Capítulo 2

Culturas oleginosas

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (*In memorian*)
Carlos Alberto Domingues da Silva
Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva
Waltemilton Vieira Cartaxo
Leandro Silva do Vale

1 INTRODUÇÃO

O uso da biomassa para geração de energia tem sido fundamental para o desenvolvimento das civilizações. A biomassa contribui com uma parte significativa do consumo global de energia primária e sua importância tende a aumentar em cenários futuros de energia (VASUDEVAN et al., 2005). A produção de biocombustíveis em biorrefinarias para reduzir a dependência das reservas fósseis é impulsionada por uma série de imperativos estratégicos, incluindo o preço, a natureza finita e a segurança do abastecimento de petróleo. Outros fatores incluem o impacto ambiental negativo dos combustíveis fósseis derivados de óleos minerais se comparado à natureza renovável e sustentável de fontes alternativas de energia de origem vegetal (CARLSSON et al., 2007). Os óleos vegetais da categoria de óleos fixos ou triglicerídeos podem ser transformados em biodiesel por processos químicos, como o craqueamento e a transesterificação. Na transesterificação, a matéria-prima é submetida a um processo de neutralização e secagem, no qual a acidez é reduzida por meio de lavagem em solução alcalina com hidróxido de sódio ou potássio. Para a remoção da glicerina é

utilizado o metanol ou etanol (PARENTE, 2003). A glicerina é um produto de valor comercial e entre suas aplicações estão à utilização nas indústrias farmacêutica, de cosméticos (emoliente), química (glicerolquímica), de alimentos, como solvente para tintas e vernizes, lubrificante em diversas aplicações práticas, compósitos (plásticos biodegradáveis) e substrato para processos biotecnológicos (JUNGERMANN; SONNTAG, 1991).

O uso do biodiesel em substituição ao óleo diesel mineral, além da possível mitigação das emissões de dióxido de carbono, proporciona a redução da emissão de gases e partículas pelos veículos que são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007). O biodiesel também é totalmente miscível ao óleo diesel, podendo ser utilizado puro em misturas sem que haja qualquer necessidade de adaptação para manter motores ciclo diesel em pleno funcionamento (LIMA et al., 2012).

No Brasil, o uso energético de óleos vegetais foi proposto em 1975, com a criação do Plano de Produção de Óleos Vegetais para fins energéticos (Pró-Óleo), cujo objetivo era gerar excedentes de óleo vegetal que tornassem seus custos de produção competitivos com os do petróleo (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006). O Brasil dispõe de uma ampla diversidade de espécimes vegetais e extensas áreas de solos apropriados ao cultivo agrícola que podem servir de opções para a produção de óleos vegetais. Além disso, existem milhões de hectares degradados na região semiárida brasileira que podem ser recuperados e utilizados para o cultivo de plantas energéticas em regime de sequeiro (BELTRÃO; CARTAXO, 2006). Portanto, as vantagens do uso do biodiesel em substituição ao diesel de petróleo não podem ser subestimadas: é seguro e um lubrificante de excelente qualidade, renovável, não tóxico e biodegradável; não contém enxofre e seu uso gera inúmeros benefícios sociais, como a revitalização rural, a criação de novos empregos e a redução do aquecimento global (KISS et al., 2008; ARANSIOLA et al., 2014).

O desafio, portanto, é aproveitar ao máximo as potencialidades regionais e obter o maior benefício social com a produção de biodiesel a partir de culturas oleaginosas para suprir as metas estabelecidas no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, consubstanciadas na Lei n° 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que introduz o biodiesel na Matriz Energética Brasileira e fixa em 2% (B2) o percentual mínimo de adição do biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final em qualquer parte do território nacional até 2008, e em 5% (B5) o mesmo percentual até 2013 (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006).

