se voltado para os antioxidantes naturais,

que possuem diversas características importantes, como a prevenção de doenças crônicas degenerativas e até simplesmente prevenir ou retardar a rancificação de produtos lipídicos (CORSO, 2008).

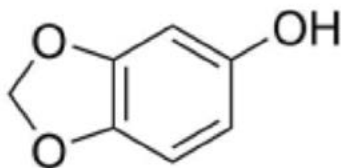
O gergelim apresenta alguns antioxidantes naturais, os mais conhecidos são a sesamina, sesamolina e outras ligninas. Já outros antioxidantes como o sesamol e o sesaminol estão presentes em pequenos valores nas sementes (ANTONIASI e SOUZA, 2001). Pois segundo Namiki (1995) a sesamolina é o precursor do sesamol e do sesaminol.

A sesamina, 3,4 metilendioxi fenil, é uma lignina simétrica e ativa que pode apresentar dois estereoisômeros: D- e L- sesamina. A D-sesamina se encontra na porção insaponificável (com 1%) do óleo de gergelim, junto com a sesamolina (com 0,3%). Há outros isômeros que estão relacionados com estas, que são a isosesamina e a asarinina. A sesamina apresenta um ponto de fusão entre 122 e 123 °C é praticamente insolúvel em água, soluções alcalinas e a ácido clorídrico (ÁLVAREZ, 2007).

A sesamina e outros compostos relacionados como a isosesamina e a asarinina são sinérgicas de inseticidas dos grupos das piretrinas; pesquisas recentes demonstram que o grupo 3,4-metilendioxi-fenil é essencial para a atividade de muitos inseticidas, como o sulfóxido e o butóxido de piperonila, pois os mecanismos de ação sinérgica consistem em inibir ao sistema do citocromo P-450 (ÁLVAREZ, 2007).

Pesquisas demonstram que o óleo de gergelim possui notáveis propriedades contra o envelhecimento, é hipocolesterolêmico e alivia em humanos os sintomas do alcoolismo (NAMIKI, 1995). Pesquisas relacionadas com a procura de antioxidantes naturais têm revelado a possibilidade de desenvolver esses compostos a partir do extrato do óleo do gergelim, por possuir alta eficácia contra o ranço, que se produz como o efeito da oxidação dos óleos vegetais comestíveis (KIZHIYEDATHU et al., 2004; MIYAKE, 2005).

O sesamol (3,4 metilenodioxifenol), além de ser um antioxidante natural pode ser apresentado como um antifúngico, sendo um composto orgânico natural contido nas sementes de gergelim, este é caracterizado como um sólido cristalino que é originado do fenol (SESAMOL, 2011). Pode-se observar sua estrutura molecular pela (Figura 2). Segundo Corso (2008) foi comprovado que o sesamol e a sesamolina, juntos com outros compostos tem a função de diminuir os teores de níveis séricos do colesterol e potencializar a atividade da vitamina E.



Legenda da foto aqui
Foto: Maria do S. Rocha.vt

Além de todos esses compostos presentes no óleo do gergelim, há também o tocoferol, que é classificado como um dos melhores antioxidantes naturais, pois é graças a ele que o processo de rancificação dos óleos é diminuído, prevenindo assim a oxidação dos ácidos graxos insaturados (RAMALHO e JORGE, 2006). Isso ocorre pela capacidade desses compostos doarem seus hidrogênios aos radicais livres dos lipídios.

LITERATURA CITADA

ABOU-GHARBIA, H.A.; SHAHIDI, F. Effects of processing on oxidative stability of sesame oil extracted from intact seeds. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v.74, p.215-221. 1997.

ABOU-GHARBIA, H.A.; SHEHATA, A.A.Y.; SHAIDI, F. Effects of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. **Food Research International**, Essex, v.33, p.331-340. 2000.

AIRES, S.S.; FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (*Solanaceae*) na germinação e crescimento de *Sesamun indicum* L. (*Pedaliaceae*) em solo sob três temperaturas. **Acta Botânica Brasileira**, Feira de Santana, v.19, n.2, p.339-344. 2005.

ALMEIDA-DORIA, R.F.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B. Antioxidant activity of rosemary and oregano ethanol extracts in soybean oil under thermal oxidation. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.2, p.197-203, 2000.

ÁLVAREZ, J.C. Aislamiento, purificación e identificación de sesamina a partir de lodos de microfiltrado en la fabricación del aceite virgen de *Sesamum indicum* L. (ajonjolí). **Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas**, Bogotá, v.36, n.1, p.5-10, 2007.

ANTONIASI, R.; FIRMINO, P.T.; ARRIEL, N.H.C.; DALVA, A.; ROSA, R.; JABLONKA; VIEIRA, D.J. Avaliação da composição química de cultivares de gergelim desenvolvido pela EMBRAPA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, **Anais...** Rio de Janeiro, 1997.

ANTONIASSI, R.; SOUZA, D.F.S. Composição, Processamento e Atividade Antioxidante. 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.247-284.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelimcultura no trópico semi-árido nordestino**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 1994. 52p.

CERT, A.; MOREDA, W.; PÉREZ-CAMINO, M.C. Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable Oils. **Journal Chromatography**, Shiraz, v.881, p.313-148, 2000.

CORSO, M.P. **Estudo da extração de óleo de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) empregando os solventes dióxido de carbono supercrítico e n-propano pressurizado**. 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Toledo-PR, 2008.

DÍAZ-FLORES, M.; BAIZA-GUTMAN, L.A.; IBÁÑEZ-HERNÁNDEZ, M.A.; PASCOE-LIRA, D.; GUZMÁN-GREENFEL, A.M.; KUMATE-RODRÍGUEZ, J. Aspectos moleculares del daño tisular inducido por la hiperglucemia crónica. **Gaceta Médica México**. Cidade do Mexico, v. 140, n. 4, p. 437- 48, 2004.

FAO (Roma). **Necessidades de energia e de proteínas**. Genebra: FAO/OMS/ONU, p.63-64. 1985.

FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M. **Valor protéico de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) cultivar CNPA G2**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 1997. 4p.

FIGUEIREDO, A. S.; MODESTO-FILHO, J. Efeito do uso da farinha desengordurada do *Sesamum indicum* L nos níveis glicêmicos em diabéticas tipo 2. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Curitiba, v.18, n.1, p.77-83, 2008.

FUKUDA, Y.; NAMIKI, M. Recent studies on sesame seed and oil. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Japão, v.35, p.552-562. 1988.

GUPTA, S.K.; YADAVA, T. P.; PARKASH, K.; THAKRAL, N.K.; KUMAR, P. Influence of date of sowing on oil and fatty acid composition in sesame (*Sesamum indicum* L.). **Annals of Biology**, Índia, v.14, p.67-68. 1998

HALLIWELL, B. Antioxidants and human diseases. **Nutrition Reviews**, Washington, v.55, p.44 -52. 1997.

HAJIMAHMOODI, M.; OVEISI, M.R.; SADEGHI, N.; JANNAT, B.; BAHAEDDIN, Z.; MANSOORI, S. Gamma tocopherol content of Iranian sesame seeds. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, Tehran, v.7, p.135-139. 2008.

JANNAT, B.; OVEISI, M.R.; SADEGHI, N.; HAJIMAHMOODI, M.; BEHZAD,

M.; CHOOPANKARI, E.; BEHFAR, A.A. Effects of roasting temperature and time on healthy nutraceuticals of antioxidants and total phenolic content in Iranian sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). **Iranian Journal Of Environmental Health Science & Engineering**, Tehran, v.7, n.1, p.97-102. 2010.

JEONG, S.M.; KIM, S.Y.; KIM, D.R.; NAM, K.C.; AHN, D.U.; LEE, S.C.; Effects of seed roasting conditions on the antioxidant activity. **Food and Chemical Toxicology**, Londres, v.69, p.377-381. 2004.

KITA, S.; MATSUMURA, Y.; TANIDA, Y.; MORIMOTO, S. Antihypertension effects of sesamin. **Biological and pharmaceutical Bulletin**, Japão, v.21, p.469-73. 1998.

KIZHIYEDATHU, P.S.; ANATHASANKARAN, J.E.; ARUMUGHAN, A. Free radical scavenging behavior antioxidant compounds of sesame (*Sesamum indicum* L) in DPPH system, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Tóquio, v.52, 912p. 2004.

LEE, J.I.; KANG, C.W. Breeding of sesame (*Sesamum indicum* L.) for oil quality improvement. 1. Study of the evaluation of oil quality and differences in fatty acid composition between cultivars in sesame. **Journal of the Korean Society of Crop Science**, Chicago, v.25, p.54-65, 1980.

MARASCHIN, M.; VERPOORTE, R. Metabolismo secundário. **Biociência e desenvolvimento**, Brasília, v.8, p.24-28, 2008.

MIYAKE, Y.; FUKUMOTO, S.; OKADA, M.; SAKADA, K.; NAKAMURA, Y.E.; OSAWA, T. Antioxidative catechol lignans converted from sesamin and sesaminol Triglycoside by Culturing with *Aspergillus*, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Tóquio, v.53, 22p. 2005.

MOHAMED, H.M.; AWATIF, I.I. The use of sesame oil saponifiable matter as a natural antioxidant. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Tóquio, v.62, p.269-276, 1998.

NAMIKI, M., The chemistry and physiological functions of sesame. **Food Reviews International**, Philadelphia, v.11, p.281-329, 1995.

NAGATA, M.; OSAWA, T.; NAMIKI, M. Stereochemical structures of antioxidative sesaminol. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tóquio, v.51, p.1285-1289, 1987.

NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **TACO: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4.ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 164p.

MCCORD, J. M. Free radicals and pro-oxidants in health and nutrition. **Food Technology**. Chicago, v.48, n.3, p. 106-10, 1994.

NIWA, Y.; MIYACHI, Y. Antioxidant action of natural health products and Chinese herbs. **Inflammation**, v.10, n.1, p.79-91. 1986.

NISHANT, P.; NARASIMHACHARYA, A. Asparagus root regulates cholesterol

metabolism and improves antioxidant status in hypercholesteremic rats. **Evidence Based Complementary and Alternative Medicine**. Bethesda, v.6, n.2, p.219-26, 2007.

OLIVEIRA, S.C.C.; FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botânica Brasileira**, Feira de Santana, v.18, n.3, p.401-406. 2004.

RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Revista química Nova**, São Paulo, v.29, n.4, p.64-65, 2006.

REIS, J.S.; VELOSO, C.A.; MATTOS, R.T.; PURISH, S.; NOGUEIRA-MACHADO, J.A. Estresse Oxidativo: Revisão da Sinalização Metabólica no Diabetes Tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo, v.52, n.7, p.1096-1105, 2008.

SARMENTO, C.M.P. **Extração supercrítica de óleo de farelo de arroz e obtenção de frações enriquecidas em tocoferóis e tocotrienóis**. 2002. 110f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Alimentos). Florianópolis: Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

SANTINI, S.A.; MARRA, G.; GIARDINA, B.; COTRONEO, P.; MORDENTE, A.; MARTORANA, G. E.; MANTO, A.; GHIRLANDA, G. Defective plasma antioxidant defenses and enhanced susceptibility to lipid peroxidation in uncomplicated IDDM. **Diabetes**. São Paulo, v.46, n.11, p.1853-8, 1997.

SESAMOL. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Sesamol>>, acesso em: 20 de setembro 2011.

SOARES, S.E. Ácidos Fenólicos como Antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.15, n.1, p.71-81, 2002.

TANIYAMA, Y.; GRIENGLING, K.K. Reactive Oxygen Species in the vasculature: Molecular and Cellular Mechanisms. **Hypertension**. Dallas, v. 42, p. 1075-108, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: _____. **Fisiologia Vegetal**. Tradução: Eliane Romanato Santarém, [et al.]. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. p.342-372.

UZUN, B.; ÜLGER, S.; ÇAGIRGAN, M.I. Comparison of Determinate and Indeterminate Types of Sesame for Oil Content and Fatty Acid Composition. **Turkish Journal Of Agriculture And Forestry**, Ankara Turkey, v.26, n.1, p.269-274, 2002.

MELHORAMENTO GENÉTICO E CULTIVARES

Nicholas Lucena QUEIROZ
Napoleão Esberard de Macêdo BELTRÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das mais antigas culturas cultivadas pelo homem no mundo. Na Ásia há mais de 5.000 anos os homens já se alimentavam desta espécie vegetal (BISHT et al., 1998). A sua origem não é bem definida, divergindo de autor para autor, contudo a mais aceita é que se originou no leste da África e na Índia (BEDIGIAN, 2003). Atualmente a Índia e a China são os dois maiores produtores de gergelim do mundo, seguindo por Mianmar, Sudão, Uganda, Nigéria, Paquistão, Tanzânia, Etiopia, Guatemala e a Turquia (PHAM, 2010).

O gergelim possui características importantes para o melhoramento genético da cultura, tais como: a tolerância à seca, cresce muito bem nos mais diversos tipos de solos, é ideal para consorciar com outras culturas, é resistente ao estresse causado pela ausência de água e é cultivado geralmente por pequenos produtores (CAGRGAN, 2006).

Contudo a produção é inferior ao potencial máximo que a cultura poderia alcançar. Isso devido a uma série de insumos ou eventos externos, como estresses abióticos e os bióticos. Atualmente há diversas variedades de gergelim ao redor do mundo, para os mais diversos tipos de mercados, contudo o uso de cultivares apropriadas e melhoradas é bastante limitada devido à pouca informação, pois como já foi dito, grande parte dos produtores desta cultura são de pequeno porte, e estes nem sempre estão atualizados com o tipo de cultivar mais adequado para as condições edafoclimáticas da sua região. Além disso, os produtores fazem uso de variedades crioulas, que já foram cruzadas com outras variedades, perdendo grande parte do potencial genético que estas sementes um dia tiveram. Para o melhoramento do gergelim é importante conhecer adequadamente a morfologia deste vegetal, assim como a filogenética entre os diversos tipos de variedades, isso tudo para ajudar o produtor a melhorar a qualidade das cultivares e a alta produtividade do gergelim.

BANCOS DE GERMOPLASMA E ACESSOS

Bancos de germoplasma são unidades ou locais onde se armazenam ou conservam materiais genéticos de uso imediato ou para o uso futuro, diferentemente ocorre com as "coleções de trabalho", que são eliminadas quando não há interesse aos programas de melhoramento genético (ARRIEL et al., 2001). Segundo o mesmo autor, no mundo há vários bancos de germoplasma, há alguns que são mais conhecidos que guardam os diferentes genótipos de gergelim, entre eles temos:

- Regional Research Station Variddhachalan, na Índia;
- Serere Agricultural Research Station, na Uganda;
- Oil Crops Institute, na China;
- The germoplasma collection, nos Estados Unidos;
- Centre for Agriculture, Etiópia;
- Centro de investigaciones Agropecuarias, Venezuela;
- University of Nigeria;
- Oilseed Research Institute, Paquistão.

Diversas pesquisas de caracterização e avaliação do germoplasma do gergelim indicou uma ampla diversidade de número de caracteres como: altura de plantas, ramificação, padrões de ramificação, forma das folhas, altura das cápsulas, número de sementes por cápsula, conteúdo de óleo, cor das sementes e entre outros (MANZANNI et al., 2007).

Por longos anos têm sido desenvolvidas diferentes coleções de germoplasma de gergelim a nível mundial, destacando-se pela sua importância as coleções mantidas na Índia, China, Rússia e Estados Unidos. Na Venezuela, importante produtora desta espécie, desde 1940 com o apoio do programa de melhoramento genético da espécie (*Sesamum indicum*) junto com o Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), uma importante coleção de variedades através da introdução, coleta e intercâmbio de germoplasma. E hoje é uma das mais importantes a nível mundial (MANZANNI et al., 2007).

Geralmente, as coleções de germoplasma mantidas a escala mundial tem se tornado de grande magnitude, porém tem ocorrido a necessidade de desenvolver técnicas e procedimentos para reduzir seu tamanho e torná-la mais acessível (MANZANNI et al., 2007).

A importância de desenvolver coleções de gergelim foi reconhecida em 1993, mais necessariamente para grandes coleções como a da China e

Índia, onde os dados morfológicos foram de grande ajuda para desenvolver estratégias para agrupar e selecionar mesmos grupos de coleções nucleares (ASHRI, 1994).

A conservação dos recursos genéticos dos vegetais se dá para o uso desses materiais no futuro para programas de melhoramento genético. Coleções de germoplasma de gergelim foram estabelecidas pelo Oil Crop Research Institute of the Chinese Academy of Agricultural Sciences, e a National Bureau of Plant Genetic Resources (NBPGR) da Índia, com o apoio da International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Sendo assim, a NBPGR mantém 6.658 acessos de gergelim, onde 4.136 são crioulas provenientes de fontes indígenas e 2.522 são provenientes de fontes exóticas (BISHT et al., 1998). O banco de genes do Rural Development Administration (RDA) na Coreia coletou em torno de 7.700 adesões de gergelim (KANG et al., 2006). Outros bancos de germoplasma têm feito esforços para organizar essas coleções por todo o mundo, como o caso do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS), Recursos Vegetais e Unidade de Conservação (PGRCU), que conseguiu coletar 1.226 adesões de gergelim originado de quase todos os continentes (MORRIS, 2009).

A coleção nuclear da China conta de aproximadamente de 500 acessos e foram estabelecidas sobre uma base total de aproximadamente 4.300 acessos (XIURONG et al., 2000). Desta coleção de núcleo foram derivados oito subnúcleos sobre a base de vinte e dois caracteres morfológicos, encontrando assim uma considerável diversidade com o uso de análises multivariadas e de componentes principais (QUENUM, 2004).

Já na Índia, a coleção de núcleos de aproximadamente 350 acessos, representando por volta de 3.200 materiais, tem sido avaliada em diferentes localidades, em uma amostra de 100 acessos da coleção que consegui classificar em sete grupos morfológicos sobre a base de dezessete descritores avaliados empregando escalas de natureza qualitativa (MANZANNI et al., 2007).

O Brasil possui um uma coleção bem menor do que encontrado na China e na Índia. O Centro Nacional de Recursos Genéticos - CENARGEN possui um banco de germoplasma com 275 acessos de gergelim, mas este não é o único, há também o Instituto Agrônomo de Campinas que possui em torno de 200 introduções. A EMBRAPA Algodão é o centro nacional de pesquisa responsável pelos estudos com o gergelim, e este possui uma coleção de germoplasma composta por 294 genótipos. Entre estes há materiais oriundos de diversos países, como os Estados Unidos, Venezuela, México, Índia e Argentina, além de variedades provenientes de diversas regiões brasileiras (ARRIEL et al., 2001).

DIFICULDADES PARA A COLHEITA DO GERGELIM

Comparando o gergelim com outras oleaginosas, esta apresenta um baixo rendimento, possivelmente a grandes problemas que o acometem. Como ataques de herbívoros, fitopatógenos, falta de uniformidade nas cápsulas, como o caso dos frutos deiscentes que se abrem e despejam os grãos ao solo (LANGHAM e WIEMERS, 2002).

Para a resistência a doenças, no Quênia há duas cultivares que são resistentes a mancha angular (*Cercospora sesamicola*) e a mancha branca (*Cercospora sesame*), são elas a SPS045 e SIK013, respectivamente. Há outra cultivar que apresenta resistência a ambas as doenças é a SIK031 (NYANAPAH et al., 1995). Em outra pesquisa foram selecionados mutantes de gergelim para a resistência ao *Fusarium* e 25 materiais foram estudados para saber o seu comportamento quanto ao *Fusarium oxysporium* sp. *sesame*, desses somente quatro apresentaram resistência, e um deles foi lançado como cultivar chamado de: Birkan, que futuramente foi bastante utilizado como fonte de resistência ao *Fusarium* pelos programas de melhoramento do gergelim (SILME e CAGIRGAN, 2010).

Vários esforços têm sido realizados para melhorar a produção do gergelim, principalmente para torná-la apta para a colheita mecanizada, e essas pesquisas foram primeiramente realizadas nos Estados Unidos. Para isso, marcadores moleculares associados a características como cápsulas deiscentes e hábito de crescimento, foram desenvolvidos para identificar variedades de (*Sesamum indicum*) com os caracteres desejados para o desenvolvimento e a colheita (UZUN et al., 2003; UZUN e CAGIRGAN, 2009).

A exploração da variabilidade genética e a heterose tem sido outro método para otimizar o rendimento, assim como outras características. Pois o cruzamento de diferentes linhagens de gergelim resultou em um alto valor híbrido, principalmente para a produção de grãos (GAIKWAD et al., 2009; BANERJEE e KOLE, 2010; DURAI et al., 2010; PARAMESHWARAPPA e SALIMATH, 2010; PRAJAPATI et al., 2010). Avaliações morfológicas do gergelim resultaram em cultivares que podem atingir altas produtividades, superando a média mundial (FURAT e UZUN, 2010; LANGHAM et al., 2010).

Todavia, as cultivares de gergelim devem ser produzidas em regiões recomendadas para cada cultivar, pois esta é muito sensível às condições climáticas, tais como temperatura, o fotoperíodo e a umidade (PHAM et al., 2010). Em geral, as estratégias de melhoramento de gergelim são semelhantes aos utilizáveis em outras culturas e incluem altas produtividade, arquitetura da planta melhorada, resistência a doenças e ataques de herbívoros (ASHRI, 1998) assim como caracteres morfológicos que otimizem a colheita (PHAM, 2011).

As cultivares de gergelim com frutos deiscientes (quando atingem a sua maturidade as cápsulas se abrem), apresentam um grande problema durante a colheita, uma vez que estes ocasionam perda de semente. Estima-se que ocorre em média uma redução de até 50%, este fato releva o baixo rendimento por parte de alguns produtores. Além disso, estima-se também que 99% dos grãos de gergelim produzidos no mundo são colhidos de forma manual, por causa das cápsulas deiscientes, que quando atingem a sua maturação se abrem por causa do baixo teor de umidade, fazendo com que em seguida os grãos caiam ao solo. Já as cultivares de gergelim com as cápsulas indeiscientes são cultivadas nos Estados Unidos e colhidas por máquinas (LANGHAM et al., 2008) .

Gerald Langham foi que descobriu o primeiro genótipo de gergelim de cápsulas indeisciente na Venezuela e desde então os programas de melhoramento têm evidenciado desenvolver cultivares com esta característica para o cultivo mecanizado. E o desenvolvimento destes novos genótipos que retenham os grãos após o estágio de maturação deve ser alcançado através do manejo das seguintes características: indeiscência e sementes fortemente aderidas à placenta (LANGHAM et al., 2006).

Os programas de melhoramento têm focado cada vez mais na eliminação de certas características indesejáveis, como a deiscência e, ou, semi-indeiscência. Por isso, em algumas nações, como o caso da Venezuela tem focado desenvolver cultivares indeiscientes (DÍAZ et al., 2003).

Para diminuir as perdas dos grãos pela colheita, é ideal que o produtor opte pelo plantio de variedades indeiscientes, e que tenha uma elevada produtividade. Já que esses genótipos garantem uma diminuição nas perdas na hora da colheita. Contudo há algumas desvantagens, como o hábito de crescimento indeterminado, que faz com que as cápsulas amadureçam de maneira desuniforme.

Com isso a EMBRAPA Algodão está pesquisando e a qualquer momento lançando uma cultivar apta para a colheita mecanizada. Será a primeira variedade deste centro com características de cápsula indeisciente (QUEIROGA et al., 2009).

DIVERSIDADE GENÉTICA E PESQUISAS BIOTECNOLÓGICAS NO GERGELIM

A diversidade genética é importante para as culturas, no caso para o desenvolvimento sustentável e para a segurança alimentar, pois permite e faz com que o vegetal possua vários genes que possam suportar vários tipos de estresses, sendo esses bióticos e abióticos (ESQUINAS-ALCAZAR, 2005). Além de tudo, é importante para a seleção dos parentais que serão utilizados para programas de fitomelhoramento, pois estas terão que ter

uma maior diversidade genética, característica importante para melhorar certas qualidades genéticas. Vários podem ser os marcadores utilizados, entre eles temos os bioquímicos, moleculares e morfológicos. Este último tem sido o mais utilizado para as pesquisas do gergelim, pois vários estudos têm apresentado uma diversidade genética em populações. Porém foi constatado que estes marcadores apresentam certas limitações na sua capacidade de estimar diversidades genéticas, isso por forte influência dos fatores ambientais (BEDIGIAN e HARLAN, 1986; BISHT et al., 1998; ARRIEL et al., 2007).

Várias técnicas moleculares estão sendo utilizadas amplamente na diversidade genética das pesquisas com o gergelim, tais como marcadores de polimorfismo de comprimento de fragmento amplificado (AFLP), DNA polimórfico amplificado ao acaso (RAPD), sequência simples de inter-repetição (ISSR) e sequência simples de repetição (SSR). (LAURENTIN e KARLOVSKY, 2007).

Microssatélites são também uma das formas mais utilizadas como marcadores moleculares para determinar a diversidade genética em grandes culturas. Contudo, poucas pesquisas usando esse método foram utilizadas para a cultura do gergelim (DIXIT et al., 2005; WEI et al., 2008). Marcadores moleculares têm sido usados para identificar certos caracteres no gergelim, como por exemplo, o hábito de crescimento (UZUN et al., 2003; UZUN e CAGIRGAN, 2009). Além destes métodos, outros como, o uso de biotecnologia como cultivo *in vitro* também está sendo utilizado para a cultura (WERE et al., 2006; YADAV et al., 2010).

PROGRAMAS DE FITOMELHORAMENTO GENÉTICO

O gergelim é um vegetal que possui uma alta adaptabilidade em regiões de clima tropical e subtropical até para regiões de clima temperado a mais ameno (BELTRÃO e VIEIRA, 2001). O limite ao norte para o cultivo do gergelim se encontra no paralelo 42º, que abrangem países como os Estados Unidos, China e Rússia. Ao sul se encontra no paralelo 35º, abrangendo a América do Sul e a Austrália. O local que ocorre o maior rendimento é aos 25º norte e 25º sul (WEISS, 1983).

Há diversos programas de melhoramento genético da cultura do gergelim, os que mais se destacam segundo Arriel et al. (2001) são:

- Research Agronomist, Cotton and Industrial Plant Institute, Grécia;
- Plant Production and protection Division , FAO, Roma, Bangladesh e o Iraque;
- The Hebrew University, Faculty of Agriculture, em Israel;

- Crop Evolution Laboratory, Estados Unidos;
- Indian Central Oilseed Committee;
- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Khartoum, Sudão;
- Biological Institute, Toyama University, Japão;
- Centro de Investigaciones Agropecuarias Maracay, Venezuela;
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Algodão, e seus parceiros.

Segundo Arriel et al. (2001) o programa de melhoramento genético do gergelim na Venezuela tem se empenhado em fortalecer e expandir o cultivo dessa cultura no país, principalmente dentre outras oleaginosas para o uso alimentício. Contudo, embora haja vários trabalhos para melhorar o rendimento dessa cultura, o sucesso ainda não está presente na maioria dos países, pois a média mundial desta cultura ainda é de 390 kg.ha⁻¹, porém há países que conseguem bem mais que 1 ton.ha⁻¹.

O melhoramento genético do gergelim no Brasil foi iniciado pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, a partir da introdução de variedades provenientes da Bulgária. Porém foi em 1936 que ocorreu a introdução de um material proveniente da Índia, que a partir daí foi que começou a coleção de germoplasma no Brasil, e a testar os comportamentos destas no nosso país. Hoje em dia o IAC possui em torno de 200 acessos, onde a maioria do material vegetal é proveniente de países como a Venezuela, México e dos Estados Unidos (VEIGA et al., 1985).

Foi sugerido para o Brasil o plantio de três cultivares, oriundos da Venezuela, a Morada, Venezuela 51 e a Venezuela 52 em 1950. Mas, foi em 1983 que o IAC lançou à primeira cultivar brasileira de gergelim a IAC-Ouro, proveniente de parentais Americanos. Esse material é de porte baixo, maturação uniforme e ciclo vegetativo tardio (SAVY FILHO et al., 1983).

Para a o cultivo do gergelim na região Nordeste foi recomendado as cultivares Venezuela 51 e 52, Morada, Inamar e Aceitera. Posteriormente outros genótipos foram avaliados tanto para o cultivo em sequeiro como irrigado, mas foi a partir do ano de 1986 que três estados do Nordeste (Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba) desenvolveram estudos com o gergelim, para suprir a queda na produção do algodão, causada pelo bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) (BELTRÃO et al., 1994). Assim do melhoramento genético realizado pela EMBRAPA Algodão surgiu a sua primeira cultivar apta para o cultivo no Nordeste, a Seridó 1, logo em seguida surgiram outras variedades como a G2, G3, G4 e a mais recente a BRS Seda.

CULTIVARES

As cultivares de gergelim se classificam em três tipos: indeiscentes, deiscentes e semideiscentes.

Deiscentes: Grande parte das variedades desse tipo (Figura 1), que se cultivam nos Estados Unidos, é proveniente da cultivar Kansas 10, suas sementes possuem um teor de óleo superior a 50%, contudo possui um sabor amargo, fato esse que possui baixa aceitação no mercado (QUEIROGA e SILVA, 2008). Há também outras cultivares utilizadas nos Estados Unidos, como pode se observar na (Tabela 1). Enquanto que na (Tabela 2) pode se observar variedades cultivadas na Venezuela.



Figura 1: Frutos de gergelim deiscentes

Tabela 1. Rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e características varietais (cor de sementes, altura e maturidade) das plantas de gergelim deiscentes desenvolvidas nos Estados Unidos. Lubbock, Texas

Cultivares deiscentes	Rendimento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Coloração da semente	Ciclo ¹
Margo	1900	Creme	Médio
Oro	1973	Branca	Médio
Blanco	1430	Creme	Médio
Dulce	826	Branca	Precoce
Ambia	1355	Branca	Médio

¹ Médio = 106 a 120 dias; Precoce = 90 a 105 dias.

Fonte: QUEIROGA; SILVA(2008).

Tabela 2: Características agrônômicas de algumas variedades deiscentes de (*Sesamum indicum*) desenvolvidas na Venezuela

Variedades	Rendimento (Kg.ha ⁻¹)	Ciclo (dias)	Nº cápsulas/planta	Coloração da semente	Peso de 1000 sementes (g)	Ramificação	Nº frutos/axila
Inamar	996	99	42	bc	2,75	p	>1
Acarigua	991	99	49	bc	2,76	a	>1
Aceiteira		98	43	bc	2,80	a	>1
Arawaca	867	89	37	v	3,18	p	1
Venezuela 51	812	93	48	bc	2,25	a	>1
Glauca	807	106	51	bc	2,66	p	>1

Variedades	Rendimento (Kg.ha ⁻¹)	Ciclo (dias)	Nº cápsulas/planta	Coloração da semente	Peso de 1000 sementes (g)	Ramificação	Nº frutos/axila
Venezuela 44	796	107	52	bc	2,66	a	>1
Venezuela 52	710	105	49	bc	2,66	p	>1
Píritu	676	116	41	e	3,17	p	>1
Caripucha	647	116	43	bc	3,09	a	>1
Maporal	583	117	44	b	2,58	p	1
Morada		99	42	bc	2,45	p	>1

b: branca; c: cremosa; e: escuro; v: esverdeado. p: presente; a: ausente.

Fonte: QUEIROGA; SILVA (2008).

Grande parte das variedades de *Sesamum indicum* lançadas pela EMBRAPA Algodão são aptas para o cultivo no Nordeste. A cultivar BRS Seda foi à única apta para outras regiões, como o Centro Oeste e Sudeste. Na (Tabela 3) encontram-se as cultivares deiscentes melhoradas pela EMBRAPA Algodão (EMBRAPA, 2007).

Tabela 3: Características das variedades deiscentes de gergelim (*Sesamum indicum*) melhoradas da EMBRAPA Algodão. Campina Grande – PB

Características	Variedades				
	Seridó 1	CNPA G2	CNPA G3	CNPA G4	BRS Seda
Nível de ramificação	Muito	Muito	Muito	Muito	Muito
Nº de Cápsula / folha axial	1	3	1	1	1
Coloração da semente ¹	cz	c	z	c	b
Rendimento (Kg/ha)	610	712	760	804	1000
Ciclo (dias) ²	Tardio	Médio	Médio	Médio	Precoce
Peso de 1000 sementes (g)	3,0	2,0	2,2	3,1	3,22
Teor de óleo (%)	50	50 – 53	50 – 53	48 – 50	50 - 52

¹ c= creme; z= cinza; b= branco.

² Tardio = 121 a 140 dias; Médio = 106 a 120 dias; Precoce = 90 a 105 dias.

Fonte: Queiroga e Silva (2008).

Há também cultivares que são semideiscentes que em altas temperaturas se comportam como deiscentes, como é o caso da cultivar IAC-Guatemala, pois esta quando é avaliada na região Sudeste se comporta como semideiscente enquanto a cultivada no Nordeste, onde há uma maior temperatura, se comporta como deiscente (SAVY FILHO, 2008) citado por Queiroga (2009). Na (Tabela 4) observa-se as características mais marcante das três variedades de gergelim desenvolvidas pelo IAC.

Tabela 4: Características das variedades deiscentes de gergelim do Instituto Agronômico de Campinas – IAC, Campinas, SP

Características Agronômicas	IAC-Ouro	IAC-China	IAC-Guatemala
Ano de lançamento	1983	1993	1995
Ciclo (dias)	110	125	120
Produtividade (Kg/ha)	1000	1000	1000
Coloração das sementes	Creme	Creme	Creme
Peso médio 1000 sementes (g)	3,3	4,3	3,4
Teor de óleo (%)	52	49	53

Fonte: Queiroga e Silva (2008).

Indeiscentes: Geralmente são utilizadas nos Estados Unidos para a colheita mecânica, porém possuem teores de óleo menores do que os outros tipos, ou seja, abaixo de 50%, sendo assim usadas somente para produção de óleo. Suas principais variedades nos Estados Unidos são: Baco, Paloma, UCR3, SW-16 e SW-17 (QUEIROGA e SILVA, 2008). Pode-se observar com mais detalhes na (Tabela 5).

Tabela 5: Características agrônômicas de variedades de gergelim indeiscentes desenvolvidas nos Estados Unidos. Lubbock, Texas

Variedades	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	Coloração da semente	Ciclo ¹
Baco	1760	Marrom	Médio
Paloma	1320	Creme	Médio
UCR-3	970	Creme	Precoce
SW-16	2080	Creme	Médio
SW-17	1260	Creme	Médio

¹Precoce = 90 a 105 dias; Médio = 106 a 120 dias.

Fonte: Queiroga e Silva (2008).

Na Venezuela foi realizado o melhoramento das cultivares Morada e Inamar com outras cultivares indeiscentes, para tornar essas variedades aptas para a colheita mecanizada. Contudo, não houve uma boa aceitação por parte dos produtores devido à baixa produtividade que esses novos genótipos apresentavam, quando comparadas às cultivares deiscentes, como pode ser observado na (Tabela 6) (MONTILLA et al., 1990).

Tabela 6: Características agrônômicas das variedades indeiscentes de gergelim Inamar e Morada, plantadas no Estado de Portuguesa, Venezuela.

Variedade	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Ciclo ¹	Coloração da semente ²	Peso de 1000 sementes
Inamar id.	600	Médio	BC	2,55 g
Morada id.	600	Precoce	BC	2,45 g

¹Precoce = 90 a 105 dias; Médio = 106 a 120 dias. ² c= creme; b= branco.

Fonte: QUEIROGA; SILVA (2008).

Bennett (2004) recomenda o uso das seguintes variedades para a colheita mecanizada, Magwe Brown, Aussie Gold, Beech'sChoic, Yori 77 e Edith. Como podem ser observadas suas características na (Tabela 7).

Semi-deiscentes: quem mais trabalha com variedades de *Sesamum indicum* semi-deiscentes é a empresa Norte Americana Sesaco, na qual essas variedades possuem um ciclo longo em torno de 140 dias (LANGHAM et al., 2006). Este tipo de gergelim consegue manter as sementes dentro das cápsulas. As principais características dessas variedades serão mostradas na (Tabela 8) (QUEIROGA e SILVA, 2008).

Tabela 7: Algumas características das variedades australianas indeiscentes de gergelim

Características	Variedades				
	Magwe Brown	Aussie Gold	Beech'sChoic	Yori 77	Edith
Produtividade Kg.ha ⁻¹	800	1000	1000	1100	1500
Peso de 1000 sementes.g ⁻¹	2,6	3,3	2,9	3,0	3,2
Nº de cápsulas.axila foliar ⁻¹	1	1	1	3	3
Teor de óleo (%)	54	50	54	54	54

Fonte: Queiroga e Silva (2008).

Tabela 8: Principais características agrônômicas das variedades de gergelim com cápsulas semideiscentes produzidas pela empresa Sesaco. Texas, Estados Unidos.

Características	Variedades				
	Sesaco 25	Sesaco 26	Sesaco 28	Sesaco 29	Sesaco 32
Produtividade kg.ha ⁻¹	1650	1806	1788	1793	1943
Coloração da semente	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme
Ciclo (dias)	Tardio	Tardio	Tardio	Tardio	Tardio
Peso 1000 sementes.g ⁻¹	3,05	3,31	3,21	3,06	3,13

¹Precoce = 90 a 105 dias; Médio = 106 a 120 dias.

Fonte: Queiroga e Silva (2008).

De acordo com adaptações da Asociación Naturland (2000), são utilizadas outras cultivares com diversas finalidades tais como:

- **Espécies precoce:** “Madhavi”, “B 67”, “Kanak”, “GT 1”, “Tapi”, “TMV 3”, “TMV 5”, “SI 36”, “ES 6”, “ES 43”, “ES 41-3-84” e “IS 234-2-84” (Índia, Rússia, China).
- **Espécies para zonas áridas:** “JT 66-135”, “JT 7”, “Tipo 4”, “Gujarat Selección 12”, “Tipo 12” e “Tipo 13” (Índia).

- **Espécies com cápsulas, sementes e conteúdo de óleo melhorado:**
 - Variedades com cápsulas de vários compartimentos: “Purva1”, “Patan 64” e “M 32” (Índia).
 - Cápsulas que não se abrem: “S. I. 152”, “Delco”, “Río” e “Palmetto” (Estados Unidos).
 - Com sementes grandes: “Phult Til 1” e “JT 7”.
 - Com alto teor de óleo: “TMV 5”, “TMV 6” e “Aceiterad”.
- **Variedades resistentes a doenças e a pragas:**
 - Como as resistentes a mancha da alternária como: Plantas totalmente peludas, “SI 948”, “SI /1561”, “1683”, “1737”, “2177”, “2381” e “Río”.
 - Tolerância mancha a alternaria: “Sirogoma”, “Venezuela 51”, “NO 4”, “E 8”, “JT 7”, “JT63-117”, “A6-5”, “JT – 66-276”, “Anand – 9”, “JT – 62-10”, “VT – 43” e “Anand 74”.
 - Resistência bacteriana: “T–58”, “Dulce”, “Margo”, “EarlyRussian”.
- **Índia:** “Almora local white”, “Punjab 1”, “C 23”, “MP 8”, “M 3-1”, “EC (4090, 13536,14538, 20783, 20785 e 20787)”.
- **Venezuela:** “Ajimio Atar 55”, “Maporal” y “Morada” (Todas de procedência africana) e espécies locais “A-15-13”.
- **Bulgária:** “Sadovo1” e “Sadovo 2”.
- **Resistência a mancha angular marrom:** “V-16”.

LITERATURA CITADA

ARRIEL, N.H.C.; FREIRE, E.C.; ANDRADE, F.P. Melhoramento genético. In.:BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, Informação Tecnológica, 2001. p.247-284.

ARRIEL, N.H.; DI MAURO, A.O.; ARRIEL, E.F.; UNEDA-TREVISOLI, S.H.; COSTA, M.M., BARBARO, I.M.; MUNIZ, F.R. Genetic divergence in sesame based on morphological and agronomic traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, n3, p.253-261. 2007.

ASHRI, A. Genetic resources of sesame: Present and future perspective. In: **Sesame biodiversity in Asia: conservation, evaluation and use**. ARORA, R.K.; RILEY, Y.K.W. IPGRI office for South Asia, New Delhi, p.25-39. 1994.

ASHRI, A. Sesame breeding. **Plant Breeding Reviews**. V.16, p.179-228. 1998.

BANERJEE, P.P.; KOLE, P.C. Heterosis, inbreeding depression and their

relationship with genetic divergence in sesame (*Sesamum indicum* L.). **Acta Agronomica Hungarica**, Hungria, v.58, n.3, p.313-321. 2010.

BEDIGIAN, D.; HARLAN, J.R. Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. **Economic Botany**, v.40, n.2, p.137-154. 1986.

BEDIGIAN, D. Evolution of sesame revisited: domestication, diversity and prospects. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Holanda, v.50, p.779-787. 2003.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelincultura no trópico Semi-árido nordestino**. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande. 1994. 52p. (Circular Técnica, 18).

BENNETT, M.R. Sesame. In: **GRAINS and legumes**. Australia: The New Crop Handbook. p.214-220, 2004.

BISHT, I.S.; MAHAJAN, R.K.; LOKNATHAN, T.R.; AGRAWAL, R.C. Diversity in Indian sesame collection and stratification of germplasm accessions in different diversity groups. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Holanda, v.45, n.4, p.325-335. 1998.

CAGRAN, M.I. Selection and morphological characterization of induced determinate mutants in sesame. **Field Crops Research**, Holanda, v.96, p.19-24. 2006.

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

DIXIT, A.; JIN, M.H.; CHUNG, J.W.; YU, J.W.; CHUNG, H.K.; MA, K.H.; PARK, Y.J.; CHO, E.G. Development of polymorphic microsatellite markers in sesame (*Sesamum indicum*L.). **Molecular Ecology Notes**, v.5, n.4, p.736-738. 2005.

DURAI, S.R.; SARAVANAN, S.; PANDIYAN, K.S.; SEVAGUPERUMAL. Investigation on hybrid vigour for yield traits in sesame (*Sesamum indicum*L.). **Research on Crops**, Hisar, v.1, n.2, p.476-478. 2010.

EMBRAPA. **Melhoramento genético do gergelim**. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande, 2007. 1 Folder.

ESQUINAS-ALCAZAR, J. Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges. **Nature Reviews Genetics**, Reino Unido, v.6, n.12, p.946-953. 2005

FURAT, S.; UZUN, B. The use of agro-morphological characters for the assessment of genetic diversity in sesame (*Sesamum indicum*L.). **Plant Omics**, Austrália, v.3, n.3, p.85-91. 2010.

GAIKWAD, K.B.; LAL, J.P.; BHAKRE, R.L. Combining ability and heterosis for seed yield and related traits in sesame (*Sesamum indicum*L.). **Annals of**

Plant Physiology, India, v.23 n.1, p.57-61. 2009.

KANG, C.; KIM, S.; LEE, S.; MATHUR, P.N.; HODGKIN, T.; ZHOU, M.; LEE, J. Selection of a core collection of Korean sesame germplasm by a stepwise clustering method. **Breeding Science**, Japão, v.56, n.1, p.85-91. 2006.

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

LANGHAM, R.; RINEY, J.; SMITH, G.; WIEMERS, T. **Sesame grower guide**. Texas: Sesaco, 2008. 32p. Disponível em: <www.sesaco.net/mecahanized-sesame.htm>, Acesso em: 10 de setembro de 2011.

LANGHAM, D.R.; RINEY, J.; SMITH, G.; WIEMERS, T.; PEEPER, D.; SPEED, T. (2010). **Sesame producer guide** Disponível em: <www.sesaco.net>, Acesso em: 10 de setembro de 2011.

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

LAURENTIN, H.; KARLOVSKY, P. AFLP fingerprinting of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars: identification, genetic relationship and comparison of AFLP informativeness parameters. **Genetic Resources And Crop Evolution**, Dordrecht - Holanda, v.54, n.2, p.1437-1446, 2007.

MAZZANI, E.C.; MARÍN, C.R.; ROMERO, J.R. Clasificación del banco de germoplasma de ajonjolí de Venezuela basada en escalas cualitativas. **Agronomía Tropical**, Aragua - Venezuela, v.57, n.1, p.15-24, 2007.

MONTILLA, D.; MAZZANI, B.; CEDEÑO, T. Mejoramiento genético del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) reseña y logros en Venezuela. In: Curso Corto Tecnología de la Producción de Ajonjolí, 6., 1990, Acarigua. **Anais...** Acarigua: IICA, 1990. p.1-67.

MORRIS, J. Characterization of sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm regenerated in Georgia, USA. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Holanda, v.56, n.7, p.925-936. 2009.

ASOCIACIÓN NATURLAND (Alemanha) (Org.). **Ajonjolí (Sésamo)**. Kleinhaderner Weg, 2000. 30p.

NYANAPAH, J.O.; AYIECHO, P.O.; NYABUNDI, J.O. Evaluation of sesame cultivars for resistance to Cercosporaleaf spot. **East Africa Agriculture and Forestry Journal**, v.60, n.3, p.115-121. 1995.

PARAMESHWARAPPA, S.G.; SALIMATH, P.M. Studies on combining ability and heterosis for yield and yield components in sesame (*Sesamum indicum* L.). **Green Farming**, Rajasthan, v.3, n.2, p.91-94. 2010.

PRAJAPATI, N.N., PATEL, C.G., BHATT, A.B., PRAJAPATI, K.P. & PATEL,

K.M. Heterosis in sesame (*Sesamum indicum*L.). **International Journal of Agricultural Sciences**, India, v.6, n.1, p.91-93. 2010.

PHAM, T. Morphological evaluation of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties from different origins. **Australian Journal Of Crop Science**, Texas, p.498-504. 2010.

PHAM, T. **Analyses of Genetic Diversity and Desirable Traits in Sesame (*Sesamum indicum* L., *Pedaliaceae*): Implication for Breeding and Conservation**. 2011. 52f. Tese (Doutorado) - Swedish University Of Agricultural Sciences, Alnarp - Suécia, 2011.

QUENUM, F.B. Phenotypic variation and relationships among sesame (*Sesamum indicum*L.) sub-core collections. **Journal of Zhejiang University (Agriculture y Life Sciences)**, v.30, n.1, p.10-16, 2004.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado**. EMBRAPA-CNPAC, Campina Grande. 2008. 142p. (Documentos, 203).

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; SILVA, O.R.R.F. **Características do gergelim indeiscente e semideiscente para semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado**. EMBRAPA-CNPAC, Campina Grande. 2009. 36p. (Documentos, 229).

SAVY FILHO, A; BANZATTO, N.V.; LASCA, D.H. C. **Gergelim IAC-OURO**. Campinas: CATI/IAC, 1983. Folder.

SILME, R.S.; CAGIRGAN, M.I. Screening for resistance to Fusarium wilt in induced mutants and world collection of sesame under intensive management. **Turkish Journal of Field Crops**. v.15, n.1, p.89-93. 2010.

UZUN, B.; CAGIRGAN, M.I. Identification of molecular markers linked to determinate growth habit in sesame. **Euphytica**, v.166, n.3, p.379-384. 2009.

UZUN, B.; LEE, D.; DONINI, P.; CAGIRGAN, M.I. Identification of a molecular marker linked to the closed capsule mutant trait in sesame using AFLP. **Plant Breed**, v.122, n.1, p.95-97. 2003.

VEIGA, R.F.A.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V.; MORAES, S.A.; SUGIMORI, M. H.; MORAES, R.M. **Avaliações agronômicas e botânicas de germoplasma na coleção de gergelim do Instituto Agronômico**. Campinas: IAC, 1985. (IAC. Boletim Científico, 3).

WEI, L.; ZHANG, H.; ZHENG, Y.; GUO, W.; ZHANG, T. Development and utilization of EST-derived microstellites in sesame (*Sesamum indicum*L.). **Acta Agronomica Sinica**, v.34, n.12, p.2077-2084. 2008.

WEISS, E. A. Sesame. In: **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. p.282-340.

WERE, B.A., GUDU, S., ONKWARE, A.O., CARLSSON, A.S.; WELANDER, M. In vitro regeneration of sesame (*Sesamum indicum*L.) from seedling cotyledon and hypocotyl explants. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v.85, n.2, p.235-239. 2006.

YADAV, M.; CHAUDHARY, D.; SAINGER, M.; JAIWAL, P.K. Agrobacterium tumefaciens-mediated genetic transformation of sesame (*Sesamum indicum*L.). **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v.103, n.3, p.377-386, 2010.

XIURONG, Z.Z.; YINGZHONG, C.; YONG, F.; XYANGUN, F.; XIANGYUN, G.; QINGYUAN, Z.; MINGDE T.H. Establishment of sesame germplasm core collection in China. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.47, n.3, p.273-279. 2000.

PRODUÇÃO DE SEMENTES DE GERGELIM

Maria Sueli Rocha LIMA
Maria do Socorro ROCHA
Napoleão Esberard de Macêdo BELTRÃO

O objetivo da produção de sementes é garantir para os agricultores sementes melhoradas com quantidades suficientes para o momento correto da semeadura. O potencial genético de uma cultivar depende de sua produção.

A produção de gergelim no campo depende da semente para que seja eficaz em seu desenvolvimento, desde, da sua emergência até o final do ciclo, para que tenha um excelente aproveitamento no campo, esta forma contribui com um conjunto de atividades especializadas dentro de uma sequência cronológica predeterminada. Este capítulo será abordado assuntos de produção de sementes.

FATORES QUE INFLUENCIAM O RENDIMENTO E A QUALIDADE DE SEMENTES DE GERGELIM

Diversos fatores influenciam no rendimento e na obtenção de sementes de gergelim de alta qualidade, com a utilização de tecnologias nas etapas de semeaduras, para viabilizar a exploração desta cultura no Brasil, considerando que técnicas simples poderão ampliar as áreas de plantio, facilitando o manejo e a colheita na (Figura 1) (QUEIROGA et al., 2009).



Figura 1: Produção do gergelim estratégico, para transferência de tecnologia.

Cultivares

As variedades de gergelim diferenciam-se por vários atributos como altura, ciclo (de 70 a mais de 170 dias), coloração das sementes e tipo de ramificação. As variedades de sementes de cor branca e ou creme são as de maior valor comercial, ao passo que as de cor preta têm demanda restrita, mas em ascensão no mercado externo. A maioria das cultivares brasileiras apresentam ramificações e sementes de cor creme (EMBRAPA, 2007).

O programa de melhoramento genético do gergelim da EMBRAPA Algodão, em Campina Grande, PB, já viabilizou o desenvolvimento de quatro cultivares comerciais CNPA G2, CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda (BELTRÃO et al., 1994; EMBRAPA, 2000; ARRIEL et al., 2011).

As principais características das cultivares de gergelim em distribuição no Nordeste são as seguintes:

Cultivar CNPA G2: cultivar de porte mediano (até 1,60 m), ciclo médio (100 dias) e hábito de crescimento ramificado; apresenta três frutos/axila foliar, semente de coloração creme; possui tolerância à mancha angular e susceptibilidade à cercosporiose. É recomendada para plantio de sequeiro e irrigado em todos os estados do Nordeste, devido à sua alta estabilidade produtiva (EMBRAPA, 2007).

Cultivar CNPA G3: cultivar de porte médio (até 1,60 m), ciclo: 90 a 100 dias, hábito de crescimento ramificado, floração e maturação uniformes.

Apresenta 1 fruto/axila e semente de coloração creme. Possui resistência à mancha angular e susceptibilidade à cercosporiose e à macrofomina. É indicada para a Região Semi-Árida nordestina, onde a mancha angular é a principal doença da cultura (EMBRAPA, 2007).

Cultivar CNPA G4: Cultivar de porte mediano (1,55 m), ciclo 90 dias, hábito de crescimento ramificado com floração e maturação uniformes, 1 fruto/axila e sementes de cor creme, com teor de óleo variando de 48% a 50%. É tolerante à murcha de macrofomina, mancha angular e cercosporiose. É indicado para cultivo na Região Nordeste e Cerrado de Goiás (EMBRAPA, 2000).

BRS Seda: Cultivar de ciclo precoce 90 dias, com início da floração aos 30 dias de emergência. Porte mediano, hábito de crescimento ramificado, 1 fruto/axila e sementes de cor branca, com teor de óleo variando de 50% a 52%. É tolerante à murcha de macrofomina, mancha angular e cercosporiose. Foi feita pressão de seleção para sementes de coloração branca. As sementes de cor branca possuem maior valor comercial, principalmente para indústrias de alimentos e confeitarias (ARRIEL et al., 2007).

PRODUÇÃO DE SEMENTES DE GERGELIM

Em princípio, vale destacar que a validação tecnológica do sistema de produção para o cultivo do gergelim orgânico desenvolvido pela EMBRAPA Algodão no estado do Piauí está mais focada em duas etapas: semeadura e colheita. Estas importantes etapas são consideradas os maiores gargalos dentro do sistema produtivo do gergelim, em razão de demandarem bastante mão-de-obra e elevar o custo de produção. Uma vez recebendo as comunidades rurais organizadas outras tecnologias de baixo custo, as quais serão colocadas a serviço da coletividade, conseqüentemente os produtores ficarão mais incentivados em aumentar sua área de produção com gergelim orgânico (QUEIROGA et al., 2009).

Os principais avanços tecnológicos inseridos na cadeia produtiva do gergelim recomendados pela EMBRAPA Algodão para as comunidades rurais organizadas são os seguintes: Cultivar BRS Seda no Piauí em janeiro de 2008, como alternativa às demais culturas de subsistência da região utilizadas pelos produtores. As sementes brancas, quando inteiras, apresentam sabor amargo devido à acidez oxálica presente no tegumento (película), que pode ser removida por processos manual, mecânico, físico e químico (AUGSTBURGER et al., 2000). Uma vez removida à película, o grão

fica mais doce, e perde o gosto amargo que é característico da espécie, ou seja, após a despeliculação dos grãos de cor branca, o produto terá melhor preço no mercado por elevar sua qualidade alimentícia, podendo chegar a duplicar ou triplicar (Figura 2) o seu valor de mercado em relação aos grãos convencionais (QUEIROGA et al., 2007).



Figura 2: Máquina semeadora mecânica manual do gergelim (A); (B) com espaçamento fixo de 90 cm entre linhas. 2011.

As principais características do gergelim, cultivar BRS Seda, lançada pela EMBRAPA Algodão em 2008, são: ciclo precoce (85–89 dias), início da floração de 35 dias, porte (altura) mediano, cor branca das sementes, produtividade de 1.000 kg.ha⁻¹, com potencial para até 2.500 kg.ha⁻¹ de sementes, em condições ideais de solo, água e manejo da cultura, teor de óleo de 50 a 52%, tolerante à seca e frutos deiscentes (ARRIEL et al., 2009).

PREPARO DO SOLO E ÉPOCA DE SEMEADURA

A semeadura do gergelim deve ser planejada considerando o período de colheita, para coincidir com o final da estação chuvosa da região de cultivo. No caso do gergelim dos quatro municípios estudados do Piauí, deve-se sincronizar o plantio (época) com a colheita, na ausência de chuvas (em mês seco), para evitar o escurecimento das sementes no fruto, quando as mesmas entram em contato com a umidade durante a secagem, que deprecia o produto no mercado pela perda de qualidade. Portanto, ficou definido que o período de plantio nos referidos municípios não deve ultrapassar o mês de janeiro. Após este período é possível ocorrer insucesso com a lavoura do gergelim pela escassez de chuvas na região, nas principais fases do desenvolvimento da cultura, principalmente na formação e enchimento dos frutos (QUEIROGA et al., 2008).

No início das primeiras chuvas (final de dezembro de 2007), 96% dos

produtores das seis comunidades familiares de São Francisco de Assis do Piauí realizaram de imediato o preparo do solo, nas áreas destinadas a semeadura para as diversas espécies, com arado de aiveca de tração animal (QUEIROGA et al., 2010), denominado de tombador (Figura 3).

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. Alternativas de preparo do solo também são apresentadas, mas que demandam maior investimento pelo produtor, ou não apresentam disponibilidade para toda a comunidade no período ideal para preparo do solo (QUEIROGA et al., 2010).

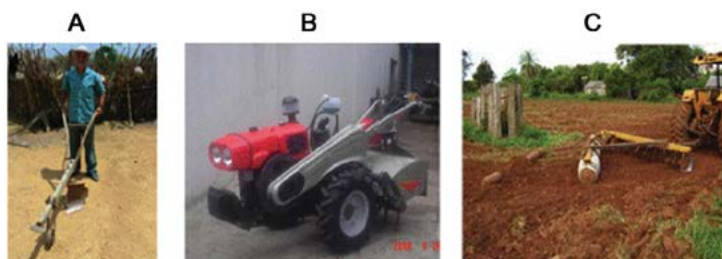


Figura 3: Cultivador de aiveca (A); mini-tractor (B); e toco roliço amarrado à grade (C).

SEMEADURA E ESPAÇAMENTO

Por se tratar de uma semente muito pequena, a semeadura do gergelim é considerada de alto custo para os agricultores, por isso, exige bastante mão-de-obra ($3 \text{ homens.dia}^{-1}$). É aconselhada a utilização de uma lata com furo preso em uma vara ou garrafa pet com a tampa furada e a utilização de máquinas mecânicas manuais que foram introduzidas pela Embrapa Algodão em 2008 (Figura 4). Foi adotado o espaçamento de 90 cm entre linhas, ficando em média de 12 a 15 plantas por metro linear. Com isso melhora a eficiência da semeadura manual e incrementa a ampliação das áreas de plantio. Para o melhor desempenho da semeadora, o solo deve estar bem preparado, isento de torrões, de pedras e restos de vegetação (QUEIROGA et al., 2008).

A**B**

Figura 4: Semeadora mecânica manual de duas linhas para semeadura de sementes de gergelim. Detalhe da semeadura (A); e prática de semeadura (B), 2010.

CLIMA

Apesar da adaptabilidade a lugares secos, o gergelim pode ser cultivado em regiões mais úmidas tropicais e subtropicais. As temperaturas ideais para o crescimento e desenvolvimento da planta situam-se entre 25°C e 30°C, inclusive para germinação das sementes. Temperaturas abaixo de 20°C provocam atraso na germinação e no desenvolvimento da planta e abaixo de 10°C todo o metabolismo fica paralisado, levando à morte da planta. Temperaturas superiores a 40°C causam abortamento de flores e não enchimento de grãos. Temperaturas médias de 27°C favorecem ao crescimento vegetativo e a maturação dos frutos. Quedas de temperatura, durante o período de maturação, afetam a qualidade das sementes e do óleo, interferindo negativamente nos teores de sesamina e sesamolina (QUEIROGA et al., 2009).

O máximo de rendimento é obtido em precipitações de 500 a 650 mm para que tenha uma boa distribuição durante o ciclo da cultura: com 35% da água no período da germinação ao florescimento; 45% durante o florescimento e 20% no início de maturação dos frutos (BELTRÃO et al., 1994; AMORIM NETO et al., 2001).

A planta de gergelim possui resistência estomática bastante elevada à falta de umidade, o que faz com que transpire menos nos períodos críticos e resista mais à seca (HALL, 1993). Seu sistema radicular pivotante e raízes secundárias chegam a alcançar um metro de profundidade, o que possibilita acessar a água armazenada no subsolo e garantir boa produtividade mesmo sob baixa disponibilidade hídrica (ARNON, 1972). Em locais com precipitação inferior a 300 mm.ano⁻¹, a cultura pode produzir de 300 a

500 kg.ha⁻¹ de grãos. A exigência hídrica da cultura está mais diretamente relacionada à distribuição do que à quantidade total de chuvas durante o período vegetativo da planta (QUEIROGA et al., 2010).

A umidade do solo é benéfica à floração e frutificação, mas, chuvas intensas resultam em queda das flores e acamamento das plantas. Em regiões de período chuvoso mais longo, a época de plantio deve ser planejada, a fim de não comprometer a maturação dos frutos e rendimento da cultura. Para cultivares de ciclo de noventa dias, o período mais adequado à semeadura é o início dos três últimos meses do período chuvoso (QUEIROGA et al., 2010).

Fatores climáticos são extremamente favoráveis ao cultivo do gergelim na região semiárida do Nordeste brasileiro: a umidade relativa do ar, em média 60% e o número mínimo de 2600 horas de brilho solar (fotoperíodo); essas condições contribuem para baixa incidência de doenças, maior desenvolvimento das plantas e obtenção de sementes de boa qualidade (AMORIM NETO et al., 2001).

O SOLO

Nas regiões produtoras de gergelim no Nordeste brasileiro, predominam os solos: podzólico vermelho-amarelo equivalente eutrófico, vertissolos, bruno não-cálcico, solos litólicoseutróficos, planossolosolódicos, solonetzsolodizado, latossolos Vermelho-Amarelo distróficos, areias quartzosas distróficas e cambissoloeutrófico, o que reflete a ampla adaptação da cultura à diversidade edáfica, pois, nessas condições, tem sido possível obter produtividades acima da média mundial (AMORIM NETO et al., 2001). Em solos da região de Cerrado, como é o caso dos oxissolos e ultissolos, ocorre considerável quantidade de alumínio trocável, e por isso atenção especial deve ser dada à correção do solo via calagem (BELTRÃO et al., 2001).

CALAGEM E ADUBAÇÃO

A correção do solo compreende o uso de calcário para corrigir a acidez do solo e o emprego de fertilizantes, a fim de elevar a fertilidade do solo a níveis adequados, conforme as exigências da cultura. As recomendações para correção de acidez e adubação devem ser feitas com base em resultados de análise química e física do solo (ARRIEL et al., 2009).

Após a escolha da área, recomenda-se enviar, para análise laboratorial, uma amostra do solo a partir de sub-amostras, retiradas da camada arável que, normalmente é alterada, seja por arações e gradagens, ou pela adição de corretivos, fertilizantes e restos culturais (ARRIEL et al., 2007).

CORREÇÃO DE ACIDEZ – CALAGEM

No Brasil há predominância de solos ácidos. O emprego da calagem via cálcio e carbonato, é importante para neutralização da acidez do solo; e além de fornecer os nutrientes Cálcio e Magnésio, também melhora o aproveitamento dos fertilizantes e dos elementos já existentes no solo por corrigir o pH (GONZALEZ-ERICO et al., 1979).

Para calagem, é recomendado dar maior ênfase à percentagem de saturação de alumínio do que seu teor isoladamente, porém, devem ser também levados em consideração os teores de cálcio e magnésio do solo. Em áreas já calcariadas, que serão aproveitadas com rotação de culturas, a amostragem, para fins de indicação de fertilizantes, pode ser feita logo após a maturação fisiológica da cultura anterior. Se houver necessidade de calagem em áreas onde se pretende produzir gergelim pela primeira vez, a amostra do solo tem que ser feita de modo a possibilitar que o calcário esteja incorporado pelo menos dois meses antes da sementeira do gergelim, para poder reagir e exercer seu papel de correção do solo. Para a correção da acidez, deve-se dar preferência ao uso de calcário dolomítico que possui de 25% a 30% de CaO e mais 12% de MgO. A aplicação pode ser feita manual ou mecânica, com bastante uniformidade na distribuição. Para os solos ácidos, tanto caulíníticos, quanto de cerrado, oxissolos, recomenda-se o uso de gesso agrícola como complemento da calagem. No caso dos solos ácidos, a mistura de calcário mais o gesso aumentam a velocidade de percolação de bases e a correção da acidez das camadas profundas. Porém, em solos com baixos teores de potássio, não se recomenda o uso de gesso (BELTRÃO et al., 2001).

ADUBAÇÃO

Para que a planta possa externar todo seu potencial produtivo é necessário que o solo forneça nutrientes em quantidade adequada.

O gergelim extrai do solo, em termos relativos, quantidades elevadas de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), que variam conforme a produção, o estado nutricional, a variedade utilizada e a parte da planta colhida. Em geral, a planta precisa de 50–14–60 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$ para produzir 1.000 kg de sementes. O arranquio da cultura implica na perda de quase 97% dos nutrientes extraídos do solo pelas plantas. Desse total, os frutos contêm de 33% a 60% do NPK extraído (BASCONES e RITAS, 1961).

As plantas de gergelim absorvem pouco NPK até o trigésimo dia após o plantio. A partir dessa data, os requerimentos da planta por esses nutrientes crescem rapidamente alcançando a demanda máxima de Nitrogênio aos

74 dias, de Fósforo dos 60 aos 90 dias e de Potássio, depois dos 35 dias crescendo até o final do ciclo (ARRIEL et al., 2006).

Vários fatores influenciam na resposta à adubação, tais como: os tipos de fertilizantes, épocas e modo de aplicação, textura e teor de matéria orgânica do solo, entre outros. (ARRIEL et al., 2007).

Em relação aos principais macronutrientes, se a análise do solo evidenciar um teor de Fósforo assimilável menor que 10 mg.dm^{-3} (10 ppm), teor de matéria orgânica inferior a 2,6% e teor de K abaixo de $0,23 \text{ cmol.} \text{ dm}^{-3}$, há necessidade de correção com o uso de fertilizantes, cuja aplicação deve ser feita em função da mobilidade do nutriente no solo e da textura do solo. O P, cuja mobilidade no solo é mínima, deve ser aplicado de uma vez por ocasião do plantio; o N cuja mobilidade é grande pode ser aplicado em duas vezes: metade após o desbaste e metade, 25 dias depois, e, de preferência usando como fonte o Sulfato de Amônio. Devido à elevada dinâmica do N, os fertilizantes devem ser usados em cobertura, em sulcos cobertos para reduzir as perdas por volatilização, dentrificação e outros. O K por possuir mobilidade intermediária, pode ser aplicado no plantio ou dividido junto com o N dependendo da capacidade de lixiviação do solo (BELTRÃO et al., 2001).

Uma forma eficiente e relativamente barata de se melhorar a qualidade do solo, em especial o teor de matéria orgânica, é fazer uso de adubação verde e da adição de adubos orgânicos (Figura 5). Além dos estercos, vários produtos podem ser utilizados como adubo orgânico: camas de galinha, palha, restos vegetais, composto e torta resultante da prensagem de sementes de oleaginosas (AMORIM NETO et al., 2001).

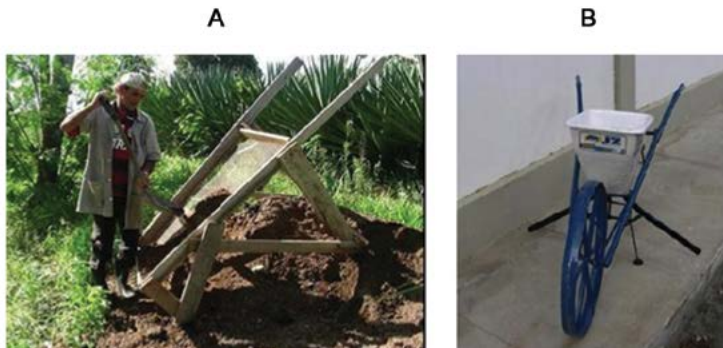


Figura 5: Peneira manual de esterco (A); e máquina com distribuidores paralelos de sementes (B).

ÉPOCA DE PLANTIO

O sucesso no estabelecimento do sistema de cultivo do gergelim requer um cuidadoso preparo do solo, em virtude do pequeno tamanho de suas sementes e do lento crescimento das plântulas nas primeiras semanas. Assim, a área de plantio deve estar bem preparada, para facilitar a emergência das plântulas, promover o seu estabelecimento o mais rápido possível e evitar a competição com as plantas daninhas, as quais prejudicam o desenvolvimento e o crescimento da cultura (BELTRÃO et al., 2001).

Para o preparo do solo em áreas já cultivadas, não se recomenda o uso de grade aradora, com o uso contínuo deste equipamento, o solo estará sujeito a processo de degradação (QUEIROGA et al., 2011).

Inicialmente, faz-se a trituração e pré-incorporação dos restos de culturas anteriores e plantas daninhas com grade leve ou niveladora. Depois de 7 a 15 dias da incorporação, faz-se uma aração profunda, dependendo do tipo e da profundidade do solo, com o arado de aiveca, depois se gradeia com grade simples (ARRIEL et al., 2006).

Para solos rasos e pedregosos, usar arado de disco superficialmente, no máximo 10 cm de profundidade, ou usar somente uma grade de disco simples. Se o solo for profundo e sem pedras, usar o arado de aiveca, efetuando-se, antes a pré-incorporação dos resíduos e depois o uso de grade de disco simples (AMORIM et al., 2001).

Para determinar a época de semeadura deve-se levar em conta o ciclo do cultivar e do período chuvoso da região, a fim de que a fase de colheita/secagem ocorra na estação seca. A incidência de chuvas sobre as cápsulas abertas promove o enegrecimento das sementes (QUEIROGA et al., 2009). Nos estados do Nordeste, recomenda-se o plantio após a definição da estação chuvosa, quando ocorrem precipitações de pelo menos 40 mm a 50 mm, que possibilitem o preparo do solo e o estabelecimento inicial das plântulas. Nas demais regiões do Brasil, especialmente Centro-Oeste e Sudeste, onde o período chuvoso é bem definido, o gergelim pode ser usado como primeira ou segunda cultura, conforme o interesse do produtor (BELTRÃO et al., 2001).

O sistema de plantio do gergelim pode ser manual ou mecanizado, dependendo do tamanho da área e do nível tecnológico da lavoura. A quantidade de sementes por hectare varia entre de 1,5 kg a 3,5 kg, de acordo com o espaçamento e densidade de plantio (QUEIROGA et al., 2009).

A semeadura deve ser feita em sulcos rasos contínuos ou em covas rasas à profundidade de 2 cm. Pode ser manual (com a ponta dos dedos), distribuindo-se em torno de 30 sementes/m ou com semeadora manual, feita com lata de 1 litro ou similar, acoplada a uma haste de madeira, com um furo no fundo, ajustado para liberar de 6 a 10 sementes por cova, de

modo a gastar em média 3 kg de sementes por hectare (QUEIROGA et al., 2010).

Para semeadura mecanizada, podem-se usar máquinas de plantio destinadas a sementes pequenas, como cenoura, ou pode-se adaptar o disco cego, que normalmente vem com as máquinas, fazendo-se 8 furos de 3/16 polegadas e calibrando-se a saída de 4 a 8 sementes (QUEIROGA et al., 2009).

No plantio de cultivares ramificadas, recomenda-se o espaçamento de 0,80 m a 1,0 m entre fileiras e de 0,20 m entre plantas, para cultivares não ramificadas, usar o espaçamento de 0,60 a 0,70 m entre fileiras com 0,10 m entre plantas. Para configuração de plantio em fileiras duplas, recomenda-se o espaçamento de 1,70 m entre fileiras duplas de 0,30 m dentro da fileira e de 0,10 m entre plantas (BELTRÃO et al., 2001).

Por apresentar semente muito pequena e leve, normalmente, se gasta mais semente que o necessário. Para que a população de plantas satisfaça as recomendações de espaçamento e densidade de plantio, que gira em torno de 100 mil plantas ha⁻¹, é necessário fazer o raleamento ou desbaste, deixando as plantas mais vigorosas e retirando as excedentes (Figura 6). O desbaste deve ser realizado em solo úmido e em duas etapas: inicialmente, quando as plantas estiverem com 4 folhas, deixam-se 20 plantas por metro e quando as plantas alcançarem cerca de 12 cm a 15 cm de altura, deixam-se 2 plantas por cova ou 8 a 10 plantas por metro linear. Para as cultivares não ramificadas deixam-se 12 a 15 plantas por metro linear (QUEIROGA et al., 2010).

A colheita manual mais utilizada nas áreas de cultivo de gergelim no Nordeste brasileiro consiste no corte da base das plantas com foice para corte de capim ou facão afiado, devendo ser realizado o corte da haste das plantas na altura próxima a inserção dos primeiros frutos (15 a 30 cm), de modo a evitar que os feixes de gergelim fiquem grandes e para não causar dificuldades para o agricultor durante sua batedura para coleta dos grãos sobre a lona. (QUEIROGA et al., 2007).

Por ocasião da colheita manual do gergelim, o produtor teria que efetuar em cada hectare as seguintes etapas: cortar as plantas e agrupá-las em feixes, amarrá-las com barbantes e, finalmente fazer a disposição das mesmas nas cercas de arame para secagem, sendo todas essas tarefas executadas dentro de uma jornada de 8 horas de trabalho, o que exigiria a mão-de-obra de no mínimo seis pessoas. Por conseguinte, esse sistema manual tem como gargalo o elevado consumo de mão-de-obra durante as atividades de plantio e colheita, e pouco se evoluiu na referida região, ficando mais conhecido como cultura de fundo de quintal (QUEIROGA et al., 2007).

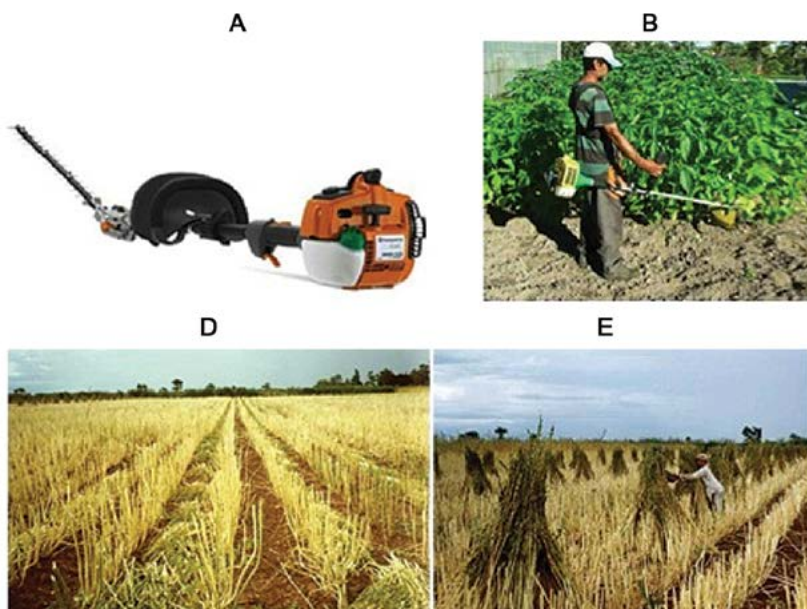


Figura 7: Roçadeira motorizada tipo costal-lateral (A) e (B); uso coletivo em comunidade familiar organizada para corte de plantas de gergelim em fileira simples (C) e (D).

Apesar das vantagens apresentadas pela plantadeira mecânica manual durante as atividades de semeadura e dispensar o desbaste (Figura 7), mesmo assim a colheita manual pode ser considerada um fator limitante e encarecedor quando se trata de ampliar a área cultivada com gergelim deiscete. Para o caso das comunidades de agricultores familiares organizados do Nordeste que estão dispostos a tecnificar o corte das plantas de gergelim, há viabilidade na aquisição de uma roçadeira costal motorizada – tipo lateral para atender de 20 a 25 produtores (sistema de associativismo). O valor da aquisição do equipamento (aproximadamente R\$2.000,00) fica rateado entre os produtores associados da comunidade familiar (QUEIROGA et al., 2007).

Outra opção de colheita semimecanizada seria testar o minitrator, adaptado na sua parte frontal com uma plataforma de uma linha de corte tipo navalha (Figura 8). Provavelmente, esse novo protótipo ofereceria condições de corte com capacidade de rendimento (diário) para ceifar as plantas com frutos deiscetes de gergelim de vários campos dos produtores familiares organizados em cada comunidade. Além do corte das plantas durante a colheita do gergelim, o minitrator também pode ser utilizado para

o preparo de solo e para a capina da lavoura de gergelim (QUEIROGA et al., 2010).



Figura 8: Mini-tractor com roçadeira frontal (pesquisa ainda não validada) para o corte mecânico de uma linha de plantas de gergelim.

VENTILAÇÃO DOS GRÃOS

Para satisfazer as exigências de qualidade do mercado e conseguir melhor preço pelo produto, os grãos de gergelim devem apresentar um padrão de pureza de 99,96 %, livre de agentes externos como areia, restos de folhas e fibras, insetos e etc. (QUEIROGA et al., 2008). Para atingir esse rigoroso padrão de qualidade, durante o processo de batadura do gergelim, recomenda-se estender as extremidades da lona encerada de polietileno (3 m x 3 m) em piquetes de 1 metro de altura, deixando a lona semelhante a uma canoa (Figura 9). Após o processo de batadura é conveniente efetuar peneiramento e ou ventilação complementar sobre o material resultante para eliminar todo tipo de sujeiras leves e pequenas encontradas junto aos grãos (cascas, insetos, palhas, sementes chochas e etc.).

Este procedimento é realizado no galpão de armazenamento, onde os grãos são submetidos à ventilação em equipamento elétrico de alimentação manual, o qual possui uma bica de descarga na sua parte inferior por onde saem os grãos limpos (Figura 10B). Esse procedimento permite aumentar a pureza dos grãos acima de 98%, cuja eficiência deve-se ao sistema de funcionamento semelhante à “máquina de ar e peneira” utilizada nas Unidades de Beneficiamento de Sementes-UBS (QUEIROGA et al., 2008).



Figura 9: Batedura dos feixes de gergelim sobre uma lona plástica (A); máquina de ventilação utilizada na pré-limpeza do gergelim (B); e (C) grãos limpos com elevada qualidade.

TRATOS CULTURAIS

As plantas daninhas competem com a cultura principal, em água, luz e nutrientes. A intensidade da competição das ervas daninhas depende de vários fatores como espécie, densidade, fertilidade do solo, disponibilidade de água e hábito de crescimento da cultura em cultivo (QUEIROGA et al., 2009).

O gergelim é uma planta de crescimento inicial bastante lento e os primeiros 45 dias depois da emergência das plântulas, são críticos para essa cultura que deve ser mantida livre de plantas daninhas nesse período. O preparo adequado do solo pode funcionar como excelente método de controle da vegetação daninha. Devem ser feitas de 2 a 3 capinas durante o ciclo da planta, com enxada ou cultivador (QUEIROGA et al., 2010).

CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS

Para o uso de herbicidas deve-se levar em conta vários fatores, tais como a composição textural do solo e o teor de matéria orgânica. Solos com baixo teor de argila (menor que 15%) e com baixo teor de matéria orgânica (menos que 2%) devem receber doses menores que os solos com elevado teor de argila (acima de 35%) e com elevado teor de matéria orgânica (acima de 4%). É importante também conhecer os tipos de ervas predominantes (QUEIROGA et al., 2009).

Os herbicidas (diuron, pendimethalin e alachlor) testados no gergelim são, na maioria, pré-emergentes. O produtor deve preparar a área, plantar em solo úmido em seguida aplicar o herbicida. Os herbicidas Diuron e

Pendimenthalin foram testados em pré-emergência, em solo Bruno não cálcico, de textura franco-arenosa; nestas condições, as dosagens de 0,50 kg (diuron) + 0,75 kg (pendimenthalin) do ingrediente ativo/hectare foram suficientes para um bom nível de controle das plantas daninhas. Em solo tipo Vertissol de textura argilosa, além dos herbicidas citados acima, usou-se o Alachlor. As seguintes dosagens foram suficientes para um excelente nível de controle de plantas daninhas: 0,75 kg (diuron) + 1,25 kg (pendimenthalin) e 0,75 kg (diuron) + 1,44 kg (alachlor) do ingrediente ativo/hectare. Nessas condições, o custo do controle químico foi em média 73% inferior ao custo da capina manual, com enxada (QUEIROGA et al., 2009).

ROTAÇÃO DE CULTURAS E CONSÓRCIO

A rotação de culturas, além dos benefícios na produtividade, é uma prática que promove a redução de pragas, tanto no gergelim como nas demais culturas que entram no esquema de rotação, auxilia no controle de ervas daninhas, reduz a erosão e mantém a matéria orgânica no solo. As culturas que normalmente são usadas em rotação com o gergelim são: algodão, milho, feijão, soja, amendoim, mamona e sorgo. Exemplos de rotação: feijão-gergelim, milho-gergelim e ou mamona-amendoim-gergelim. No caso de rotação com uma leguminosa (soja ou amendoim) (QUEIROGA et al., 2010).

O sistema de cultivo consorciado é amplamente empregado por pequenos agricultores, uma vez que estes aproveitam ao máximo os já limitados recursos que possuem, diminuem o insucesso da lavoura, dispõem de maiores opções de alimentos e possibilita maior eficiência do uso da terra e conservação do solo (QUEIROGA et al., 2009).

O sistema de consórcio pode ser vantajoso desde que se leve em conta a configuração de plantio, a população de planta e a época relativa de plantio das espécies envolvidas. O gergelim pode ser consorciado com várias culturas, dependendo da região, das condições climáticas, do espaço físico, como por exemplo, com o algodão, a mamona, o milho, o sorgo, o amendoim, a soja e variedades de *Phaseolus*. Além disso, existe a possibilidade de se cultivar o gergelim em consórcio com fruteiras (caju), árvores florestais ou palmeiras com benefícios significativos para o ecossistema (QUEIROGA et al., 2009).

LITERATURA CITADA

AMORIM NETO, M.; ARAÚJO A.E.; BELTRÃO, N.E.M. Clima e solo. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. 348p.

ARNON, I. **Crop production in dry regions**. London: Leonardo Hill, v.2, 1972.

ARRIEL, N. H. C.; ARAÚJO, A.E.; SOARES, J.J.; BELTRÃO, N.E.M.; FIRMINO, P.T. **Cultivo do gergelim**. 2006. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Gergelim/CultivodoGergelim/autores.html>>, Acesso em: 30 de setembro de 2011.

ARRIEL, N.H.C.; GONDIM, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; VASCONCELOS, R.A.; COSTA, I.L.; SILVEIRA, N. A.; SOUSA, S. L.; DANTAS, E.S.B.; PEREIRA, J.R. **Gergelim BRS Seda**. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande, 2007. Folder informativo.

ARRIEL, N.H.C.; GONDIM, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; VASCONCELOS, R.A.; COSTA, I.L.; SILVEIRA, N.A.; SOUSA, S.L.; DANTAS, BATISTA, E.S.; PEREIRA, J.R. **Gergelim BRS Seda**. 3.ed. Campina Grande, 2009. Folder informativo.

ARRIEL, N.H.C.; VIEIRA, D.J.; FIRMINO, P.T. Situação atual e perspectivas da cultura do gergelim no Brasil. In: QUEIRÓZ, M.A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. (online). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>>, acessado: 30 de setembro de 2011.

AUGSTBURGER, F.; BERGER, J.; CENSSKOWSKY, U.; HEID, P.; MILZ, J.; STREIT, C. **Agricultura orgânica en el trópico y subtropico: guías de 18 cultivos: ajonjolí (sésamo)**. 1.ed., Gräfelfing: Naturland, 2000. 29p.

BASCONES, L.; RITAS, J.L. La nutrición mineral del ajonjolí. I. Extracción total de nutrientes. **Agronomía Tropical**, Maracay, v.11, n.2, p.93-101, 1961.

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.348p.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelim cultura no trópico semi-árido nordestino**. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande, 1994. 52p. (Circular Técnica, 18).

EMBRAPA-CNPQ. BRS 196 (CNPQ G4) – Nova cultivar de gergelim e seu sistema de cultivo. Campina Grande: EMBRAPA-CNPQ, 2000. **Folder informativo**.

GONZALEZ-ERICO, E.; KAMPRATH, E.J.; NADERMAN, G.C.; SOARES, W.V.

Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an Oxisol of Central Brazil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v.45, p.1155-1158, 1979.

HALL, A. E. Breeding For Heat Tolerance. **Plant Breed Res**, v.10, p.129-168, 1993.

QUEIROGA V.P.; FIRMINO P.T.F.; GONDIM, T.M.S.; SILVA, A.C.; VALLE, D.G.; QUEIROGA, D.A.N.; GEREON, H.G.M. Soluções tecnológicas em prol da coletividade para sustentabilidade da cadeia produtiva do gergelim orgânico da agricultura familiar piauiense. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.97-111, 2011.

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; QUEIROGA, D.A.N. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.3, n.2, p.106-121, 2009.

QUEIROGA, V.P.; ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, O.R.R.; GONDIM, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; CARTAXO, W.V.; SILVA, A.C.; VALE, D.G.; NÓBREGA, D.A. **Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semiárida do Nordeste**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2007. 53p. (Documentos, 171).

QUEIROGA, V.P.; FIRMINO, P.T.; SILVA, A.C.; VALLE, D.G.; SILVA, O.R.R.F.; GEREON, P.H.G.M. Método de transferência de tecnologia: avaliação de unidades demonstrativas de gergelim orgânico nas comunidades de produtores familiares de São Francisco de Assis do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4, e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2010. p.380-386.

QUEIROGA, V.P.; GONIM, T.M.S.; VALE, D.G.D.; GEREON, H.G.M.; MOURA, J.A.; SILVA, P.J.; SOUZA FILFO, J.F. **Produção de gergelim orgânico nas comunidades de produtores familiares de São Francisco de Assis do Piauí**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2008. 127p. (Documentos, 190).

CERTIFICAÇÃO DO GERGELIM COMO GARANTIA DE PROCEDÊNCIA E QUALIDADE

Geisa Mayana Miranda de SOUZA

A criação de mercados diferenciados para produtos “limpos” surgiu concomitante a criação das empresas de certificações. Este mercado especial é fruto de um desejo natural tanto dos consumidores, quanto dos agricultores. O mercado para produtos orgânicos cresceu alcançando boa aceitação. Com o estabelecimento dos orgânicos, cresceu também o mercado de certificação destes produtos. Assim, o que em um primeiro momento foi uma iniciativa dos próprios agricultores para diferenciarem seu produto com uma marca que os identificassem, acabou se transformando em um intrincado mecanismo que envolve leis, normatizações, credenciamentos, inspeções, contratos, certificados, selos e, ainda, fortes interesses comerciais (MEIRELLES, 2003).

A certificação é um processo de fiscalização e inspeção das propriedades agrícolas e processos de produção, realizado periodicamente para verificar se o produto está sendo cultivado ou processado de acordo com as normas de produção orgânicas. O foco da certificação é, principalmente, a terra e o processo de produção (DAROLT, 2002).

No mundo globalizado cujas fronteiras entre países não existem mais, o comércio de alimentos é rotineiro. Países que não dispõem de condições climáticas e/ou solo adequado para o cultivo de determinadas culturas, conseguem através das modernas técnicas de conservação de alimentos, apreciarem os diferentes sabores. Nesses países, onde o grau de exigência dos consumidores é maior, os consumidores desejam saber a origem e a procedência dos alimentos consumidos, que segundo estes, devem ser produzidos dentro de padrões internacionais, onde a inocuidade do produto e o apelo conservacionista são tidos como prioritários na hora da aquisição de alimentos (SOUZA, 2009).

Neste contexto, emerge a necessidade da criação de selos que garantam

essas informações de procedência, inocuidade e sustentabilidade.

Para receberem um selo de qualidade a propriedade tem que ser primeiramente acreditada, para assim poder gerar vários produtos certificados, desde que sejam atendidos os requisitos de qualidade, rastreabilidade e padrão de vida dos trabalhadores. Uma vez certificado, o produtor agrega valor ao seu produto, oferecendo ao consumidor a garantia da origem do produto, dentro das boas práticas agrícolas e alimentos isentos de contaminação química (IBD, 2011).

No Brasil existem cerca de 20 certificadoras atuando, essas instituições certificadoras e associações são responsáveis pelo acompanhamento e fiscalização da produção de orgânicos, hidropônicos entre outros. No Paraná, as principais certificadoras são: Rede Ecovida de Agroecologia, Instituto Biodinâmico (IBD), Fundação Mokiti Okada e ECOCERT (MEIRELLES, 2003).

CENÁRIO ATUAL PARA A CERTIFICAÇÃO DO GERGELIM NO NORDESTE

O mercado sinaliza para um cenário onde gradualmente todos os sistemas produtivos serão redimensionados, privilegiando assim, em escala crescente, a utilização de tecnologias com enfoque preservacionista (PROTAS e SANHUEZA, 2003)

O gergelim ainda não se tornou uma cultura de importância econômica na região semiárida do Nordeste, por ser cultivada praticamente por pequenos produtores, os quais utilizam tecnologias tradicionais e de simples manejo para essa cultura (QUEIROGA e SILVA, 2008).

A cultura orgânica do gergelim pode apresentar uma oportunidade interessante a ser explorada, mas a etapa da certificação é muito morosa e complicada. Para alcançar um mercado competitivo é necessário uma melhor organização de toda a cadeia, estratégias coerentes e recursos, que ainda são insuficientes, para equipamentos (ESPORE, 2011).

A consolidação da cadeia produtiva de uma determinada cultura geralmente reflete diretamente sobre o nível tecnológico utilizado pelos produtores em geral (QUEIROGA et al., 2011). E nesse âmbito, o Brasil, especialmente a região Nordeste ainda encontra dificuldade de acesso às tecnologias necessárias para a produção de gergelim em grande escala.

CERTIFICAÇÃO DO GERGELIM

Um dos problemas enfrentados na certificação de pequenos produtores de gergelim é que mesmo as áreas de cultivo sendo pequenas, os produtores

nordestinos têm dificuldades para pagar a taxa anual de certificação, junto ao Instituto Biodinâmico - IBD, para seus campos de gergelim orgânico (QUEIROGA et al., 2008).

Além do alto preço cobrado pelo serviço de certificação, cada comprador ou importador exigem também a utilização dos seus próprios selos, tornando a certificação algo insustentável (MEIRELLES, 2003).

Uma alternativa para este gargalo seria negociar um contrato de terceirização da produção do gergelim orgânico firmado entre os fornecedores da matéria-prima e a indústria de alimentos de produtos naturais que ficaria na responsabilidade de pagar a taxa de certificação dos campos de produção de gergelim e os pequenos produtores apenas assumiriam o papel de cooperados no sistema produtivo do gergelim dessa empresa (QUEIROGA et al., 2008).

Outro problema enfrentado pelos produtores é a exigência adotada pelo IBD para certificação do campo de produção do gergelim orgânico, pois seus técnicos só reconhecem a lavoura ecologicamente correta quando cultivada em áreas agrícolas sob pousio de três anos (SOUZA, 2000).

A CADEIA DE GERGELIM NO BRASIL

O consumo do gergelim no Brasil tem aumentado notadamente nos últimos anos, devido a sementes de maior qualidade, sendo que 20% do que é consumido no país é oriundo das importações (QUEIROGA et al., 2009). As lojas de fast-food desde a década de 1980 vêm contribuindo para o aumento no consumo do gergelim na forma de pães, biscoitos, balas, doces e outros produtos alimentícios, alcançando um crescimento de 10% ao ano (BELTRÃO e VIEIRA, 2001; KOURI e ARRIEL, 2009). Portanto, o consumo nacional apresenta-se superior à oferta do produto.

Porém a cadeia do gergelim no Brasil ainda é incipiente. Os produtores encontram-se ainda desorganizados: não sabem ainda para quem, quanto e quando produzir (ARRIEL et al., 2009).

As sementes de gergelim (Tabela) contêm em média 50% de óleo de elevada qualidade com aplicações diversas, encontram-se em plena ascensão, devido ao aumento da quantidade de produtos industrializáveis para o consumo, que tem crescido em torno de 15% ao ano, gerando demanda do produto "in natura" e mercado potencial capaz de absorver quantidades superiores à atual oferta (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

Em São Francisco de Assis do Piauí, experiências com pequenos produtores indicam que o gergelim orgânico tem se mostrado uma importante alternativa socioeconômica para a região (QUEIROGA et al., 2011). O cultivo do gergelim no Nordeste é muito propício em função de

sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas desta região.

Na (Tabela) encontram-se os padrões de qualidades para os grãos de gergelim exigidos pelo mercado.

Tabela. Padrões de qualidade das sementes de gergelim adotados pelos importadores

Sabor e Cheiro	Específico do tipo fresco, não rançoso, não embolorado (mofado)
Pureza	Livre de agentes externos como areia, pedrinhas, resto de fibras, insetos etc. (99,9%).
Umidade	Máximo 5-7%
<u>Resíduos</u>	
Pesticidas	Não detectável
Bromo	Não detectável
Óxido de Etileno	Não detectável
Metais Pesados	Não detectável
Cádmio	Máximo 0,8mg.kg ⁻¹
<u>Microorganismos</u>	
Germes em Total	Máximo 10.000.g ⁻¹
Levedura e Mofo	Máximo 500.g ⁻¹
Enterobacteriaceae	Máximo 10.g ⁻¹
<i>Escherichia coli</i>	Não detectável
<i>Staphylococcus aureus</i>	Máximo 100.g ⁻¹
Salmonelas	Não detectável
Coliformes	Máximo 10.g ⁻¹
<u>Micotoxina</u>	
Aflotoxina B1	Máximo 2 µg.kg ⁻¹
Soma das aflotoxinas B1, B2, G1, G2	Máximo 4 µg.kg ⁻¹

Fonte: Queiroga et al.(2008).

A comercialização do gergelim na Região Nordeste é muito inconstante e de difícil organização, principalmente por ser proveniente de pequenos produtores (ARIEL et al., 2007). Os especialistas recomendam a organização dos agricultores em cooperativas e em associações, para maior eficiência e rentabilidade da exploração da cultura (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

No setor industrial do Estado de São Paulo, existem algumas tradicionais firmas compradoras de gergelim. Na Paraíba, pequenas empresas também processam o gergelim para a produção de concentrados protéicos e fazem, além disso, o esmagamento das sementes para a obtenção de óleo vegetal (ARIEL et al., 2007).

LITERATURA CITADA

ARIEL, N.H.C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E.; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A Cultura do gergelim**. EMBRAPA, Brasília, Informação Tecnológica, 2007. 72p. (Coleção Plantar, 50).

ARRIEL, N.H.C.; BELTRAO, N.E.M.; FIRMINO, P.T. **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande, 2009. 209p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.348p.

DAROLT, M. R. **Alimentos Orgânicos: um guia para o consumidor inteligente**. Curitiba: IAPAR, 2002. 17p.

ESPORE: Revista de informação sobre o desenvolvimento agrícola e rural nos países ACP. [s. L.]: CTA, n. 104, set. 2011. Disponível em: <http://spore.cta.int/index.php?option=com_content&task=view&lang=pt&id=3&id_publication=27>, acesso em: 25 de setembro de 2011.

KOURI, J.; ARRIEL, N.H.C. Aspectos econômicos. In: ARRIEL, N.H.C.; BELTRAO, N.E.M.; FIRMINO, P.T. (Ed.). **Gergelim: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2009. p.193-209.

MEIRELLES, L. A. **Certificação de produtos orgânicos: caminhos e descaminhos**. Ipê: Centro Ecológico Ipê, 2003. 7p. Disponível em:<www.ecovida.org.br>, acesso em: 23 de setembro de 2011.

IBD - Instituto Biodinâmico. Disponível em:<www.ibd.com.br>, acesso em: 23 de setembro de 2011.

PROTAS, J.F.S.; SANHUEZA, R.M.V. (Ed.). **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**.Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 192p.

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; SILVA, O.R.R.F. **Características do gergelim indeiscente e semindeiscente para semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado**.EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande, 2009. 34p. (Documentos, 229).

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; 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**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2008. 127p. (Documentos, 190).

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2008. 142p. (Documentos, 203).

QUEIROGA, V.P.; FIRMINO, P.T.; GONDIM, T.M.S.; SILVA, A.C.; VALLE, D.G.; QUEIROGA, D.A.N.; GEREON, H.G.M. Soluções tecnológicas em prol da coletividade para sustentabilidade da cadeia produtiva do gergelim orgânico da agricultura familiar piauiense. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p.97-111, 2011.

SOUZA, G.M.M. **Produção Integrada de Uva de Mesa no Submédio São Francisco: Benefícios Ambientais e Socioeconômicos**. 2009. 46f. (Monografia), Universidade Estadual de Pernambuco - UPE, Petrolina, 2009.

SOUZA, M.C.M. Produtos Orgânicos. In: ZYLBERSZTJAN, D.; NEVES, M.F. (Coord.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição**. São Paulo: Pioneira, 2000. 446p.

ASPECTOS AGROECOLÓGICOS PARA O CULTIVO DE GERGELIM

Luiz Leonardo FERREIRA

Vania Christina Nascimento PORTO

Renato Dantas Alencar

Silvio Roberto Fernandes SOARES

O modelo de desenvolvimento rural e agrícola instalado há mais de cinco décadas exige mais escala de produção, mais área contínua de monoculturas, mais concentração da terra e, portanto, mais destruição do meio ambiente, é um modelo que reforça também os processos de destruição de nossos biomas. A expansão desse modelo chamado também de agricultura convencional retrata a consolidação global de um modelo produtivo que evoluiu, especialmente na América do Norte e na Europa, e foi disseminado em todo mundo e que, ao contrário do que se pretendia, tem agravado consideravelmente o problema da fome, principalmente nos países pobres em desenvolvimento (ROCHA, 2006).

Esse cenário de fome, insegurança alimentar, perda da soberania alimentar, vem revelando a necessidade de fortalecer um novo paradigma agrícola, baseado em uma abordagem inovadora e criativa que considere não só a produção, mas, também a preservação dos recursos naturais e a produção mundial de alimentos. É preciso enfatizar que este deve emergir de conhecimentos tradicionais e de práticas agrícolas baseadas em princípios de sustentabilidade, as quais algumas vêm sendo sistematizadas e surgem na forma de tecnologias apropriadas aos agricultores familiares. Valorizando o conhecimento tradicional de agricultores o qual deve servir para construção de tecnologias de produção que tem como base os princípios e pressupostos da agroecologia.

Considerando a agroecologia uma ciência que proporciona bases científicas e metodológicas para a promoção de agriculturas sustentáveis, tendo como um dos seus eixos centrais a necessidade de produção de alimentos em quantidades adequadas e de elevada qualidade biológica, para

toda a sociedade (CAPORAL e COSTABEBER, 2004). Neste contexto, podemos citar a região semiárida do nordeste brasileiro que tem sua singularidade expressa em características ambientais e sociais que o torna específico, e que atualmente se destaca em número de experiências em agroecologia realizadas por agricultores familiares que são referências mostrando, que outras estratégias e modelos são perfeitamente possíveis na busca de mais sustentabilidade no desenvolvimento rural e da agricultura. É uma região que se produz uma diversidade de alimentos importante para o homem e a mulher, com o menor uso de insumos, e que entre essas culturas podemos destacar a cultura do gergelim.

Sendo assim, o cultivo de gergelim se sobressai pelas suas particularidades agrônômicas, facilidade de cultivo, versatilidade na aplicação industrial e elevado valor nutricional com agregação de renda ao produtor, fatores estes que tem despertado o interesse para utilização desta cultura como alternativa em diversas localidades brasileiras (QUEIROGA et al., 2007). Os autores informam que o gergelim orgânico já vem sendo cultivado com grande sucesso nos municípios de Várzea, PB, e de São Francisco de Assis do Piauí, PI; em ambos os municípios, o plantio do gergelim tem sido realizado com a cultivar BRS 196 (CNPQ G-41), cultivado em áreas agrícolas sob pousio a cada 3 anos, na ausência de defensivos e adubos minerais.

Por suas potencialidades, o gergelim torna-se uma alternativa importante para minimizar o agravante quadro de carência alimentar das populações de baixa renda, além de apresentar preços compensadores, à facilidade de cultivo e a amplas possibilidades de bons rendimentos, o gergelim constitui opção extremamente significativa para o semiárido nordestino, não só por ser mais uma alternativa de renda e fonte protéica para os pequenos e médios produtores da região, mas também por existir no Brasil mercado sempre crescente nos setores de panificação e industrial de biscoitos, e potencialidade de o óleo de gergelim ser explorado de forma significativa no mercado nacional para o consumo alimentar, fitoterápico e fitocosmético (QUEIROGA et al., 2008a).

Monteiro (2007) relata que o plantio do gergelim ainda não ocorre em escala comercial, mas a princípio representa uma boa opção para o agricultor familiar no semiárido. Queiroga et al. (2008a) comentam que para se alcançar êxito com a cultura do gergelim orgânico, é necessário fomentar o associativismo entre os produtores ao longo da sua cadeia produtiva, visando conseguir maior rentabilidade na exploração da referida lavoura, ou seja, a melhor maneira de se obter uma oferta exportável e competitiva do gergelim orgânico, de qualidade padronizada e com volumes significativos, de acordo com as circunstâncias do semiárido da região nordeste, é formando a associação entre pequenos agricultores familiares.

A falta de dados consolidados sobre essa cultura dificulta qualquer afirmação consistente em relação à rentabilidade do plantio do gergelim para o agricultor familiar, mas baseado nos dados de literatura, que não representam os resultados dessa cultura em nível comercial, pode-se indicar o cultivo de gergelim como altamente promissor em termos de rentabilidade para o agricultor familiar (MONTEIRO, 2007).

As áreas do Semiárido do Nordeste brasileiro destacam-se como possuidoras de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo do gergelim de forma ecológica, em microrregiões que exercem papel preponderante na redução natural de pragas da referida lavoura, além disso, as características das propriedades locais, ocupadas basicamente por agricultores familiares, que cultivam espécies diversificadas e usam a mão-de-obra familiar, adequam-se à produção de gergelim neste tipo de sistema, (QUEIROGA et al., 2008a).

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS AGROECOLÓGICAS NO CULTIVO DO GERGELIM

Queiroga et al. (2007) ressaltam que a cultura do gergelim pode ser considerada como uma alternativa de grande importância econômica e social para as condições semi-áridas do Nordeste, por ser de fácil cultivo gerando renda e trabalho a pequenos e médios produtores. Dentre as técnicas de sucesso a utilização de esterco bovino e outros compostos orgânicos são a alternativa mais barata para melhoria das características físico-químicas dos solos da região (PEREIRA et al., 2002), onde se deseja produzir a cultura do gergelim.

Esta cultura é bem exigente, devendo-se usar adubos orgânicos no seu cultivo, especialmente o composto que pode ser feito na própria propriedade, utilizando-se como um dos ingredientes os restos culturais da própria cultura; o nitrogênio deve ser parcelado, em torno de 20% na semeadura, e o restante em cobertura, e se possível parcelado; assim como também é recomendado parcelar a adubação com potássio, e o fósforo deve ser aplicado no plantio; em geral, as adubações na cultura do gergelim não são frequentes, sobretudo no caso dos pequenos produtores, que na atualidade, representam a maioria dos que cultivam a pedaliácea no mundo; recomenda-se fazer sempre a análise do solo, retirando as amostras da camada arável (0-20 cm) e seguir as recomendações de adubação, evidenciando sempre as relações custos/benefícios que poderão ser obtidas, com a prática da adubação (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

Magalhães et al. (2010) utilizaram a cultivar Seda, verificaram que as

diferentes doses de esterco bovino não promoveram diferenças no número de ramos secundários e no comprimento de ramos secundários, por outro lado, o número de sementes por vagem apresentou diferença estatística entre os tratamentos, tendo uma tendência de aumento à medida que se aumentaram as doses de esterco bovino, pois seu maior valor foi verificado com a dose de 40 t.ha⁻¹; o comprimento da vagem apresentou diferenças quando as plantas de gergelim foram submetidas aos tratamentos; verificou-se comportamento linear positivo à medida que as doses foram aumentadas, chegando ao máximo de comprimento na dose de 40 t.ha⁻¹ de esterco bovino.

No contexto da agricultura atual são exigidos produtos isentos do uso de insumos sintéticos e defensivos químicos para garantia de qualidade para os produtores e consumidores, agredindo menos o meio ambiente e o homem, portanto, a utilização de insumos naturais, como os estercos bovinos ou biofertilizantes, deve ser estimulada tanto na pulverização das plantas como diretamente aplicados nos solos (MAIA FILHO et al., 2010).

No nordeste, as possibilidades de fertilização mais importantes na produção ecológica do gergelim é a utilização de adubo verde por meio da incorporação da vegetação nativa 30 dias antes da semeadura do gergelim e pela aplicação de adubos orgânicos; como fator limitante para obtenção de altos rendimentos do gergelim é a disponibilidade de nitrogênio e fósforo, portanto, as deficiências desse elemento no solo podem ser compensadas mediante aplicações de rocha fosfórica em pó ou de farinha de ossos antes da preparação do terreno (QUEIROGA et al., 2008a).

De acordo com Monteiro (2007), outra técnica de manejo de sustentabilidade de sistema de produção que se destaca é o consórcio, este atende a pelo menos quatro condições básicas para a adaptação às mudanças climáticas:

a) é um sistema de produção difundido entre os agricultores familiares do semiárido, que habitualmente manejam três ou mais culturas consorciadas (diversificação);

b) diminui o risco de perdas agrícolas frente aos fatores climáticos adversos, principalmente se essas culturas diferirem entre si em relação à duração do ciclo vegetativo;

c) possibilita a manutenção do plantio de culturas de subsistência e da segurança alimentar, principalmente para os agricultores familiares descapitalizados e em transição;

d) possibilita o aumento da produção de óleo por unidade de área.

Na avaliação de componentes da diversidade biológica em áreas conduzidas com consórcios agroecológicos em comparação aos sistemas

naturais, Almeida et al. (2009) verificaram que as práticas agroecológicas adotadas favorecem a maior diversidade da fauna do solo e da flora comparativamente à vegetação natural.

Queiroga et al. (2008b) relatam que no projeto de cultivo ecológico do gergelim no município de São Francisco de Assis, participaram seis comunidades de produtores, envolvendo mais de 400 produtores rurais, em que cada um pode plantar mais de 1 hectare; sob as condições adversas da safra de 2007, a qual foi caracterizada por um inverno bastante irregular e uma precipitação pluvial máxima de 200 mm, os pequenos produtores dessas comunidades plantaram cerca de 30 hectares de gergelim e colheram mais de 7000 kg de sementes naturais da cultivar BRS 196 de cor creme; considerando-se a produtividade de 233 kg.ha⁻¹ superando as expectativas dos produtores, quando comparadas com os outros cultivos tradicionais sem produção, como milho e feijão.

A introdução de colméias de abelhas no plantio ecológico do gergelim durante o período de floração constitui-se em um dos grandes objetivos dos pequenos produtores da associação paroquial de São Francisco de Assis do Piauí, onde foi possível observar que a produção de mel em 2007 superou os 120 mil litros (QUEIROGA et al., 2008b).

É importante lembrar que de maneira geral, praticamente todos os processos fisiológicos que ocorrem na planta podem ser influenciados por variações ambientais externas, em outras palavras, a organização e o funcionamento natural de uma planta é fruto da integração dos processos metabólicos internos do organismo com seu ambiente externo (BELTRÃO e OLIVEIRA, 2011).

Avaliando Maia Filho et al. (2010) a biometria do gergelim cv BRS Seda submetido à substituição dos fertilizantes e defensivos sintéticos por biofertilizantes bovinos e matéria orgânica, verificaram comportamento linear com relação à sua altura da planta variando de 152,67 a 160,83 cm, com média de 156,75 cm; quanto às doses de biofertilizante foi verificado que o diâmetro caulinar das plantas apresentaram um crescimento rápido até a dosagem de máxima eficiência física de 1,81 L por metro linear com maior valor de 22,1 mm, posteriormente um decréscimo até valor mínimo de 20,61 mm, referente à dose 3,2 L por metro linear; quando elevou-se os teores de matéria orgânica aumentou o diâmetro na ordem de 0,21 mm para cada incremento unitário da porcentagem de matéria orgânica no solo; o maior número de folhas com valor médio de 90 folhas planta⁻¹ ocorreu no tratamento 3,5% de matéria orgânica no solo, com uma superioridade de 4,65% para um incremento de 5 % no teor de matéria orgânica no solo.

Cruz et al. (2010) quantificando a produção de fitomassa da cultivar

CNPA G3, sob adubação residual com torta de mamona e irrigação com água residuária tratada verificaram que a fitomassa seca da parte aérea foi influenciada de forma significativa pelo tipo de água de irrigação e respondeu positivamente às aplicações de doses de torta de mamona, em adubação residual, com comportamento linear; os maiores valores da variável estudada foram obtidos na maior dose de torta de mamona estudada, correspondente a 5 ton.ha⁻¹; as plantas irrigadas com água residuária tiveram uma massa seca da parte aérea superior às irrigadas com água de abastecimento em 129,4%.

Pereira et al. (2002) estudaram cinco níveis de adubação orgânica com esterco bovino, durante dois anos consecutivos, na cultura do gergelim sob condição de sequeiro, no Seridó paraibano verificaram que a adubação orgânica na cultivar de gergelim CNPA G3 em regime de sequeiro, influenciou o número de frutos e a altura da planta, apresentando melhor resposta na menor disponibilidade hídrica de solo.

Santos et al. (2010) avaliando os efeitos de cinco doses de torta de mamona, como fertilizante e condicionante do solo e duas qualidades de água de irrigação (água residuária tratada e água do abastecimento local) sobre as variáveis de produção de duas cultivares de gergelim, observaram que a cultivar CNPAG4 superou em mais de 40% a CNPAG3 nas características de produção, e que a melhor resposta da cultura foi obtida quando as plantas foram submetidas à irrigação com água residuária tratada em relação à água de abastecimento, foi possível ainda verificar que a cultura do gergelim responde positivamente à adubação com torta de mamona, até a dose de 4 t.ha⁻¹.

Bezerra et al. (2010) avaliando a produção do gergelim quando submetido a diferentes níveis de supleção de água e doses de adubação orgânica, verificaram que a maior produção de flores das plantas de gergelim ocorreu com o aumento dos níveis de estresse hídrico, em relação àquela das plantas cultivadas no solo sob condições de capacidade de campo, onde o número de frutos.planta⁻¹, a produção de frutos.planta⁻¹ e de semente.planta⁻¹, decresceu com o aumento do estresse hídrico; e que o crescimento em altura da plantas de gergelim, foi maior quando adubado com biossólidos.

Como principais estratégias agroecológicas inseridas na cadeia produtiva do gergelim para o cv. BRS Seda, os quais poderão viabilizar tecnicamente sua expansão nas comunidades organizadas de produtores familiares da região semiárida do Nordeste, Queiroga et al. (2011) citam as principais etapas: Preparo do solo e época de plantio; semeadura e espaçamento; adubação do gergelim; capinas; controle de pragas; época de corte das plantas; secagem dos feixes; batedura dos feixes; peneiração e ventilação

das sementes; armazenamento e comercialização; extração de óleo; e rotação de culturas. Essas colocações são de fundamental importância para o entendimento do funcionamento dos sistemas de produção de base ecológica, reforçando a multidisciplinaridade existente nestes.

Por muitos a agroecologia é divulgada quase como em poesia, deixando por vezes o senso real da vida. É importante frisar que sem o aporte financeiro dificilmente o homem do campo permanecerá no ambiente rural. Sendo assim, além dos técnicos das ciências agrárias terem uma formação eclética dentro do contexto econômico, ambiental e social do meio, suas ações devem ser diretas e exequíveis para o sucesso da produção da gergelincultura nos moldes da agroecologia.

AGRADECIMENTOS

Ao Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA e Secretaria de Agricultura Familiar – SAF, ao Núcleo de Pesquisa e extensão em Agroecologia – NUMA e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico – CNPq.

LITERATURA CITADA

ALMEIDA, M.V.R.; OLIVEIRA, T.S.O.; BEZERRA, A.M.E. Biodiversidade em sistemas agroecológicos no município de Choró, CE, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.1080-1087, 2009.

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão; Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. 348p.

BELTRÃO, N.E.M.; OLIVEIRA, M.I.P. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. Brasília, EMBRAPA Informação Tecnológica, 2011. 322p.

BEZERRA, S.A.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C.A.V.; SILVA, M.B.R.; SILVA, M.M. Produção do gergelim cultivado sob condições de estresse hídrico e diferentes doses de adubação. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.3, p.156-165, 2010.

CRUZ, R.N.; NASCIMENTO, J.J.V.R.; AZEVEDO, C.A.V.; LIMA, V.L.A. Produção de fitomassa de plantas de gergelim sob adubação residual com torta de mamona e irrigação com água residuária. CONGRESSO BRASILEIRO

DE MAMONA 4., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: EMBRAPA Algodão, 2010. p.743-748.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A.; **Agroecologia alguns conceitos e princípios**. 24p. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

FILHO, F.C.F.M.; MESQUITA, E.F.; MELO, D.S.; SOUSA, P.M.; LIMA, A.S.; CAVALCANTE, S.N.; DUTRA, K.O.G.; SANTOS, J.G.R. Desenvolvimento fisiológico do gergelim BRS seda sob cultivo orgânico. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 4., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: EMBRAPA Algodão, 2010. p.616-621.

MAGALHÃES, I.D.; COSTA, F.E.; ALVES, G.M.R.; ALMEIDA, A.E.S.; SILVA, S.D.; SOARES, C.S. Produção de gergelim orgânico sob condições semiáridas. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 4., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: EMBRAPA Algodão, 2010. p.749-754.

MONTEIRO, J.M.G. **Plantio de Oleaginosas por Agricultores Familiares do Semi-Árido Nordeste para Produção de Biodiesel como uma Estratégia de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas**. 2007. 302f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

PEREIRA, J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; ARRIEL, N.H.C.; SILVA, E.S.B. ADUBAÇÃO ORGÂNICA DO GERGELIM, NO SERIDÓ PARAIBANO. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.6, n.2, p.515-523, 2002.

QUEIROGA, P.P.; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; 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**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008b. 127p. (Documentos, 190).

QUEIROGA, V.P.; ARRIEL, N.H.C.; BELFRÃO, N.E.M.; SILVA, O.R.R.; GONDIN, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; CARTAXO, W.V.; SILVA, A.C.; VALE, D.G.; NÓBREGA, D.A. **Cultivo Ecológico do Gergelim: alternativa de produção para comunidades de produtores familiares do Semi-Árido da Região Nordeste**. 2.ed. rev. e atual. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008a. 56p. (Documentos, 171).

QUEIROGA, V.P.; ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, O.R.R.; GONDIM, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; CARTAXO, W.V.; SILVA, A.C.; VALE, D.G.; NÓBREGA, D.A. **Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semi-árida do Nordeste**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2007. 54p. (Documentos, 171).

ROCHA, E. J. P. L. **Agroflorestas sucessionais no Assentamento Fruta d' Anta/MG: potenciais e limitações para a transição agroecológica**. 142p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2006.

SANTOS, M.S.; LIMA, V.L.A.; BELTRÃO, N.E.M.; BARROS, H.M.M.; SAMPAIO, M.V.; MARTINS, E.S.C.S. Produção de gergelim sob irrigação com água residuária tratada e adubação com torta de mamona. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.1, p.31-35, 2010.

SANTOS, S.G.; SOUSA, M.F.; SILVA, M.N.B.; SILVA, S.A.; NUNES, P.N.G. Avaliação de biomassa de restos culturais de consórcios agroecológicos direcionados à alimentação animal no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.4, n.2, p. 2612-2615, 2009.

ZIEGLER, J. **A fome no mundo explicada ao meu filho**. Petrópolis: Vozes, 2002. 89p.

MANEJO DO SOLO E CULTURAL

Miriam da Silva TAVARES
Ovidio Paulo Rodrigues da SILVA

A cultura do gergelim representa uma excelente opção agrícola, apesar de manter-se a níveis de produtividade regional, pode-se expandir a área cultivada e abrir a possibilidade de se conquistar parcela do mercado externo com o excedente de produção em virtude da alta cotação dessa oleaginosa no comércio internacional (EMBRAPA, 2006).

Entretanto, para Beltrão et al. (2006) deve-se levar em consideração para aumentar o rendimento da cultura do gergelim alguns aspectos como potencial genético da cultivar, clima, solo, espaçamento, adubação bem como fatores fitossanitários. Em termos médios num plantio bem conduzido, um rendimento de até 1500 kg de sementes por hectare em condições de sequeiro. Arriel (2000) afirma que na exploração racional da cultura do gergelim, faz-se necessário uma organização no sistema de produção, ou seja, deve-se ter um planejamento, bem como um manejo cultural adequado das áreas de produção. Além disso, gergelim é considerado uma planta esgotante do solo, apresenta baixa produtividade média, muitas vezes inferior a 400 kg.ha⁻¹ de sementes (BELTRÃO et al., 1994). Diante do exposto neste capítulo foram reunidas informações sobre os tipos de preparo do solo, bem como serão oferecidas informações sobre época de plantio, sistemas de plantio, desbaste da cultura do gergelim, assim como a importância da rotação de cultura para o gergelim e do consórcio.

PREPARO DO SOLO

O preparo do solo consiste em estabelecer as condições ideais para o crescimento radicular, e conseqüentemente, proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura, contudo para estabelecer as condições ideais faz-se necessário o uso de diferentes tipos de implementos no manejo do solo (FURLANI et al., 2005). Por sua vez, o preparo do solo

pode auxiliar ou prejudicar o desempenho das semeadoras-adubadoras. Desta forma torna-se fundamental avaliar como essas máquinas trabalham em diferentes condições de solo. No preparo da área ocorre o revolvimento mais ou menos localizado do solo, o que facilita a absorção de água e de nutrientes, bem como elimina plantas indesejáveis evitando a competição, proporcionado conseqüentemente o rápido estabelecimento da cultura (GATTO et al., 2003).

Para Macedo et al. (2009) o preparo do solo promove a diminuição do tamanho dos agregados, o aumento temporário do espaço poroso e da atividade microbiana, além da incorporação dos resíduos, deixando o solo descoberto. Todavia se for mal administrado o preparo do solo pode ocasionar diminuição do conteúdo de matéria orgânica, bem como o peso das máquinas e implementos pode ocasionar a compactação, ou seja, promove as alterações físicas do solo, onde conseqüentemente poderá induzir a erosão dos mesmos. Assim as máquinas ou implementos utilizados devem se adaptar às condições e tipos de solo, visando, principalmente, à preservação das características físicas e biológicas do solo, evitando à desagregação excessiva, diminuindo conseqüentemente as perdas de solo. Segundo o mesmo autor o preparo do solo pode ser dividido em três categorias: preparo primário que se refere às operações mais profundas e grosseiras que visam; preparo secundário que consiste em todas as operações subseqüentes ao preparo primário, como o nivelamento do terreno, destorroamento, incorporação de herbicidas e fertilizantes, e eliminação de ervas daninhas no início de seu desenvolvimento; e o cultivo do solo após o plantio, que visa basicamente eliminar as ervas daninhas, através de amontoa, roço entre outros.

A EMBRAPA (2006) por sua vez, considera os seguintes tipos de preparo solo, de acordo com o manejo: preparo convencional, que consiste em provocar uma inversão da camada arável do solo, mediante o uso de arado; a esta operação seguem outras secundárias com grade ou cultivador; o preparo mínimo é o revolvimento mínimo necessário para o cultivo; plantio direto que consiste e semeia através de semeadeira especial sobre os restos culturais do cultivo anterior, bem como o plantio semidireto, a semeadura é feita diretamente sobre a superfície, com plantadeira especial para plantio direto, diferindo deste sistema apenas por não existirem resíduos na superfície do solo.

A cultura do gergelim se desenvolve bem em solos moderadamente férteis, bem drenados e de textura leve, solos muito argilosos e compactados devem ser evitados, pois podem acarretar na morte da planta, devido à paralisação total do crescimento, à intoxicação pelos produtos oriundos da respiração anaeróbica e à redução na absorção de nutrientes (COPERBIO,

2011). De acordo com Lima et al. (2008) os solos, mas indicados para a cultura do gergelim são aqueles arenosos franco-argilosos, ricos em matéria-orgânica, bem drenados e com capacidade de retenção de umidade; além disso, o gergelim é extremamente sensível a sais portanto deve-se ter algumas precauções em áreas irrigadas na região nordeste uma vez que várias áreas do perímetro irrigado apresentam problema de salinização. Para Queiroga et al. (2011) na cultura do gergelim, pode-se utilizar tanto o método convencionalmente, ou mesmo a técnicas de preparo mínimo. O importante nas técnicas adotadas é que no preparo do solo sejam utilizadas máquinas, implementos agrícolas adequados para cada tipo de solo e que as operações sejam feitas no momento oportuno.

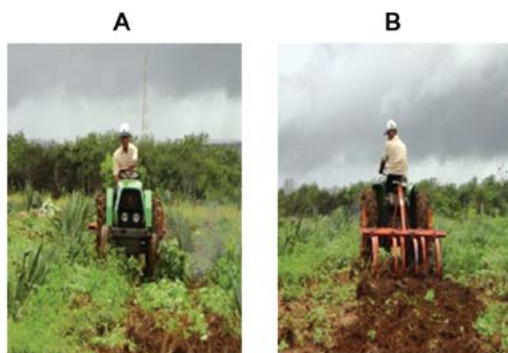


Figura 1 A e B. Incorporação dos restos culturais.

A COPERBIO (2011) ressalta que devido à semente de gergelim ser muito pequena e apresentar crescimento lento, é essencial o controle das plantas invasoras uma vez que estas se estabelecem primeiro que o gergelim, e conseqüentemente, competem por água, nutrientes e luz; outro fator a considerar formações de torrões no preparo do solo, o que deve ser evitado, pois podem reduzir a germinação. Todavia Arriel (2007) destaca que o preparo do solo inicia-se com a limpeza da área, a trituração, assim como a pré-incorporação dos resíduos vegetais com grade leve ou niveladora (Figura 1). Depois de 7, 15 dias da incorporação, faz-se uma aração profunda dependendo do tipo e da profundidade do solo, com arado de aiveca, e, posteriormente, gradeia-o com grade simples (Figura 1).

Abreu e Arriel (2011) destacam que se deve dispensar o uso de grades pesadas e aradas, bem como solos com muitos torrões, pois estes dificultam a semeadura e uniformidade de germinação. Recomenda-se o uso de grades leves e incorporação de restos de culturas na profundidade entre 10 a 20 cm.

Entretanto para solos rasos e pedregosos, deve-se usar arado de disco superficialmente, no máximo 10 cm de profundidade ou somente uma grade de disco simples. Em casos de solos profundos e com poucas pedras, usar o arado de aiveca efetuando-se, antes, a pré-incorporação dos resíduos e depois o uso de grade de disco simples. Em solos que se apresentam rasos e pedregosos, usar arado de disco superficialmente, no máximo 10 cm de profundidade ou somente uma grade de disco simples (EMBRAPA, 2000).

De acordo com Arriel et al. (2009) em casos de áreas que serão utilizadas a primeira vez, deve-se fazer o desmatamento cortando as plantas de porte elevado, seguida da derruba da vegetação remanescente, bem como o uso de fogo apenas nas coivaras, onde as cinzas podem ser utilizadas sobre o terreno.

ÉPOCA DE SEMEADURA GERGELIM

A época de plantio adequada é definida pelo conhecimento do ambiente, e envolve o início da estação chuvosa, no caso de plantios de sequeiro, bem como a sincronia do ciclo da cultivar a ser plantada (COPERBIO, 2011). Nos estados do Nordeste, recomenda-se o plantio após a definição da estação chuvosa, quando ocorrem precipitações de pelo menos 40 mm a 50 mm, que possibilitem o preparo do solo e o estabelecimento inicial das plântulas. Nas demais regiões do Brasil, especialmente Centro-Oeste e Sudeste, onde o período chuvoso é bem definido, o gergelim pode ser usado como primeira ou segunda cultura, conforme o interesse do produtor (QUEIROGA e SILVA, 2008).

Segundo Beltrão et al. (2010) estudando época de plantio no consórcio mamona e gergelim, concluiu que a época de plantio é um fator que deve-se levar em consideração. Em sistemas consorciados deve-se efetuar o plantio do gergelim entre 15 a 20 dias após o semeio da mamona. Por sua vez, Lima et al. (2008) estudando a época relativa de plantio e adubação introdução do gergelim consorciado com algodão verificou que na época relativa em que o algodão foi plantado - 15 dias antes do gergelim, houve a menor relação de competição entre as espécies, enquanto na época relativa onde o algodão foi plantado 15 dias depois verificou-se maior relação de competição, ou seja, o gergelim foi mais agressivo no sistema em que foi plantado 15 dias antes do algodão. De acordo com Abreu et al. (2011) o gergelim pode ser cultivado após o cultivo da soja, aproveitando os resíduos de adubos e matéria orgânica do cultivo anterior. Enfim a época de plantio do gergelim no sistema consorciado vai depender da cultura que está em consórcio. De acordo com Beltrão et al. (1994) a época para plantio deve ser em função dos ciclos e duração dos períodos chuvosos, para que a cultura receba a maior precipitação pluviométrica na floração, período esse que

consome quase metade do total de água requerido dependendo da cultivar e do ambiente, bem como do tipo de solo (BELTRÃO et al., 1994).

TIPOS DE PLANTIO

O plantio do gergelim pode ser manual, a tração animal ou tratorizada ou mecânica, porém o método adotado vai depender do tamanho da área de cultivo, do nível tecnológico da lavoura, bem como das condições econômicas do produtor (SILVA et al., 2007).

O plantio manual consiste na abertura de sulcos entre 2 a 3 cm de profundidade, com auxílio de enxada ou enxadao (Figura 2). No sulcamento também pode ser utilizado o cultivador a tração animal, dotado de enxadas tipo picão nas laterais ou adaptado a uma barra sulcadora, com 3 picões. Por sua vez, quando o terreno apresentar declividade, o sulcamento deve acompanhar as niveladas básicas, enquanto a distribuição da semente é feita a mão, em torno de 40 a 70 sementes.m⁻¹ (SILVA et al., 2007).

No plantio mecanizado, podem ser usadas máquinas de plantio destinadas a sementes pequenas, como a de cenoura, ou pode-se adaptar o disco cego que normalmente vem com as máquinas, fazendo-se 8 furos de 3/16 de polegadas e calibrando-se a saída para 4 a 8 sementes (ARRIEL, 2007). De acordo com (QUEIROGA et al., 2008, 2009), no Brasil pode ser utilizado as seguintes tecnologias de plantio. O sistema manual é realizado por meio de uma lata com furo no fundo e se utiliza o pé para cobrir as sementes com terra. Quando a semeadura é realizada à mão em covas ou sulcos, há maior desperdício de sementes (Figura 3).



Figura 2. Abertura dos sulcos para semeio do gergelim.



Figura 3. Sulcos abertos para semeio do gergelim.

Com a plantadeira mecânica manual o sistema de distribuição das sementes é do tipo cilindro perfurado, feito de tubo de PVC com diâmetro de 100 mm, colocado sobre um chassi de cano de ferro dotado de uma roda de bicicleta, na parte dianteira, de duas rodas pequenas como sulcador, tendo logo atrás, dois cilindros de descarga de sementes e, no final, duas correntes como cobridor de sementes. Para melhor desempenho da semeadora, o solo deve estar bem preparado, isento de torrões, de pedras e de restos de vegetação. De acordo com Oliveira et al. (2007) esta é uma técnica que usa adubadora simples, é utilizada para plantio em sulcos, onde gastam-se, em média, 2 kg de sementes por hectare (Figura 4).



Figura 4. Sistema de semeadura de gergelim.

Plantadeira manual em plantio escalonado consiste em dividir essa área total em lotes com piquetes, sendo que cada parcela de 1 ha seria plantada em dias diferentes da semana, este sistema de cultivo escalonado pode ser

considerado o mais viável para o pequeno produtor, principalmente quando o mesmo está desejando ampliar sua área de produção.

Plantadeira mecânica é realizada através de uma adaptação na plantadeira, esta adaptação foi realizada pela EMBRAPA Algodão, e tal técnica não necessita de desbaste após o plantio. Onde se utilizam os discos recomendados pelo fabricante para sementes deslindadas de algodão sem a operação de desbaste. Além disso, pode-se mandar confeccionar um novo conjunto de discos com orifícios menores.

Além dos tipos de sistemas citados pode também ser adotado o sistema de plantio direto, segundo o IAC (2005), este sistema é considerado a mais adequada das tecnologias indicadas para produção agrícola no Brasil e nos países tropicais, uma vez que se baseia em três princípios básicos como o não revolvimento, a cobertura permanente (morta ou viva), assim como o uso de rotação de culturas. O sistema de plantio direto apresenta as seguintes vantagens: aumenta a produtividade das lavouras, conseqüentemente ocasionando mais lucros ao produtor; diminuiu o uso de mão-de-obra, o custo com preparo de solo, insumos, bem como economiza maquinário; possibilita um maior período para plantio, dando agilidade ao agricultor; proporciona uma maior conservação dos solos, aumentando o teor de matéria orgânica, conseqüentemente auxiliando no aumento da fertilidade dos solos (na área de trabalho).

Vittoi (2000) destaca que o plantio direto é uma estratégia para conviver com plantas espontâneas, um desafio para conservar os recursos do solo, uma forma de promover a diversidade de organismos presentes no solo, proporcionando economia de água e energia.

O plantio direto é um sistema que pode ser adotado para a cultura do gergelim, porém recomenda-se utilizar solos franco arenosos e um alto grau de cobertura do solo proveniente de cultivo anterior. Podem-se utilizar as seguintes culturas no consórcio com gergelim: sorgo, milho ou leguminosa. E assim permitam o cultivo de gergelim sem que ocorra a remoção do solo, além disso, é recomendado o uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas (ARRIEL et al., 2009).

ESPAÇAMENTO DE PLANTIO

As informações disponíveis sobre o espaçamento e a densidade de plantio do gergelim, são bastante variáveis devida, provavelmente, aos aspectos morfológicos e fenológicos distintos entre suas cultivares.

Na Venezuela, Mazzani e Cobo (1956) estudando diversos espaçamentos e densidades de plantio, verificaram que tais fatores tinham pouco efeito no

rendimento de sementes, com o uso de cultivares ramificada. Nos Estados Unidos da América do Norte, Estado da Califórnia, com o uso de uma cultivar ramificada, Delgado e Yemanos (1975) verificaram que os maiores rendimentos foram obtidos com uma densidade de uma planta a cada 0,075 m centímetros na fileira, com fileiras espaçadas de 0,60 m entre si.

No Nordeste Brasileiro, ainda não se dispõe de informações definitivas sobre espaçamento e densidade de plantio para os tipos de solo predominantes. Entretanto, recomenda-se o uso de espaçamentos de 0,80 a 1,00 m entre fileiras com 0,20 m entre covas, deixando-se 2-3 plantas.cova⁻¹ após o desbaste definitivo (EMBRAPA, 1996). Nas regiões semiáridas recomenda-se usar, em regime de sequeiro, populações entre 50.000 a 150.000 plantas.ha⁻¹, com o espaçamento variando entre 0,6 m a 1,0 m e com cinco a dez plantas por metro de fileira. Todavia este espaçamento dependerá das condições climáticas predominantes. Uma vez que em grande parte da região semiárida o índice pluviométrico é baixo, isto faz com que as plantas necessitem aproveitar o máximo de água disponível no solo e com uma alta população de plantas.ha⁻¹, aumentará a competição por água. Devido a predominância de escassez de água recomenda-se para a região nordeste cultivares de hábito de crescimento ramificado e de ciclo médio a longo, o espaçamento de 1 m entre as fileiras e 5 a 7 plantas.m⁻¹ de fileira. Para cultivares precoce e não ramificadas, recomendam-se espaçamentos de 0,6 a 0,7 m entre fileiras, com 7 a 10 plantas.m⁻¹ de fileira (BELTRÃO e VIEIRA, 2001). Para as condições do Nordeste brasileiro, a recomendação para as cultivares de pequeno porte e o espaçamento de 0,40 m a 0,60 m entre fileiras, com uma densidade de 0,05 a 0,15 m entre plantas dentro da fileira (PRATA, 1969).

Beltrão et al. (1989) em estudos com diferentes cultivares de gergelim, que constataram que a configuração de plantio (1,0 m x 0,5 m com 2 planta.cova⁻¹; 1,0 m x 0,2 m com 2 planta.cova⁻¹; 0,5 m x 0,5 m com 1 planta.cova⁻¹; 0,5 x 0,2 m 1 planta.cova⁻¹) não alterou a altura das plantas em nenhum dos anos testados, seja na floração ou no final do ciclo. Comportamento semelhante foi observado por Barreto et al. (2000), trabalhando com diferentes espaçamentos entre plantas (0,10 m; 0,20 m; 0,30 m e 0,40 m) e com espaçamento de 0,90 m entre as fileiras, observaram que as variáveis altura de plantas, peso de mil sementes e produtividade não diferiram estatisticamente, ou seja, os diferentes espaçamentos testados não influenciaram significativamente estas variáveis.

Pereira et al.(2010) trabalhando com a linhagem de gergelim LSGI-5 de hábito de crescimento pouco ramificado em Barbalha-CE, obteve um rendimento de 2.929,34 kg.ha⁻¹ utilizando o espaçamento de 0,50 m x 0,05 m entre plantas. As cultivares de pequeno porte devem ser semeadas com distância de 0,05 m a 0,15 m entre plantas, de acordo com a fertilidade do

solo. Em função do seu hábito de ramificação e grande diversidade entre as cultivares, recomenda-se a distância de 0,40 m a 0,90 m entre fileiras para o plantio manual, e de 0,60 m para o plantio mecanizado, dependendo do solo e da cultivar. Foi verificado, na Venezuela, que em cultivares não ramificadas, as maiores densidades de semeadura forneceram as maiores produtividades, fato que também foi constatado no Nordeste brasileiro, com a cultivar IAC Ouro, que foi mais produtiva no espaçamento de 0,5 m e população de 100 mil plantas.ha⁻¹ (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

Peixoto (1972) verificou que os melhores rendimentos nas cultivares ramificada, foram obtidos no espaçamento de 0,90 m a 1,0 m entre linhas e a densidade de uma planta, na linha, a cada 0,30 m. Em relação aos cultivares não ramificados, os melhores rendimentos foram auferidos no espaçamento de 0,60 m a 0,70 m entre linhas e na densidade de uma planta na linha a cada 0,10 m. Por sua vez, Gowda e Krishnamurthy (1977) observaram que o espaçamento de 0,30 m x 0,10 m proporcionou rendimento de 823 kg.ha⁻¹ e o espaçamento de 0,30 m x 0,20 m produziu 739 kg.ha⁻¹ de sementes.

DENSIDADE DE PLANTIO

A quantidade de sementes por hectare varia entre de 1,5 kg a 3,5 kg, de acordo com o espaçamento e da densidade de plantio (ARIEL et al., 2006). A população de plantas é um dos principais componentes da produção do gergelim, ao lado do número de frutos/planta e de sementes.fruto⁻¹ e do peso de 1.000 sementes. Em função do seu hábito de ramificação e grande diversidade entre as cultivares, recomenda-se a distância de 0,40 a 0,90 m entre fileiras para o plantio manual, e de 0,60 m para o plantio mecanizado, dependendo do solo e da cultivar (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

Por apresentar semente muito pequena e leve, normalmente, se gasta mais semente que o necessário. Para que a população de plantas satisfaça as recomendações de espaçamento e densidade de plantio, que gira em torno de 100 mil plantas.ha⁻¹ é necessário fazer o raleamento ou desbaste, deixando as plantas mais vigorosas e retirando as excedentes (ARRIEL et al., 2006). Ricci et al. (1999) trabalhando com três densidades de plantio obtiveram os seguintes resultados: As produções por hectare obtidas nas densidades de 20 (619,09kg.ha⁻¹) e 15 plantas.m⁻¹ (600,34kg.ha⁻¹) foram estatisticamente iguais entre si, a de 10 plantas.m⁻¹ (508,92kg.ha⁻¹) foi estatisticamente igual a de 15 plantas.m⁻¹, a densidade de 20 plantas.m⁻¹ foi significativamente superior a de 10 plantas.m⁻¹. Com o aumento da densidade de plantas observou-se um aumento na produção. Comportamentos similares foram obtidos por El Nadi e Lazim (1974), onde as maiores densidades populacionais apresentaram as maiores produções.

Para se obter altos rendimentos se utilizam elevadas densidades de plantio. Nas variedades não ramificadas utilizam as populações entre 250.000-350.000 plantas.ha⁻¹ (entre fileiras 0,3 a 0,40 m e entre plantas 0,075 cm). Já nas variedades ramificadas, a população poderá ficar entre 150.000-200.000 plantas.ha⁻¹ entre fileiras 0,50 a 0,60 m e entre plantas 0,10 a 0,15 m (MAZZANI, 1999).

Desbaste

Para que as plantas satisfaçam as recomendações referentes ao espaçamento e a densidade populacional de plantio, faz necessário que o produtor realize o raleamento ou desbaste do campo (BELTRÃO et al., 1994). De acordo com EMBRAPA (2000) tanto na semeadura manual, como na utilização de máquina simples, onde a precisão do fluxo de sementes é baixa, é necessário fazer o raleamento ou desbaste para deixar a população de plantas na faixa recomendada, assim deve-se fazer um pré-desbaste que deve ser feito quando as plantas tiverem quatro folhas e deixa-se de quatro a cinco por unidade de espaçamento e o segundo, quando as plantas estiverem com 12,0 a 15,0 cm de altura.



Figura 5. Sistema de semeadura simples de gergelim.

Beltrão et al. (2001), destaca que o plantio mecanizado, um manejo adequado do solo, o uso de sementes com elevado grau de pureza e germinação, bem como o de tecnologia no manejo cultural, como o uso de plantadeiras eletrônicas, pode-se evitar a prática do desbaste, reduzindo conseqüentemente o custo de produção, devido ao uso adequado de sementes.

ROTAÇÃO DE CULTURA

A rotação de culturas é uma técnica que consiste em alternar espécies vegetais, no correr do tempo, numa mesma área agrícola. Um bom planejamento da rotação ocasionará uma máxima eficiência produtiva, assim alguns aspectos devem ser considerados como espécies escolhidas, uma vez que deve procurar espécies com propósitos comerciais, bem como que promovam a manutenção e/ou recuperação do meio-ambiente (EMBRAPA, 2004).

De acordo EMBRAPA (2003) a rotação de cultura promove grandes benefícios dentre eles:

- Produção diversificada de alimentos;
- Melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, quando utilizada de maneira adequada;
- Auxilia no controle de plantas daninhas;
- Protege o solo da ação dos agentes climáticos.

Beltrão et al. (1994) ressalta que o gergelim pode ser utilizado na rotação de cultura uma vez que promove a redução de pragas, tanto as do gergelim como das demais culturas que entram no sistema de rotação. O mesmo afirma Queiroga et al. (2008) é necessário que o produtor esteja sempre atento, fazendo anualmente a rotação da área do gergelim com outras culturas, pois promoverá o menor custo de produção e ausência de pragas na lavoura.

De acordo com Beltrão et al. (2001) em regiões que possibilitam a segunda safra, conhecida como safrinha pode-se optar por gergelim após a soja e o algodão herbáceo, bem como a rotação de feijão-gergelim, milho gergelim e milho ou mamona-amendoim-gergelim.

Calegari e Taimo (2006) salientou a importância do gergelim para a região de Moçambique, bem como afirmou que é usado, cultivado o consórcio do gergelim consorciado com milho ou mapira ou isoladamente na região, por sua vez, o gergelim pode ser consorciado com outras culturas como mucuna, feijão-manteiga, *crotalaria spectabilis*, *crotalaria breviflora*, *crotalaria nativa* ou mesmo feijão bóer anão em plantio direto sobre os restolhos do milho. Entretanto Queiroga et al. (2011) aconselha realizar a rotação do gergelim com as culturas de milho e sorgo, porém deve-se evitar usar a cultura do feijão em rotação por ser hospedeira das mesmas doenças do gergelim.

CONSÓRCIO DE GERGELIM

O sistema consorciado consiste no cultivo simultâneo de diferentes espécies em uma mesma gleba de terra (BELTRÃO et al., 2006). A região Nordeste do Brasil caracteriza-se por um ecossistema com reconhecidas limitações edafoclimáticas que afetam a produtividade da maioria das espécies cultivadas. A convivência dos agricultores com este ambiente em bases sustentáveis requer a promoção de inovações tecnológicas com potencial para incrementar a produção de grãos de culturas importantes para a melhoria da renda dos produtores rurais, principalmente daqueles que têm como base a exploração agrícola familiar (SOARES et al., 2010). Desta forma o sistema de cultivo consorciado surge como alternativa para o incremento da renda do pequeno agricultor.

Segundo Pinto et al. (2011) consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa área agrícola, onde as culturas encontram-se em uma mesma dimensão espacial e temporal. No sistema consorciado de culturas, cultiva-se mais espécies com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, não é necessário que a mesmas tenham sido semeadas ao mesmo tempo, porém são exploradas na mesma área e num mesmo período de tempo (REZENDE e GUSTAVO, 2002). Ou mesmo é considerado um sistema que retrata um sistema intermediário entre a monocultura e as condições de vegetação natural, onde duas ou mais espécies numa mesma área por um determinado período de tempo, compartilham o mesmo ambiente, todavia o sucesso de um sistema de cultivo consorciado está na determinação das culturas a serem utilizadas (REZENDE et al., 2006). Segundo Beltrão et al. (2006) os consórcios variam de acordo com o arranjo espacial das culturas no campo, desta forma temos os seguintes tipos de consórcio:

Cultivos mistos: aqui as culturas são organizadas em fileiras distintas;

Cultivos em faixa: as culturas são plantadas em faixas suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada cultura, porém são faixas bastante estreitas para possibilitar a interação entre elas;

Cultivos de substituição: uma cultura é plantada depois que a anterior alcançou a fase reprodutiva do crescimento, porém ainda não atingiu o ponto de colheita.

O sistema de consórcio apresenta algumas vantagens e desvantagens. Assim dentre as vantagens do sistema consorciado podemos destacar o melhor uso do solo, da água, bem como da área cultivada; redução de problemas com pragas, doenças e plantas daninhas; muitas vezes ocasionam aumentos no rendimento produtivo devido aos benefícios mútuos entre as culturas (KOLMANS e VÁSQUEZ, 1999). Vale salientar, o

melhor aproveitamento da luz solar e o aumento da diversificação da renda do produtor (MUELLER, 1996). O consórcio, em função das vantagens proporcionadas aos produtores, pode constituir-se numa tecnologia bastante aplicável e acessível, possibilitando maiores rendimentos, pelo efeito sinérgico ou compensatório de uma cultura sobre a outra (REZENDE et al., 2006).

Porém o sistema pode ocasionar algumas desvantagens, dentre elas temos restrição no uso de técnicas agrícolas mais eficientes e capazes de conduzir altos rendimentos ou culturais, uma vez que à medida que o nível tecnológico da agricultura evolui, as culturas consorciadas tornam-se crescentemente mais difíceis de serem manejadas, principalmente quando a mecanização é introduzida. Outro aspecto negativo do sistema é que o processo impede a utilização da consorciação em maior grau (BELTRÃO, 2006). O consórcio, em especial de oleaginosas com espécies alimentícias, é uma prática generalizada em regiões tropicais e visa incrementar as alternativas produtivas e a flexibilidade econômica dos sistemas familiares, reduzindo os riscos de perda da safra por falta ou excesso de chuvas, ataque de pragas, oscilações do preço do produto no mercado ou outros fatores adversos (LIMA et al., 2008; VIEIRA, 1984).

Alguns aspectos determinam a utilização deste sistema como redução dos riscos de perdas, maior retorno econômico, assim como maior aproveitamento da área da propriedade. Todavia o bom rendimento desse sistema requer níveis adequados de luz, água, gás carbônico, oxigênio e temperatura, por sua vez, deve-se considerar que as plantas no consórcio competem por um ou mais desses fatores, ocasionando em rendimentos sempre menores que os obtidos nos monocultivos (PORTES, 1996).

Beltrão et al. (2010) estudando a época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim, constatou, que a época relativa de plantio é um fator que deve ser levado em consideração, quando se praticar o consórcio, onde deve-se efetuar o plantio do gergelim entre 15 a 20 dias após semente da mamona, ou até antes, caso o ambiente seja mais favorável para a leguminosa. De acordo com Beltrão et al. (2006) a mamona é cultivada no Nordeste predominantemente em sistema de consórcio, principalmente com o feijão vigna, o feijão *Phaseolus*, gergelim, amendoim e o milho. Por sua vez, Lima et al. (2008) avaliando as épocas relativas de plantio do algodoeiro consorciado com gergelim, constatou que o uso eficiente da terra foi maior quando o algodão e gergelim foram plantados no mesmo dia, porém o menor índice foi obtido com o algodão plantado 15 dias antes do gergelim. Além disso, o autor verificou que o gergelim foi mais agressivo no sistema em que foram plantados 15 dias antes do algodão.

LITERATURA CITADA

ABREU, C.L.M.; ARRIEL, N.H.C. 2011. Diretrizes técnicas para o cultivo do gergelim no estado de Mato Grosso. Disponível em:<<http://www.gestaoct.org.br/documentos/manualgergelim.pdf>>, acesso: 28 de setembro de 2011.

ARRIEL, N.H.C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E.; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A cultura do gergelim**. EMBRAPA, Brasília. Informação Tecnológica, 2007. 72p. (Coleção Plantar, 50).

ARRIEL, N.H.C.; DANTAS, E.S.B. **Avaliação de Cultivares de Gergelim no Seridó Paraibano – 2000**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2000. 4p. (Comunicado Técnico, 127).

ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M.; FIRMINO, P.T. **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. EMBRAPA, Brasília, 2009. 209p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

BARRETO, R.S.; SOUZA, L.C.; LEAL, F.R.R. Comportamento do gergelim *Sesamum Indicum* L. Cultivar CNPA G3, em diferentes espaçamentos entre plantas. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.4, n.2, p.87-91, 2000.

BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L.S.; MARQUES, L.F.; CARDOSO, G.D.; MARACAJA P.B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v.5, p.67-73, n.5, 2010.

BELTRÃO, N.E.M.; NÓBREGA, L.B.; SOUZA, R.P.; SOUZA, J.E.G. **Efeitos da adubação, configuração de plantio e cultivares na cultura do gergelim no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1989. 23 p. (Boletim de Pesquisa, 21).

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

BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L.S.; ARAÚJO FILHO, J.O.T.; COSTA, S.G. **Consórcio mamona + amendoim: opção para a agricultura familiar**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2006. 10p. (**Circular Técnico, 104**).

BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L.S.; MARQUES, L.F.; CARDOSO, G.D.; MARACAJA, P.B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.5, p.67-73, 2010.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelim cultura no Trópico Semi-árido Nordestino**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 1994. 52p.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, L.C.; QUEIROGA, V.P.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, p.109-132, 2001.

CALEGARI, A.; TAIMO, J.P.C. Guia prático de agricultura de conservação. In: **Guia prático de agricultura de conservação**. Moçambique, África: Cooperação Austríaca, Ministério da Agricultura, Sofala, 2006, 106p.

COPERBIO. 2011. Cooperativa Mista de Produção, Industrialização e Comercialização de Biocombustíveis do Brasil Ltda. **Cultura do gergelim**. Disponível em:<<http://www.cooperbio.com.br/materias/Gergelim.pdf>>, acesso em: 23 de setembro de 2011.

DELGADO, M.; YERMANOS, D.M. Yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) under different population densities. **Economic Botany**, n.29. p.69-78, 1975.

EL NADI, A.H.; LAZIM, M.H. Growth and yield of irrigated sesame II. Effects of population and variety on reproductive growth and seed yield. **Expl. Agriculture**, London, v.10, p.71-76, 1974.

EMBRAPA-CNPA. 2003. **Cultivo do Algodão Irrigado**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/Igodaolrigado/>>, acesso: 29 de setembro de 2011.

EMBRAPA-CNPA. 2006. **Cultura do gergelim**. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Gergelim/CultivodoGergelim/importancia.html>>, Acesso: 28 de setembro de 2011.

EMBRAPA-CNPA. **CNPA G3**: Cultivar de gergelim resistente à Mancha Angular, Campina Grande, 1996. Folder.

EMBRAPA-CNPA. **Gergelim** - Recomendações Técnicas. Campina grande. 2000. Folder.

EMPRAPA-CNPA. 2004. Disponível em:<<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/rotacao.html>>, acesso: 23 de setembro de 2011.

FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; LOPES, A. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, n.25, p.458-464, 2005.

GATTO, A.; NAIRAM, F.B.; NOVAIS, R.F.; COSTA, L.V.; NEVES, J.C.L. Efeito do métodos de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.635-646, 2003.

GOWDA, K.T.K; KRISHNAMURTHY, K. In: Response os sesamum varieties to spacings and fertilizer levels. **Mysore Journaul of Agricultural Sciences**, v.11, p.351-355, 1977.

KOLMANS, E.; VÁSQUEZ, D. **Manual de agricultura ecológica: una introduccion a los principios básicos y suaplicacion**, Habana, Cuba: Actaf, 1999. 150p.

LIMA, F.S.; BELTRÃO, N.E.M.; OLIVEIRA, F.A.; PEREIRA, W.E.; SOUSA, C.S.

Épocas relativas de plantio e adubação nitrogenada: índices agroeconômicos do algodoeiro consorciado com gergelim. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v.39, n.4, p.555-561, 2008.

MACEDO, J.R.; CAPECHE, C.L.; MELO, A.S. **Recomendação de manejo e conservação de solo e água**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 45p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 20).

MAZZANI, B. **Investigación y Tecnología de Cultivo del Ajonjolí em Venezuela**. Edición del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT). Caracas, 1999. 115 p.

MAZZANI, B.; COBO, M. Effects de diferentes distancias de siembra sobre algunas caracteres de variedades ramificadas de ajonjolí. **Agronomia Tropical**, Maracay, v.8, p.3-14, 1956.

MUELLER, S. **Produtividade e rentabilidade dos consórcios alho-cenoura e alho-beterraba submetidos a distintos sistemas de controle das plantas daninhas**. Jaboticabal, 1996. 196f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Estadual Paulista, 1996.

OLIVEIRA, R.C.; CASTIGLIONI, S.A.C.; HAAS, K.S.; OLIVEIRA, A.J. **Recomendação técnica e cultivo da cultura do gergelim, no sistema safrinha, fazenda Palmeirinha município de Campinaçu (GO)**. UPIS, Planaltina. 61p. 2007. (Boletim Técnico).

PEIXOTO, A.R. Gergelim ou sésamo. In:_____. **Plantas oleaginosas herbáceas**. São Paulo, Nobel, 1972. p.63-71.

PEREIRA, J.R.; SILVA, C.A.; VASCONCELOS, R.A.; ARAUJO, W.P.; LIMA, F.V.; ARRIEL, N.H.C.; ARAUJO, G.P.; CARVALHO JÚNIOR, G.S. Configurações de plantio para o gergelim irrigado de alta tecnologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA e 4., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...**, 2010. p.1242-124.

PINTO, C.M.; SIZENANDO FILHO, F.A.; CYSNE, J.R.B.; PITOMBEIRA, J.B. Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.6, n.2, p.75-85, 2011.

PORTES, T.A. **Produção de feijão nos sistemas consorciados**. EMBRAPA-CNPAC, Campina Grande. 1996. 50p. (Documentos, 71).

PRATA, F.C. Gergelim. In:_____. Principais culturas do Nordeste. Fortaleza, CE. Imprensa Universitária do Ceará, p.153-62, 1969.

QUEIROGA, V.P.; FIRMINO, P.T.; GONDIM, T.M.S.; SILVA, A.C.; VALE, D.G.; QUEIROGA, D.A.N.; GEREON, H.G.M. Soluções tecnológicas em prol da coletividade para sustentabilidade da cadeia produtiva do gergelim

orgânico da agricultura familiar piauiense. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.97-111, 2011.

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; QUEIROGA, D.A.N. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.3, n.2, p.106-121, 2009.

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. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008. 127p.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008. 142p.

REZENDE, B.L.A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; FELTRIM, A.L.; COSTA, C.C.; BARBOSA, J.C. 2006. Viabilidade da consorciação de pimentão com repolho, rúcula, alface e rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n.24, p.36-41, 2006.

REZENDE, B.L.A.; GUSTAVO, H.D.C. Produtividades das culturas de tomate e alface em função da época de estabelecimento do consórcio, em relação a seus monocultivos, no cultivo de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., **Resumos...**, Uberlândia. v.20, n.2, 2002.

RICCI, A.B.; GROTH, D.; LAGO, A.A.; Densidade de Plantas, Secagem e Produção de Sementes de Gergelim cv. IAC- China. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21 n.1, p.82-86, 1999.

SILVA, O.R.R.F.; CARVALHO, V.S.O.S.; BELTRÃO, N.E.M.; CARVALHO, W.V.; MEDEIROS, J.C.; LIMA NETO, G.R.; MAGNUM, F. **Pequenos Equipamentos para a Semeadura do Gergelim**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2007. 4p. (Circular técnico, 114).

SOARES, CLÁUDIO S.; COSTA, F.E.; ALMEIDA, A.E.S.; MAGALHÃES, I.D.; SILVA, S.D.; ALVES, G.M.R. Consórcio mamona-gergelim nas condições do semiárido paraibano. **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., Anais...** João Pessoa, 2010. p.1248-1254.

VIEIRA, C. **O Feijão em cultivos consorciados**. Viçosa, UFV, Imp. Univ., 1984, 134p.

VITOI, V. Plantio direto em hortaliças. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, v.1, n.5, 2000.19p.

ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL

Francisco Abrantes ESTRELA
Ovídio Paulo Rodrigues da SILVA
Luiz Leonardo FERREIRA
Napoleão Esberard de Macedo BELTRÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das plantas oleaginosas mais antigas e usadas pela humanidade, sendo a nona oleaginosa mais cultivada no mundo. O cultivo do gergelim apresenta grande potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional como no internacional. O gergelim passou a ser cultivado comercialmente no Nordeste do Brasil a partir da década de 80, principalmente como uma alternativa para redução da produção do algodão (MESQUITA, 2010).

De acordo com Mesquita (2010) o recente incentivo do governo Federal, em utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, através de sua adição ao óleo diesel comercializado, as oleaginosas surgem como fonte de energia renovável com a finalidade de suprir às necessidades de preservação do meio ambiente. E, dentre estas culturas, o gergelim pode vir a ser uma alternativa para a produção de bicombustíveis, uma vez que a cultura é uma alternativa para o sistema produtivo, podendo competir com outras oleaginosas, principalmente devido ao fato de suas sementes conterem cerca de 50% de óleo de excelente qualidade. O Brasil caracteriza-se como pequeno produtor de gergelim, com 15 mil toneladas produzidas numa área de 24 mil hectares e rendimento médio em torno de 625 kg.ha⁻¹, porém o seu potencial produtivo pode chegar a 1.500 kg.ha⁻¹ (OLIVEIRA, 2005). A produção nacional concentra-se basicamente em Goiás, São Paulo, Mato Grosso, Triângulo Mineiro e Nordeste (BARROS et al., 2001).

Para se alcançar objetivos produtivos positivos é necessário pensar num bom manejo da cultura no campo, para que a mesma possa atingir todo o seu potencial. E conhecermos as necessidades de consumo de água e nutrientes é fundamental, uma vez que o correto manejo da água as culturas viabiliza a produção, regularizando e complementando o uso do solo e gera aumento de produtividade. E um bom manejo da adubação

possibilita aumentar a produtividade agrícola e a rentabilidade das lavouras, embora represente um custo significativo para o agricultor e possa também aumentar em muito o risco do investimento, caso o manejo não seja adequado (MESQUITA, 2010).

Várias tecnologias têm sido definidas para o cultivo dessa oleaginosa, como espaçamento e densidade de semeadura, adubação e seleção de cultivares com alto teor de óleo. Em face da excelente perspectiva de exploração econômica, torna-se necessário maior conhecimento de seu comportamento quanto à eficiência da adubação (SILVA et al., 2002).

CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

Os solos brasileiros são ácidos em sua maioria. A acidez, representada basicamente pela presença de dois componentes íons H^+ e Al^{+3} tem origem pela intensa lavagem e lixiviação dos nutrientes do solo, pela retirada dos nutrientes catiônicos pela cultura sem a devida reposição e, também, pela utilização de fertilizantes de caráter ácido (SANTIAGO e ROSSETO, 2007). Segundo Sousa et al. (2007), a acidez condiciona o estado geral do solo como base de crescimento para plantas, em decorrência das relações de causa e efeito com outras propriedades químicas, físicas e biológicas. Essas propriedades relacionam-se com gênese, mineralogia e fertilidade do solo e têm, em última análise, implicações no seu manejo.

A calagem é uma prática agrícola com seus benefícios bem estabelecidos, entre eles, a correção da acidez do solo, neutralização do alumínio tóxico e do manganês, aumento na disponibilidade de cálcio, fósforo e magnésio, a melhoria da estrutura do solo e a atividade microbiana. A elevação do pH melhora a capacidade do solo em adsorver alguns nutrientes, reduzindo assim suas perdas por lixiviação. Dentre esses nutrientes está o potássio, nutriente que possui potencial de perdas por lixiviação em condições de alta acidez do solo (ROSSETTO et al., 2004). O cálcio estimula o crescimento das raízes e, portanto, com a calagem ocorre o aumento do sistema radicular e uma maior exploração da água e dos nutrientes do solo, auxiliando a planta na tolerância à seca (SANTIAGO e RESSETO, 2007).

De acordo com Santiago e Rosseto (2007) calagem em excesso ou mal aplicada pode ter efeito negativo na disponibilidade de micronutrientes. Por todos os efeitos, a calagem é a prática mais econômica que garante aumentos na produtividade. Para que haja boa incorporação e homogeneização com o solo, a calagem deve ser feita no preparo do solo.

De acordo com Sousa et al. (2007) o avanço da agricultura no Brasil

tem-se dado, principalmente, em direção às áreas de Cerrado, cujos solos têm boas propriedades físicas e topografia favorável à mecanização. Entretanto, apresentam propriedades químicas inadequadas, como elevada acidez, altos teores de Al trocável e deficiência generalizada de nutrientes, principalmente de P, Ca e Mg. Solos dessa natureza, corrigidos quimicamente, apresentam grande potencial para uma agricultura com alta produtividade. Segundo o mesmo autor nessas condições, a calagem é fundamental para ganho de produtividade, pelas melhorias efetuadas no ambiente de crescimento radicular. Apesar do conhecimento dos benefícios dessa prática, a subutilização da calagem é, ainda, um dos principais fatores que determinam a baixa produtividade de muitas culturas no Brasil.

Com efeito, indireto do pH está atividade de H^+ , alterando a solubilidade dos demais nutrientes solo principalmente nitrogênio, fósforo e também os micronutrientes (SOUSA et al., 2007). De acordo com o mesmo, para fins práticos, considera-se na literatura internacional, que a faixa de pH entre 6,0 e 6,5 é a mais adequada para a maioria das culturas. Entretanto, no Brasil, em geral, considera-se que a faixa ideal para a maioria das culturas está entre 5,7 e 6,0 (Figura 1).

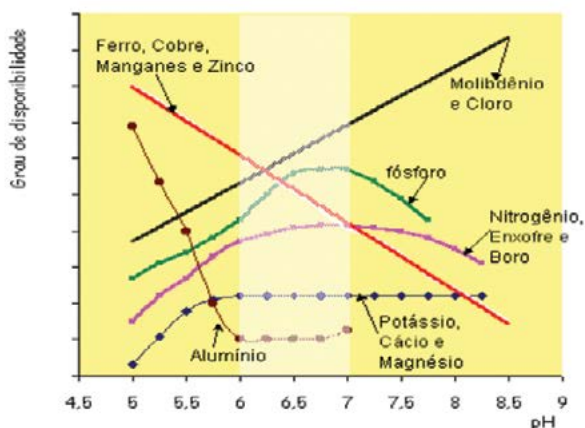


Figura 1. Faixa ideal de pH para a maioria das culturas.

O conhecimento da relação entre a acidez do solo e o crescimento e desenvolvimento das plantas é, portanto, fundamental para o estabelecimento de práticas de correção do solo, que visem à maior eficiência dos sistemas agrícolas de produção e ao uso eficiente dos recursos naturais (SOUSA et al., 2007).

CÁLCULO DE CALAGEM

Um dos métodos utilizados para quantificar a necessidade de calagem e a de saturação de base, por este método, deve-se calcular a necessidade de calcário (NC) por hectare, pela fórmula $NC \text{ (t/ha)} = [CTC (V2-V1)/100] \times f$, sendo que CTC é a capacidade de trocas de cátions, obtidas pela soma de bases (S) acrescida do $H^+ + Al^{3+}$ obtidas pela leitura do pH SMP, V2 é a saturação de bases desejada, S V1 é a saturação de bases atual do solo, obtida por $S \times 100 / CTC$, S é a soma de bases Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , f é o fator de correção do calcário comercial que é igual a $100/PRNT$ (IPA, 2008).

O PRNT depende de duas características; a granulométrica, ou eficiência relativa (ER) do calcário, e do poder de neutralidade (PN), que depende das quantidades relativas de $CaCO_3$, $MgCO_3$, CaO , MgO e outros constituintes do calcário (IPA, 2008; BELTRÃO et al., 2001). A granulométrica do calcário é definida pelo grau de moagem sendo que quanto mais fino for o calcário mais rápido e eficiente será sua reação no solo. Sendo que a finura do calcário varia de 2 mm a 3 mm. De acordo com Beltrão et al. (2001) o grau de finura maior que 2 mm a eficiência é zero. O ideal é que o calcário tenha um PRNT variando de 80% a 90%. Se a dosagem requerida for, por exemplo, 2 t.ha^{-1} e o PRNT for de 50%, significa que o produtor deve usar 4 t.ha^{-1} para fazer a correção devidamente.

Para os solos do cerrado e outros que apresentam consideráveis quantidade de alumínio trocável, pode-se usar o método do Al^{3+} , em que a necessidade de calcário (NC) $t/ha = Al^{3+} \times f \times 2$, quando a soma dos teores Ca^{+2} e Mg^{+2} for igual ou superior a 2, e f é o fator de correção = $100.PRNT^{-1}$. Quando a soma de cálcio e magnésio trocável for inferior a $2 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ a necessidade de calcário é calculada por $NC \text{ (t.ha}^{-1}) = (Al^{3+} \times 2) + \{2 - (Ca^{+2} + Mg^{+2})\} \times f$ sendo o Al e Ca+Mg expressos em $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ (IPA, 2008; BELTRÃO et al., 2001).

As recomendações de correção de acidez e de adubação devem ser feitas com base em resultados de análise química e física do solo, as quais devem basear-se em amostras retiradas da camada arável, normalmente a mais intensamente alterada seja por arações e gradagem, seja pela adição de corretivos, de fertilizantes e de restos culturais. Os solos devem apresentar reação neutra - pH próximo a 7, não tolerando, a planta, aqueles com pH abaixo de 5,5 ou acima de 8 (BELTRÃO et al., 2001).

MÉTODOS DE APLICAÇÃO DO CALCÁRIO

Se houver necessidade de calagem em áreas onde se pretenda produzir gergelim pela primeira vez, a amostragem do solo tem de ser feita de modo

que possibilite a incorporação do calcário pelo menos dois meses antes da semeadura. Para a correção da acidez do solo deve-se dar preferência ao calcário dolomítico que possui de 25% a 30% de óxido de cálcio (CaO) e mais 12% de óxido de magnésio (MgO). A aplicação pode ser feita manual ou mecânica, com bastante uniformidade na distribuição. Para os solos ácidos, tanto caulíníticos, quanto de cerrado, Oxissolos, recomenda-se o uso de gesso agrícola como complemento da calagem. No caso dos solos ácidos, a mistura de calcário mais o gesso aumentam a velocidade de percolação de bases e a correção da acidez das camadas profundas. Porém, em solos com baixos teores de potássio, não se recomenda o uso de gesso (BELTRÃO et al., 2001).

O calcário deve ser distribuído a lanço, de modo uniforme, e depois é incorporado ao solo por meio de um arado ou grade até a profundidade de 20-30 cm. A aplicação é feita, pelo menos, dois meses antes do plantio. O calcário deve ser aplicado para elevar a saturação de bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de $5 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ (SAVY FILHO, 2008).

ADUBAÇÃO MINERAL

Adubação possivelmente é o assunto mais discutido e controverso desta cultura, com resultados positivos em determinados locais e cultivares, e negativos em outras situações, mostrando a complexidade e a grande dificuldade de se entender as relações solo, planta e atmosfera na desta pedaliácea. Pois a correta adubação das culturas aumenta a produtividade agrícola e a rentabilidade das lavouras, embora represente um custo significativo para o agricultor e possa também aumentar em muito o risco do investimento, caso o manejo não seja o adequado (NOBRE, 2007).

A adubação começa na análise do solo, continua com a correção da acidez e termina quando se aplica o adubo propriamente dito. E ainda, se faz necessário saber como se faz a amostragem do solo, que permitirá estabelecer que elemento ou elementos possa estar faltando, e que quantidades devem ser fornecidas na forma de adubos. Ainda de acordo com estes autores, a adubação deve ocorrer sempre que a necessidade da planta for maior que a quantidade que o solo pode suprir (MALAVOLTA et al., 2002).

De acordo com Arriel et al. (2007) para obter-se maior eficiência na prática da adubação, além das exigências da cultura em nutrientes vários fatores devem ser levados em consideração, a fim de conseguir-se um uso racional dos principais fertilizantes minerais. Dentre tais fatores têm-se o tipo de solo e a solubilidade, a qual determina a maior ou a menor

mobilidade dos nutrientes, e, conseqüentemente, o maior grau de lixiviação, principalmente em solos arenosos.

O gergelim extrai do solo quantidades elevadas de nitrogênio (N), de fósforo (P) e de potássio (K), que variam conforme a produção, o estado nutricional, a variedade utilizada e a parte da planta colhida (BELTRÃO et al., 2001), razão esta de ser uma planta comumente conhecida como esgotante de solo (BELTRÃO et al., 1994).

Trabalhando com a cultura de gergelim, cultivar Jori, em condições de campo, estudando a absorção de macronutrientes Corrêa (1996) constatou que a extração de nutrientes até 98 dias da emergência obedeceu a seguinte ordem: folha (N > Ca > Mg > S > P); caule (K > Ca > N > Mg > S > P) e fruto (N > K > Ca > Mg > S > P), constatou também que os teores de macronutrientes foram sempre maiores nas folhas do que nos caules, exceto para o potássio e que a máxima extração de nutrientes ocorre aos 74 e 86 dias após a emergência das plantas.

A cultura absorve pouco N-P-K até o trigésimo dia após o plantio, a partir daí os requerimentos da planta por esses nutrientes crescem rapidamente, alcançando uma demanda máxima de N aos 74 dias, de P dos 60 aos 90 dias e de K, depois dos 35 dias, crescendo até o final do ciclo (ARRIEL et al., 2007). Em geral a planta precisa de 50 kg.ha⁻¹ de N, de 14 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e de 60 kg.ha⁻¹ de K₂O para produzir 1.000 kg.ha⁻¹ de sementes. Arrancar a cultura implica a saída de quase 97% dos nutrientes extraídos, do solo, pelas plantas. Desse total, os frutos respondem por um percentual que varia de 33% a 60% dos NPK extraído. Isso empobrece o solo. Para garantir a produtividade de plantios posteriores, essas quantidades de nutrientes precisam ser repostas pela adubação (ARRIEL et al., 2007). Quando há deficiência de nutrientes no solo, ou quando as condições do ambiente não são favoráveis, as plantas podem exibir sintomas de deficiência (Tabela 2).

Perin et al. (2010) testando o desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo obteve que a adubação promove aumento no peso seco de hastes e de vagens, no número de vagens e produção de grãos de gergelim, quando cultivado em solo de baixa fertilidade, atingindo máxima produção na dose de 550 kg.ha⁻¹ do adubo 04:14:08 -, e que também o cultivo de gergelim na safrinha, em solo de alta fertilidade, não responde à adubação química nos componentes da produção de matéria seca e rendimento de grãos.

Tabela 2. Sintomas de deficiência de nutrientes em gergelim

Clorose geral com ou sem o murchamento das plantas

Inicialmente, os sintomas aparecem nas folhas mais velhas, associados ao seguinte:

Deficiência de nitrogênio (N): Plantas de cor verde-clara, sem ramificação, de caules delgados e com folhas eretas. As folhas superiores apresentam-se com uma coloração de tom verde pálido.

Em estado avançado dessa deficiência, as folhas inferiores tornam-se amareladas, depois, alaranjadas, e em seguida caem.

Deficiência de fósforo (P): Plantas sem ramificações, de caules finos e de porte baixo. As folhas superiores apresentam coloração verde-forte, as mais velhas ficam opacas e escuras e exibem uma coloração verde-acinzentada. Ocorre necrose nas folhas mais velhas, que, em seguida, caem.

Deficiência de magnésio (Mg): As folhas mais velhas apresentam clorose internervural, a princípio ligeiramente amarelada, e, depois, alaranjada. O verde persiste nas nervuras e nas veias, com padrão característico.

Clorose mosqueada com e sem necrose

Deficiência de potássio (K): Plantas nanicas e com as folhas mais velhas onduladas e encarquilhadas para cima. Inicialmente ocorre uma clorose mosqueada, depois alaranjada e, finalmente, cor de cobre. Não há queda de folhas.

Efeitos localizados nas regiões de crescimento

Deficiência de cálcio (Ca): Morte da gema apical seguida de distorção no ápice e na base das folhas jovens, as quais formam um gancho para baixo (ápice) que, depois, é torcido e enrugado.

Segundo Savy Filho (2008), adubação mineral do gergelim com base na análise de solo deve ser nas quantidades recomendadas na (Tabela 3).

Tabela 3. Recomendação de adubação para a cultura do gergelim

Elemento	Resultado da análise química	Quantidade, N kg.ha ⁻¹	Quantidade, P ₂ O ₅ kg.ha ⁻¹	Quantidade, k ₂ O kg.ha ⁻¹
Nitrogênio		10		
		0-6	80	
	Fósforo, P, resina mg.dm ⁻³	7-15	60	
		16-40	40	
Resultado da análise química		>40	20	
			0-0,7	40
	Resultado da análise química		0,8-1,5	60
				1,5-3
		>3	20	

Fonte:Savy Filho, (2008).

Em virtude de sua maior mobilidade, o nitrogênio e o potássio devem ser aplicados parceladamente. O nitrogênio pode ser aplicado em duas vezes: metade após o desbaste, metade 25 dias depois, e sempre em solo úmido para evitar que evapore, usando-se, de preferência, o sulfato de amônio. O potássio pode ser incorporado ao solo ou com o fósforo, ou em duas vezes (com o nitrogênio), de acordo com a capacidade de lixiviação do solo (ARRIEL et al., 2007).

NITROGÊNIO (N)

Entre os elementos minerais essenciais, o nitrogênio é o que com mais frequência limita o crescimento das culturas, pois este elemento faz parte de numerosos compostos essenciais à planta, sendo a vasta maioria representada pelas proteínas (90% ou mais). Desta forma o suprimento de N dentro de limites promove aumento no crescimento e vigor da planta. (BELOW, 2002).

Na cultura do gergelim, o nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pela planta ficando atrás do potássio. No início do ciclo, até o trigésimo dia não é muito exigido, mas a partir desta data, os requerimentos da planta por este nutriente crescem rapidamente, alcançando a demanda máxima de nitrogênio aos 74 dias após a germinação (ARRIEL et al., 2006).

A carência de N retarda o crescimento da planta e provoca o

amarelecimento das folhas mais velhas. Se a falta do nutriente for prolongada, estes sintomas na planta serão generalizados. Uma deficiência mais severa reduz os folíolos e provoca queda dos botões florais, as nervuras principais apresentam cor púrpura e as folhas um verde-pálido (FRANÇA, 2007). Blanco et al. (2008) verificaram que doses elevadas de nitrogênio potencializam os efeitos da salinidade no solo, reduzindo a tolerância da cultura.

Sousa et al. (2010a) avaliando o nitrogênio e seus efeitos sobre o crescimento inicial do gergelim concluiu que para a altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas em geral, houve efeito positivo do aumento das doses de N.

De acordo com Mesquita (2010) avaliando o manejo da cultura do gergelim submetida a diferentes doses de nitrogênio pelo método convencional e por fertirrigação concluiu que a dose de adubo nitrogenado que maximizou a produção do gergelim foi de 183,76 kg.ha⁻¹ (Figura 2) segundo o mesmo os produtores podem adotar uma adubação maior que a recomendada, com o intuito de obter uma maior produtividade.

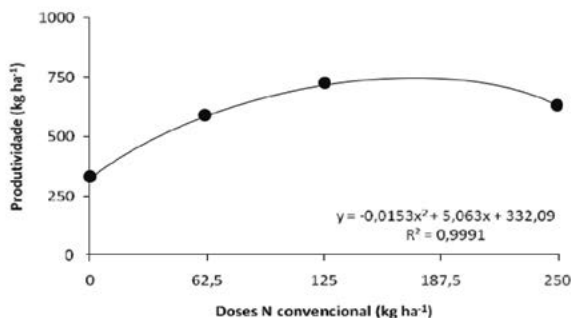


Figura 2. Produtividade do gergelim em função da dose de nitrogênio aplicada pelo método convencional, Fortaleza, Ceará, 2009. Fonte: Mesquita, (2010).

Sousa et al. (2010b) testando doses e modos de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre a produção do gergelim concluiu que a produtividade máxima obtida foi de 1653,3 kg ha⁻¹ referentes à aplicação de 200 kg.ha⁻¹ e ao parcelamento convencional, ou seja, 50% da dose aplicada durante o desbaste e o restante aplicado 30 dias após. De acordo com o autor, com o aumento do número de adubações de cobertura, para se obter alto nível produtivo do gergelim, nas condições edafoclimáticas em que o experimento foi conduzido, há necessidade de se utilizar maior quantidade de adubo nitrogenado.

FÓSFORO (P₂O₅)

No contexto da adubação, destaca-se o fósforo, por tratar-se de um dos nutrientes mais importantes para as plantas, já que todos os processos metabólicos que envolvam gasto de energia, desde a absorção de nutrientes até a formação dos diferentes órgãos, têm participação direta ou indireta desse nutriente (FRANDOLOSO, 2006).

Arriel et al. (2006) recomenda que o fósforo, cuja mobilidade no solo é mínima, deve ser totalmente aplicado por ocasião do plantio do gergelim. Em relação aos principais macronutrientes, se a análise do solo evidenciar um teor de fósforo assimilável menor que 10 mg.dm⁻³ (10 ppm).

POTÁSSIO (K₂O)

O potássio exerce papel fundamental no crescimento, na conformação e na qualidade do fruto. Portanto, é necessário que, no crescimento do fruto, o solo tenha quantidades adequadas e disponíveis para proporcionar um suprimento apropriado para a planta, afirmam (AQUINO et al., 1993).

De acordo com Arriel et al. (2006), na cultura do gergelim, o potássio é o nutriente mais consumido pela cultura em relação ao nitrogênio, pois, de acordo com, o autor, na cultura do gergelim, recomenda-se adubação com cerca de 60 kg.ha⁻¹ de potássio e 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Ainda de acordo com o mesmo autor, as plantas de gergelim absorvem pouco potássio até o trigésimo dia após o plantio, e após o trigésimo quinto dia a demanda da planta por potássio cresce muito, perdurando até o final do ciclo da cultura.

De acordo com Mesquita (2010) Manejando a cultura do gergelim submetida a diferentes doses de potássio aplicadas pelo método convencional, a dose de potássio que maximizou (170,4 kg.ha⁻¹) a produtividade e as outras variáveis analisadas foi próxima à recomendada (Figura3).

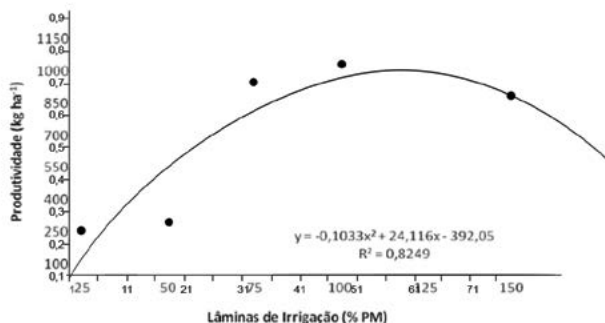


Figura 3. Produtividade do gergelim em função da dose de potássio aplicada pelo método convencional, Fortaleza, Ceará, 2009. Fonte: Mesquita, (2010).

MICRONUTRIENTES

O efeito de micronutrientes sobre a composição química de sementes de gergelim foi estudado por El-salam et al. (1998), cultivar GIZA 32, sendo cada elemento sendo aplicado via adubação foliar aos 40 dias em uma concentração de 0,06%, observaram que os tratamentos com zinco aumentaram significativamente o teor de Mg ($274,0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), K ($487,5 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e zinco ($1,03 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) comparado com o controle ($240,67$; $343,0$ e $0,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), respectivamente. A fração de proteína solúvel em água aumentou significativamente com o tratamento com zinco e decresceu com os tratamentos de Mn e Fe, enquanto que as concentrações de proteínas solúveis em meio alcalino foram significativamente aumentadas para zinco e diminuí para os tratamentos Fe e Mn.

Sindoni et al. (1994) em ensaio para determinar os sintomas de deficiência de boro e produção de matéria seca em gergelim submeteu plantas da cultura aos seguintes tratamentos em solução nutritiva: 0,0 mg de B a partir dos 20 dias da sementeira; 0,25mg aos 20 dias; 0,0 mg de B aos 30 dias; 0,25 de B aos 30 dias; 0,0 mg de B aos 40 dias e 0,25 mg aos 40 dias, mais a testemunha com $0,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de solução durante todo o experimento, sendo que todos receberam $0,5 \text{ mg de B} \cdot \text{L}^{-1}$ até o início da aplicação dos tratamentos; como resultados obtiveram os seguintes efeitos: A matéria seca das plantas de gergelim foi afetada significativamente pela suspensão de boro em qualquer dos estágios de desenvolvimento das plantas. Os frutos foram os órgãos mais afetados pela suspensão total ou parcial de boro. No estágio de vegetativo não se formam cápsulas e no estágio de frutificação a massa seca das cápsulas se reduziu 9,8 vezes com relação à

testemunha, quanto à produção de sementes foi afetada pela deficiência de B sendo que a testemunha produziu 6,58. O suprimento no período de florescimento proporcionou produção de 14,34 g.vaso⁻¹. Os teores de B nas folhas em mg.g⁻¹ variaram de 255 (testemunha) a 13 com 0,25 mg.L⁻¹ de boro aplicado no período de frutificação aos 20 dias.

Lima (2006) avaliou o crescimento e produção de gergelim cv. G3 em função de zinco e boro em solução nutritiva e concluiu: A altura das plantas foi afetada negativamente pela interação entre o boro e o zinco em concentrações maiores que 1,2 mg.L⁻¹ e 0,062 mg.L⁻¹, respectivamente; o número de ramos, número de folhas, área foliar, número de frutos, diâmetro caulinar e massa seca da parte aérea em plantas com 45 dias de emergidas foram afetadas positivamente pelo zinco nas doses de 0,025 a 0,125 mg.L⁻¹; as doses de boro com concentrações entre 0,2 e 1,2 mg.L⁻¹ não afetaram o número de ramos, número de folhas, área foliar, número de botões florais, número de frutos, diâmetro caulinar e massa seca da parte aérea em plantas com 45 dias de emergidas; as características de peso de sementes.planta⁻¹, número de frutos.planta⁻¹, número de frutos.ramos⁻¹, peso de frutos.planta⁻¹ e peso de frutos.ramos⁻¹ não sofreram efeito da interação boro x zinco ou dos nutrientes isolados; o peso de sementes.ramos⁻¹ decresceu por efeito da interação entre zinco e boro nas doses com concentrações acima de 0,84 e 0,05 mg.L⁻¹; o teor de óleo em sementes de gergelim aumentou por efeito da interação entre boro e zinco nas concentrações de 0,2 a 1,2 mg.L⁻¹ e 0,025 a 0,125 mg.L⁻¹, respectivamente. O efeito da interação boro x zinco ou dos elementos isolados na cultura de gergelim, manifesta-se com maior intensidade nas fases pré-frutificação influenciando posteriormente na produção de óleo.

ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Apesar de sua pequena proporção em relação à massa total de solos minerais tropicais a matéria orgânica do solo desempenha grande influência sobre várias propriedades físicas, químicas e biológicas. A matéria orgânica é uma fonte alternativa importante de nutrientes para as plantas, estas por sua vez necessitam de cerca de dezessete elementos químicos essenciais para a sua alimentação, subdivididas em duas classes, os macronutrientes e os micronutrientes, nem todos são obtidos do solo, pois o carbono, hidrogênio e oxigênio são do ar e da água. Todavia, todos sem exceção podem ser obtidos da matéria orgânica, além disso, ela exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas (KIEHL,1985).

O efeito benéfico da matéria orgânica para a agricultura tem sido largamente difundido. Dessa forma culturas adubadas com composto orgânico normalmente apresentam plantas com nutrição mais equilibrada e melhor desenvolvimento do que aquelas adubadas somente com fertilizantes minerais (OLIVEIRA e DANTAS, 1995).

O uso da adubação orgânica é recomendado, pois estes apresentam características diferentes quanto aos teores de nutrientes disponíveis as plantas, também pelo seu custo reduzido e fácil disponibilidade para diversos tipos de economia rural. (GLIESSMAN, 2000).

Nas condições edafoclimáticas do semiárido nordestino, o gergelim é de fácil cultivo e obtém ótima produção a baixo custo. A demanda pelo produto é muito alta e ele alcança preços compensadores no mercado nacional e internacional (BARROS, 2001). No entanto em solos pobres, sobretudo em matéria orgânica, caso não haja aplicação de fertilizantes, orgânicos ou químicos, as plantas de gergelim apresentam sintomas de deficiências complexas, envolvendo interação de vários nutrientes, como nitrogênio e enxofre (BELTRÃO, 1994).

A aplicação de adubos orgânicos em solos, além do efeito direto no suprimento de nutrientes para as plantas, contribui para a permeabilidade e infiltração da água, favorece a microbiota natural do solo, melhora as condições físicas do solo e contribui para baixar os teores de alumínio trocável (COSTA, 1983).

No Nordeste, as possibilidades de fertilização mais importantes na produção ecológica do gergelim são a utilização de adubo verde, através da incorporação da vegetação nativa, 30 dias antes da semeadura do gergelim e a aplicação de adubos orgânicos. O fator limitante para a obtenção de altos rendimentos do gergelim é a disponibilidade, principalmente, de nitrogênio e fósforo. Portanto, as deficiências destes elementos no solo podem ser compensadas pelo uso dos adubos orgânicos e pela aplicação de rocha fosfórica em pó ou farinha de ossos, antes da preparação do terreno (QUEIROGA et al., 2008).

Segundo Jacob e Uexküll, citados por Gomes (1988), a maior parte dos adubos de origem orgânica (animal ou planta) contém vários nutrientes das plantas (particularmente nitrogênio e fósforo, bem como pequenas quantidades de potássio e elementos raros) embora em concentração muito inferior à dos adubos inorgânicos. Os adubos orgânicos, entretanto, além de fornecerem nutrientes para as plantas, promovem benefícios físicos e biológicos ao solo (WEIL e KROONTJE, 1979).

Segundo Queiroz Filho (2005) o processo de produção de biofertilizantes é bastante simples, basta que o produtor tenha esterco de curral disponível

na sua comunidade para fazer o preparo descrito a seguir. Numa lata de 20 litros, deve-se colocar meia lata (10 litros) de esterco de curral curtido, cerca de 250 gramas de esterco de galinha e 250 gramas de açúcar (cristalizado ou refinado). Completar com água, deixando-se um espaço de 8 a 10 centímetros antes da borda acima, para evitar transbordar e fechar muito bem a boca da lata, vedando com um saco plástico bem amarrado e deixar por cinco dias em repouso (fermentação anaeróbica). Após esse período, a calda está pronta e deverá ser diluída, misturando-se 1 litro da calda para cada 10 litros de água.

O uso de restos vegetais para compostagem e estercos de aves e de animais pode ser uma alternativa como adubação. Recomenda-se a utilização de $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ de esterco de gado curtido para o cultivo do gergelim. Caso haja expectativa de produtividade acima de $1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, utilizar adubação de cobertura aos 15 dias a 20 dias após a emergência, com mais ou menos 20 kg de N por hectare (ARRIEL et al., 2006).

Pereira et al. (2002), estudando níveis de adubação com esterco bovino variando de 0 a $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na cultura do gergelim cultivar CNPA G4 em condições de sequeiro, em um ano com baixa precipitação, observaram aumento no rendimento de grãos e na altura de inserção do 1º fruto. Em estudo com a cultivar CNPA G3, no Seridó Paraibano, utilizando esterco de curral variando de 0 a $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, em regime de sequeiro, verificaram influência no número de frutos e na altura de plantas, apresentando respostas na menor disponibilidade hídrica de solo.

Magalhães et al. (2010) na produção de gergelim orgânico sob condições semiáridas verificou que as características produtivas (número de sementes por vagem, comprimento da vagem, e o maior crescimento e número de ramos secundários) foram aumentadas proporcionalmente com o aumento das doses de esterco bovino até $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. O mesmo autor avaliando a qualidade de sementes de gergelim provenientes de plantas adubadas com esterco bovino viu que as doses de esterco bovino influenciaram a germinação e o índice de velocidade de emergência das sementes de gergelim.

Resultados semelhantes encontrados por Silva et al. (2010), que avaliando a influência de doses crescentes de esterco bovino no número de folhas e ramos do gergelim Concluiu que a adubação do gergelim com esterco bovino promove o aumento da produção vegetativa. A adubação orgânica promove: 47,6 cm de altura, com a dosagem de 300 g de esterco; e 0,5 mm de diâmetro, com a dosagem de 100g de esterco bovino.

Em geral, as adubações na cultura do gergelim não são frequentes, sobretudo no caso dos pequenos produtores, que na atualidade, representam a maioria dos que cultivam a pedaliácea no mundo (QUEIROGA et al., 2008).

Outra possibilidade de fertilização, na produção ecológica do gergelim, é a utilização de adubo verde através da incorporação da vegetação nativa 30 dias antes da semeadura do gergelim. Essa adubação verde também consiste no cultivo de plantas que estruturam e enriquecem o solo com nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, enxofre e micronutrientes, como as leguminosas: feijão guandu, leucena, mucuna cinza, mucuna preta e feijão de porco, as quais são incorporadas ao solo no início de sua floração, auxiliado com equipamento “rolo faca” de tração animal. Essa técnica eleva a fertilidade do terreno e aumenta a produtividade das culturas exploradas pelo agricultor (TORRES et al., 2006).

LITERATURA CITADA

AQUINO, A.B.; AQUINO, B.F.; HERNANDEZ, F.F.F.; HOLANDA, F.J.M.; FREIRE, J.M.; CRISÓSTOMO, L.A.; COSTA, R.I.; UCHOA, S.C.P.; FERNANDES, V.L.B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. 248p.

ARRIEL, N.H.C.; ARAÚJO, A.E.; SOARES, J.J.; BELTRÃO, N.E.M.; FIRMINO, P.T. 2006. **Cultura do Gergelim**. EMBRAPA: Sistema de produção, 6 (Versão eletrônica), Campina Grande. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Gergelim/CultivodoGergelim/index.html>., acesso em: 26 de novembro de 2011.

ARRIEL, N.H.C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E.; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A cultura do gergelim**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica-Coleção Plantar, 2007. 72p.

BARROS, M.A.L.; SANTOS, R.B.; BENATI, T.; FIRMINO, P.T. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. EMBRAPA, Brasília, 2001. p.21-35.

BELOW, F.E. **Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho**. Piracicaba: POTAFÓS, 2002. p.7-12 (Informações Agronômicas, 99).

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, F.E. **Gergelimcultura no Trópico Semi-árido Nordeste**: Sistema de Cultivo. Campina Grande: EMBRAPA-CNPAC, Campina Grande. 1994, 52p. (Circular Técnico, 18).

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2001. 348p.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1, p.26-33, 2008.

CORRÊA, M.J.P.; **Absorção de macronutrientes pela cultura do gergelim.** 1996. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola de Agronomia do Ceará, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1996.

COSTA, M.P. **Efeito da matéria orgânica em alguns atributos do solo.** 1983. 137f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ-USP, Piracicaba, 1983.

EL-SALAM, S.M.A.; AZIZ N.M.A.; GRIGIS, A.Y. Effect of some micronutrientes on the chemical composition of sesame seedes. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v.76, n.4, p.1619-1629, 1998.

FRANÇA, L.V. **Efeitos da fertirrigação nitrogenada no carbono da biomassa microbiana do solo e nos componentes de produção de genótipos de cevada.** 2007. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

FRANDOLOSO, J.F. **Eficiência de Adubos fosfatados associados a enxofre elementar na cultura do milho.** Marechal Candido Rondon, 2006, 63p. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2006.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: Universitária/UFRGS, 2000. 653p.

GOMES, P. **Adubos e adubações.** 12. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 187p.

IPA - Instituto agrônômico de Pernambuco. **Recomendações de adubação para o Estado do Pernambuco:** 2 aproximação 2.ed. Recife, 2008. 212p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: CERES, 1985.492p.

LIMA, V.I. **Crescimento e produção de gergelim cv. G3 em função de zinco e boro.** 2006. 61f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal da Paraíba, CCA, Areia, 2006.

MAGALHÃES, I,D.M.; COSTA, F.E.; ALVES, G.M.R.; ALMEIDA, A. E.S.; SILVA, S.D.; SOARES, C.S. Produção de gergelim orgânico sob condições semiáridas. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2010, João Pessoa. **Anais...** p. 749-754.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações.** São Paulo: Editora Nobel, 2002. 200p.

MESQUITA, J. B. DE. **Manejo da cultura do gergelim submetida a diferentes lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e de potássio aplicadas pelo método convencional e por fertirrigação.** 2010. 82f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2010.

NOBRE, J.G.A. **Respostas da mamona à irrigação e à aplicação de potássio em argissolo vermelho-amarelo**. 2007. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

OLIVEIRA, A.M.G.; DANTAS, J.L.L. **Composto Orgânico**. EMBRAPA/CNPMPF, Cruz das Almas. 1995. 12p. (Circular Técnico, 23).

OLIVEIRA, E. **Características da cultura do gergelim**. Campo Florido, Emater, 2005.

PEREIRA, R.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ARRIEL, H.C.A.; SILVA, E.S.B. Adubação Orgânica do Gergelim no Seridó Paraibano. **Revista de oleaginosa e fibrosa**, Campina Grande, v.6, n.2, p.515-523, 2002.

PERIN, A.; CRUVINEL, D.J.; SILVA, J.W.; Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.1, p.93-98, 2010.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008. 142p. (Documentos, 203).

QUEIROZ FILHO, V. **Agricultura orgânica e biodinâmica consultoria, projetos e cursos: cursos práticos de agricultura orgânica**. Petrolina. 2005, 45p.

ROSSETTO, R.; SPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Calagem para cana-de-açúcar e sua interação com doses de Potássio. **Bragantia**, Campinas, SP, v.6, n.1, p.105-119, 2004.

SANTIAGO, A.D.; ROSSETO, R. 2007. **Calagem**. Disponível em< <http://www.agencia.cnpqia.embrapa.br/gestor/cana-de-açucar/arvore/contag0134711200516717.html>>cesso: 25 de setembro de 2011.

SAVY FILHO, A. 2008. **Cultura do gergelim**. Disponível em: <<http://herbario.iac.sp.gov.br/cultivares/Folders/Gergelim/IACouro.htm>>, acesso em: 10 de setembro de 2010.

SILVA, J.R.P.; FERREIRA, T.C.; SOUZA, J.T.A.; PEREIRA, G.L.; DANTAS, J.P. Influência de doses crescentes de esterco bovino no número de folhas e ramos do gergelim (*Sesamum indicum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 5., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010b, João Pessoa. **Anais...** p.721-725.

SILVA, L.C.; SANTOS, J.W.; VIEIRA, D.J.; BELTRÃO, N.E.M.; ALVES, I.; JERÔNIMO, J.F. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.6, n.1, p.491-496, 2002.

SINDONI, M.; ZAMORA, J.; RAMÍRIZ, R. Sintomas de deficiência de Boro y produccion de Matéria seca em Anjojoli. **Agronomía Tropical**, Maracay, v.44, n.1, p.135-150, 1994.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.; CANTARUTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.206-232.

SOUSA, T.A.F.; RAPOSO, R.W.C.; DANTAS, A.J.A.; SILVA, C.V.; NETO, A.D.G.; SANTOS, L.C.N.; ARAUJO, R.C.A.; RODRIGUES, H.R.N.; ANDRADE, D.A.; MEDEIROS, D.A.; DIAS, J.A.; SILVA, E.; LIMA G.K.; LUCENA, E.H.L.; PRATES, C.F. Nitrogênio e seus efeitos sobre o crescimento inicial do gergelim. In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 5., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010a, João Pessoa. **Anais...** p.726-730.

SOUSA, T.A.F.; RAPOSO, R.W.C.; DANTAS, A.J.A.; SILVA, C.V.; NETO, A.D.G.; SANTOS, L.C.N.; ARAUJO, R.C.A.; RODRIGUES, H.R.N.; ANDRADE, D.A.; MEDEIROS, D.A.; DIAS, J.A.; SILVA, E.; LIMA G.K.; LUCENA, E.H.L.; PRATES, C.F. Doses e modos de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre a produção do gergelim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 5., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010b, João Pessoa. **Anais...** p.637-641.

TORRES, S.B. et al. **Bancos Comunitários de Sementes**. 2 Série de Circuito de Tecnologias Adaptadas para Agricultura Familiar. EMPARN, 2006. 11p.

WEIL, R.R.; KROONTJE, W. Physical condition of a Davidson clay loam after years of heavy poultry manure applications. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.8, n.3, p.387-392, 1979.

IRRIGAÇÃO

Francisco Abrantes ESTRELA
Ovídio Paulo Rodrigues da SILVA
Luiz Leonardo FERREIRA

A agricultura irrigada tem sido importante estratégia para otimização da produção mundial de alimentos proporcionando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de emprego e renda de forma estável. Atualmente mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas (MANTOVANI et al., 2007).

Segundo Mantovani et al. (2007) no passado, a utilização da irrigação era uma opção técnica de aplicação de água no solo, que visava principalmente à luta contra seca. Atualmente a irrigação, no contexto do agronegócio, se insere em um conceito mais amplo de agricultura irrigada, sendo uma estratégia para aumentar a produtividade e rentabilidade das culturas produzidas na propriedade agrícola de forma sustentável, preservando o meio ambiente e criando condições para manutenção do homem no campo através da geração de empregos permanentes e estáveis.

Dentre os diversos usos dos recursos hídricos, a irrigação destaca-se pela importância socioeconômica em regiões agrícolas áridas e semiáridas, onde é praticada para suplementar a precipitação natural no atendimento das necessidades hídricas das culturas (FARIAS et al., 2000). Para Bernardo (2005), também é necessário conhecer o comportamento da cultura em função das diferentes quantidades de água fornecida e identificar as fases de desenvolvimento de maior consumo de água, e os períodos críticos, quando a falta ou o excesso provocaria quedas de produção. Mas muito embora o gergelim seja uma planta tolerante à seca, suas maiores produtividades serão observadas quando conduzidas em condições hídricas favoráveis (SOUZA et al., 2000).

PLANEJAMENTO DA IRRIGAÇÃO

A irrigação tem por objetivo suprir as necessidades hídricas das culturas para que possam crescer e desenvolver-se e produzir adequadamente. É uma atividade imprescindível para qualquer tipo de exploração agrícola rentável, em quase todas as regiões do mundo (BELTRÃO et al., 2001).

No Nordeste brasileiro o cultivo de oleaginosas é praticado, sobretudo em cultivo extensivo em regime de sequeiro. Tendo em vista a produção de biodiesel, a ampliação do mercado abre novas perspectivas em relação a essas culturas na região (PINTO, 2006).

Atualmente, a demanda energética mundial vem crescendo, mas, as fontes convencionais estão se tornando escassas, além de provocarem efeitos negativos ao meio ambiente. Diante desses aspectos, vem sendo ampliado às pesquisas com fontes energéticas renováveis, destacando-se entre essas a cultura do gergelim que pode produzir mais de 2500 kg.ha⁻¹ de grãos com teor de óleo de elevada qualidade e peso superior a 50% do peso das sementes nas condições irrigadas e de sequeiro da região Nordeste (BELTRÃO et al., 2001).

De acordo com Beltrão et al. (2001) existem poucas informações sobre o requerimento de água pelo gergelim, principalmente, porque é raro ser cultivado em escala comercial sobre regime de irrigação. A deficiência de informações não se limita apenas ao total de água requerido, mas também ao seu consumo nas diversas fases fonológicas. Isto, em parte, se dá devido ao grande número de cultivares com suas reconhecidas diferenças comportamental mesmo sob condições ecológicas similares.

Beltrão et al. (2001) afirma que para pequenas áreas existem várias alternativas para irrigar com eficiência, desde a irrigação por aspersão, distribuindo a água na forma de chuva artificial, até a irrigação por sucos, na qual água, na qual é conduzida e distribuída na superfície por gravidade. Assim, a escolha do método de irrigação a ser utilizado vai depender da quantidade e da qualidade da água disponível, da localização da fonte da água em relação à área onde vai ser irrigada, do tipo de solo, entre outras.

Para Pascholati e Woolf (2005) a cultura do gergelim é em geral, resistente à seca e apta para o cultivo em zonas áridas e semiáridas e em épocas de escassa precipitação. O gergelim é uma planta adaptada às condições semiáridas e é uma das oleaginosas mais plantadas no mundo. Requer precipitação pluvial entre 300 e 800 mm anual (PEREIRA et al., 2002).

O déficit hídrico, comum no semiárido da região nordeste, tem comprometido o bom desenvolvimento da cultura sob o regime de sequeiro (PINTO, 2006). Com o uso da irrigação pode-se minimizar a incerteza climática do cultivo de sequeiro, obtendo-se aumentos significativos no rendimento

(SOUZA et al., 2000). Isto significa definir quando e quanto irrigar com base no desenvolvimento da cultura visando atender as necessidades hídricas de maneira racional.

INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

O solo, constituído por partículas sólidas, minerais e orgânicas, espaço poroso, ocupado por ar e água, e o reservatório de nutrientes e água para os vegetais, as características físicas do solo como: estrutura, textura e porosidade, determinam a sua capacidade de armazenamento de água proveniente da chuva ou da irrigação. A densidade global ou aparente do solo e a velocidade de infiltração da água são variáveis que dependem tanto do manejo solo quanto das suas características físicas (BELTRÃO et al., 2001).

Textura é o termo usado para caracterizar a distribuição das partículas no solo quanto à capacidade de armazenamento da água no solo, que são influenciadas pela textura dos solos arenosos, onde predominam os macroporos. Nestes últimos, a água é drenada com maior facilidade e, portanto, eles armazenam menor quantidade de água que os solos argilosos. Conseqüentemente, os solos arenosos requerem irrigações mais frequentes do que os solos argilosos. O solo de textura média (francos), por possuírem proporções equilibradas de areia, argila e silte, em geral, são os mais adequados ao desenvolvimento das raízes, já que apresentam condições satisfatórias de drenagem, aeração e retenção de água (BELTRÃO et al., 2001).

A densidade global, também denominada densidade aparente ou simplesmente densidade do solo, é a relação entre o seu peso seco e o que o seu volume aparentou, incluindo o volume de poros (BELTRÃO et al., 2001).

Beltrão et al. (2001) afirma que a obtenção deste parâmetro é essencial para o cálculo da lâmina de irrigação e serve de indicador do grau de compactação e adensamento existente no solo. Em solos de textura arenosa, por possuírem maior quantidade de partículas grossas, existem maior espaço poroso, as variações nos valores de densidade global são relativamente pequenas. De acordo com Reicherdt (1985) a densidade global neste tipo de solo varia de 1,4 a 18g.cm⁻³. Em solos de textura argilosa, o número de micrósoros é bem maior, possibilitando, assim, maior variação nos valores de densidade global. Este autor afirma que para este tipo de solo os valores de densidade global variam de 0,9 a 1,6g.cm⁻³.

De acordo com Beltrão et al. (2001), a infiltração tem grande importância prática, principalmente para projetos hidráulicos relacionados com a irrigação e a drenagem. Segundo Jensen (1983) é a capacidade de

infiltração do solo que determina a taxa de água que pode ser aplicada à superfície, sem que haja escoamento superficial. A falha na determinação da infiltração pode provocar distribuição não uniforme de água no campo e perdas por percolação na profundidade ou por escoamento (BELTRÃO et al., 2001).

A velocidade de infiltração da água no solo varia consideravelmente ao longo do tempo, enquanto a infiltração vai diminuindo à medida que o tempo de aplicação aumenta, devido à diminuição do gradiente hidráulico na superfície, em decorrência, da elevação da umidade do solo. Decorrido algum tempo, a quantidade de água infiltrada tende a estabilizar-se (BELTRÃO et al., 2001; MANTOVANI et al., 2007)

Beltrão et al. (2001) conceitua a infiltração em quatro tipos básicos:

Infiltração instantânea: representa o volume de água que se infiltra numa área horizontal, em dado instante;

Infiltração acumulada: representa o volume de água infiltrada numa área horizontal durante o tempo do teste de infiltração;

Infiltração média: representa a razão entre a infiltração acumulada e o tempo total do teste.

Infiltração básica: representa a velocidade de infiltração final (constante) que é alcançada cerca de 8 a 12 horas depois de iniciado o processo de infiltração. Na prática, equivale à condutividade hidráulica saturada, sendo bastante útil para estudos hidráulicos e nos trabalhos de erosão devido ao escoamento. É ainda essencial para caracterizar a infiltração de água nos estudos de drenagem (MARQUES e HENRIQUE, 1984).

O processo de infiltração é influenciado por vários fatores dentre os quais se destacam a textura e a estrutura do solo, as condições biológicas, a cobertura vegetal, a matéria orgânica, a umidade e a temperatura do solo, a duração da aplicação de água, a condutividade hidráulica do perfil (RAMIREZ e LOPES, 1993).

UMIDADE DO SOLO

A água que se infiltra no solo até as camadas mais profundas sob a ação da força da gravidade é denominada água livre ou água de gravidade. Esta água não é retida pela camada do solo ao alcance da zona radicular e se perde por percolação (BELTRÃO et al., 2001; MANTOVANI et al., 2007).

A água que permanece retida no solo sob o efeito da capilaridade, em razão da tensão superficial entre as moléculas da água e as partículas do solo, é denominada água capilar ou água de capilaridade. Esta água está sujeita a um movimento que depende da porosidade do solo. Nos solos em que predominam os micrósoros a água sobe por capilaridade a uma altura

muito maior do que naqueles em que predominam os macroporos, nos quais o movimento ascendente é mínimo ou quase inexistente (MANTOVANI et al., 2007).

O conhecimento da umidade do solo é de fundamental importância, pois indica em que condições hídricas ele se encontra. Para a irrigação a umidade do solo deve ser determinada e servirá de parâmetro para a quantidade de água a ser aplicada pelo sistema (BELTRÃO et al., 2001; MANTOVANI et al., 2007).

Para quantificar o reservatório de água no solo é preciso conhecer alguns conceitos que auxiliam o seu dimensionamento. Um desses conceitos denomina-se água disponível, representa a água existente no perfil de solo onde se encontram as raízes e é retida com uma energia tal que possa ser vencida e absorvida pela planta. É, portanto, aquela água retida no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente, em uma espessura de solo onde exista a maior parte das raízes da planta, ou seja, a camada de irrigação (AMARAL e SILVA, 2008).

A capacidade de campo é conhecida como o limite superior de disponibilidade de água para a planta; representa a umidade atingida pelo solo no final do processo de redistribuição da água de um perfil de solo saturado (AMARAL e SILVA, 2008).

O ponto de murchamento permanente é o limite inferior de disponibilidade de água para a planta. Essa é uma situação em que há certa quantidade de água nos poros do solo, porém, devido à elevada força de retenção existente entre as partículas sólidas do solo e a água, esta não se disponibiliza para o movimento em direção ao sistema radicular da planta. Nessa situação, a planta com seus mecanismos de defesa fecham as células responsáveis pela transpiração (estômatos), deixando nula a atividade fotossintética, o que resulta em estresse hídrico com consequente perda de rendimento (AMARAL e SILVA, 2008).

Segundo Beltrão et al. (2001) o cálculo da disponibilidade total de água no solo é considerada a parte da água total armazenada no solo que está disponível para as plantas e definida entre o intervalo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente do solo. A fórmula de se calcular:

$$DTA = (C_c - P_m) / 10 \times D_a$$

DTA = disponibilidade total de água do solo, em mm\cm deste;

C_c = capacidade de campo, % em peso;

P_m = ponto de murcha permanente, % em peso;

D_a = densidade aparente do solo, em g.cm⁻³

MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Beltrão et al. (2001) afirma que no manejo da irrigação, vários métodos podem ser utilizados para estimar a lâmina de irrigação. Os mais utilizados serão citados a seguir.

O método de balanço da água no solo caracteriza a contabilidade do volume de água que entra e sai do solo, considerando o sistema agrícola num intervalo de tempo, obtendo assim a lâmina de água que nele permaneça disponível para as plantas cultivadas (REICHRDT, 1985).

O cálculo da lâmina líquida evapotranspirada da cultura é obtida pela expressão:

$Li = 10-1(Cc - Pm) \times Da \times Pr \times f$ sendo que:

Li = lâmina líquida de irrigação (mm);

Cc = capacidade de campo, % em peso;

Pm = ponto de murcha permanente, % em peso;

Da = densidade aparente do solo, em $g.cm^{-3}$;

Ne = nível de esgotamento permissível;

Pr = profundidade do sistema radicular da cultura;

Ne = nível de esgotamento permissível;

f = fator de disponibilidade de água no solo.

Beltrão et al., (2001) recomenda que o fator de disponibilidade de água no solo é calculado pela fórmula:

$Etc = Eto \times kc$

Em que:

ETc - evapotranspiração da cultura ($mm.dia^{-1}$);

ETo - evapotranspiração de referência ($mm.dia^{-1}$);

Kc - coeficiente da cultura (adimensional) e estimado para cada estágio de desenvolvimento da cultura.

O coeficiente de cultura (Kc) é uma relação empírica entre a evapotranspiração de uma cultura (ETc), sob condições de não estresse hídrico, e a evapotranspiração de referência (ETo). Este coeficiente relata o desenvolvimento fenológico e fisiológico de uma cultura particular em relação à evapotranspiração de referência e também representa o uso de água de uma cultura específica, que é de importância relevante para a estimativa do seu requerimento hídrico, necessário para tanto o dimensionamento do sistema de irrigação quanto para a operacionalização

de perímetros irrigados (CLARK et al., 1996; MOHAN, 1994).

O coeficiente de cultivo é um fator importante no indicativo do consumo de água ideal para a planta durante todo o seu ciclo, constituindo-se, portanto, num elemento imprescindível para um escalonamento mais racional de projeto e manejo de irrigação. Este parâmetro depende do estágio de desenvolvimento da cultura, do sistema de irrigação, da densidade de plantio e das condições atmosféricas dominantes (BELTRÃO et al., 2001). Segundo Doorembos e Pruitt (1977) o coeficiente de cultura relaciona a evapotranspiração de uma cultura que cresce sob condições ótimas, produzindo rendimentos máximos, como a de uma cultura de referência, como a grama.

Beltrão et al. (2001) recomenda um fator de disponibilidade de água no solo de 0,5 para condições em que a evapotranspiração da cultura (Etc) é maior que 5 mm.dia⁻¹ e 0,8 para Etc menor que 3 mm.dia⁻¹.

Amaral e Silva (2008) avaliando a evapotranspiração e o coeficiente de cultivo do gergelim por manejo de irrigação da cultivar CNPA G4 nas condições edafoclimáticas de Barbalha, CE, concluiu que a evapotranspiração do gergelim variou de um valor mínimo de 2,5 mm.dia⁻¹, aos 5 dias após o plantio, até um valor máximo de 11,6 mm.dia⁻¹, aos 30 dias de idade. A fase de crescimento vegetativo estendeu-se até 45 dias após o plantio, ao longo da qual os valores de Kc observados aumentaram de 0,6 até 0,8. Durante a fase de florescimento e desenvolvimento dos frutos, o Kc médio observado foi de 0,8. (Figura 1).

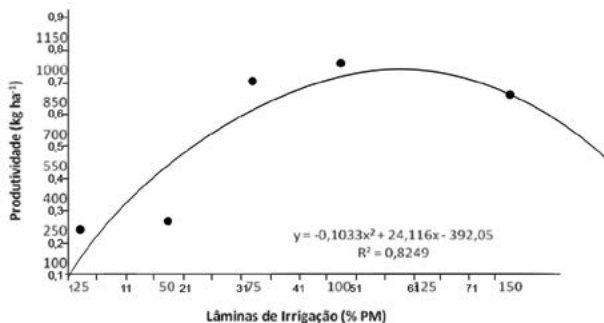


Figura 1. Curva do coeficiente de cultivo (kc) do gergelim. Barbalha, CE, setembro-dezembro de 2006. Fonte: Amaram e Silva, (2006).

De posse desses resultados e possível estima a lâmina bruta (Lb) que deve ser aplicada em cada irrigação, e o intervalo entre as irrigações, tem-se a fórmula:

$$Lb \text{ (mm)} = Li/Ea$$

$$\text{Intervalo de (dias)} = Li/Etc$$

Ea = eficiência de aplicação, em %

Beltrão et al. (2001) recomenda que este valor é dependente do método de irrigação usado; para aspersão recomenda-se utilizar Ea entre 0,7 e 0,8. Já Mantovani et al. (2007) fala que a Ea depende, além do método de irrigação, (Tabela. 1), também das condições climáticas e das condições de operação e da manutenção do sistema de irrigação.

Tabela 1. Eficiência de irrigação

Sistema de Irrigação	Eficiência de Aplicação Média (%)
Irrigação localizada	90 a 95
Pivô central	85 a 95
Aspersão convencional	80 a 90
Irrigação por sulcos	50 a 70

Fonte: Mantovani et al. (2007).

Mesquita (2010), avaliando o manejo da cultura do gergelim variedade Seda, submetida a diferentes lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e de potássio aplicadas pelo método convencional e por fertirrigação, constatou que as lâminas de irrigação, aplicadas a partir do trigésimo dia após o plantio, influenciaram significativamente o peso seco da planta, a altura da planta, o número de cápsulas por planta e a produtividade do gergelim (Figura 2). E, a lâmina de irrigação que maximizou a produtividade do gergelim foi estimada em 116,5% com base na ETo de PM. Este valor corresponde a um Kc de 1,165.

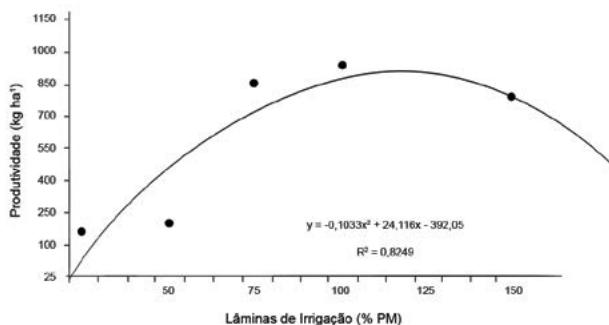


Figura 2. Produtividade do gergelim em função de lâminas de irrigação com base na Eto, de PM, Fortaleza, Ceará, 2009. Fonte: Mesquita (2010).

MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Com relação aos sistemas de irrigação, Langham e Wiemers (2007) recomendam três, para o cultivo dessa oleaginosa - sulco, aspersão convencional e pivô central. Para o sistema de sulco, a recomendação é que as irrigações no gergelim sejam rápidas e leves e o turno de rega, frequente. Deve-se dar preferência aos métodos de irrigação por superfície quando a quantidade de água não é limitante, a fonte se encontra numa posição mais elevada do que a área a ser irrigada, e se a declividade não for acentuada nem o solo arenoso. Ele constatou que, na ausência de chuva no ciclo da cultura, há necessidade de uma pré-irrigação realizada durante a semeadura (mantendo a lâmina de água retida no sulco), e que as demais irrigações (deixando-se o excesso de água do sulco escorrer no final do processo), poderão ser realizadas até a quinta semana, em uma ou duas irrigações, com intervalo de 10 a 16 dias. Havendo ocorrência de 50 mm ou mais de chuvas, dentro desse intervalo estabelecido, essa chuva ocasional pode ser considerada como substituta da irrigação pelo método de sulco.

Quando houver necessidade de bombeamento e a água não for salina, a aspersão convencional é o método de irrigação que tem mais chance de ser usado pelos pequenos produtores de gergelim no Nordeste do Brasil (QUEIROGA et al., 2008).

Queiroga et al. (2008) afirma que utilizando-se o método de irrigação por pivô central, uma lâmina de água de 50 a 100 mm poderá ser aplicada, dependendo da quantidade de umidade existente no perfil do solo (Figura 2). Langham (2008) verificou que, se uma pré-irrigação for realizada durante a semeadura e não ocorrer chuva no ciclo da cultura, as demais irrigações

deverão ser efetuadas até a quinta semana, em duas ou três irrigações com a lâmina de água entre 25 mm e 38 mm, em intervalo de 7 a 12 dias.

De acordo com Queiroga et al. (2008) este número de irrigações e seu intervalo dependem do solo. Em solos leves, a planta do gergelim necessita de irrigações com mais frequência. Langham e Wiemers (2007) recomendam que a irrigação pelo sistema de pivô central seja encerrada quando for atingido 50% da capacidade de floração da planta, o que ocorre entre 70 e 80 dias, dependendo da cultivar Sesaco utilizada. Atualmente, as variedades Sesaco 26 e Sesaco 28 são as mais indicadas para irrigação. O mesmo autor admite que a subirrigação é mais satisfatória para o desenvolvimento da planta do gergelim que o excesso de irrigação, mas, é necessário impor-se certo estresse hídrico às plantas, para que as raízes se tornem mais profundas.

QUIMIGAÇÃO

A quimigação consiste em aplicar uma solução ou calda de agroquímicos ou um produto biológico (fertilizante, inseticida, fungicida, herbicida, vírus, nematocida, gás carbônico, etc.) por meio do sistema de irrigação. No entanto, independentemente do método adotado, a qualidade dos resultados obtidos na quimigação dependem do cálculo correto de variáveis como: taxa de injeção, quantidade do produto a ser injetado, volume do tanque de injeção, dose do produto a ser aplicada na área irrigada, concentração do produto na água de irrigação, entre outras (COSTA e BRITO, 1994).

De maneira geral, a quimigação é possível de ser realizada em qualquer sistema de irrigação, cobrindo uma gama enorme de produtos químicos e biológicos. No Brasil, o sistema de pivô central tem sido o mais comumente usado na aplicação destes produtos, embora a aplicação de fertilizantes, especificamente, seja uma prática rotineira nos sistemas de gotejamento e microaspersão. A vantagem da quimigação nesses sistemas está relacionada com a uniformidade de distribuição de água, que é superior as de outras modalidades de irrigação (COSTA et al., 1994).

O fornecimento de adubo à planta via sistema de irrigação, pode ocorrer no momento em que a mesma necessita, apresentando as seguintes vantagens: aplicação do produto em qualquer fase do ciclo da cultura, fácil parcelamento e satisfatório controle, evitando doses excessivas e, conseqüentemente, perdas por lixiviação e escorrimento superficial se chuvas pesadas vierem a ocorrer após a aplicação, minimizando, desta forma, os impactos ambientais. (BRITO e PINTO, 2008).

FERTIRRIGAÇÃO

Em termos gerais, a fertirrigação é apenas um ramo da quimigação. Esta técnica pode ser descrita como sendo o processo de aplicação de água e fertilizantes, por meio do sistema de irrigação (COELHO, 2003). É uma técnica usada segundo Vieira e Ramos (1999), como complemento à adubação de plantio, uma vez que neste tipo de adubação, o adubo diminui com o avanço do ciclo da cultura. Os mesmos autores recomendam adubar o solo apenas para suprir as necessidades do início do ciclo da cultura, e fazer uso da fertirrigação para complementar sua adubação.

Hernandez (1994) constatou que, no Brasil, a técnica da fertirrigação era utilizada de forma inadequada comparada ao seu potencial, destacando algumas vantagens desse sistema, como economia de mão-de-obra e energia, diminuição da compactação do solo, eficiência do uso e economia de fertilizante, controle da profundidade de aplicação, entre outras.

Carrijo et al. (2004) descrevem que os nutrientes mais utilizados na fertirrigação são aqueles com maior mobilidade no solo, como é o caso do nitrogênio e do potássio. Em virtude disso, as principais fontes de adubos nitrogenados para uso na fertirrigação são: o nitrato de cálcio (14 a 15,5% N), o nitrato de potássio (13% N), o nitrato de amônio (34% N), a uréia (45% N), o MAP purificado (11% N), o DAP (16% N) e o sulfato de amônio (21% N). Enquanto que as de potássio são: o cloreto de potássio (60% K_2O), o nitrato de potássio (36% K_2O), o sulfato de potássio (41% K_2O) e o fosfato monopotássico (28% K_2O). Os mesmos autores finalizam, explicando que o uso da fertirrigação tem acarretado acréscimos na produtividade e melhoria das características comerciais e de qualidade dos produtos.

Para Costa e Brito (1994) essa técnica requer que os produtos usados estejam em solução. Para tanto é necessário conhecer algumas características dos produtos, como: solubilidade, conteúdo do nutriente ou elemento desejado, densidade e/ou concentração limite de tolerância pelas plantas, entre outros. E, nesse contexto, os sistemas de irrigação por gotejamento estão sendo, cada vez mais, utilizados com o propósito de distribuir água e fertilizantes, simultaneamente.

O fornecimento adequado de nutrientes contribui, de forma significativa, tanto no aumento da produtividade quanto na diminuição dos custos de produção. Nesta situação, a otimização de eficiência nutricional é fundamental para ampliar a produtividade e reduzir o custo de produção. Com isso, fatores, como: clima e solo, e suas interações afetam a absorção e a utilização de nutrientes pelas plantas (FAGERIA, 1998).

No Brasil, somente nos últimos anos é que a técnica da fertirrigação vem se solidificando, sendo usada principalmente em propriedades onde

exista sistema de irrigação localizada e pivô central, para a aplicação de adubos nitrogenados, enquanto que nos Estados Unidos, ela já vem sendo usada há muitas décadas, com um crescente de área em torno de 8% ao ano (COELHO, 2003).

Para Villas Bôas et al. (2001), o principal problema encontrado na técnica da fertirrigação está associado ao manejo incorreto, em razão da falta de informações adequadas e/ou utilização de forma empírica. Em muitas regiões, a adoção rápida desta técnica, de acordo com Andrade Júnior et al. (2006) fez com que a prática se adiantasse à investigação e com isto surgiram problemas. Infelizmente, este fato tem implicado em redução de produtividade e desestímulo ao uso da fertirrigação, por parte de alguns produtores.

Andrade Júnior et al. (2006) observaram que os parâmetros de qualidade dos frutos de melancia não são afetados pelos níveis de nitrogênio aplicados em fertirrigação. Apesar de, os mesmos autores, terem encontrado que: a produção total, a produção comercial, o número de frutos total e comercial, aumentam significativamente com o aumento dos níveis de nitrogênio, seguindo um modelo quadrático de resposta.

Mesquita (2010) avaliando o manejo da cultura do gergelim variedade Seda, submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio fertirrigação por gotejamento, concluiu que a produtividade encontra um ponto de máxima de 889,47 kg.ha⁻¹ para uma dose de 183,76 kg.ha⁻¹ de N, e este valor é quase 47% a mais do que o recomendado pela cultura (Figura 3). A dose de potássio que maximizou (170,4 kg.ha⁻¹) a produtividade e as outras variáveis analisadas foi próxima à recomendada (Figura 4).

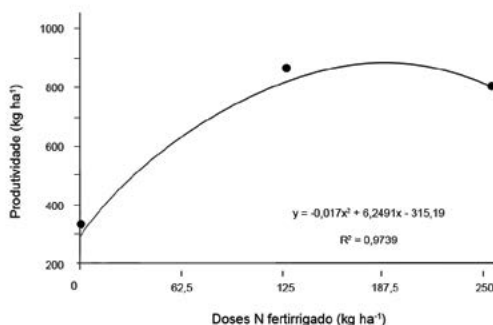


Figura 3. Produtividade do gergelim em função da dose crescente de nitrogênio aplicado via fertirrigação, Fortaleza, Ceará, 2009. Fonte: Mesquita (2010).

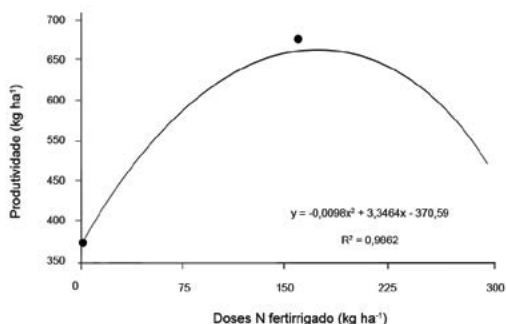


Figura 4. Produtividade do gergelim em função da dose crescente de potássio aplicado pelo método convencional, Fortaleza, Ceará, 2009. Fonte: Mesquita (2010).

LITERATURA CITADA

RAMIREZ, A.A.; LOPÉZ, R.G. El agua em El suelo. In: OLALLA MANÃS, F.M.S.; JUAM VALERO, A.J. **Agronomía del riego**. Madri: Mundi-Prensa, 1993. p.23-69.

AMARAL, J.A.B.; SILVA, M.T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do gergelim por manejo de irrigação. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.12, n.1, p.25-33, 2008.

ANDRADE JUNIOR, A.S.; DIAS, N.S.; FIGUEIREDO JÚNIOR, L.G.M.; RIBEIRO, V.Q.; SAMPAIO, D.B. Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.4, 2006.

BASTOS, E. **Manual de irrigação**: Técnicas para instalação de qualquer sistema na lavoura. Coleção Brasil agrícola, 3ed, São Paulo, 1991. 103p.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, L.C.; QUEIROGA, V.P.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, p.109-132. 2001.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7 ed. Atualizada e ampliada. Universidade Federal de Viçosa, UFV 2005. 611p.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 8.ed. Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2006. 625p.

BRITO, R.A.L.; PINTO, J.M.P. Aplicação de produtos químicos via água de irrigação (quimigação). In: ALBUQUERQUE, P.E.P.; DURÃES, F.O.M. **Uso e manejo da irrigação**. EMBRAPA Hortalças, Brasília, p.421-446, 2008.

CARRIJO, O.A.; SOUZA, R.B.; MAROUELLI, W.A.; ANDRADE, R.J. **Fertirrigação de hortaliças**. EMBRAPA Hortalças, Brasília. 2004. 13p.

CLARK, G.A.; ALBREGTS, E.E.; STANLEY, C.D. Water requirements and crop coefficients of drip-irrigated strawberry plants. **Transaction of ASAE**, St. Joseph, v.39, n.3, p.905-912, 1996.

COELHO, A.M. Fertirrigação em culturas anuais produtoras de grãos. **Revista Trimestral da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem**, Leme, n.58, p.44-54, 2003.

COSTA, E.F.; BRITO, R.A.L. Métodos de aplicação de produtos químicos e biológicos na irrigação pressurizada. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília: EMBRAPA-SPI, p.85-109, 1994.

COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. EMBRAPA Hortaliças, Brasília. 1994. 315p.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. 2 ed. Rome: FAO, 1977. (FAO Irrigation and Drainage Paper 24).

FAGERIA, N.F. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v.2, n.1, p.6-16, 1998.

FARIAS, R.A.; SOARES, A.A.; SEDYAMA, G.C.; RIBEIRO, C.A.A.S. Demanda de irrigação suplementar para acultura do milho no estado de minas gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.4, n.1, p.46-50, 2000.

HERNANDEZ, F.B.T. Potencialidades da fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBREFERTILIZANTES FLUIDOS, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ; CENA; POTAFOS, 1994. HILLEL, D.; GARDNER, G.W. Transient infiltration into crusttopped profiles. *Soil science*, v. 109, p. 69-76, 1970.

JENSEN, M.E. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1983. 830p.

LANGHAM, R.; WIEMERS, T. 2007. **Sesame Production in Texas**. Texas: Sesaco Corporation. Disponível em: <www.sesaco.net/mecahanizedsesame.htm>, acesso em: 10 de outubro de 2008.

MARQUES, J. L.; HENRIQUE, J. L. Estimación de La conductividad hidráulica (K) a partir de La velocidad de infiltración básica. **Riego y Drenaje**, Espanha, v.7, n.1, p.14. 1984.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação**: princípios e métodos. Ed. UFV. Viçosa, MG, 2007. 355p.

MESQUITA, J.B. **Manejo da cultura do gergelim submetida a diferentes lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e de potássio aplicadas pelo**

método convencional e por fertirrigação. 2010. 82f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, UFC, Fortaleza, 2010.

MOHAM, S.; ARUMUGAM, N. Crop coefficients of major crops in south India. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.26, p.67-80, 1994.

PASCHOLATI, S.F.; WULFF, N.A. Doenças do gergelim (Cindissem), In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**, 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.379 – 384.

PEREIRA, J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; ARRIEL, N.H.C.; SILVA, E.S.B. Adubação orgânica do gergelim, no Seridó paraibano. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.6, n.2, p.515-523, 2002.

PERIN, A.; CRUVINEL, D.J.; SILVA, J.W. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v.32, n.1, p.93-98, 2010.

PINTO, C.M. **Respostas morfológicas e fisiológicas do amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica.** 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, UFCE, Fortaleza, 2006.

REICHRDT, K. **Processo de transferência no sistema solo-planta-atmosfera.** 4ed. rev. e ampliada. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 466p.

SOUZA, J.G.; BELTRÃO, N.E.M.; SANTOS, J.W.S. Fisiologia e produtividade do gergelim em solo com deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.4, n.3, p.163-169, 2000.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado.** EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008. 140p. (Documentos, 203).

VIEIRA, R.F.; RAMOS, M.M. Fertirrigação. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.111-130, 1999.

VILLAS BÔAS, R.L.; ANTUNES, C.L.; BOARETO, A.E.; SOUSA, V.F.; DUENHAS, L.H. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M.V.; CASARINI, E.; BLANCO, F.F.; BRASIL, R.P.C.; RESENDE, R. S. (Eds.). **Fertirrigação: Flores, frutas e hortaliças.** Guaíba: Agropecuária, v.2, p.71-103, 2001.

PRAGAS ASSOCIADAS À CULTURA DO GERGELIM

Geisa Mayana Miranda de SOUZA

O status de um organismo como praga não é fixo dentro de um agroecossistema e, isso se deve, à interação de quatro fatores: o próprio organismo envolvido, a cultura (hospedeiro), o ambiente e o tempo (SOUZA FILHO e COSTA, 2003).

A cultura do gergelim no Brasil apresenta inúmeros artrópodes associados, onde uma grande parcela causa danos econômicos, e, por isso, merecem especial atenção. Assim, a correta identificação e quantificação desses artrópodes é imprescindível para o seu controle. Neste capítulo, serão abordadas as principais pragas que podem atacar a cultura do gergelim, a descrição, os danos causados pelas mesmas, bem como as suas táticas de controle, visando um manejo integrado de pragas.

LAGARTA-ENROLADEIRA (*ANTIGASTRA CATALAUNALIS*)

A lagarta-enroladeira é considerada a principal praga da cultura do gergelim, sendo que o ataque é ocasionado na fase jovem. Dentro das folhas as lagartas tecem teias, provocando o enrolamento das folhas terminais, alimentam-se dos brotos, flores e cápsulas imaturas e também das sementes (SOARES e ARRIEL, 2009). Ao alimentar-se das flores causam infertilidade reduzindo, conseqüentemente, a produção final (ATWAL, 1976).

Descrição do inseto

A fêmea faz a postura durante a noite, cada massa de ovos contém em média 70 ovos. As lagartas passam por cinco ínstaes e o período larval dura de 10 a 20 dias, variando em função da temperatura. A lagarta recém-eclodida apresenta coloração branca com a cabeça negra, nos

últimos ínstaes passa a ser verde-clara com manchas negras. Um aspecto importante da biologia da lagarta-enroladeira é que as pupas tanto podem desenvolver-se na planta quanto no solo, sendo recobertas com fios de seda brancos (ATWAL, 1976; HILL, 1979). Praticamente não existem trabalhos que contemplem a biologia desta importante praga do gergelim no Brasil.

Danos

No estágio inicial do ataque ocorre o atrofiamento de ramos e folhas. O ataque desta praga é geralmente observado a partir do 15º dia de emergência das plântulas até o amadurecimento das cápsulas (ARRIEL et al., 2007).

Controle e Manejo da Praga

Seu controle é feito pela eliminação das ervas daninhas e com o uso dos inseticidas Deltamethrin ou Carbaryl antes da frutificação (ARRIEL et al., 2007). O controle através de inseticidas biológicos que provoca doenças na praga, também vem sendo utilizado. Produtos biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* (Bt), baculovírus ou fungos são boas alternativas para o manejo das lagartas (SOARES e ARRIEL, 2009).

PULGÃO (APHIS SP.)

Dentre os fitófagos, o pulgão causa danos significativos na cultura do gergelim, principalmente quando a cultura é irrigada (ARRIEL et al., 2007).

Descrição do inseto

Os pulgões reproduzem-se rapidamente, e em geral seu ciclo biológico é de 48 dias. O período de pré-oviposição dura três dias; a incubação dos ovos quatro dias; o estágio larval 21 dias e o período de pupa leva 12 dias; o adulto vive em média nove dias (BARROS et al., 2000).

Danos

Seu ataque tem início primeiramente em reboleiras e, depois infesta toda a plantação (SOARES e ARRIEL, 2009). Estes afídeos são importantes transmissores de vírus, e além disso, liberam uma substância açucarada que propicia o aparecimento do fungo *Capnodium* sp., conhecido como fumagina, que dificulta as trocas gasosas, interferido assim, no processo de fotossíntese (VENDRAMIN e MARCHINI, 1992).



Figura 1. Ataque de pulgões aos botões florais.

Controle e Manejo da Praga

Uma das formas de manejar a praga é eliminando plantas daninhas hospedeiras desta, o uso de barreiras físicas, como por exemplo, armadilhas adesivas amarelas que são atrativas aos pulgões, também são recomendadas (GUIMARÃES et al., 2005).

O controle biológico desta praga é realizado por parasitóides como a microvespa *Lysiphlebus testaceipes* (reponsável pelo aspecto de múmia em *Aphis* sp), e as *Aphidius* spp. No grupo dos predadores estão as joaninhas, *Cycloneda sanguinea* e *Scymnus* sp., os crisopídeos da espécie *Chrysoperla externa* e o percerverjo *Orius* sp. Os fungos do gênero *Verticillium*, também são apontados como importantes agentes controladores da praga (SOARES e ARRIEL, 2009).

CIGARRINHA-VERDE (EMPOASCA SP.)

São insetos sugadores de seiva e o seu ataque compromete o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente a produção. A cigarrinha-verde inocula toxinas na planta durante a succção, além disso, é transmissora de viroses e da filoidia, geralmente ocasionada quando associados a presença de áreas próximas de feijão macassar e malváceas (guaxumas e vassourinhas), infectadas com viroses (ARIEL et al., 2007).

Descrição do inseto

Os ovos são colocados dentro do tecido da planta (endofítico). Suas ninfas são amareladas e locomovem-se lateralmente quando pertubadas.

São encontradas geralmente na face ventral das folhas e passam por cinco ístares. Na fase adulta é verde e muito ágil, podendo viver até 60 dias. Seu ciclo biológico dura em torno de 25 dias (ZUCCHI et al., 1993).

Danos

Tanto os adultos quanto as ninfas sugam a seiva e injetam toxinas na planta (ZUCCHI et al., 1993). Quando atacadas as plantas apresentam folhas com coloração verde-amarelado, encarquilhadas e estiolamento dos ramos tenros (ARAUJO e SOARES, 2001).

Controle e Manejo da Praga

O controle químico é feito com inseticidas sistêmicos à base de Demeton-metílico, Thiometon ou Pirimicarb (ARRIEL et al., 2007). No entanto, é importante salientar que no Brasil, não existe inseticidas sistêmicos registrados no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para o controle de pragas do gergelim (SOARES e ARRIEL, 2009). A racionalização de inseticidas químicos é cada vez mais almejada nos sistemas de cultivos atuais, assim, sempre que possível deve-se fazer uso de controles alternativos, de menor impacto ambiental. Na (Tabela 1) estão listados algumas medidas de controles aplicadas a algumas pragas da cultura do gergelim na região Nordeste.

Nas fases iniciais da praga os inseticidas a base de extratos de plantas, como, por exemplo, extrato de neen (*Azadiracta indica*) são bastante eficientes, pois nas fases de ninfas e larvas esta praga é mais vulnerável a ação dos inseticidas naturais (QUEIROGA et al., 2008). Dentre as medidas preventivas que se pode adotar, uma fundamental é evitar o plantio de gergelim próximo a outras culturas que constantemente são atacadas por este inseto, como a soja e o feijão. Existem cultivares que apresentam caules e frutos cobertos por uma cera que demonstram ser menos atraentes para a cigarrinha-verde (*Empoasca* sp), mantendo a população em baixos níveis e consequente diminuição dos danos provocados pela praga (SOARES e ARRIEL, 2009).

Tabela 1. Medidas de controle ecológica adotadas para controle das principais pragas da cultura do gergelim na região Nordeste

Pragas	Medidas de Controle
Lagarta-enroladeira (<i>Antigastra catalaunalis</i>)	Variedades resistentes (<i>Arawaca</i> , <i>Maporal</i> e <i>Fonucla</i>), aplicações de Dipel (<i>Bacillus thuringiensis</i>) e preparado à base de Neem (<i>Azadiracta indica</i>).

continuação...

Mosca branca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Sua infestação é mais frequente em período de seca. Com 4 moscas por folha, deve-se aplicar solução de detergente neutro na concentração de 180 ml para 20 litros de água, ou sabões neutros a 0,5% para o controle das ninfas, em pulverizações dirigidas à parte inferior da folha. Utilização de variedades resistentes (Arawaca e Piritu).
Cigarrinha-verde (<i>Empoasca</i>)	Aplicação de soluções de neem (<i>Azadiracta indica</i>).
Formigas ou Saúvas (<i>Atta</i> spp.)	As folhas do gergelim, em decomposição, contaminam o fungo que serve de alimento para as saúvas, levando à destruição dos formigueiros. Outra estratégia seria alimentar, a cada três dias, os formigueiros com folhagem de maniçoba (<i>Manihot glaziovii</i> Mull.) ou neem (<i>Azadiracta indica</i>).
Lagartas do gênero (<i>Spodoptera</i> spp.)	Preparo do solo antes da semeadura para eliminar ovos e plantas hospedeiras de larvas. Armadilhas de luz contra traças, bem como o uso de neem (<i>Azadiracta indica</i>).
Cochonilla do gênero <i>Pseudococcidae</i>	Aplicação de soluções: Calda sulfocálcica (500 ml) + óleo bruto de algodão (100 ml) + detergente neutro (50 ml).

Fonte: Queiroga et al., (2011).

As lagartas do gênero *Spodoptera* spp. e as cochonilhas do gênero *Pseudococcidae* são pragas ocasionais, não tendo muita importância econômica nas lavouras de gergelim.

MOSCA-BRANCA (*BEMISIA TABACI*)

A mosca-branca é uma das pragas mais conhecidas no mundo, e está presente em praticamente todas as áreas agrícolas (SILVA e BOIÇA JUNIOR, 2011). No Brasil, a *B.tabaci* biotipo B é de grande importância econômica para a cultura do gergelim (SOARES e ARRIEL, 2009).

Danos

Por se tratar de um inseto sugador e transmissor de vírus, os prejuízos causados pela mosca-branca, decorrem da atividade de sucção de seiva, injeção de toxinas e pela transmissão de vírus (FIÚZA e MACHADO, 2010).

Descrição do Inseto

O período de incubação dos ovos é de três a seis dias, o estágio ninfal dura 12 dias e os adultos vivem em média 18 dias. As fêmeas depositam cerca

de 110 ovos (BARROS et al., 2000). É importante salientar que a duração do ciclo evolutivo depende essencialmente das condições climáticas.

Os adultos e ninfas são geralmente observados na face inferior das folhas. Tanto os indivíduos jovens quanto os adultos são fitófagos (sugadores de seiva). Em ataques severos estas pragas causam o amarelecimento das folhas mais velhas, que ficam com as bordas viradas para baixo, além de afetar o rendimento na produção. Períodos secos e quentes são favoráveis ao desenvolvimento e estabelecimento da praga, sendo por esta razão, observados surtos durante as estações secas (VILLAS BOAS et al., 1997).

Controle e Manejo da Praga

É recomendável que se faça uma rotação de produtos químicos. Num programa de rotação de inseticidas, cada um deve ser utilizado por um período de dias que cubra aproximadamente uma geração da praga. Inseticidas piretróides e fosforados devem ser utilizados preferencialmente nos períodos de menor atividade de adultos. Com isso, a seleção de populações resistentes ocorrerá apenas em um estágio de vida do inseto (SILVA e GIORDANO, 2000).

Quando expostas repetidamente a estes agrotóxicos, as pragas adquirem maior resistência, ou seja, sobrevivem e adquirem a capacidade de resistir aos agrotóxicos para as novas gerações, o que leva os produtores a aumentarem o número de aplicações, agravando ainda mais o problema (FELICONIO, 2011).

Para a mosca-branca podem ser empregados o controle cultural, eliminando as plantas daninhas hospedeiras da praga e da virose; utilizar cercas vivas como milho ou sorgo forrageiro, que servirá de quebra-vento. Além destes, deve-se adotar a rotação de culturas, importante medida para conter surtos da praga, impedindo ou retardando a entrada dos adultos na lavoura (LACERDA e CARVALHO, 2008; SOARES e ARRIEL, 2009). O uso de soluções de detergentes (Tabela 1), também poderá ser empregado como alternativa ao emprego do controle químico.

Com relação ao controle biológico, várias espécies de inimigos naturais têm sido identificadas em associação com o complexo de espécies de mosca-branca. No grupo de predadores, foram reportadas dezesseis espécies das ordens: Hemíptera, Neuróptera, Coleóptera e Díptera. Entre os parasitóides, identificaram-se 37 espécies de micro-himenópteros, onde se destacam os gêneros *Encarsia*, *Eretmocerus* e *Amitus*, comumente encontrados. Com relação à entomopatógenos, diversos isolados mais virulentos dos fungos *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces umosoroseus*, *Aschersonia aleyrodis* e *Beauveria bassiana*, tem ação sobre moscas-brancas (LACERDA e CARVALHO, 2008).

O gergelim também tem sido utilizado em consórcios com outras culturas como planta-isca para controle desta praga. A utilização de planta armadilha é uma tática de controle utilizado no manejo integrado de pragas (MIP), baseado na atratividade diferenciada de uma espécie vegetal ou mesmo de um genótipo sobre outro. O aumento na diversidade de plantas tende a diminuir o ataque das pragas, uma vez que haverá mudanças no comportamento dos artrópodes fitófagos e seus inimigos naturais (MELO e BLEICHER, 2006).

SAÚVAS (*ATTA SPP.*) E QUENQUÉNS (*ACROMYRMEX*)

As formigas cortadeiras, pertencem a dois gêneros de cultivadoras de fungos simbiotes. As espécies pertencentes ao gênero *Atta* são comumente chamadas de Saúvas e as formigas do gênero *Acromyrmex* são conhecidas como quenquéns (HAJI et al., 1995).

Descrição do Inseto

São insetos sociais que apresentam castas reprodutoras, rainhas, e não reprodutoras, operárias e soldados, e vivem permanentemente em colônias (HAJI et al., 1995).

Danos

As formigas desfolham a planta e são importantes economicamente, principalmente quando atacam a cultura nas fases iniciais de desenvolvimento, podendo destruir toda a plantação.

Controle e Manejo da Praga

Verificou-se que as sementes de gergelim possuem atividade inibidora sobre o crescimento do fungo basidiomiceto cultivado por formigas do gênero *Acromyrmex* (FARIA et al., 2010). Há muito tempo o gergelim já tem sido usado como planta isca.

O controle químico tem se mostrado o método mais eficaz e mais utilizado. As iscas formicidas, com a substância sulfloramida são uma das mais eficientes, pois apresentam alto rendimento operacional e atuam em baixas concentrações, controlando praticamente todas as espécies de saúvas e quenquéns em ninhos de qualquer idade. Existem, no entanto, boas perspectivas para o controle de formigas cortadeiras em pesquisas com parasitóides, predadores, produtos naturais e feromônios. Porém nada ainda em escala comercial (FALESI, 2011).

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O MANEJO DE PRAGAS

Como o Brasil é um país com extensões continentais, clima tropical e grande biodiversidade, os problemas fitossanitários são distintos de uma região para a outra. Diante desse fato, verifica-se que há uma grande dificuldade em estabelecer estratégias semelhantes de controle de pragas, pois os programas de Manejo Integrado de Pragas, uma vez estabelecidos, serão diferentes e adequados para atender a realidade de cada região produtora (SOUZA FILHO e COSTA, 2003).

O manejo integrado de pragas (MIP) propõe a associação de diversas táticas de controle, em oposição ao manejo baseado no uso exclusivo de inseticidas (PANIZZI, 2006). Nesse contexto, os problemas fitossanitários devem ser previamente conhecidos com o objetivo de tornar a cultura menos susceptível ao ataque de pragas. O sistema deve ser avaliado através de um programa de estudos visando buscar informações fundamentais para a aplicação correta do MIP, de maneira que, cada região e/ou cultura, deverão ter estratégias distintas. As informações básicas necessárias para a elaboração de um programa de MIP devem compor as seguintes etapas (SOUZA FILHO e COSTA, 2003).

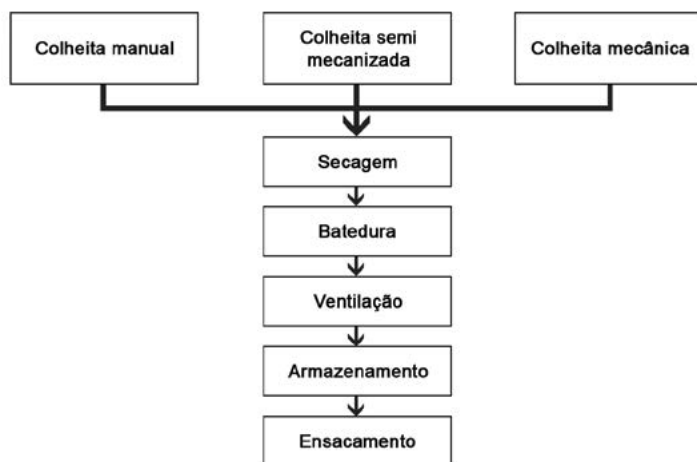


Figura 2. Etapas para a elaboração de um programa (MIP).

Controle Biológico

O controle biológico nas lavouras deve ser explorado naturalmente, por meio da preservação de inimigos naturais já presentes na lavoura. Para que isso aconteça é necessário restringir o uso de inseticidas não seletivos, de

modo que sejam tomadas medidas de controle apenas quando os insetos e pragas estiverem causando danos econômicos à cultura (LACEY et al., 2001).

Controle Químico

Atualmente não existem inseticidas registrados para a cultura do gergelim, na (Tabela 2) encontra-se algumas referências existentes na literatura para o controle de insetos no gergelim. A escolha do produto deve ser baseado no período de carência e classe toxicológica. Aplicações corretas significam reduções na quantidade do produto aplicado, nos custos de produção, na agressão ao meio ambiente e resíduos nos alimentos (BARROS et al., 2000).

Tabela 2. Produtos químicos sugeridos para o controle das principais pragas do gergelim

Produto Comercial	Ingrediente	Dosagem	Classificação	Praga-alvo
	Ativo	g.i.a/ha	Toxicológica	
Orthene 750 BR	Acephate	7,5/ kg sementes	PT	Pulgão, mosca branca
Marshal 350 TS	Carbosulfan	7,0/kg sementes	AT	Pulgão, cigarrinha
Temik 150	Aldicarb	750,0 kg sementes	AT	Pulgão, cigarrinha
Lannate 215 BR	Methomyl	258	MT	Pulgão, lagarta
Nuvacron 400	Monocrotophas	120	AT	Pulgão, mosca-branca
Dimetoato 400	Dimethoate	250	AT	Pulgão, mosca-branca
Ekatim 250	Thiometon	65,5	MT	Pulgão, cigarrinha
Pirimor	Primicarb	37,5 a 50,0	MT	Pulgão, cigarrinha
Thiodan 350	Endosulfan	525	AT	Mosca-branca, lagarta
Hostathion 400 BR	Triazophos	280	MT	Pulgão, lagarta, cigarrinha
Tamaron 600 BR	Metamidophos	300	MT	Pulgão, cigarrinha
Sevin 850 PM	Cabaryl	1.200,00	MT	Lagarta, besouro amarelo
Dipel 32 PM	<i>B. thuringiensis</i>	16	PNT	Lagarta
Dimilin 250 PM	Diflubenzuron	12,5	PT	Lagarta

continuação...

Match 50 CE	Lufenuron	15	PT	Lagarta
Decis 25 CE	Deltamethrin	10	AT	Pulgão,mosca-branca, lagarta
AT- Altamente tóxico; MT- Mediamente tóxico; PT- Pouco tóxica; PNT- Praticamente não tóxico. Fonte: Araújo e Soares, 2001.				

Controle Cultural

As principais práticas adotadas no controle cultural para o gegerlim são (SOARES e ARIEL, 2009):

- a. Eliminar plantas hospedeiras;
- b. Fazer rotação de cultura utilizando culturas não hospedeiras;
- c. Cultivar plantas-armadilhas;
- d. Utilizar barreiras vegetais (sorgo forrageiro e milho);
- e. Usar armadilhas amarelas (principalmente para mosca-branca);
- f. Destruir os restos culturais.

O controle cultural é uma importante ferramenta dentro de um programa (MIP).

Controle Legislativo

Baseia-se em portarias e leis que obrigam o cumprimento de determinadas medidas de controle preventivo ou não. Este controle procura normatizar datas de plantio, propiciar a eliminação de restos culturais, serviços quarentenários, regulamentação sobre o uso de agroquímicos (ARAÚJO e SOARES, 2001).

Monitoramento

A forma mais indicada para quantificar a população de artrópodes é por meio de amostragens. Amostragens para decisões de manejo devem ser simples, executadas com o mínimo de tempo e de mão-de-obra (BLEICHER et al., 1993).

Dados a respeito da distribuição espacial e vertical das pragas, dos danos nas plantas, prejuízos econômicos, custos de tratamento fitossanitários, ainda são escassos para a cultura do gergelim. Esses dados quantitativos são essenciais para a determinação dos níveis de danos econômicos, níveis de ação (níveis de controle das pragas), e níveis de

não ação (densidade populacional de inimigos naturais), para a cultura do gergelim (GUIMARÃES et al., 2005).

Essas informações devem ser obtidas em vários ensaios e etapas, em áreas de diferentes dimensões e regiões, para que então possam ser validados os níveis de danos econômicos, níveis de controle ou tomada de decisões, seja quanto a aplicar ou não inseticidas durante o manejo da safra, ou tomadas de decisões sobre que cultivar utilizar (BUSOLI et al., 2006).

LITERATURA CITADA

ARAÚJO, L.H.A.; SOARES J.J. Pragas e seu controle. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. 348p.

ARIEL, N.H.C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E. de; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A Cultura do gergelim**. EMBRAPA, Brasília, Informação Tecnológica, 2007. 72p. (Coleção Plantar, 50).

ATWAL, A.S. **Pest of sesame**. New Delhi: Kalyani, 1976. p.322-324.

BARROS, B.C.; OLIVEIRA, S.H.F.; LEITE, L.G.; ITO, M.F.; CAMPOS, T.B.; OLIVEIRA, C.M.G.; SANAZZARO, A.M.; CASTRO, J.L.; PINZAN, N.R. **Manejo Integrado de Pragas e Doenças do Feijoeiro**. São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, v.3, 2000. 90p. (Manual Técnico, Série Especial).

BLEICHER, E.; MELO, Q.M.S.; FURTADO, I.P. **Sugestões de técnicas de amostragem para as principais pragas do cajueiro**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 5p. (Comunicado Técnico, 6).

BUSOLI, A.C.; MICHELOTTO, M. Donizeti; ROCHA, K.C.G. Controle biológico de pragas no MIP-algodoeiro no cerrado brasileiro. In: BORTOLI, S.A.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; OLIVEIRA, J.E.M. **Agentes de controle biológico: Metodologia de criação, multiplicação e uso**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.332-3348.

FALESI, I.C. Formigas cortam o lucro do produtor rural. **Campo e Negócios**, Uberlândia, v.101, n.9, p.96-97, 2011.

FARIA, A.B.C.; UKAN, D.; SOUSA, N.J. Efeito das Sementes de Gergelim (*Sesamum Sp.*) sobre o Fungo Simbionte de Formigas do Gênero *Acromyrmex spp* (Formicidae: Hymenoptera). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v.12, n.1, p.133-141, 2010.

FELICONIO, A.E. 2011. **Agrotóxicos: riscos para a saúde e o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.sitiodomoinho.com/jornal/>>

Poweroice/DefaultNesShow. asp>, acesso em: 22 de Setembro de 2011.

FIÚZA, L.M; MACHADO, V. Evolução e manejo da resistência de insetos. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**. Brasília, n.38, p.68-74, 2010.

GUIMARÃES, J.A.; AZEVEDO, F.R.; BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A.L.M. **Recomendações para o manejo das principais pragas do meloeiro na Região do Semi-Árido nordestino**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2005. 11p. (Circular Técnica, 24).

HAJI, F.N.P.; CARVALHO, R.S.; YAMAGUCHI, C.; SILVA, M.I.V.; ALENCAR, J.A. de. Principais pragas e controle. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropic Semi-Arido (Petrolina, PE). **Informacoes tecnicas sobre a cultura da manga no semi-arido brasileiro**. EMBRAPA, Brasília. 1995. p.101-121.

HILL, D.S. **Agricultural insect pests of the tropics and their control**. Cambridge University Press, 1979. 516p.

LACERDA, J.T.; CARVALHO, R.A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.2, n.2, p.15-22, 2008.

LACEY, L.A.; FRUTOS, R.; KAYA, H.K.; VAIL, P. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future, **Biocontrol**, v.21, n.3, p.230-248, 2001.

MELO, D.S.; BLEICHER, E. Comportamento da mosca-branca em plantios de gergelim e feijão-de-corda. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.37, n.3, p.391-394, 2006.

PANIZZI, A.R. Abandono do MIP pode ter consequências desastrosas. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.3, n.5, p.81-84, 2006.

QUEIROGA, V.P. **Produção de gergelim orgânicas comunidades de produtores de São Francisco de Assis do Piauí**. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande, 2008. 127p. (Documentos, 190).

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; GEREON, H.G.M.; QUEIROGA, D.A.N. Produção de gergelim orgânico em agricultura familiar no Nordeste brasileiro. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 5, n.2, p.166-172, 2011.

SILVA, A.G.; BOICA JUNIOR, A.L.; FARIAS, P.R.S. Influência da temperatura e precipitação na infestação de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi*) em plantio de citros. **Nucleus**, Ituverava, v.8, p.1-9, 2011.

SILVA, J.B.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. EMBRAPA, Brasília. Comunicacao para Transferencia de Tecnologia, 2000. 168p.

SOARES, J.J.; ARRIEL, N.H.C. Pragas. In: ARRIEL, N.H.C.; BELTRAO, N.E.M.; FIRMINO, P.T. (Ed.). **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**.

Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009, p.125-136.

SOUZA FILHO, M.F.; COSTA, V.A. Manejo integrado de pragas da goiabeira. In: **Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado**. Editado por ROZANE, D.E.; COUTO, F.A.d'A. Empresa Júnior de Agronomia, Viçosa: UFV – EJA, p.177-206, 2003.

VENDRAMIN, B.G.C.; MARCHINI, L.C. Pragas do amendoim, feijoeiro e caupi. In: **Entomologia aplicada a agricultura: manual a distancia**. FEALQ: Piracicaba, 1992. p.311-333.

VILLAS BOAS, G.L.; FRANÇA, F.H.; ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolli***. EMBRAPA-CNPq, Brasília. 1997.11p. (Circular Técnico, 9).

ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139p.

DOENÇAS E SEU CONTROLE NA CULTURA DO GERGELIM

Wilza Carla Oliveira de SOUZA

Para Stakman e Harrar (1957), doença de planta é uma desordem fisiológica ou anormalidade estrutural deletéria à planta ou para alguma de suas partes ou produtos, ou que reduza seu valor econômico. A preocupação de produtores em relação a doenças, nos campos de produção, está diretamente relacionada a perda do valor econômico.

A cultura do gergelim apresenta susceptibilidade a várias doenças, provocadas por fungos e bactérias, afetando as várias partes da planta, sendo a causa de danos de importância econômica. A cercosporiose tem sido a principal doença do gergelim no Brasil (ARAÚJO, 2001), causando sérios prejuízos à cultura quando as condições climáticas são favoráveis ao seu desenvolvimento. Assim neste capítulo será abordado alguns aspectos relacionados as características das principais doenças que atacam a cultura do gergelim, bem como aspectos relacionados aos danos causados pelas mesmas e as formas de controle.

MANCHA BACTERIANA (*XANTHOMONAS CAMPESTRI* PV. *SEMAMI*)

A mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *Semami*) é uma bactéria gram- negativa, baciliforme, móvel por flagelo polar único, produtora de cápsulas e que mede de 0,4-0,6x0,8-1,6 µm. As colônias apresentam-se lisas, levemente viscosas e brilhantes. A bactéria pode persistir no solo por um período de 4 a 6 meses (COOK, 1981).

Sintomas e Epidemiologia

A planta pode ser atacada pela mancha bacteriana, em qualquer idade.

Na fase inicial do ataque pode aparecer manchas escuras arredondadas ou angulares aquosas nas folhas, nos caules e nas cápsulas que, seguidas posteriormente de uma coloração marrom-avermelhada ou negra que pode deprimir formando uma área necrosada (CONECCHIO FILHO e TELLA, 1957).

A mancha bacteriana é disseminada pela água da chuva junto com o vento e transmitida pela semente. Pode sobreviver em restos culturais. Alta temperatura e umidade favorecem a doença. A infecção de plântulas de gergelim é mais severa em solos com temperaturas de 20°C. A infecção não ocorre quando a temperatura do solo é de 40°C. A doença também torna-se severa quando a umidade do solo é de 30 a 40% e a umidade relativa é de 75 a 87%. (WULFF e PASCHOLATI, 2005; ARAÚJO, 2001).

Controle

Para seu controle, recomenda-se a eliminação de restos culturais, a rotação de culturas e o uso de sementes sadias, assim como o tratamento destas, com água quente e antibióticos. O oxicloreto de cobre tem reduzido a severidade da doença, resultando em aumento de produção (WULFF e PASCHOLATI, 2005).

Para Romeiro (1988, 1995, 2001), os produtos cúpricos agem na proteção de plantas, em relação a bactérias, origina-se uma delgada película na superfície do fitoplano, diminuindo ou bloqueando a multiplicação do fitopatógeno no local da infecção, devido ao efeito bactericida do produto.

PODRIDÃO NEGRA DO CAULE (*MACROPHOMINA PHASEOLINA*)

Essa é uma das doenças de grande importância na cultura do gergelim, uma vez que a infecção de sementes e mortalidade das plântulas acarreta perdas na produção. *Macrophomina phaseolina* é o agente causal da podridão negra. Duas linhas distintas são formadoras de picnídios e escleródios. Esse fungo pode sobreviver no solo e sementes de gergelim.

Sintomas e Epidemiologia

As plantas podem ser atacadas imediatamente após a semeadura. O fungo afeta principalmente o caule e os ramos das plântulas, ocasionando lesões de cor marrom-clara ou se estende de forma longitudinal, podendo alcançar o broto terminal. As plântulas atacadas crescem pouco, ficando atrofiadas, as raízes e o caule podem chegar a apodrecer e as partes superiores ficam escurecidas (VALE e ZAMBOLIM, 1997).

Nas lesões, os fungos podem formar escleródios e picnídeos. As plantas afetadas murcham, podendo secar e morrer. No caso das cápsulas estas

também são afetadas, abrindo prematuramente e ocasionando murchas e escurecimento nas sementes. O crescimento e a formação de escleródios do fungo podem diminuir abaixo de 15 e acima de 40°C (Del Ponte, 2007). Sua disseminação ocorre pela água (de irrigação ou da chuva), por partículas do solo e sementes infectadas, assim como altas temperaturas, baixa umidade do solo, favorecem o aparecimento deste patógeno (WULFF e PASCHOLATI, 2005).

Controle

Para o controle desse fungo as seguintes práticas podem ser adotadas: fazer uso de sementes saudáveis, fazer rotação de culturas, eliminar restos culturais, usar cultivares resistentes, fazer o tratamento das sementes com fungicidas como o propineb na dose de 1% em combinação com o tratamento do solo com o herbicida Alachlor (PINEDA e ÁVILA, 1990). E como forma alternativa de controle, a aplicação de uréia e esterco de fazenda podem reduzir a incidência da doença e aumentar a produção de sementes.

MANCHA DE ALTERNARIA (*ALTERNARIA SESAMI*)

Este patógeno é restrito ao gergelim (WULFF e PASCHOLATI, 2005). Ocorre nas regiões tropicais e subtropicais, sendo a severidade da doença dependente do estágio de crescimento da planta e das condições ambientais. Este fungo sobrevive em sementes, podendo colonizá-las internamente (CARDOSO, 1968).

Sintomas e Epidemiologia

Caracterizam-se pela presença de manchas marrons, circulares ou irregulares nas folhas e nos caules, que podem coalescer e levar a área afetada a necrosar, causando o desfolhamento e a morte da planta. As cápsulas quando afetadas por alternaria apresentam, frequentemente, anéis concêntricos de tecido necrosado com diâmetro de até 2 cm (COOK, 1981). Altas temperaturas favorecem o surgimento dessa doença, onde a transmissão ocorre pelas sementes (ARRIEL, 2009). Os microrganismos presentes na semente podem causar sua deterioração, anormalidades, lesões e morte de plantas (FAIAD et al., 2003).

Controle

No campo a rotação de culturas, eliminação de restos culturais e o uso de sementes saudáveis, podem diminuir a incidência dessa doença (FAIAD et al., 2003). Pulverizações com calda bordalesa e zineb são efetivas no controle da doença.

MURCHA DE FUSARIUM (*FUSARIUM OXYSPORIUM*)

Além do Brasil, ocorre em vários países que cultivam o gergelim, dentre os quais a Índia, o Japão, a Venezuela e os Estados Unidos (COOK, 1981). A murcha de fusarium pertence à classe Deuteromycetes, ordem Moniliales e família Tuberculariaceae.

Sintomas e Epidemiologia

Caracteriza-se por flacidez e murcha da planta, que posteriormente ocasiona a seca e conseqüentemente a morte. Ao fazer um corte transversal no caule da planta infectada, observa-se o enegrecimento dos tecidos do sistema vascular. A doença incide em qualquer estágio da vida da planta, desde a germinação e fase de plântula até o seu desenvolvimento e maturação (MALAGUTI, 1959). Esse fungo sobrevive no solo na forma de esporos, vivendo saprofiticamente em restos de cultura. Sua disseminação é feita por partículas do solo e gotas de água (da chuva e de irrigação).

Controle

Uso de sementes sadias, selecionadas, livres do patógeno evita a introdução em áreas em que não há ocorrência da doença. Além disso, pode-se fazer a rotação de culturas, eliminação de restos de culturas e cultivares resistentes. A cultivar Aceitera mostra-se resistente a essa doença (MAZZANI et al., 1981).

MANCHA ANGULAR (*CYLINDROSPORIUM SESAMI*)

No Brasil, esta doença foi constatada a primeira vez no estado do Maranhão (SILVA e MELO, 1976). A mancha angular pode causar sérios prejuízos à cultura. A incidência é sempre muito alta atingindo, muitas vezes, 100% das plantas (LIMA et al., 1997). O agente etiológico dessa doença é o fungo que pertence à classe Deuteromycetes, ordem Melanconiales e família Melanconiaceae.

Sintomas e Epidemiologia

Geralmente afeta as folhas, produzindo manchas angulares, poligonais e irregulares, apresentando cor que vai do pardo ao pardo-escuro, limitadas em um ou mais lados pelas nervuras, verifica-se que na parte inferior da folha a lesão é mais clara.

É encontrada com maior intensidade no terço inferior da planta. O fungo é transmitido pelas sementes (ORELLANA, 1961; MALAGUTI, 1973).

A propagação da doença em área plantada ocorre por meio do vento que transporta os esporos das plantas infectadas para plantas sadias (MALAGUTI, 1973).

Controle

O uso de cultivares resistente é o meio mais eficiente e econômico de controle dessa doença. O tratamento das sementes desinfetando-as, também é recomendando assim como a rotação de culturas (LIMA et al., 2001)

MANCHA DE CERCOSPORA (*CERCOSPORA SESAMI*)

Até 60% de toda a produção de cápsulas pode ser perdida devido à ocorrência desse patógeno na cultura do gergelim. O agente causal desta doença é o fungo pertencente à classe Deuteromycetes, ordem Moniliales e família Dematiaceae.

Sintomas e Epidemiologia

Manchas arredondadas apresentam-se nas folhas e frutos, com centro de cor cinza clara a esbranquiçada e bordas marrons. Nos caules e pecíolos as lesões são largas e elípticas, chegando a formar cancras com área necrosada e deprimida. Segundo Lima et al. (1997) no caso de incidência grave da doença as plantas ficam totalmente desfolhadas.

O fungo também pode penetrar no interior da cápsula e alcança as sementes, tornando-as escuras. Lesões nos cotilédones podem dar origem a infecções reflexas, ou seja, aquelas em que os sintomas são exibidos em órgãos distantes do local de ação do patógeno.

Elevada precipitação pluvial e alta umidade relativa do ar, contribuem para o maior desenvolvimento da doença (CASELA e FERREIRA, 2003).

Controle

Para evitar a disseminação do patógeno, recomenda-se tratar as sementes com fungicidas à base de Carbendazin e Tiofanatometílico (KUROSZAWA et al., 1985), são fungicidas sistêmicos, que agem de forma seletiva em relação aos patógenos que controla, e fazer pulverizações preventivas com fungicidas cúpricos, além de plantar cultivares resistentes (ROMEIRO, 2001).

FILOIDIA

A causa dessa doença ainda é desconhecida. Cook (1981) afirma que a doença pode estar associada a estruturas como micoplasmas. Já outros autores como Weiss (1983) afirma que o seu agente etiológico é um vírus.

Sintomas e Epidemiologia

A caracterização desta anomalia se dá pelo encurtamento dos entrenós e pela proliferação abundante de folhas e de ramos na região apical da planta, dando um aspecto de superbrotamento as plantas. Os órgãos florais transformam-se em folhas tornando a planta estéril. Essa anomalia é transmitida por insetos jassídeos, *Deltocephalus* sp. (WULFF e PASCHOLATI, 2005).

Controle

A medida de controle mais eficiente dessa doença, é o combate aos insetos jassídeos, presentes na área. Destacam-se os inseticidas carbaryl e parathion-methyl no controle do vetor (ARAÚJO, 2001).

CULTIVARES DE GERGELIM RESISTENTE A DOENÇAS

Usar cultivares resistentes é uma maneira natural e altamente recomendável de controlar doenças. A maioria das doenças do gergelim é combatida com o uso dessas cultivares. Nechet et al. (2004) afirmam que o método de controle mais eficaz, prático e econômico é o uso de cultivares resistentes ou com algum grau de resistência às doenças. A CNPA G2 e a CNPA G3 são as cultivares mais usadas na região nordeste, são resistentes à mancha de *Cercospora* e a mancha angular respectivamente, na tabela abaixo, estão algumas cultivares resistentes a doenças (BELTRÃO, 2001).

Tabela. Cultivares resistentes a doenças mais comuns do gergelim

Doença	Cultivares mais resistentes
Mancha angular	CNPA G3
Mancha de <i>Cercospora</i>	Seridó 1 SM ₂ e CNPA G2
Podridão-negra-do-caule	Inamar e SB-S-5-LP-85
Murcha de <i>Fasarium</i>	Aceitera
Mancha bacteriana	-
Mancha de <i>Alternaria</i>	-
Filoidia	-

Fonte: Lima et al. (2001).

LITERATURA CITADA

ARAÚJO, L.H.A.; SOARES, J.J. Pragas e seu controle. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. EMBRAPA, Brasília: Informação Tecnológica, 2001. 348p.

ARRIEL, N.H.C. Doenças. In: ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIRMINO, P.T. **Gergelim: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. EMBRAPA, Brasília: Informação Tecnológica. 2009. p.125-136.

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2001. 348p.

CANECHIO FILHO, V.; TELLA, R. **Instruções para a cultura do gergelim**. Boletim, 89. Campinas: Instituto Agrônomo, 1957. 6p.

CARDOSO, E.J.B.N. Ocorrência de *Alternaria sesami* (Kawamura) em gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.2, n.2, p.163-169,1968.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. **Cercosporiose**. EMBRAPA milho e sorgo. Sete Lagoas, MG. 2003. 5p. (Circular técnica, 24).

COOK, A.A. **Diseases of tropical and subtropical field, fiber and oil plants**. New York: Macmillan, Ed. McGraw-Hill. 1981. 450p.

DEL PONTE, E.M. 2007. **Fitopatologia.net** - herbário virtual. Departamento de Fitossanidade. Agronomia, UFRGS. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/fitossan/herbariovirtual>>, acesso em: 02 de agosto de 2011.

FAIAD, M.G.R.; SALOMÃO, A.N.; PADILHA, L.S.; MUNDIM, R.C. **Sobrevivência de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. em sementes de feijoa (*Accasellowiana* Burr.) durante o armazenamento**. EMBRAPA, Brasília. 2003.4p. (Comunicado técnico, 80).

KUROZAWA, C.; NAKAGAWA, J.; DOI, T.; MELOTTO, E. Comportamento de 13 cultivares de gergelim (*Sesamum indicum*) a *Cercospora sesami*, sua transmissibilidade por sementes e controle. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, n.1, p.123-128, 1985.

LIMA, E.F.; ARAÚJO, A.E.; BATISTA, F.A.S. Doenças e seu controle. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**., Brasília. Informação Tecnológica, 2001. p.203-220.

LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; AZEVEDO, D.M.P.; SANTOS, J.W.; VIEIRA, R.M. Efeito do Alachlor e do Benomyl no crescimento micelial e na germinação de Esclerócios de *Macrophomina Phaseolina* (Tass.) Goid., *in vitro*. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.1,n.1, p.73-79, 1997.

MALAGUTI, G.; Enfermedades Del follaje Del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en Venezuela. **Revista de La Facultad de Agronomía**, Zulia, v.7, n.2, p.109-125, 1973.

MALAGUTI, G.; Epifitas de "marchitez" por *fusarium* en anjonjolí. **Agronomía tropical**, Macari, v.8, n.4, p.145-150, 1959.

MAZZANI, B.; NAVA, C.; MALAGUTI, G.; MONTILLA, D.; URDANATA, R. MALAGUTI, G.; Major diseases of sesame and sources of resistence in Venezuela. **Plant Production and Protection Paper**, Roma, v.29, p.69-70, 1981.

NECHET, K.L.; HALFELD-VIEIRA, B.A. ; VILARINHO, A.A. . Avaliação da resistência de genótipos de feijão-caupi à mela (*Rhizoctonia solani*) no cerrado de Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29. 2004. p.35.

ORELLANA, R.G. Leaf Spot of Sesame Caused by *Cylindrosporium* *Sesami*. **Phytopathologi**. Plant Indust. Sta., Beltsville, Maryland v.51, p.89-92, 1961.

PINEDA, J.B.; AVILA, J.M. Alternativas para el control algunas enfermedades Del ajonjolí (*sesamu indica*). In: CURSO CORTO TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION DE AJONJOLÍ. ACARIGUA, n.6, 1990, Venezuela, p.121-123.

ROMEIRO, R.S. **Bactérias fitopatogênicas**. Viçosa: UFV, 1995. 283p.

ROMEIRO, R.S. **Fundamentos de bacteriologia de plantas**. Viçosa: UFV, 1988. 50p.

ROMEIRO, R.S. **Métodos em bacteriologia de plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 279p.

SILVA, G.S.; MELO, G.S. **A mancha angular do gergelim - *Sesamum indicum* L. no Estado do Maranhão**. São Luis: Secretaria da Agricultura, 1976. 12p.

STAKMAN, E.C.; HARRAR, J.G. **Principles of Plant Pathology**. New York. The Ronald Press. 1957.

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças de plantas**, Viçosa, MG: UFV Departamento de Fitopatologia, v.2, 1997. 1065p.

WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660p.

WULFF, N.A; PASCHOLATI, S. F. Doenças do Gergelim. In. KIMATI, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. **Manual de fitopatologia**. São Paulo-SP: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2005, Editora Agronômica Ceres Ltda. v.2, Cap.39, p.379-384.

PLANTAS DANINHAS

Juliane Rafaele ALVES

Luiz Leonardo FERREIRA

Napoleão Esberard de Macêdo BELTRÃO

O conjunto de plantas que infestam áreas agrícolas, pecuárias e de outros setores do interesse humano, é conceituado como plantas daninhas; estas plantas apresentam características pioneiras, ocupam locais por qualquer motivo, não sendo exclusiva de ecossistema agrícola, sempre existiu e já foi muito importante na recuperação de extensas áreas onde a vegetação original, foi extinta por um processo natural (PITELLI, 1987).

Fisher (1973) define planta daninha, como plantas cujas suas vantagens ainda não foram descobertas ou planta que interfere nos objetivos do homem. Podendo também ser definida como uma planta que cresce em local indesejado, competindo com a cultura principal, por água, luz e nutrientes, interferindo no processo produtivo da cultura. (ASHTON e MÔNACO, 1991).

A intensidade da competição das ervas daninhas esta relacionada a vários fatores, como espécie, densidade, fertilidade do solo, disponibilidade de água e hábito de crescimento da cultura em cultivo, dependendo também da duração do período de convivência, da época em que este período ocorre que é modificado pelas condições edáficas e climáticas e pelos tratos culturais (PITELLI, 1985).

As plantas tidas como daninhas, causam grandes prejuízos econômicos aos produtores, pois reduzem a produção das lavouras e aumentam seus custos de produção, além de comprometer a eficiência do uso da terra, o controle de pragas, produtos agrícolas, o manejo da água na irrigação e a eficiência humana (ASHTON e MÔNACO, 1991).

O gergelim é uma cultura que necessita de controle de plantas daninhas, uma vez que a cultura apresenta um crescimento inicial bastante lento (ARAUJO et al., 2006). Este fator referente ao crescimento inicial predispõe a cultura à grande desvantagem na competição pelo substrato ecológico (água, luz, nutrientes e dióxido de carbono) com as plantas daninhas,

portanto, é de vital importância para o sucesso da cultura o controle das plantas infestantes (BELTRÃO e FREIRE, 1986). Vieira et al. (1998) implementa que a cultura do gergelim vem se expandindo no Nordeste Brasileiro, como alternativa para agricultores da região, no entanto, há escassez de estudos envolvendo os vários fatores de produção, entre os quais o controle de plantas daninhas. O controle de invasoras é de elevada importância para a cultura, já que esta é sensível à concorrência, em razão ao seu crescimento inicial que é mais lento que as plantas concorrentes (LAMAR, 1973).

MÉTODOS DE CONTROLE

O controle de invasoras, quando a infestação está no início, é altamente oportuno, permitindo o uso de métodos mais eficientes (mesmo que mais dispendiosos) e economicamente mais vantajosos (QUINN, 1961), os principais métodos de controle utilizados no Brasil são: cultural, fogo, controle manual, mecânico e químico, sendo os melhores resultados obtidos quando há integração destes (VITÓRIA FILHO, 1986).

O método de controle das ervas invasoras a ser utilizado deverá primeiramente levar em consideração o diagnóstico da área, na qual constarão com o histórico do terreno, das condições climáticas, das espécies invasoras ocorrentes, graus de infestações, fertilidade do solo e a topografia. O preparo adequado do solo pode funcionar como excelente método de controle da vegetação daninha. Devem ser feitas de 2 a 3 capinas durante o ciclo da planta, com enxada ou cultivador.

São adotados diferentes métodos de controle das plantas daninhas, os quais são classificados basicamente, em três: o método cultural, o método químico e o método mecânico, porém podem-se citar outros.

CONTROLE MECÂNICO

O próprio preparo do solo, se realizado conforme a recomendação funciona como um excelente método de controle da vegetação daninha; os cultivos mecânicos devem ser superficiais e realizados logo no início, quando as plantas daninhas estão jovens, sendo, assim, mais vulneráveis à ação do cultivador, pois como o gergelim possui raízes finas e superficiais, os cultivadores devem operar superficialmente, numa profundidade máxima de seis centímetros; pode, também, ser usado o controle manual com o uso da enxada (BELTRÃO e FREIRE, 1986). Beltrão (2001) ressalva que em cultivos mecanizados os implementos devem ser trabalhados superficialmente onde as capinas devem operar no máximo a quatro cm de profundidade.

Para Guimarães (1974) o controle mecânico é realizado por meio de práticas de eliminação do mato, como o arranquio manual, a capina manual, a roçada e o cultivo mecanizado feito por cultivadores tracionados por animais ou trator; pode ser feito com o auxílio de um enxadão, esse controle é considerado pouco eficiente e oneroso, além de envolver grande quantidade de mão-de-obra, esta prática deve ser executada antes da floração e frutificação, para evitar a disseminação das sementes. Pode ser feito ainda com enxada ou cultivador (BELTRÃO e FREIRE, 1986).

O arranquio manual é o método mais antigo de controle de plantas daninhas (GOMES e LEAL, 2003). O controle manual também pode ser realizado com uma foice, que ainda é um dos métodos bastante utilizados no controle de plantas arbustivas ou arbóreas, e consiste no corte da parte aérea da planta daninha, sem afetar o seu sistema radicular. Este é um processo pouco eficiente porque a maioria das invasoras rebrota vigorosamente, comportando-se como se tivessem sido submetidas à poda corretiva (GUIMARÃES, 1974).

CONTROLE QUÍMICO

Os herbicidas são substâncias químicas capazes de selecionar populações de plantas, uma vez que provocam a morte de certas plantas e de outras não. O método químico é o mais utilizado para controlar as invasoras, suas vantagens são a economia de mão de obra e a rapidez na aplicação. Para que a aplicação dos herbicidas seja segura, eficiente e econômica, exigem-se técnicas refinadas. O reconhecimento prévio das invasoras predominantes é uma condição básica para a escolha adequada do produto, que resultará no controle mais eficiente.

Para o uso de herbicidas devem-se levar em conta vários fatores (ARAÚJO et al., 2006). Como a composição textural do solo (quantidades relativas de areia, silte e argila), e o teor de matéria orgânica; em solos com baixo teor de argila (acima de 15%) e com baixo teor de matéria orgânica (menor do que 2%), que são as matérias de natureza coloidal do solo, devem receber doses menores do que os solos com elevado teor de argila (acima de 35%) e/ou com elevado teor de matéria orgânica (acima de 4%); é importante, também, conhecer-se, previamente a composição do complexo florístico daninho, isto é, se há predominância de plantas daninhas de folhas largas (dicotiledôneas) ou de folhas estreitas (gramíneas, ciperáceas, etc.) ou se a população é equilibrada e se predominam plantas daninhas de ciclo anual ou perene (BELTRÃO e FREIRE, 1986). Os autores comentam que estas colocações são de suma importância na escolha do herbicida certo, pois

cada produto controla determinados tipos de plantas daninhas e quando a população de plantas daninhas for mista, deve-se usar uma mistura ou combinação de dois produtos.

O uso de herbicidas pode prevenir a interferência das plantas daninhas principalmente no início do ciclo, período durante o qual estas plantas causam normalmente as maiores perdas às culturas. O uso de herbicidas proporciona um controle mais efetivo nas linhas de plantio, onde muitas vezes outro método de controle não tem a mesma eficiência.

Em áreas agrícolas onde é utilizado o sistema de semeadura direta o controle de plantas daninhas é baseado principalmente no uso de herbicidas (GALLAGHER et al., 2003). Porém esse método aumenta o custo de produção e problemas ambientais (SWATON et al., 2006).

Para Queiroga e Silva (2008) quando se usa o herbicida na lavoura do gergelim, deve-se ter o cuidado para se cobrir bem as sementes com terra e elas não fiquem muito na superfície, como 1 a 1,5 cm, pois, dependendo das características químicas e físicas do herbicida, poderá haver lixiviação; conseqüentemente, o produto pode entrar em contato com as sementes e danificá-las.

Vieira et al. (1998) objetivando testar o efeito de doses de mistura herbicida envolvendo o diuron, o pendimethalin e o alachlor, aplicados em pré-emergência no controle de plantas daninhas e a sua seletividade em relação a cultura do gergelim no estado de Souza no Sertão Paraibano, verificaram que o método químico aplicado em pré-emergência na cultura e nas plantas daninhas foi eficiente agronomicamente quanto o método mecânico, via enxada; as misturas diuron + pendimethalin e diuron + alachlor nas doses mais elevadas (1,25 + 1,25 e 1,25 + 1,44 kg.ha⁻¹), mostraram-se, respectivamente, menos seletivas às plantas do gergelim; a competição das plantas concorrentes reduziu a produção da cultivar CNPA G3 em 100% com relação aos tratamentos com controle das plantas concorrentes; os atributos altura de inserção de primeiro fruto e número de frutos por planta não foram alterados pelo efeito dos tratamentos envolvidos; o controle químico reduziu em 73,78% o custo final do controle das plantas daninhas, significando economia de mão-de-obra e retorno econômico para o produtor de gergelim (VIEIRA et al., 1998).

Visando verificar os efeitos isolados e conjuntos de três fatores de produção (cultivar, adubação e métodos de controle de plantas) no rendimento, no crescimento e em alguns componentes da produção do gergelim (BELTRÃO et al., 1991), os autores verificaram que o método químico, representado pelo herbicida diuron, na dosagem de 1,0 kg.ha⁻¹ em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas, foi tão eficiente

agronomicamente, quanto o método mecânico, via uso da enxada; os fatores cultivares, adubação e método de controle de plantas daninhas foram independentes para todas as variáveis mensuradas, como produtividade de sementes, altura das plantas, diâmetro caulinar, altura de inserção do primeiro fruto, etc., exceto a percentagem de controle de plantas daninhas aos 30 dias da emergência em que ocorreu interação significativa entre os fatores adubação e métodos de controle.

De acordo com a EMBRAPA Soja, algumas informações devem ser consideradas:

1. Não aplicar herbicidas pós-emergentes na presença de muito orvalho e/ou imediatamente após chuva;
2. Não aplicar na presença de ventos fortes (>8 km.ha-1), mesmo utilizando bicos específicos para redução de deriva;
3. Pode-se utilizar baixo volume de calda (mínimo de 100 L.ha-1) quando as condições climáticas forem favoráveis e desde que sejam observadas as indicações do fabricante (tipo de bico, produtos);
4. A aplicação de herbicidas deve ser realizada em ambiente com umidade relativa superior a 60%. Além disso, deve-se utilizar água limpa;
5. Não aplicar quando as plantas, da cultura e invasoras, estiverem sob estresse hídrico;
6. Para cada tipo de aplicação, existem várias alternativas de bicos, os quais devem ser utilizados conforme indicação do fabricante. Verificar a uniformidade de volume de pulverização, tolerando variações máximas de 10% entre bicos;
7. O uso de equipamento de proteção individual é indispensável em qualquer pulverização.

Mesmo assim, a escolha de equipamento mecânico pelo produtor para aplicação de herbicida está praticamente associada às suas condições financeiras, uma vez que seu emprego fica restrito apenas aos produtos herbicidas; isso porque muitos produtores não sabem lavá-lo convenientemente, visando usá-lo corretamente no combate de pragas da lavoura com os inseticidas (QUEIROGA e SILVA, 2008).

Ainda vale destacar que no município de São João do Sabugi-RN, os produtores estão realizando a capina da lavoura de gergelim (espaçamento de 90 cm entre fileiras) com os mini-tratores cultivadores, do tipo Tobatta com uma bitola de 80 cm, alugados de uma associação de pequenos produtores do referido município; o produtor paga R\$ 12,00.hora⁻¹ de

serviço prestado para essa associação, já incluindo o operador da máquina; o rendimento por hectare do mini-tractor fica em torno de 6 horas (R\$ 72,00) (QUEIROGA e SILVA, 2008).

CONTROLE CULTURAL

O controle cultural de plantas daninhas inclui todas aquelas práticas agrícolas que, manejadas eficientemente, asseguram o desenvolvimento vigoroso da cultura possibilitando-a de competir com vantagens, com as plantas daninhas, tais práticas contribuem para um bom estabelecimento e desenvolvimento do cultivo, como o bom preparo do solo, seleção de variedades adaptadas, correta densidade de plantio, controle cultural de plantas daninhas, rotação de culturas e o uso de coberturas verdes (GOMES e LEAL, 2003).

Por ser propagada comercialmente por sementes, as quais são muito pequenas, o gergelim precisa ser semeado em solo bem preparado para, entre outros benefícios, facilitar a emergência das plântulas e promover o estabelecimento o mais rápido possível, além do diminuto tamanho das sementes, o crescimento inicial das plântulas é bastante lento, o que dificulta o estabelecimento da cultura, principalmente quando o solo não for bem preparado, o que leva a uma emergência difícil e ao aparecimento, logo cedo, das plantas daninhas, que competem com vantagem com a cultura, pois, em geral, apresentam crescimento inicial bem rápido (BELTRÃO e FREIRE, 1986).

Outro fator cultural é a observação das características ecológica da cultura e das plantas daninhas de tal forma que a primeira leve vantagem na competição contra a segunda; esse método está baseado em dois princípios: as primeiras plantas que ocupam uma área tendem a excluir as demais, e a espécie melhor adaptada predominará no ambiente (FLECK, 1992).

A rotação de culturas também se destaca, pois além dos benefícios na produtividade, é uma prática que promove a redução de pragas, tanto no gergelim como nas demais culturas que entram no esquema de rotação, auxilia no controle de ervas daninhas, reduz a erosão e mantém a matéria orgânica no solo; as culturas que normalmente são usadas em rotação com o gergelim são: algodão, milho, feijão, soja, amendoim, mamona e sorgo (ARAUJO et al., 2006). Os autores complementam que o sistema de cultivo consorciado é amplamente empregado por pequenos agricultores, uma vez que estes aproveitam ao máximo os já limitados recursos que possuem, diminuem o insucesso da lavoura, dispõem de maiores opções de alimentos e possibilita maior eficiência do uso da terra e conservação do solo; o sistema de consórcio pode ser vantajoso desde que se leve em conta a configuração

de plantio, a população de planta e a época relativa de plantio das espécies envolvidas.

As coberturas verdes são plantas geralmente muito competitivas com as plantas daninhas, promovendo a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo; entretanto, muitas dessas plantas possuem grande poder inibitório sobre determinadas invasoras, mesmo após o corte e formação de uma cobertura morta sobre o solo (GOMES e LEAL, 2003).

CONTROLE BIOLÓGICO

Consiste no emprego de um organismo (predador, parasita ou patógeno) que ataca outro que esteja causando danos econômicos às culturas. Trata-se de uma estratégia muito utilizada em sistemas agroecológicos, assim como na agricultura convencional.

Num conceito amplo, o controle biológico pode ser definido como a ação dos fatores bióticos do ecossistema regulando a instalação e crescimento de populações de plantas daninhas; uma definição mais específica é a utilização de organismos vivos para eliminar, controlar o crescimento, expansão populacional e/ou reduzir a capacidade competitiva de uma ou mais espécies de plantas daninhas (PITTELLI et al., 2005).

Dentre as principais pressões bióticas que atuam no controle populacional das plantas são: a competição, o amensalismo, a predação e o parasitismo, onde todos estes fatores são passíveis de manejo, com profundos reflexos no crescimento das plantas e nas dinâmicas de suas populações (PITELLI et al., 2005)

A competição promovida pela planta cultivada causa grande pressão biótica não seletiva que reduz o crescimento e produção de diásporos pelas plantas daninhas, pois desde que a cultura seja conduzida dentro das recomendações técnicas de época de plantio, espaçamento e densidade adequados, cultivar que proporcione rápido e intenso sombreamento do solo têm grande poder de redução do crescimento das plantas daninhas (PITELLI et al., 2005).

Pitelli et al. (2005) ainda comentam que a alelopatia é outra forma de causar pressão biótica capaz de reduzir o crescimento das plantas daninhas, no entanto, trata-se de uma pressão biótica seletiva cujos efeitos normalmente agem de forma conjunta com a pressão competitiva ou com os efeitos físicos e biológicos de coberturas mortas.

Ribeiro et al. (2009) investigaram o potencial alelopático de extratos aquosos de (*Crinum americanum* L.) em diferentes concentrações sobre a porcentagem e tempo médio de germinação e sobre o crescimento inicial do gergelim, verificaram que todos os extratos inibiram significativamente o

crescimento das raízes das plântulas de gergelim, exceto o extrato de bainha 12,5%; observou-se ainda que a parte aérea dessas plântulas foi inibida por extratos de raiz acima de 50% e de folha e bainha acima de 12,5%; na concentração 75% e 100% do extrato de bainha, nenhuma plântula sobreviveu; as sementes de gergelim foram mais inibidas pelos extratos de folha, que reduziram a % de germinação a partir da concentração 25%. Assim como, pelas concentrações 75% e 100% de bainha e raiz. O tempo médio de germinação foi afetado em concentrações maiores que 75% nos extratos de bainha, 50% nos extratos de raiz e por todos os extratos de folha.

ERRADICAÇÃO

A erradicação consiste na eliminação de todas as plantas e seus órgãos, inclusive das sementes, este método é difícil de ser realizado, e só é economicamente viável em pequenas hortas e jardins, no caso de plantio extensivo de culturas é quase impossível o uso da erradicação, pois os custos seriam bastante elevados (RICHETTI et al., 2003).

PREVENÇÃO

É uma das medidas de menor custo e muita das vezes uma das mais difíceis, pois geralmente acontece a infestação no manuseio de equipamentos e/ou juntamente com as sementes da cultura a ser implantada. Consiste em impedir ou evitar que as plantas daninhas sejam transportadas para áreas agrícolas onde elas ainda não existem. Pode-se utilizar sementes livres de propágulos de plantas infestantes, além da limpeza dos implementos antes do seu ingresso na área de cultivo. A prevenção também pode ser realizada com herbicidas pré-emergentes.

Para que o controle preventivo seja colocado em prática, o produtor deverá usar mudas certificadas, evitar trânsito de animais de áreas infestadas para áreas livres de plantas daninhas, limpar os equipamentos após trabalho em áreas com plantas daninhas indesejáveis e controlar, por meio de roçadas, essas espécies em canais, margens do pomar e nos caminhos ou estradas (PETRI et al., 2002).

COMPETIÇÃO ENTRE CULTURAS E PLANTAS DANINHAS

A competição é um fenômeno natural em uma comunidade de plantas onde existem recursos limitados, tendendo a ser maior e mais prejudicial a ambos os competidores quanto mais semelhantes forem às exigências

ambientais e o hábito vegetativo dessas (FLECK, 1992).

As plantas podem competir entre si (intraespecífica) e com outras plantas (interespecíficas) pelos recursos do meio como, luz, água, nutrientes, CO₂, entre outros. A duração do tempo da competição determina prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas. Uma redução considerável no crescimento de espécies, tanto em combinações intra como interespecíficas, é resultante da competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em um determinado período de tempo.

Nos últimos anos, pesquisas relacionadas à habilidade competitiva de cultivares com plantas daninhas vêm ganhando importância, principalmente porque a adoção de genótipos competitivos constitui-se em prática cultural que pode reduzir custos, bem como impactos ambientais (BALBINOT JUNIOR et al., 2003).

O aumento da capacidade competitiva de plantas é atribuído à emergência precoce, elevado vigor de plântulas, rapidez de expansão foliar, formação de dossel denso, elevada altura de planta, ciclo de desenvolvimento longo e rápido crescimento do sistema radicular (SANDERSON e ELWINGER, 2002). Plantas portadoras de elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial possuem prioridade na utilização dos recursos do meio e, por isso, geralmente levam vantagem na utilização destes (GUSTAFSON et al., 2004).

As plantas daninhas tendem a levar vantagem competitiva sobre as plantas cultivadas, pois o contínuo e/ou repetido estresse aplicado sobre as plantas daninhas resultou em plantas altamente especializadas em características competitivas. Por outro lado, o melhoramento genético das culturas, direcionado para aumento da produção, resultou em decréscimo do potencial competitivo (PETRI et al., 2002).

O controle eficiente de plantas daninhas proporciona maior desenvolvimento e produtividade da cultura, além de rápida retomada do crescimento vegetativo na estação de crescimento seguinte (SILVA et al., 1999).

LITERATURA CITADA

ARAUJO, A.E.; SOARES, J.J.; BELTRÃO, N.E.M.; FIRMINO, P.T. **Cultivo do gergelim**. 2006. EMBRAPA-CNPA. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Gergelim/CultivodoGergelim/comercializacao.html>>, acesso em: 04 de dezembro de 2011.

ASHTON, F.M.; MÔNACO, T.J. **Weed science**. New York: John Wiley, 1991. 466p.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; FLECK, N.G.; BARBOSA NETO, J.F.; RIZZARDI, M.A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.165-174, 2003.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C. **Cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) no nordeste do Brasil**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 1986. 18p. (Circular Técnico, 12).

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J.; NÓBREGA, L.B.N.; SANTOS, J.W. Adubação, cultivar e controle de plantas daninhas na cultura do gergelim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.605-611, 1991.

FISHER, H.H. Conceito de erva daninha. In: WARREN, G.F.; WILLIAM, R.D.; SACCO, J. da C.; LAMAR, R.V.; ALBERT, C.A. **Curso intensivo de controle de ervas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 1973. p.5-10.

FLECK, N.G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1992, 70p.

GALLAGHER, R.S.; CARDINA, J.; LOUX, M. Integration of cover crops with postemergence herbicides in no-till corn and soybean. **Weed Science**, Lawrence, v.51, n.6, p.995-1001, 2003.

GOMES, J.C; LEAL, E.C. 2003. **Cultivo da mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_tabcosteiros/plantasdanhinhas.htm>, acesso em: 04 de dezembro de 2011.

GUIMARÃES, P.T.G. **Erradicação de plantas invasoras de pastagens pelo uso de herbicida e por métodos mecânicos**. 1974. 57f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, 1974.

GUSTAFSON, D.J.; GIBSON, D.J.; NICKRENT, D.L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**, Londres, v.18, p.451-457, 2004.

LAMAR, R.V.; ALBERT, C.A. **Curso intensivo de controles de plantas daninhas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1973. p.60-96.

PETRI, J. L.; HOFFMANN, A.; BERNARDI, J.; PEREIRA, A.J. **Manejo da**

planta e do solo na produção integrada de maçã. EMBRAPA Uva e Vinho, Bento Gonçalves. 2002. 8p. (Circular Técnico, 32).

PITELLI, R.A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.12, p.1-24, 1987.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informativo Agropecuário**, Minas Gerais, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A.; NACHTIGAL, G.F.; PITELLI, R.L.C.M. **Controle biológico de plantas daninhas.** CBCPD: Brasília. 2005. 11p.

QUEIROGA, V.P.Q.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado.** EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008. 140p. (Documentos, 203).

QUINN, L. **Controle de arbustos nas pastagens do Brasil.** São Paulo: IBEC Research Institut. 1961. 19p. (Boletim, 6).

RIBEIRO, J.P.N.; MATSUMOTO, R.S.; TAKAO, L.K.; VOLTARELLI, V.M.; LIMA, M.I.S. Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *Crinum americanum* L. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.32, n.1, p.183-188, 2009.

RICHETTI, A.; ARAÚJO, A.E.; MORELLO, C.L.; SILVA, C.A.D.; LAZAROTTO, C.; AZEVEDO, D.M.P.; FREIRE, E.C.; ARANTES, E.M.; LAMAS, F.M.; RAMALHO, F.S.; ANDRADE, F.P.; MELO FILHO, G.A.; FERREIRA, G.B.; SANTANA, J.C.F.; AMARAL, J.A.B.; MEDEIROS, J.C.; BEZERRA, J.R.C.; PEREIRA, J.R.; SILVA, K.L.; STAUT, L.A.; SILVA, L.C.; CHITARRA, L.G.; BARROS, M.A.L.; CARVALHO, M.C.S.; LUZ, M.J.S.; BELTRÃO, N.E.M.; SUASSUNA, N.D.; SILVA, O.R.R.F.; FERREIRA, P.F.; SANTOS, R.F.; FONSÊCA, R.G. 2003. **Cultura do algodão no cerrado.** EMBRAPA-CNPA. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/autores.htm>>, acesso em: 04 de dezembro de 2011.

SANDERSON, M.A.; ELWINGER, G.F. Plant density and environment effects Orchardgrass-White clover mixtures. **Crop science**, Nova Iorque, v.42, p.2055-2063, 2002.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, J.F. **Controle de Plantas daninhas.** Viçosa: Editora UFV, 1999. 226p.

SWATON, C.J.; BOOTH, B.D.; CLEMENTS, D.R. Management in a modified no-tillage cornsoybean-wheat rotation influences weed population and community. **Weed Science**, Lawrence, v.54, n.1, p.47-58, 2006.

VIEIRA, D.J.; BELTRÃO, N.E.M.; NÓBREGA, L.B.; AZEVÊDO, D.M.P.; OLIVEIRA, J.N. **Controle químico de plantas daninhas na cultura do gergelim.** EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 1998. 8p. (Circular Técnico, 72).

VITÓRIA FILHO, R. Controle de plantas daninhas em pastagens. In: FARIA, A.M.P. (Ed.). **Pastagens na Amazônia.** Piracicaba: ESALQ, 1986. p.71-90.

COLHEITA E PÓS-COLHEITA

Miriam da Silva TAVARES
Napoleão Esberard de Macêdo BELTRÃO

O lançamento periódico de novas cultivares exige estudos sobre as melhores práticas culturais pertinentes a elas, inclusive no que se refere ao momento da colheita para se obter maior produção e melhor qualidade das sementes (LAGO et al., 2001). A colheita é uma das etapas mais importantes do processo de produção e, quando mal conduzida, acarreta perda de grãos, comprometendo os investimentos dedicados à cultura (EMBRAPA, 2006).

Por sua vez, na fase de pós-colheita poderão ocorrer perdas quantitativas e qualitativas devido a contaminantes que comprometem a qualidade dos grãos (LORINI, 2009). De maneira geral, os tipos de colheita e fases de pós-colheita estão descritas no fluxograma abaixo (Figura 1).

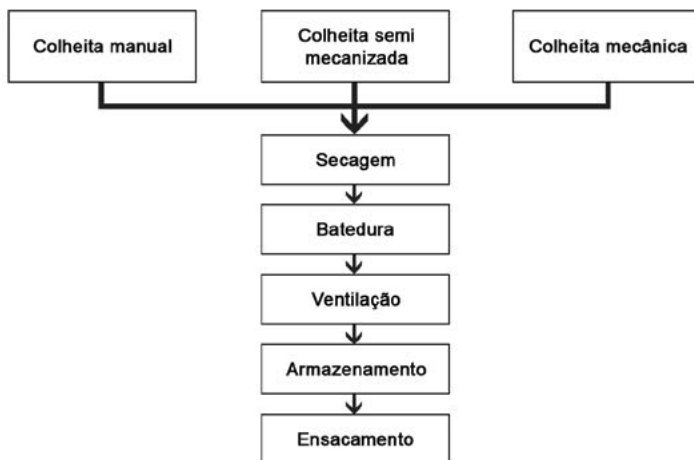


Figura 1. Fluxograma dos tipos de colheita e das fases de pós-colheita. Fonte: Queiroga et al. (2011).

Assim a implantação de processos que reduzem as perdas é essencial para garantia da segurança alimentar, bem como para obtenção da segurança econômica do produtor (LORINI, 2009). Diante do exposto na primeira parte deste capítulo, serão revisadas as etapas da colheita do gergelim, enfatizando a época adequada da colheita, e suas características peculiares. Na segunda parte por sua vez, serão descritas as etapas pós-colheita do gergelim, bem como do seu armazenamento, para obtenção de um produto de boa qualidade.

COLHEITA DO GERGELIM

O cultivo do gergelim no Brasil é restrito, limitando a expansão da cultura e a operação de colheita, totalmente manual. A colheita é considerada uma das etapas primordiais para obtenção de boas produtividades, uma vez que pode nesta etapa ocasionar perdas de 50% ou valores superiores a este, devido a colheita em épocas inadequadas, bem como devido a abertura dos frutos depois da maturação completa (ARRIEL et al., 2007).

De acordo com Silva (1983), alguns aspectos devem ser considerados para obtenção de uma satisfatória colheita, como duração do ciclo da cultura, determinar a época do corte de acordo com o amarelecimento das folhas, frutos e hastes, bem como observar o momento do início da abertura das cápsulas.

PONTO DE COLHEITA

O ponto de colheita refere-se ao estágio de plena maturação fisiológica, bem como é caracterizado como o período em que a semente para de receber nutrientes da planta (MAZZANI, 1999). Segundo Queiroga et al. (2008), a maioria das cultivares de gergelim apresentam um processo acelerado de deiscência natural dos frutos, conseqüentemente ocasionando a queda dos grãos rapidamente após o ponto ótimo de maturação. Conseqüentemente colheitas atrasadas ocasionam sérias perdas na produção, bem como colheitas antecipadas também podem causar perdas devido o desenvolvimento incompleto dos grãos. A COPERBIO (2011) afirma que devido à rápida abertura dos frutos, o gergelim fica susceptível a danos e basta o vento para fazer com que as sementes caiam no solo, ocasionando baixos rendimentos. De acordo com o mesmo autor o ponto exato de colheita é verificado quando as plantas iniciarem mudança de coloração, para amarelo e marrom, antes dos primeiros frutos começarem a iniciar a abertura (Figura 2).



Figura 2. Ponto exato da colheita.

O mesmo afirma Beltrão e Oliveira (2008), que a colheita deve ser realizada quando as hastes, folhas e frutos atinjam o amarelecimento completo e antes que os frutos estejam totalmente abertos. Segundo Arriel et al. (2007), a colheita do gergelim inicia-se por 100 dias e estende-se aos 120 dias após o plantio, porém a época vai depender do material genético, ou seja, do ciclo da cultivar, assim como deve coincidir com o período de estiagem, pois a chuva causa o escurecimento das sementes no fruto, desvalorizando consequentemente o produto. Por sua vez, para Lago et al. (2001), o agricultor considera o ponto de colheita, quando percebe-se a maturação dos frutos da base do caule, mesmo que os frutos dos ápices do caule estejam imaturos, assim se por um lado os agricultores tentam prevenir a queda das sementes, colhem sementes imaturas com menor teor de óleo uma vez que antecipam a colheita.

A determinação correta do ponto de colheita é essencial, pois quanto maior o período de permanência de plantas no campo após a maturação maior será a perda de sementes durante a colheita, assim a deiscência obriga que se cortem as plantas em poucos dias, ou seja, enquanto os frutos se encontrem fechados. Uma vez que se isto não for seguido promoverá consequentemente redução no rendimento final (ARRIEL et al., 2007).

TIPOS DE COLHEITA

Na operação de colheita temos a manual que é a mais tradicional e a mais usada, bem como a colheita mecânica e semimecanizada.

Colheita Manual: na região Nordeste a colheita manual é mais adotada pelos agricultores, esta consiste basicamente no corte da base das plantas

com auxílio de serra de capim ou facão (Figura 3). Este corte é realizado na altura da inserção dos primeiros frutos (15 a 30 cm), de forma que facilita a batadura dos feixes (LAGO et al., 2001).



Figura 3. Corte da planta de gergelim com facão.

O mesmo afirma Beltrão e Oliveira (2008), que as plantas de gergelim devem ser cortadas na base a uma distância de 20 cm do solo, em seguida devem ser amarradas com barbante, cipó ou embira, em feixes pequenos de 30 cm de diâmetro, em seguida serão empilhados no campo em forma de meda amontoadas ou encostados em cercas, com os ápices para cima para perderem a umidade. De acordo com Queiroga et al. (2009), na colheita manual nunca deve-se usar apenas uma tira de amarração por feixe, pois durante o seu deslocamento pelo campo pode ocorrer perda de sementes (Figura 4 e 5).



Figura 4. Amarração dos feixes.



Figura 5. Predisposição das medas.

Todavia de acordo com esse mesmo autor a colheita manual exige uma grande quantidade de mão-de-obra. Segundo a FEAGRI (2002), o alto custo da mão de obra em algumas regiões, muitas vezes, desqualificada para tais operações, pode ocasionar problemas diversos. Normalmente, a colheita do gergelim é feita de forma manual, com rendimento de 0,2 a 0,3 ha.hora⁻¹. homem⁻¹ (EMBRAPA, 2006).

Colheita mecânica: a deiscência do gergelim é um fator que dificulta a colheita mecânica (ABREU, 2011). De acordo com Queiroga (2009), alguns sistemas mecânicos de colheita podem ser adotados, como colheita semimecanizada, a colheita do gergelim com frutos indeiscentes, bem como frutos semideiscentes, a seguir serão descritos brevemente cada um, segundo o autor:

Colheita semimecanizada: após os corte das plantas com a máquina segadora-atadora, os feixes lançados são reunidos em várias medas pelos trabalhadores, onde ficaram expostas ao solo, em seguida as medas são recolhidas por uma colheitadeira que pode ser do tipo ensacadora ou a granel.

Colheita direta com dessecação: pode ser utilizado para cultivares indeiscentes, onde é necessário aplicar um dessecante, para acelerar, bem como uniformizar a secagem das plantas, facilitando conseqüentemente a colheita mecanizada. Segundo Mazzani (1999), neste sistema é utilizadas ceifas e trilhas em conjunto. Segundo Arriel et al., (2007), esta colheita deve ser realizada com colheitadeiras combinadas, que ceifam e trilham ao mesmo tempo, sendo necessário utilizar uma pulverização com um dessecante, porém, este processo só poderá ser realizado com o gergelim fisiologicamente maduro.

Colheita direta sem dessecação: aqui a secagem pode ser realizada por

estágio de maturidade completa, onde as folhas caem pelo amadurecimento natural sem que seja necessário o uso de produtos químicos. Temos também o estágio de secagem inicial, que consiste no campo de gergelim com até 10% de todas as sementes maduras. E por fim temos o estágio tardio de secagem, que 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%. Esta classificação de estágios de secagem de cultivares de gergelim semidescentes é segundo Langham (2008) citado por Queiroga (2009).

PÓS-COLHEITA DO GERGELIM

Para satisfazer as exigências de qualidade do mercado e conseguir melhor preço pelo produto, os grãos de gergelim devem apresentar um padrão de pureza de 99,9%, (QUEIROGA et al., 2008), ou seja, o grão deve ser submetido a unidade de beneficiamento para secagem, limpeza, ensacamento, bem como armazenamento.

SECAGEM DAS SEMENTES

No processo de secagem o calor é requerido para evaporar a umidade, assim a água evaporada na superfície externa do produto é removida e transferida para o meio de secagem que, normalmente, é o ar (ALMEIDA, 1999), ou seja, a secagem é a operação unitária destinada à remoção de um líquido agregado a um sólido para uma fase gasosa insaturada através de vaporização térmica. Desta forma, a qualidade do produto seco, a quantidade de energia gasta e o tempo utilizado neste processo são parâmetros primordiais para a rentabilidade do bem submetido a esta operação (PACHECO, 2011). De acordo com Heck (2011), entre as funções da operação de secagem temos:

- Facilitar manuseio;
- Baixar o custo de transporte de matérias-primas;
- Aumentar o valor de uma commodity.

Existem dois tipos de secagem: a artificial e a natural. De acordo com Silva (2005), na secagem artificial, pode-se utilizar fornalhas a lenha, ou queimadores de gás; ventiladores, bem como um sistema que movimentam os grãos com o uso de elevadores de caçambas, transportadores helicoidais

ou fitas transportadoras. Devido a temperatura a secagem artificial pode ser realizada em baixa temperatura ou em alta temperatura. Na secagem natural utiliza as energias (solar e eólica), para remover a umidade das sementes, utilizando recursos como eiras ou lonas; é um método pouco suscetível a riscos de danificação mecânica, porem é dependente das condições ambientais (GARCIA, 2011).

Na secagem natural do gergelim, os feixes ficam expostos ao solo em aproximadamente 10 dias, e no momento em que as hastes estiverem secas, faz-se a batedura (Figura 6). Está etapa representa cerca de 60% a 70% do custo total da produção (ARRIEL et al., 2007). O período de secagem é de 30 dias, para reduzir o teor de umidade inicial de (20,15% b.u) até o nível indicado para o armazenamento 6,1% b.u) sendo este tempo um inconveniente do método de secagem natural (ALMEIDA et al., 1999a). De acordo com esse autor, quando se optar pela secagem natural, a programação da colheita deve ser sincronizada com o período de estiagem, a fim de que o processo de secagem natural seja realizado nas melhores condições de temperatura evitando-se, assim, a susceptibilidade das sementes ao ataque de insetos e promovendo melhor valorização comercial do produto.



Figura 6. Feixes secos.

BATEDURA

É a operação que separa as sementes dos frutos, deve ser realizada em terreno sobre lona, os feixes são batidos com inversão do ápice das plantas para a lona, a fim de facilitar a coleta das sementes, bem como a exposição ao sol para completar a secagem. Os instrumentos utilizados nesta operação podem ser um pedaço de madeira ou bater plantas contra outras (BELTRÃO e OLIVEIRA, 2008). De acordo com Queiroga et al. (2009), quanto ao processo de batedura do gergelim, recomenda-se estender as

extremidades da lona encerada de polietileno (3 m x 3 m) em piquetes de 1 metro de altura, deixando a lona semelhante a uma canoa. Segundo EMBRAPA (2006), dependendo da cultivar, são necessárias até três bataduras para soltar todas as sementes, o processo de maturação do fruto não é uniforme, o que conseqüentemente afeta a colheita dos mesmos. Queiroga et al.(2011b), afirma que a EMBRAPA Algodão desenvolveu uma técnica onde seria colocar a lona amarrada sobre uma carroça baixa, de modo que a mesma, empurrada pelos agricultores, se desloque no campo em direção aos feixes, para a operação de batadura.

A batadura também poderá ser realizada em terreiros forrados com lonas plásticas ou de tecido, as hastes serão viradas com os ápices para baixo, sobre a lona e batidas para saírem todas as sementes. Seguido desse processo, toda a produção terá que passar no abanador e posteriormente serão ensacadas e armazenadas, ou mesmo poderá passar por uma colhedora convencional de soja, que será adaptada para a cultura do gergelim (OLIVEIRA, 2007).

VENTILAÇÃO

Está operação auxilia na eliminação de impurezas, que desvalorizam o produto final, pode ser realizada por processo natural ou artificial, e é realizada após colheita e secagem. Normalmente são utilizadas duas peneiras: uma de malha grossa, a qual deixar passar o gergelim e retém os restos culturais, e uma de malha fina utilizada para remover materiais minúsculos (EMBRAPA, 2006). E de acordo com Queiroga et al. (2011a), este procedimento é realizado no galpão de armazenamento, onde os grãos são submetidos a ventilação em equipamento elétrico de alimentação manual, o qual possui uma bica de descarga na sua parte inferior por onde saem os grãos limpos.

Segundo Queiroga e Beltrão (2001), para o processamento de sementes com umidade elevada, nas unidades de beneficiamento deve-se realizar inicialmente, uma classificação por tamanho e peso específico seguidas de tratamentos químicas, deixando-as em condições ótimas para o processo de embalagem e comercialização. Outro método que pode ser utilizado é uma peneira feita de madeira contendo uma chapa de latão perfurada por prego, a qual fica no plano inferior da coluna de descarga das sementes, onde a descarga é efetuada por um operário de campo sentado em um tamborete, visando reter as sujeiras pesadas e grandes misturadas às sementes (QUEIROGA e SILVA, 2008).

EMBALAGEM

O gergelim deve ser acondicionando em embalagens apropriadas, onde se deve utilizar sacos devidamente rotulados, onde deve não só cumprir o papel de facilitar o manuseio e transporte, mas também para manter a qualidade do produto, recomenda-se embalagens multifoliado, com capacidade de 40 Kg de sementes (ARRIEL, 2007). De acordo com Queiroga e Silva (2008), são utilizados para cultura do gergelim sacos de papel multifoliado-valvulado, com capacidade para 25 kg de grãos. Além destes, também podem ser utilizados, sacos novos e limpos de polietileno trançado para o acondicionamento dos mesmos. Bass et al. (1963) ressalta que deve-se utilizar recipientes herméticos para armazenamento de grãos, onde percebe-se que os grãos conservam-se por dois anos quando mantidos em temperatura de 10 °C e umidade de 7%.

ARMAZENAMENTO

As sementes de gergelim possuem um considerável grau de antioxidantes naturais, como o sesamol, sesamina, sesamolina e gama tocofenol, característica que permite suportar períodos de mais de um ano de armazenamento, principalmente em condições de baixa umidade relativa do ar, sem prejuízo para a qualidade alimentícia das sementes (MAZZANI, 1983). Segundo Lago et al. (1979) no Brasil, praticamente não existem estudos sobre conservação de sementes de gergelim. Porém devido o aumento da produção de grãos, a capacidade de armazenagem do Brasil deverá atender a este crescimento de produção e, mais ainda, com a qualidade que o mercado exige (LORINI, 2009).

Por sua vez, a conservação correta dos grãos e sementes é essencial para obtenção de altos rendimentos, porém, Aguiar (1982) ressalta que as técnicas de armazenamento permitem apenas prolongar a vida útil da semente durante o armazenamento; salientando que o processo de deterioração será mais acelerado quando a semente armazenada apresentar qualidade inicial baixa. Segundo D'Arce (2011), uma unidade armazenadora, quando bem conduzida apresenta inúmeras vantagens, como comercialização da produção em melhores períodos, retenção de produto na propriedade, proporciona a minimização das perdas quantitativas e qualitativas que ocorrem no campo.

Após serem realizadas as operações de colheita, secagem, batedura, limpeza e ventilação e ensacamento, o armazenamento deve ser realizado obedecendo-se às normas gerais de armazenamento como escolha de local ventilado, uso de estrado de madeira por sob as sacas, proteção contra

chuvas e orvalho entre outros (ARRIEL et al., 2007). Almeida et al. (1999) estudando a influência do local de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de gergelim, constatou que a germinação reduziu ao longo do armazenamento, assim como a qualidade fisiológica das sementes.

Segundo Abreu (2011), os agricultores podem acondicionar o gergelim em saca metálica, saco de papel e de plástico por cerca de 6 meses, desde que a umidade dos grãos seja mantida baixa. De uma forma geral, de acordo com o mesmo, o local apropriado para o armazenamento deve ser seco, com aeração e com proteção contra roedores e de fácil combate aos insetos e microorganismos, quando o armazenamento for prolongado recomenda-se 10°C e umidade das sementes de 7%.

Em regiões com alta umidade ambiental, o gergelim volta a absorver umidade e corre o risco de embolorar (mofar). Sob estas condições deve-se armazenar o gergelim num curto espaço de tempo ou em caso contrário depositá-lo em recipiente fechado hermeticamente. Enfim, o importante é que a arquitetura do armazém propicie uma eficiente circulação de ar, promovendo adequada aeração dos estoques. Antes de iniciar o armazenamento, os barracões devem ser limpos e higienizados de pragas e roedores, inspecionados quanto às goteiras e infiltrações de umidade. As pilhas devem ser posicionadas sobre estrados, deixando-se espaços livres para permitirem inspeções dos produtos (QUEIROGA et al., 2007).

Segundo Queiroga e Silva (2008), dependendo do tamanho da área e da quantidade de produto produzido pode-se organizar o armazém por lotes de gergelim, uma vez que dependendo do tamanho do lote de gergelim, devem-se retirar várias amostras simples dos grãos ensacados de cada lote, num total de 6 a 12 por lote, para serem encaminhados à unidade de Laboratório de Sementes, e verificam-se os seguintes aspectos: pureza, onde se separa o material por sementes puras, sementes de outros cultivos, sementes silvestres e material inerte; a umidade (U) é determinada pelo método oficial da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, onde as amostras são pesadas numa balança analítica de 0,0001 de precisão e utiliza-se posteriormente a seguinte equação $U (\%) = (P^1 - P^2/P^1) \times 100$, bem como se pode verificar a germinação, que é conduzido no germinador nas temperaturas alteradas de 20 °C a 30 °C ou na temperatura constante de 25 °C dias.

PROCESSO DE DESPELICULAÇÃO

As sementes de gergelim quando inteiras, apresentam sabor amargo devido a acidez oxálica presente no tegumento (película), que pode ser removida por processos manual, mecânico, físico e químico (AUGSTBURGER

et al., 2000). A despeliculação das sementes pode ser manual e mecânico. No processo manual as sementes com casca são colocadas numa bacia de plástico e se deve adicionar água para o umedecimento das mesmas por 12 horas. Em seguida é preciso esfregar manualmente e depois lavá-las com água limpa. Posteriormente são separadas as sementes por densidade e são expostas ao sol para secar até alcançar 5% de umidade. Por fim são feitas o ensacamento das sementes, porém antes é realizada a ventilação do material para eliminação das películas soltas.

No processo de despeliculação mecânico as sementes com casca são umedecidas em água apenas por 6 horas. Depois elas são colocadas no misturador usando a velocidade 3 (MAZZANI, 1999), em seguida as sementes são separadas das cascas por flutuação e por peneiração, para posteriormente serem expostas ao sol para secar até alcançarem 5% de umidade, bem como antes do ensacamento é realizada a ventilação do material para eliminação do material solto (QUEIROGA, 2007).

De acordo com Queiroga e Silva (2008), o processo mecânico é o mais recomendável, pois, não inclui nenhum agente químico e, após o processo de separação da película, os grãos conservam todos os seus atributos naturais e nutricionais. A semente é mais consumida quando se apresentam despeliculadas, dependendo do processo, a semente que teve contato com a água pode mudar de cor (grão escuro) depois de um a dois meses (MAZZANI, 1999).

LITERATURA CITADA

ABREU C.L.M.; ARRIEL N.H.C. **Diretrizes técnicas para o cultivo do gergelim no estado de mato grosso**. Disponível em:<<http://www.gestaoct.org.br/documentos/manualgergelim.pdf>>, acesso: 29 de setembro de 2011.

AGUIAR, P.A.A. **Armazenamento e conservação de grãos**. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina. 1982, 31p. (Circular Técnica, 10).

ALMEIDA, F.A.C.; FONSECA, K.S.; GOUVEIA, J.P.G. Secagem natural de gergelim e determinação da umidade de equilíbrio, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.343-348, 1999a.

ALMEIDA, F.A.C.; FONSECA, K.S.; GOUVEIA, J.P.G. Influência da embalagem e do local de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.2, p.195-201, 1999b.

ARRIEL, N.H.C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E.; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A cultura do gergelim**. EMBRAPA-CNPA,

Campina Grande. Informação Tecnológica. 2007. 72p. (Coleção Plantar, 50).

AUGSTBURGER, F.; BERGER, J.; CENSKOWSKY, U.; HEID, P.; MILZ, J.; STREIT, C. Ajonjolí (Sésamo): parte especializada: produção orgânica de ajonjolí. **Agricultura Orgânica en el Trópico y Subtrópico**. 1.ed., Gräfelfing, Alemanha: Naturland, 2000. 30p.

BASS, L.N.; CLARK, D.C.; EDWIN, J. Vacuum and inert gas storage of safflower and sesame seeds. **Crop Science**, Stanford, n.3, p.237-240, 1963.

BELTRÃO, N.E.M.; OLIVEIRA, M.I.P. **Recomendações para Colheita e Armazenamento de Gergelim**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. Informação Tecnológica. 2008. 2p. (Comunicado Técnico, 351).

COPERBIO. 2011. Cooperativa Mista de Produção, Industrialização e Comercialização de Biocombustíveis do Brasil Ltda. **Cultura do gergelim**. Disponível em: <<http://www.cooperbio.com.br/materias/Gergelim.pdf>>, acesso em: 23 de setembro de 2011.

D'ARCE, M.A.B.R. 2011. **Pós-colheita e armazenamento de grãos**. Depto. Agroindústria, Alimentos e Nutrição ESALQ/USP. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/61073004/Armazenamentodegraos>>, acesso em: 24 de setembro de 2011.

EMBRAPA-CNPA. 2006. **Cultivo de gergelim**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Gergelim/CultivodoGergelim/colheita.html>>, Acesso em: 27 de setembro de 2011.

FEAGRI, Faculdade de Engenharia Agrícola. 2002. **Tipos de colheita**, Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/unimac/tipos.htm>>, acesso em: 25 de setembro de 2011.

GARCIA, D.C. 2011. **Secagem de sementes**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia/UFSM. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/sementes/textos/secagem.pdf>>, acesso em: 22 de setembro de 2011.

HECK, N.C. 2011. **Secagem**. DEMET/UFRGS. Disponível em: <<http://www.ct.ufrgs.br/ntcm/graduacao/ENG06632/Secagem.pdf>>, acesso em: 23 de setembro de 2011.

LAGO, A.A.; BANZATTO, N.V.; SAVY FILHO, A.; GODOY, I.J. Longevidade de sementes de dois cultivares de gergelim. **Bragantia**, Campinas, v.38, n. 8, p.195-201, 1979.

LAGO, A.A.; CAMARGO, O.B.A.; SAVY FILHO, A.; MAEDA, J.A. Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Brasília, v.36, n.2, p.363-369, 2001.

LORINI, I.; BACALTCHUK, B. A qualidade desejada na armazenagem de grãos no país: para que a qualidade de armazenagem seja atendida, cada segmento da cadeia precisa fazer sua parte. **Lavoura**, p20, 2009.

MAZZANI, B. **Investigación y tecnología de cultivo del ajonjolí em Venezuela**. Caracas: Conicit, 1999. 115p. Edición del Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Tecnológicas.

MAZZANI, B. Pedaliáceas oleaginosas. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plants oleaginosas**. Caracas, Venezuela: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p. 169-226.

OLIVEIRA, R.C. 2007. **Boletim Técnico Recomendação técnica e cultivo da cultura do gergelim**. Disponível em: <http://www.upis.br/pesquisas/pdf/gronomia/2008/Roberto_Carlos_Oliveira_BT_Recomenda%E7%E3o_t%E9cnica_cultivo_cultura_gergelim_sistema_safrinha_fazenda_Palmeirinha_munic%EDpio_Campina%E7%FA_GO..pdf>, acesso em: 20 de setembro de 2011.

PACHECO, C.R.F. 2011. **Curso de especialização em celulose: Conceitos básicos e secagem**. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pqi2530/alimentos/pacheco_secagemcap1.pdf>, acesso em: 22 de setembro de 2011.

QUEIROGA, V.P.; ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, O.R.R.F.; GONDIM, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; CARTAXO, W.V.; SILVA, A.C.; VALE, D.G.; NÓBREGA, D.A. **Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semi-árida do Nordeste**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, p.11-51, 2007. (**Documentos, 171**).

QUEIROGA, V.P.; BELTRÃO, N.E.M. Produção de sementes. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. p.285-301.

QUEIROGA, V.P.; FIRMINO P.T.; GONDIM, T.M.S.; SILVA, A.C.; VALLE, D.G.; NÓBREGA, Q.D.A.; GEREON, H.G.M. Soluções tecnológicas em prol da coletividade para sustentabilidade da cadeia produtiva do gergelim orgânico da agricultura familiar piauiense. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.97-111, 2011a.

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; QUEIROGA, D.A.N. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.3, n.2, p.106-121, 2009.

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; GEREON, H.G.M.; MOURA, J.A.; SILVA, P.J.; SOUZA FILHO, J.F. **Produção de Gergelim Orgânico nas Comunidades de Produtores São Francisco de Assis do Piauí**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, p.11-124, 2008. (**Documentos, 190**).

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; GEREON, H.G.M.; QUEIROGA, D.A.N. Produção de gergelim orgânico em agricultura familiar no Nordeste brasileiro. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.5, n.2, p.166-172, 2011b.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2008. 142p. (Documentos, 203).

SILVA, L.C. **Secagem de Grãos**. Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo, p.1-5, 2005. (Boletim Técnico AG: 04/05).

SILVA, P.F.C. Gergelim. **Pecuária**, v.23, n.109, 1983.40p.

APROVEITAMENTO AGROINDUSTRIAL

Maristela SANTANA

João Paulo Saraiva MORAIS

Everaldo Paulo de MEDEIROS

Men de Sá Moreira de SOUZA FILHO

Morsyleide Freitas ROSA

O gergelim (*Sesamum indicum*, L.), pertencente à família *Pedaliaceae*, possui muitas variedades que diferem em tamanho, forma, hábitos de crescimento, cor das flores, bem como na composição das sementes (WEISS, 1983). Configura-se como um alimento de grande valor nutritivo, rico em óleo, constituído de ácidos graxos insaturados, oleico e linoleico; além de apresentar vários constituintes secundários como sesamol, sesamina, sesamolina e gama tocoferol que determinam sua elevada qualidade; vale destacar que o óleo do gergelim apresenta resistência a rancificação por oxidação, propriedade atribuída ao sesamol, além disso, a semente é fonte de proteínas, vitaminas, principalmente as do complexo B e de constituintes minerais como cálcio, ferro, fósforo, potássio, magnésio, sódio, zinco e selênio (EMBRAPA, 2006).

Segundo levantamento estatístico feito pelo IICA (2004), a maior demanda de gergelim vai para a indústria alimentícia, sendo que 70% da produção, na maioria dos países importadores, são utilizadas para a elaboração de óleo e farinha. Cerca de 88% do comércio mundial deste produto é de sementes, seguido da torta com 8% e de óleo com 4% (BELTRÃO et al., 1994).

De acordo com dados de bases de pedidos de patentes, existem mais de 7 mil registros para cultura do gergelim, dos quais mais de 50% referem-se a tecnologias com base no seu óleo (Tabela). Na base do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), foi registrada apenas uma patente, utilizando óleo de gergelim como componente de desinfetante (INPI, 2012; ESPACENET, 2012; USPTO, 2012; WIPO, 2012).

Tabela. Número de patentes depositadas em bases de dados de patentes, relacionadas ao gergelim, através de determinadas palavras-chave.

Palavras-Chave	EP	WIPO	USPTO
Sesame	7336	31438	28312
Sesame and oil	4041	30861	27578
Sesameand food	1665	11536	8695
Sesame and cosmetic	103	4987	3721
Sesame and diesel	12	344	416
Sesame and medicinal	850	7067	7148
Sesame and textile	8	462	370
Sesame and animal	276	25643	20618
Sesame and chemistry	3	16105	14889

EP-European Patent Office (Especenet); WIPO-World Intellectual Property Organization; USPTO-United States Patent and Trademark Office.

Fonte: INPI; ESPACENET; USPTO; WIPO, 2012.

A cultura do gergelim constitui uma opção agroindustrial para o Semiárido Brasileiro, como alternativa de renda, fonte de proteína para o consumo humano, assim como é utilizado na formulação de outros produtos, dos segmentos fitoterápicos e fitocosméticos (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Isto é, a cultura fornece excelente matéria-prima para obtenção de diversos produtos em diferentes áreas. Dentre as diferentes áreas podemos destacar a gastronomia, a produção de biocombustíveis, assim como pode ser utilizado na produção de cosméticos, remédio e no combate a pragas.

CULINÁRIA

O processamento de óleo de gergelim para consumo humano tem longa história e depende da região e costumes dos povos que fazem essa extração, a utilização das sementes de gergelim em escala industrial envolve a fabricação de vários produtos para fins alimentares, como as confecções de farinhas, farelos, tortas e produtos de confeitaria (GODOY et al., 1985; SAVY FILHO e BANZATTO, 1988). O gergelim é reconhecido pela população do Semiárido nordestino como alimento nutritivo, nesta região, uma das formas mais apreciadas do gergelim é através do doce tipo “espécie”, de consistência pastosa; que pode ser consumido puro, com queijo de coalho, ou acompanhado de pães, bolos, biscoitos ou bolachas (SILVA et al., 2012).

No nordeste as sementes do gergelim também são utilizadas na produção de paçocas, cocadas, tijolinhos, fubá e pé-de-moleque; a torta, subproduto da extração do óleo, pode ser destinada à alimentação humana e animal, sem quaisquer restrições, em virtude de seu alto teor de proteína (39,77%) e baixo teor de fibras (4,7%) (ARRIEL et al., 2009). Os autores comentam que as sementes de gergelim podem ser usadas como tempero em saladas e arroz, ou ingerido diariamente e quando torrada e moída (farinha) é utilizada como massa para biscoitos, bolachas, bolos, doces, sopas, mingaus, pães e pastas, que também pode ser empregada no enriquecimento de alimentos, sobretudo na merenda escolar de estudantes.

BIOCOMBUSTÍVEL

A primeira experiência com biocombustíveis no Brasil ocorreu em 1931, quando o governo brasileiro autorizou a utilização do álcool etílico (a partir da cana-de-açúcar), misturado à gasolina, em proporções entre 2 a 5%, respeitando a disponibilidade regional do produto (BRASIL, 2005).

Em 2004 por sua vez, foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), que desde então vem conquistando importantes avanços no que diz respeito à inclusão social, geração de emprego e distribuição de rendas entre agricultores familiares produtores da matéria prima. Uma das maiores motivações para a produção desse combustível alternativo foi dado pelo governo federal por meio do Selo Combustível Social, que prevê que indústrias produtoras comprem matérias-primas do biodiesel oriundas da agricultura familiar; dentre as várias culturas utilizadas como matéria-prima para produção de biodiesel temos o gergelim onde em 2008, foram produzidas 5 toneladas, saltando, em 2009, para 138 toneladas e para 1,7 mil toneladas vendidas pela agricultura familiar em 2010 (MDA, 2012).

AÇÃO FARMACÊUTICA

As preparações caseiras de uso interno e externo são recomendadas pela medicina popular. O chá das folhas de gergelim é adstringente para diarreia; o óleo das sementes é usado em emplastros contra queimaduras; é considerado um galactagogo (estimula a liberação de leite materno), bem como é conhecido por ter ação antirreumática e anti-inflamatória; tradicionalmente, o gergelim é usado em países asiáticos no tratamento de feridas, especialmente as causadas por queimaduras, também há relatos de sua eficiência em condições dérmicas como eczema, seborréia, psoríase e queimaduras de sol (ALVAREZ; RODRÍGUEZ, 2000; KIRAN; ASAD, 2008).

Diante disso percebe-se que a cultura apresenta princípios ativos com grande potencial para a produção de medicamentos. Como exemplos desses princípios, citam-se a lecitina, a sesamina, a palmitina, a mirestina, a colina, a fitina, a globulina, a fitosterina, o sesamol, alguns carboidratos, os ácidos oléico e linoléico, os sais minerais e as vitaminas B1, B2 e C (BARROS et al., apud BALBACH, 1988).

As lignanas antioxidantes do gergelim são componentes cuja atividade de sequestro de radicais livres não pode ser ignorada, além disso, o perfil lipídico do próprio óleo de gergelim, o torna útil, ajudando na solubilidade de compostos com atividade farmacológica, como exemplo, podemos citar a formulação de uma preparação de tocoferol, sesamol e palmitato de ascorbila (um derivado do ácido ascórbico), considerado até mais eficiente do que preparações empregando BHT, um antioxidante padrão para formulações oleosas (DOISAKI et al., 2006).

Há duas principais dificuldades para o uso do óleo de gergelim como antioxidante em microcápsulas ou emulsões: a lipofilicidade muito elevada, que em altas doses desestabiliza emulsões, assim como o fato de que as propriedades antioxidantes intrínsecas são muito menores do que compostos como gama-tocoferol, resveratrol ou mesmo sesamol isolado, que pode ser incluído nas emulsões em concentrações maiores; como uma tentativa de superar esse entrave, modificaram os óleos de gergelim, obtendo um material mais estável à oxidação induzida por radiação UV e emulsões mais hidrossolúveis (ALENCAR et al., 2009).

Vale salientar que o óleo de gergelim pode ser utilizado em formulações de dronabinol (um medicamento contra náuseas e vômitos, usado por pacientes em quimioterapia e, mais recentemente, como estimulante de apetite em pacientes com AIDS), que com ou sem antioxidantes aumentam a estabilidade do medicamento (INSYS THERAPEUTICS, 2006). A flutamida, um antiandrógeno usado no tratamento de câncer de próstata, dentre nove veículos testados, incluindo óleos e polímeros, apresentou a maior solubilidade e menor desvio padrão no óleo de gergelim (JEEVANA e SREELAKSHMI, 2011).

Há também a nano emulsões de ácido 5-aminolevulínico, um marcador para diagnóstico de câncer, onde o uso do óleo de gergelim promoveu uma capacidade de absorção pelos tumores de bexiga maior do que as formulações convencionais (FANG et al., 2010). A produção de nano emulsões de sesamol extraído de torta de gergelim, em modelo experimental de absorção intestinal em cultura de células mostrou um aumento de eficiência variando de 30% a 64%, em comparação com emulsões em tamanho convencional (LIAO et al., 2010).

Um interessante uso do óleo é nas recentes formulações de proteínas

e peptídeos. O óleo de gergelim é usado na formulação de suspensões concentradas de somatotropina bovina, administrada em vacas leiteiras, para aumentar a produção de leite. Essa proteína deve ser aplicada em grandes concentrações, a fim de surtir o efeito farmacológico, assim essa concentração é alcançada com óleo, não com água. Além disso, a ausência de água na formulação possivelmente reduz a degradação dos aminoácidos, conserva a conformação da proteína e aumenta a estabilidade térmica da suspensão (HARN et al., 2005).

O consumo constante de óleo de gergelim em ratos (4 ml.kg⁻¹.dia⁻¹, via oral) demonstrou uma redução na severidade de encefalomielite auto-vimune, com redução na proliferação de leucócitos, sendo um indicativo de possibilidade para o tratamento de esclerose múltipla (GHAZAVI; MOSAYEBI, 2011). Estudos demonstram que o gergelim tem propriedades de redução do colesterol (TEIXEIRA et al., 2010; TRACIE, 2010), bem como redução de estresse oxidativo em diabéticos (SOARES et al., 2010).

PRODUÇÃO DE COSMÉTICOS

O óleo de gergelim é conhecido por sua habilidade de penetrar facilmente na pele, nutrindo e detoxificando as camadas mais profundas do tecido (MORRISON e FOERSTER LLP, 2008). Foi elaborada uma composição para aumento da elasticidade da pele, baseada em um fermentado de sementes de gergelim e de soja recém-geminadas, que pode ser usada em emulsão, creme, gel, espuma ou outras formulações (AMOREPACIFIC CORP, 2009). Pesquisas demonstram um efeito protetor na pele de camundongos expostos à radiação ultravioleta, borrifando-se com nano emulsões mistas de óleo de gergelim e óleo de framboesa (MARUNO, 2009).

Além disso, vale salientar que existem estudos com o gergelim para o desenvolvimento de novas formulações, para formação de condicionados de pele e cabelo, além de produtos como bases de maquiagem, batons, maquiagem para os olhos, hidratantes, cremes para mãos e loções, bem como em algumas formulações parenterais, vacinas, emulsões orais, cápsulas, comprimidos e cremes tópicos, como excipiente (ALVAREZ; RODRÍGUEZ, 2000).

ÓLEO DE GERGELIM NO COMBATE DE PRAGAS

O uso de óleos vegetais diretamente sobre as plantas tem sido pouco estudado. A forma de ação dos óleos também foi comentada por Villas-Boas et al. (1997), segundo os quais o provável modo de ação dos óleos é o dano

causado à película de cera sobre a cutícula que interfere no metabolismo e na respiração do inseto, além de provocar mudanças na estrutura da folha e causar repelência.

Os óleos vegetais podem ser classificados como secantes, semi-secantes e não-secantes, esta classificação baseia-se no tempo de permanência do óleo no ambiente, sem que este apresente modificações em suas características físicas (JÁ MIESON, 1938).

Segundo Ribeiro et al. (1998), o fungo simbiote *Leucoagaricus gongylophorus* (Möller) Singer, sin. de *Rozites gongylophora* Möller, cultivado pela formiga cortadeira *Atta sexdens* L. tem seu desenvolvimento fortemente inibido por frações obtidas das folhas de gergelim, foi observada total inibição na concentração de 2,5 mg.ml⁻¹, sendo verificada inibição de 50% com algumas frações na concentração de 1,25 mg.ml⁻¹.

Peres Filho e Dorval (2003) avaliaram a eficiência de diferentes iscas formicidas comercializadas e de outras fabricadas artesanalmente à base de gergelim, no controle de formigueiros de saúva-limão, *Atta sexdens rubropilosa* Forel, constatou-se que as iscas mais eficientes foram às iscas químicas, seguida da formulação à base de farinha de folhas de gergelim (15%). Estas atingiram o controle máximo na avaliação dos 30 dias, enquanto as iscas à base de folhas de gergelim (15%) apresentaram controle satisfatório só a partir da terceira avaliação, isto é, aos 90 dias.

Todavia em pesquisas, realizadas por Faria et al. (2010) avaliando o efeito de sementes de gergelim no desenvolvimento *in vitro* do fungo simbiote de formigas do gênero *Acromyrmex* spp, concluíram que a eficiência no uso de sementes de gergelim para inibir o fungo, diferia entre sementes de acordo com os processamentos dados as mesmas (autoclavagem e *in natura*).

FATORES RELACIONADOS À QUALIDADE DAS SEMENTES DE GERGELIM

As sementes de gergelim quando inteiras apresentam sabor amargo devido ao ácido oxálico presente no tegumento (película), que pode ser removida por processos: manual, mecânico, físico e químico (AUGSTBURGER et al., 2000). Além disso, as sementes de gergelim fornecem um óleo muito rico em ácidos graxos insaturados (cerca de 60% em massa) (FUKUDA et al., 1986; YOSHIDA, 1994; SANTANA, 1999; BARROS, 2001; EMBRAPA, 2006).

Os lipídios desempenham um papel importante na qualidade de certos produtos alimentares, particularmente em relação às propriedades organolépticas que os tornam desejáveis - sabor, odor, cor e textura (FRANKEL, 1996). Nesse contexto, a proteção dos lipídios frente à degradação autoxidativa é garantida pelos antioxidantes. O interesse na

pesquisa por antioxidantes naturais tem aumentado nos últimos anos, levando às indústrias farmacêuticas, de alimentos e de cosméticos a terem maior atenção em novas fontes naturais devido ao retardamento no desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis ocasionados pela oxidação de ácidos graxos insaturados, usualmente presentes como triacilgliceróis e/ou lipídios polares (MANCINI-FILHO et al., 1998; WETTASINGHE e SHAHIDI, 1999; MIRANDA; SATO; MANCINI-FILHO, 2001).

Desta forma, a qualidade nutricional, segurança, cor, aroma e textura de produtos ricos em óleos comestíveis poderão ser afetados pelo desenvolvimento de rancidez (FRANKEL, 1996; SHAHIDI e WANASUNDARA, 1992). A rancidez é de grande importância, não somente sob o enfoque econômico, uma vez que ocasiona perdas devido à diminuição da vida de prateleira, mas também pela possibilidade dos radicais livres poderem reagir ou interagir com outros constituintes dos alimentos, provocando uma queda na sua qualidade nutricional (NAWAR, 1996).

Tendo um alto valor comercial, a qualidade do óleo gergelim é diretamente influenciada pelo processo de extração. Silva Neto et al. (2010) estudando processos de extração do óleo (mecânica e prensagem), assim como o efeito da temperatura (25 °C e 60 °C) e pressão de extração (8 e 10 toneladas), observaram que não há diferença significativa do teor de óleo, obtido na prensagem.

Queiroga et al. (2010) avaliando o desempenho de três miniprensas de extração de óleo de sementes de gergelim, levando em consideração à temperatura ambiente, e utilizando a prensa piteba, prensa comum e protótipo de miniprensa, detectaram diferença significativa no teor do óleo entre as três tortas analisadas, onde a quantidade do óleo extraído das sementes indicam que a miniprensa piteba funcionou inadequadamente para extração de óleo em pequenas amostras.

Apesar da proteína encontrada no gergelim conter aminoácidos essenciais e importantes para nutrição humana, verifica-se níveis mínimos, mas consideráveis, de fatores antinutricionais como ácido fítico, taninos e inibidores da tripsina (EMBABY, 2011). Entretanto, esses fatores antinutricionais são removidos com tratamento térmico com melhor eficiência para a torrefação com salga e fritura em óleo (EMBABY, 2011).

FUNÇÕES NUTRICIONAIS DA CULTURA DO GERGELIM

As sementes de gergelim fornecem um óleo muito rico que reduzem o nível de colesterol LDL e IDL no sangue, além de vários constituintes secundários como vitaminas lipossolúveis, tais como A, D, E e K; apresenta

aminoácido metionina, que melhora o funcionamento do sistema nervoso (FUKUDA et al., 1986; YOSHIDA, 1994; SANTANA, 1999; BARROS, 2001; EMBRAPA, 2006).

A torta restante é rica em proteínas e possui baixo teor de fibras, podendo ser destinada à alimentação humana e animal, sem quaisquer restrições. Quando a farinha de gergelim se destina ao consumo humano é necessária uma atenção especial à qualidade da matéria prima e seu tratamento, objetivando a segurança, sanidade, qualidade e valor nutricional da torta extraída (SUBRAMAINIAN, 1980).

FINCO et al. (2011) buscaram adicionar farinha de gergelim ao iogurte, somando as qualidades funcionais desses dois produtos, e com isso avaliaram a aceitação do consumidor por amostras de iogurtes enriquecidos com farinha de gergelim em diferentes concentrações (5, 20 e 35 g.L⁻¹), bem como suas características microbiológicas e físico-químicas. Os resultados não apresentaram diferença mínima significativa, entretanto, o iogurte enriquecido com a farinha de gergelim se mostrou viável no que diz respeito à aceitação dos consumidores.

Maia et al. (1999) compararam a qualidade nutricional da mistura protéica desengordurada com baixa concentração de oxalatos, obtida do gergelim e de farinha extrusada do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp), utilizando métodos físicos, bioquímicos, nutricionais e sensoriais. A semente do gergelim integral continha 54,08% de óleo e 21,83% de proteína, que foi usada para a produção de farinha desengordurada de gergelim (FDG) contendo 2,81% de óleo e 59,16% de proteína. Esta FDG foi usada como complemento da proteína da farinha do feijão-de-corda obtida pelo processo de cozimento por extrusão (FEC), o que ocasionou a inativação de grande parte dos inibidores de tripsina. A proteína da farinha FEC mostrou uma concentração protéica de 24,29%, um baixo conteúdo de aminoácidos sulfurados (17,22 mg.g⁻¹ proteína) e alto teor de lisina (58,47 mg.g⁻¹ proteína), ou seja, o alimento formulado foi considerado de boa qualidade nutricional.

Assim as populações que apresentarem restrições ao acesso aos alimentos protéicos de origem animal, existe a possibilidade de utilização de fontes vegetais que podem suprir as necessidades nutricionais (GADELHA, 2009). Nesse caso, o gergelim apresenta-se como uma alternativa viável de proteína de qualidade para tais populações.

EXPERIÊNCIA EXITOSA

Uma experiência interessante é a alimentação alternativa, disseminada no Brasil a partir do início da década de 80, principalmente para grupos considerados biossocialmente vulneráveis, como crianças e gestantes. Consiste em uma estratégia de combate à fome e desnutrição colocada especialmente para as classes populares cujo acesso aos alimentos tem sido historicamente negado.

Esta tem sido definida como “a proposta de promover na dieta brasileira o uso de alimentos tradicionais e não tradicionais ricos em vitaminas e minerais, que são acessíveis a toda população”. Entre os alimentos que são promovidos encontram-se: farelos (especialmente os de trigo e arroz), folhas verdes (de beterraba, taioba, caruru, bredo, batata-doce, cenoura), pó de folhas (que formam a chamada multimistura), cascas (de verduras e frutas como banana, abóbora e ainda casca de ovo) e sementes (gergelim, melancia, abóbora) (DEBESSAUTET, 1992).

O princípio da multimistura trata-se também, de uma proposta questionada, seja quanto ao valor nutricional intrínseco da preparação, seja quanto à sua adequação frente às necessidades nutricionais dos grupos etários e fisiológicos aos quais prioritariamente pretende contemplar (MASCARENHAS, 1994),

LITERATURA CITADA

ALENCAR, J.S.; GOSSET, G.; ROBIN, M.; PIQUE, V.; CULCASI, M.; CLÉMENT, J.L.; MERCIER, A.; PIETRI, S. Improving the stability and antioxidant properties of sesame oil: water-soluble spray dried emulsions from new transesterified phenolic derivatives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Tóquio, v.57, n.16, p.7311-7323, 2009.

ALENCAR, J.S.; PIETRI, S.; CULCASI, M.; ORNETO, C.; PICCERELLE, P.; REYNIER, J.P.; PORTUGAL, H.; NICOLAY, A.; KALOUSTIAN, J. Interactions and antioxidant stability of sesamol in dry-emulsions. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, Cincinnati, v.98, n.1, p.133-143, 2009.

ALVAREZ, A.M.R.; RODRÍGUEZ, M.L.G. Lipids in pharmaceutical and cosmetic preparations. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v.51, n.1, p.74-96, 2000.

AMOREPACIFIC, C.; So, k.y.; Joon, k.y.; Hoon, h.s. **Composition for skin external application for improving skin elasticity and wrinkles**. KR20110041178, 15 out.2009, 21 abr. 2011.

ARRIEL, N.H.C.; GONDIM, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; VASCONCELOS, R.A.; COSTA, I.L.; SILVEIRA, N.A.; SOUSA, S.L.; DANTAS,

E.S.B; PEREIRA, J.R. **Gergelim BRS Seda**. 3. ed. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2009, não paginado. (Embrapa Algodão-Folder). Disponível em: [http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/item/17237/1/Folder0BRS/20Seda/03/C2/AA/20edi/C3/A7/C3/A3/o/20\(final\).pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/item/17237/1/Folder0BRS/20Seda/03/C2/AA/20edi/C3/A7/C3/A3/o/20(final).pdf), Acesso em 07 julho 20112.

AUGSTBURGER, F.; BERGER, J.; CENSKOWSKY, U.; HEID, P.; MILZ, J.; STREIT, C. Ajonjolí (Sésamo): parte especializada: producción orgánica de ajonjolí. **Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico**. 1.ed., Alemanha: Naturland, 2000. 30p.

BAKANDRITSOS, A.; ZBORIL, R.; BOUROPOULOS, N.; KALLINTERI, P.; FAVRETTO, M.E.; PARKER, T.L.; MULLERTZ, A.; FATOUROS, D.G. The preparation of magnetically guided lipid based nanoemulsions using self-emulsifying technology. **Nanotechnology**, Stevenson Ranch, v.21, n.5, p.1-8, 2010.

BARROS, M.A.L.; SANTOS, R.F.; BENATI, T.; FIRMINO, P.T. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, p.26-27, 2001.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelimcultura no trópico semiárido nordestino**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 52p. 1994. (Circular Técnica, 18).

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. p.121-160. 348p.

BILICH, F.; DA SILVA, R. Análise multicritério da produção de Biodiesel. In: XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. **Anais...** Goiânia: 2006.

BORCHANI, C.; BESBES, S.; BLECKER, C.H.; ATTIA, H. Chemical Characteristics and Oxidative Stability of Sesame Seed, Sesame Paste, and Olive Oils. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Libertyville, v.12, p.585-596, 2010.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre alimentos com alegações de propriedades funcionais devendo os valores atender a Resolução-RDC n.27, de 13 de janeiro de 1998 quanto à informação nutricional complementar. Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Brasília, 13 jan. 2005.

CALDWELL, R.W. Sesame meal. In: ALTSCHUL, A.M. **Processed protein foodstuffs**. New York: Academic, 1958. p.535-556.

CANO-MEDINA, A.; JIMENEZ-ISLAS, H.; DENDOOVEN, L.; HERRERA, R.P.; GONZALEZ-ALATORRE, G.; ESCAMILLA-SILVA, E.M. Emulsifying and foaming

capacity and emulsion and foam stability of sesame protein concentrates. **Food Research International**, Essex, v.44, n.3, p.684-692, 2011.

DEBESSAUTET, I. **Estudio de las bases científicas para el uso de alimentos alternativos en la nutrición humana**. Brasília: INAN, 1992. 92p.

DOISAKI, N.; KORIYAMA, T.; OKANO, J.; JINNO, S. **Composition containing organic substance having double bond with improved oxidative stability**. US 2006/0134178, 22 nov., 2002, 22 jun. 2006.

ELLEUCH, M.; BESBES, S.; ROISEUX, O.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Quality characteristics of sesame seeds and by-products. **Food Chemistry**, Kidlington, v.103, n.2, p.641-650, 2007.

EMBABY, H.E.S. Effect of Heat Treatments on Certain Antinutrients and in vitro Protein Digestibility of Peanut and Sesame Seeds. **Food Science and Technology Research**, Ismailia, v.17, n.1, p.31-38, 2011.

EMBRAPA-CNPA. **Prensa para extração de óleo de gergelim para os peqenos produtores**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2005.4p. Folder.

FANG, J.Y.; WU, P.C.; FANG, C.L.; CHEN, C.H. Intravesical delivery of 5-aminolevulinic acid from water-in-oil nano/submicron-emulsion systems. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, Hoboken, v.99, n.5, p.2375-2385, 2010.

FAO. **Food and agricultural organizations of the United Nations**. Disponível em: <http://www.fao.org>, acesso em 23 de abril de 2012.

FARIA, A.B.C.; UKAN, D.; SOUSA, N.J. Efeito das Sementes de Gergelim (*Sesamum Sp.*) sobre o fungo simbionte de formigas do gênero *Acromyrmex spp*(*Formicidae: Hymenoptera*). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v.12, n.1, p.130-141, 2010.

FINCO, A.M.O.; GARMUS T.T.; BEZERRA J.R.M.V.; CÓRDOVA, K.R.V. Elaboração de iogurte com adição de farinha de gergelim. **Ambiência**, Guarapuava, v.7, n.2, p.217-227, 2011.

FINCO, A.M.O.; GARMUS T.T. ; BEZERRA, J.R.M.V.; CÓRDOVA, K.R.V. Elaboração de iogurte com adição de farinha de gergelim. **Ambiência**, Guarapuava, v.7, n.2, p.217-227, 2011.

FIRMINO, P.T.; SOUZA, W.J.B.; SILVA A.C.; ALMEIDA, K.V.; TEOTÔNIO, M.A.; QUEIROGA, V.P. Estudo das sementes de gergelim brs seda orgânicas produzidas no sertão piauiense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4, & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão social e energia: **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2010.

FRANKEL, E.N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. **Food Chemistry**, Kidlington, v.57, n.1, p.51-55, 1996.

FUKUDA, Y.; NAGATA, M.; OSAWA, T.; NAMIKI, M. Chemical Aspects of

the Antioxidative Activity of Roasted Sesame Oil, and the Effect of Using the Oil for Frying. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tóquio, v.50, n.4, p.857-862, 1986.

GADELHA, A.J.F.; ROCHA, C.O.; VIEIRA, F.F.; RIBEIRO, G.N. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de abacaxi, acerola, cajá e caju. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.115-118, 2009.

GALANO, A.; ALVAREZ-IDABOY, J.R.; FRANCISCO-MARQUEZ, M. Physicochemical Insights on the Free Radical Scavenging Activity of Sesamol: Importance of the Acid/Base Equilibrium. **Journal of Physical Chemistry B**, Washington, v.115, n.44, p.13101-13109, 2011.

GHAZAVI, A.; MOSAYEBI, G. The mechanism of sesame oil in ameliorating experimental autoimmune encephalomyelitis in C57BL/6 Mice. **Phytotherapy Research**, Reading, v.26, n.1, p.34-38, 2011.

GODOY, I.J.; SAVY FILHO, A.; TANGO, J.S.; UNGARO, M.R.G.; MARIOTTO, P.R. **Programa integrado de pesquisas: oleaginosas**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, 1985. 13p.

HARN, N.R.; JENG, Y.N.; KOSTELC, J.G.; MIDDAUGH, C.R. Spectroscopic analysis of highly concentrated suspensions of bovine somatotropin in sesame oil. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, Hoboken, v.94, n.11, p.2487-2495, 2005.

HEMALATHA, _____ S.; GHAFOORUNISSA. Sesame lignans enhance the thermal stability of edible vegetable oils. **Food Chemistry**, Kidlington, v.105, n.3, p.1076-1085, 2007.

HWANG, L.S. Sesame oil. In: SHAHIDI, F. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**. v.2, 6.ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2005. 3616p.

IICA. **Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura**. Disponível em: <http://www.iica.int>, acesso em 15 de maio de 2012.

INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>, acesso em 05 de maio de 2012.

INSYS THERAPEUTICS INC. S. George Kottayil, Zhongyuan Zhu, Venkat R. Goskonda. **Room-temperature stable dronabinol formulations**. US 2006/0160888, 9 dez. 2005, 20 jul. 2006.

JAMIESON, G.S. **Vegetable fats and oils**. New York: The Chemical Catalog, 1932. 444p.

JEEVANA, J.B.; SREELAKSHMI, K. Design and evaluation of self-nanoemulsifying drug delivery system of flutamide. **Journal of Young Pharmacists**, Mumbai, v.3, n.1, p.4-8, 2011.

JIN, L.W.; JO, J.S.; HYUNG, W.J.; WON, Y.S. **Product of micro-encapsulated**

sesame oil and manufacturing method thereof. KR100773948, 7 set. 2006, 7 nov. 2007.

KHALID, E.K.; BABIKER, E.E.; EL TINAY, A.H. Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration. **Food Chemistry**, Kidlington, v.82, n.3, p.361-366, 2003.

KIRAN, K.; ASAD, M. Wound healing activity of *Sesamum indicum* L seed and oil in rats. **Indian Journal of Experimental Biology**, New Delhi, v.46, n.11, p.777-782, 2008.

KNOTHE, G.; STEIDLEY, K.R. Kinematic viscosity of fatty acid methyl esters: Prediction, calculated viscosity contribution of esters with unavailable data, and carbon-oxygen equivalents. **Fuel**, New York, v.90, p.3217-3224, 2011.

KNOTHE, G.; STEIDLEY, K.R. Kinematic viscosity of biodiesel fuel components and related compounds. Influence of compound structure and comparison to petrodiesel fuel components. **Fuel**, New York, v.84, p.1059-1065, 2005.

KUMAR, C.M.; SATHISHA, U.V.; DHARMESH, S.; RAO, A.G.A.; SINGH, S.A. Interaction of sesamol (3,4-methylenedioxyphenol) with tyrosinase and its effect on melanin synthesis. **Biochimie**, Paris, v.93, n.5, p.969-969, 2011.

LI, C.M.; YAO, Y.P.; ZHAO, G.Z.; CHENG, W.; LIU, H.L.; LIU, C.Y.; SHI, Z.; CHEN, Y.; WANG, S. Comparison and Analysis of Fatty Acids, Sterols, and Tocopherols in Eight Vegetable Oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Tóquio, v.59, n.23, p.12493-12498, 2011.

LIAO, C.D.; HUNG, W.L.; JAN, K.C.; YEH, A.I.; HO, C.T.; HWANG, L.S. Nano/sub-microsized lignan glycosides from sesame meal exhibit higher transport and absorption efficiency in Caco-2 cell monolayer. **Food Chemistry**, Kidlington, v.119, n.3, p.896-902, 2010.

MAIA, G.A.; CALVETE, Y.M.A.; TELLES, F.J.S.; MONTEIRO, J.C.S.; SALES, M.G. Eficiência da farinha desengordurada de gergelim como complemento protéico da farinha extrudada de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1295-1303, 1999.

MANCINI-FILHO, J.; VAN-KOIJ, A.; MANCINI, D.A.P.; COZZOLINO, F.F.; TORRES, R.P. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*, Breyne) extracts. **Bollettino chimico farmaceutico**, Milano, v.137, n.11, p.443-447, 1998.

MARIOD, A.; MATTHAUS, B.; HUSSEIN, I.H. Fatty Acids, Tocopherols and Sterols of Cephalecroton cordofanus in Comparison with Sesame, Cotton, and Groundnut Oils. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champaign, v.88, n.9, p.1297-1303, 2011.

MARUNO, M. **Desenvolvimento de nanoemulsões à base de óleo de**

gergelim aditivadas de óleo de framboesa para queimaduras da pele. 2009. 166f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

MASCARENHAS, M.G. Soluções ao alcance das mãos. **Globo Ciência**, Rio de Janeiro, n.51, p.12-16, 1994.

MATSUBARA, S. Alimentos Funcionais: uma tendência que abre perspectivas aos laticínios. **Revista Indústria de Laticínios**, São Paulo, v.6, n.34, p.10-18, 2001.

MIRANDA, M.S.; SATO, S.; MANCINI-FILHO, J. Antioxidant activity of the microalga *Chlorella vulgaris* cultered on special conditions. **Bollettino chimico farmaceutico**, Milano, v.140, n.3, p.165-168, 2001.

MORRISON FOERSTER LLP. Bryan T. Oronsky, Neil C. Oronsky, Arnold L. Oronsky. **Tropical composition for treating pain.** US 2008/0311218, 12 jun. 2008, 18 dez. 2008.

NAKATANI, N. Antioxidants from spices and herbs. In: SHAHIDI, F. **Natural antioxidants: chemistry, health effects and applications.** Champaign: AOCS Press, 1997. p.64-75.

NAMIKI, M. The chemistry and physiological functions of sesame. **Food Reviews International**, Westminster, v.11, p.281-329, 1995.

NAWAR, W.W. Lipids. In: FENNEMA, O.R. **Food chemistry.** 3.ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p.225-319.

NIELSEN, F.S.; GIBault, E.; LJUSBERG-WAHREN, H.; ARLETH, L.; PEDERSEN, J.S.; MÜLLERTZ, A. Characterization of prototype self-nanoemulsifying formulations of lipophilic compounds. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, Hoboken, v.96, n.4, p.876-892, 2007.

OXFORD INSTRUMENTS SUPERCONDUCTIVITY. **MQA 7000 series – manual de operação.** Português-Brasil. Tradução ZAF Sistemas Analíticos. Oxfordshire, 2007. 46p.

PERES FILHO, O.; DORVAL, A. Efeito de formulações granuladas de diferentes produtos químicos e à base de folhas e de sementes de gergelim, *Sesamum indicum*, no controle de formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (*Hymenoptera: Formicidae*). **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.67-70. 2003.

QUEIROGA, V.P. ; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; GEREON, H.G.M. , QUEIROGA, D.A.N. Produção de gergelim orgânico em agricultura familiar no Nordeste brasileiro. **Revista Agroambiente**, Boa vista, v.5, n.2, p.166-172, 2011.

QUEIROGA, V.P.; ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N. E.M, SILVA, O.R.R.F.;

GONDIM, T.M.S.; FIRMINO, P.T.; CARTAXO, W.V.; SILVA, A.C.; VALE, D.G.; NÓBREGA, D.A. **Cultivo ecológico do gergelim: alternativa de produção para comunidades de produtores familiares da região semi-árida do Nordeste**. EMBRAPA-CNPA Campina Grande. 2007. 53p. (Documentos, 171).

QUEIROGA, V.P.; BORBA, F.G.; ALMEIDA, K.V.; SOUSA, W. J. B.; JERÔNIMO, J.F.; QUEIROGA, D.A.N. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim com distintas cores. **Revista Agroambiente**, Boa vista, v.4, n.1, p.27-33, 2010.

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. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4, & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão social e energia: **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2010.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado.: EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008. 142p. (Documentos, 203).

RANDALL, E.L. Improved method for fat and oil analysis by a new process of extraction. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, v.57, n.5, p.1165-1168, 1974.

RIBEIRO, S.B.; PAGNOCCA, F.C.; VICTOR, S.R.; BUENO, O.C.; HEBLING, M.J.; BACCI JUNIOR, M.; SILVA, O.A.; FERNANDES, J.B.; VIEIRA, P.C.; SILVA, M.F.G.F. Atividade de inibição de extratos de folha de gergelim no fungo simbiótico de *Atta sexdens* L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, londrina, v.27, n.3, p.421-426, 1998.

RIBI IMMUNOCHEM RESEARCH INC. Glen D. Leesman. **Adjuvant Composition and Methods for its use**. WO 99/56776, 7 mai. 1998, 11 nov. 1999.

SALGADO, J.M.; CARRER, J.C.; DANIELI, F. Avaliação sensorial de maionese tradicional e maionese enriquecida com ervas aromática. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26 n.4, p.731-734, 2006.

SANTANA, N.S. Manejo de poscosecha. In: FORRERO, T.N. **El cultivo del anjonjolí producción y utilización**. Ibagué: Corpoica, 1999, p.183-197.

SANTOS, W.S.; ALMEIDA, F.A.C.; BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, A.S. **Estatística experimental aplicada**. Campina Grande: UFCG, 2003. 213p.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V.; VEIGA, R.F.A. **Descrição morfológica do gergelim (*Sesainum indicum* L.) 'IACouro'**. Instituto Agrônomo, Campinas. 1988. 12p. (Boletim Científico, 13),

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, P.K.J.P.D. Phenolic antioxidants. **Critical**

Reviews in Food Science and Nutrition, Lauderdale, v.32, n.1, p.67-103, 1992.

SILVA NETO, J.M.; ANTÔNIO JUNIOR, L.R.; SANTOS, R.B.; SOLETTI, J.I.; CARVALHO, S.H. V.; NASCIMENTO FILHO, M.F. Influência da temperatura e pressão na extração mecânica do óleo de gergelim (*Sesamum indicum* L.). 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.1905-1909.

SILVA, E.R.; MARTINO, H.S.D.; MOREIRA, A.V.B.; ARRIEL, N.H.C.; SILVA, A.C.; RIBEIRO, S.M.R. Capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de gergelim creme e preto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.7, p.736-742, 2011.

SNEDERCOR; G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical Methods**, 6.ed. Ames: Iowa State University Press. 1967. 539p.

SOARES, L.F.M.; TEIXEIRA, J.M.R.; SANTOS JÚNIOR, J.C.; SALES, A.L.C.C.; MARTINS, M.C.C. Avaliação dos efeitos da suplementação da dieta com multimistura a base de aveia, linhaça, gergelim e semente de girassol e de concentrado de jatobá sobre a função hepática e atividade antioxidante em ratos diabéticos. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19, e SEMINÁRIO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO, 2, 2010, Teresina. Iniciação Científica: **Resumos...** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2010. 3p.

SUBRAMAINIAN, N. Technology of vegetable protein foods. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.17, n.1, p.71-77, 1980.

SUJA, K.P.; JAYALEKSHMY, A.; ARUMUGHAN, C. Free radical scavenging behavior of antioxidant compoundsof sesame (*Sesamum indicum* L.) in DPPH center dot system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Tóquio, v.52, n. 4, p.912-915, 2004.

TRACIE, M.; MORARIU, M. **Methods of using benfotiamine and pyridoxamine compositions**.US 2010/0151061, 19 fev.2010, 17 jun. 2010.

USPTO.**The United States Patent and Trademark Office**.Disponível em: <<http://www.uspto.gov>>, acesso em: 19 de maio de 2012.

VILLAS-BOAS, G.L.; FRANÇA, F.H.; ÁVILA, A.D.; BEZERRA, I.C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia tabaci***. EMBRAPA-CNPq, Brasília. 1997. 11p. (Circular técnica, 9).

WEISS, E.A. Sesame. In: _____. **Oil seed crops**. London: Longman, 1983, p.282-340.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI F. Antioxidant and free radical-scavenging properties of ethanolic extracts of defatted borage (*Borago officinalis* L.)

seeds. **Food Chemistry**, Kidlington, v.67, n.4, p.399-414, 1999.

WIPO. **World Intellectual Property Organization**. Disponível em: www.wipo.int, acesso em 03 de fevereiro de 2012.

WU, W.H. The contents of lignans in commercial sesame oils of Taiwan and their changes during heating. **Food Chemistry**, Kidlington, v.104, p.341–344, 2007.

YOSHIDA, H. Composition and quality characteristics of sesame seed (*Sesame indicum*) oil roasted at different temperatures in an electric oven. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v.65, n.3, p.331-336, 1994.

COMERCIALIZAÇÃO DO GERGELIM

Juliane Rafaele ALVES

Por ser uma cultura resistente ao clima seco à cultura do gergelim é ideal para a região semiárida nordestina, além de ser de fácil cultivo, também possuir uma vasta área de aplicação industrial, que possibilitará a potencialização do mercado de gergelim, agregando renda ao produtor. Seu cultivo oferece relevante potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto nos mercados nacionais como nos internacionais. Suas sementes contêm cerca de 50% de óleo de excelente qualidade, semelhante ao óleo de oliva, que pode ser usado nas indústrias alimentar e química (LIMA, 2006).

Segundo Stocco e Nichele (2009), o óleo por sua estabilidade química pode ser usado na fabricação de margarinas, cosméticos, perfumes, remédios, lubrificantes, sabão, tintas e inseticidas, além disso, um dos constituintes secundários do óleo de gergelim - a sesamina, serve como ativador de algumas substâncias inseticidas como retonona e a piretrina.

A busca pela qualidade de vida, onde a alimentação é fundamental, e a crise energética buscando alternativas por fontes renováveis, o gergelim vem sendo uma opção para produção de alimentos de qualidade nutricional, além de ser fonte para produção de biocombustível. Dentre as espécies oleaginosas, é a que possui maior quantidade de óleo nos grãos, chegando a 60% do seu peso bruto (ABREU et al., 2011).

Mesmo tendo uma baixa produtividade quando comparada com outras oleaginosas, torna-se necessário incentivar a sua exploração, pois esta cultura representa excelentes opções agrícolas para o pequeno produtor do semiárido nordestino, isso acontece pois essa cultivar permite práticas agrícolas simples, principalmente devido as baixas e irregulares precipitações nas regiões semiárida e árida do Nordeste (QUEIROGA et al., 2008).

O Brasil é considerado um pequeno produtor com 20.000 hectares cultivados e produção de 13.000 toneladas. O mercado interno é estimado em 50.000 toneladas de grãos, dos quais 80% são importados. Atualmente

as regiões de maior produção atual no Brasil em ordem decrescente são os estados de Goiás e Mato Grosso, o triângulo mineiro em Minas Gerais e a região Nordeste (PEREIRA et al., 2001).

O gergelim é uma oleaginosa explorada entre os agricultores das regiões do centro-sul, norte, nordeste e centro-oeste do Brasil. Seu cultivo se dá em pequenas áreas como cultura de subsistência, sendo uma fonte de proteína, sais minerais, suplemento alimentar para as populações rurais. Por apresentar características peculiares de difícil adaptação ao cultivo mecanizado, principalmente na etapa da colheita, teve seu cultivo restrito em pequenas áreas de agricultores tradicionais, em face da expansão de novas espécies oleaginosas, como amendoim, girassol e a soja com alta tecnologia e produtividade. Mato Grosso como um tradicional produtor de gergelim, está a ponto de tornar-se um pólo na produção desta cultivar, devido à grande capacidade de adaptação da espécie nas diversas condições edafoclimáticas, sendo cultivado num período de pouca chuva, adaptada para o cultivo de safrinha e possibilidade de aproveitamento de resíduos e baixos custos de produção (ABREU et al., 2011).

Em 2005 novas expansões de cultivo do gergelim ocorreram na região do Araguaia, no município de Água Boa foram plantados 300 hectares por pequenos produtores para atender um contrato com uma empresa paulista especializada no comércio desse produto. Em 2007, os municípios de Porto Alegre do Norte e Cana Brava do Norte cultivaram 140 hectares de gergelim mecanizado para atender a indústria de biocombustível, e em Cocalinho os agricultores familiares cultivaram 760 hectares para atender um contrato com uma empresa do estado de Goiás (ABREU et al., 2011).

Na região semiárida do Nordeste a cultura do gergelim ainda não é considerada uma exploração de importância econômica, por ser cultivada praticamente por pequenos produtores, que utilizam tecnologias tradicionais de simples manejo para essa cultura, que em consequência requer uma elevada dependência de mão-de-obra familiar nos períodos de semeadura, desbaste e colheita e beneficiamento (BELTRÃO et al., 1994; QUEIROGA e BELTRÃO, 2001; QUEIROGA e SILVA, 2008).

No Nordeste, a comercialização do gergelim é de difícil organização, principalmente por ser proveniente de pequenos agricultores, onde se concentra a maior parte da produção. Tornando-se necessário que os agricultores se organizem em cooperativas e associações para sustentar o cultivo em comunidade, visando um planejamento antecipado para maior eficiência e rentabilidade da exploração do gergelim. E a partir desse sistema de organização explorar a agregação de valores à produção, seja através da extração de óleo ou pelo processamento dos grãos para uso na alimentação, já que existe um mercado potencial em expansão para atender às indústrias

oleoquímica e alimentícia, podendo constituir-se em fontes de alimentos e renda que contribuirão significativamente para melhorar a dieta alimentar e desenvolvimento rural com sustentabilidade (ARAUJO et al., 2006).

Um modelo bem sucedido de estrutura de comercialização tem favorecido o sucesso dessa cultura no Piauí. Isso porque, nesse sistema, há um convênio estabelecido entre a Associação dos Produtores de São Francisco de Assis do Piauí e o Programa Compra Direta do Governo Federal garantiu o escoamento de toda a produção de grãos de gergelim pela CONAB nas safras agrícolas de 2008 e 2009. Posteriormente, a CONAB repassa toda produção para o Programa da Pastoral da Criança dos municípios de Picos, Oeiras, Valença, São Raimundo Nonato e Floriano, no Estado do Piauí (QUEIROGA et al., 2008).

Com a grande demanda por alimentos, o gergelim poderá ser uma importante fonte de produção de óleo de excelente qualidade e de proteína de elevado valor biológico, tanto para o homem quanto para os animais domésticos (BELTRÃO et al., 2004). A importância econômica desta cultura esta crescendo gradativamente devido às descobertas para novas fontes de aproveitamento do grão e seus produtos. O óleo extraído dos grãos de gergelim é considerado como um dos mais finos azeites no mercado, sendo comumente usado na indústria alimentícia (AUGSTBURGER et al., 2000). Este óleo é rico em ácidos graxos insaturados, contendo aproximadamente 47% de ácido oléico e 39% de ácido linoléico e representa de 44 a 58% do seu peso (BELTRÃO e VIEIRA, 2001) e as proteínas oscilam entre 17 e 29% (MAZZANI e LAYRISSE, 1998).

A semente é bastante utilizada na culinária caseira, como tempero e para o preparo de biscoitos, pães, doces, alimentação animal, entre outros, já na indústria química, o óleo, pode ser usado na fabricação de margarinas, cosméticos, perfumes, remédios, lubrificantes, sabão, tintas e inseticidas. Comparada ao padrão da FAO, a proteína do gergelim apresenta uma composição em aminoácidos adequada, exceto em relação a uma pequena deficiência em lisina e metionina (WEISS, 1983). Na industrial, existem algumas firmas compradoras tradicionais, como a Istanbul e a Sesamo Real, ambas de São Paulo, e outras pequenas empresas como a COOPERNUT e a Produtos do SOL, na Paraíba, que processam o gergelim para a produção de concentrados protéicos e fazem esmagamento para obter óleo vegetal (ARAUJO et al., 2006).

LITERATURA CITADA

ABREU, C.L.M; ARRIEL, N.H.C; PARO, H; BELTRÃO, N.E.M; SILVA, O.R.R.F. 2011. **Diretrizes técnicas para o cultivo do gergelim no estado de Mato Grosso**. Disponível em: <<http://www.gestaoct.org.br/documentos/manualgergelim.pdf>>, acesso em: 04 de novembro de 2011.

ARAUJO, A.E.; SOARES, J.J.; BELTRÃO, N.E.M; FIRMINO, P.T. 2006. **Cultivo do gergelim**. EMBRAPA-CNPA. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Gergelim/CultivodoGergelim/comercializacao.html>>, Acesso em: 04 de novembro de 2011.

AUGSTBURGER, F.; BERGER, J.; CENSKOWSKY, U.; HEID, P.; MILZ, J.; STREIT, C. Ajonjolí (Sésamo): parte especializada: producción orgánica de ajonjolí. **Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico**. 1.ed., Gräfelfing, Alemanha: Naturland, 2000. 30p.

BELTRÃO, N.E.M.; ARAUJO, A.E.; SOARES, J.J.; FIRMINO, P.T. 2004. **A cultura do gergelim para a agricultura familiar**. EMBRAPA-CNPA. Disponível em: <<http://www.paginarural.com.br/artigo/768/a-cultura-do-gergelim-para-a-agricultura-familiar>>, Acesso em: 04 novembro de 2011.

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelim cultura no trópico semi-árido nordestino**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 1994. 52p. (Circular Técnica, 18).

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-10. 348p.

LIMA, V.I. **Crescimento e produção de gergelim cv. G3 em função de zinco e boro**. 2006. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Areia, 2006.

MAZZANI, H.; LAYRISSE, H. Características químicas del grano de cultivares de ajonjolí seleccionados de la colección venezolana de germoplasma. **Agronomía Tropical**, Caracas, v.48, n.1, p.5-18, 1998.

QUEIROGA, V.P.; BELTRÃO, N.E.M. Produção de sementes. In: BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. (Coord.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. EMBRAPA, Brasília. Informação Tecnológica, 2001. p.285-01.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 142p. (Documentos, 20).

STOCCO, C.Q.F.; NICHELE, F. **Benefícios do Gergelim**. 2009. Revista Pense Leve. Disponível em: <www.nutricaoesaudenatv.com.br>, acesso em: 06 de setembro de 2011.

WEISS, E. A. Sesame. In: **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. p.282-340.

IFRN
Editora ■■■■



O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte iniciou em 1985 suas atividades editoriais com a publicação da Revista da ETRN, que a partir de 1999 se transformou na Revista Holos, em formato impresso e, posteriormente, eletrônico. Em 2004, foi criada a Diretoria de Pesquisa que fundou, em 2005, a editora do IFRN. A publicação dos primeiros livros da Instituição foi resultado de pesquisas dos professores para auxiliar os estudantes nas diversas disciplinas e cursos.

Buscando consolidar uma política editorial cuja qualidade é prioridade, a Editora do IFRN, na sua função de difusora do conhecimento já contabiliza várias publicações em diversas áreas temáticas.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

A educação ambiental corporalizada proporciona um ambiente favorável à reflexão sobre as relações fundamentais do ser humano com a natureza, com o outro e consigo mesmo, por meio do corpo, repleto de emoções e sentimentos fluídos nas vivências. Um corpo que aprende e ensina com a natureza e que no pulsar de suas veias, constrói e reconstrói o Ser. Emoções ... Sentimentos ... Permitir-se momentos que se configuram como diferentes é uma tarefa tentada por poucos e que, por vezes, modela e potencializa o processo autoformativo.

Nesse sentido, esta publicação busca aprofundar reflexões sobre uma Educação Ambiental Corporalizada com responsabilidade, ousadia e competência, contribuindo para uma educação inovadora e revolucionária, capaz de dar outro sentido e significado ao ensino brasileiro, favorecendo para um mundo melhor e mais humano.

Prof^ª. Dra. Sonia Cristina Ferreira Maia.