No Brasil, as alternativas para a obtenção de óleos vegetais são diversas e dependem das espécies cultivadas em cada região. No entanto, a viabilidade de cada matéria-prima dependerá de suas respectivas competitividades técnica, econômica e socioambiental, passando inclusive por importantes aspectos agronômicos, tais como: a) teor em óleos vegetais; b) produtividade agrícola (produção por unidade de área; c) equilíbrio agronômico; d) atenção a diferentes sistemas de produção; e) ciclo cultural (sazonalidade); f) adaptação regional, que deve ser ampla para atender a diferentes condições edafoclimáticas e g) impacto socioambiental de seu desenvolvimento. Avaliações dessa natureza são imprescindíveis para se realizar uma análise adequada do ciclo de vida do biodiesel, fato de extrema importância para um país que pretende explorar o potencial energético de seus recursos naturais (biomassa) de forma comprovadamente sustentável (RAMOS, 2003).

No momento, apenas a soja (*Glycine max* L.) é cultivada em escala suficiente para a produção comercial de biodiesel, uma vez que cerca de 90% da atual produção brasileira de óleos vegetais provém dessa leguminosa (MOTHÉ et al., 2005; DIB, 2010). Entretanto, na região semiárida, as principais espécies vegetais que podem ser cultivadas visando disponibilizar matéria-prima para produção de biodiesel são: o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), o gergelim (*Sesamum indicum* L.), a mamona (*Ricinus communis* L.) e o girassol (*Helianthus annuus* L). Outras oleaginosas perenes, nativas e adaptadas à região Nordeste como, a oiticica (*Licania rigida*), a faveleira (*Cnidosculus quercifolius*), o buriti (*Mauritia flexuosa*), a macaúba (*Acrocomia aculeata*), o babaçu (*Orbygnia barbosiana*), o pequi (*Caryocar brasiliense*) e o licuri (*Syagrus coronata*), embora produzam óleo de boa qualidade, contribuem com pequenas quantidades de óleo, devido à falta de conhecimentos técnicos para sua exploração agrícola. O pinhão-manso (*Jatrofa curcas L.*) é uma oleaginosa que se encontra em processo de domesticação, e por isto, as informações tecnológicas disponíveis são insuficientes para que a mesma seja indicada para cultivo aos produtores.

Esse capítulo reúne informações sobre algumas culturas oleaginosas com potencial de serem exploradas economicamente, de forma sustentável, no semiárido nordestino para atender o Programa Brasileiro de Produção de Biodiesel, dentre outras aplicações.

2 DEFINIÇÃO

Os óleos fixos ou graxos são geralmente derivados de sementes vegetais, daí o termo oleaginosas, ou seja, sementes oleaginosas. Por outro lado, os óleos essenciais são voláteis obtidos a partir de partes das plantas, excetuando-se as sementes. Os óleos essenciais são utilizados na fabricação de biodiesel e outras aplicações industriais, como a perfumaria.

3 CULTURAS OLEAGINOSAS

Algodão

No Brasil, são cultivados dois tipos de algodão, o herbáceo *Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch., de ciclo anual, responsável por grande parte da produção nacional (mais de 98%), cultivado nas regiões Norte-Nordeste (estados de Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Bahia), Centro-Oeste (estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) e Sul-Sudeste (estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais); e o algodoeiro arbóreo *Gossypium hirsutum* L. var. marie-galante (Watt) Hutch., conhecido regionalmente como algodão mocó e cujo plantio é restrito a alguns estados do Nordeste (MONTEIRO, 2007; SILVA et al., 2013).

A região Nordeste foi grande produtora dessa malvácea até meados de 1980, porém com a introdução da praga conhecida por bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) (Figura 1 - A) o sistema de produção que era frágil, terminou sucumbindo e o algodoeiro deixando de ser cultivado na maioria dos municípios produtores. No entanto, se os pequenos produtores forem estimulados e apoiados pelos governos municipais e estaduais da região semiárida do Nordeste a incorporar as tecnologias geradas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Figura 1 - B), ao longo desses últimos 20 anos, será possível revitalizar o plantio dessa cultura na região. Dentre as diversas tecnologias geradas pela Embrapa Algodão, podem-se citar as cultivares de algodão de fibra colorida, BRS Topázio, BRS Safira, BRS Rubi (Figura 1 - C) e BRS Verde, assim como as cultivares de algodão de fibra branca, BRS Seridó e BRS Aroeira (Figura 1 – D) com alto teor de óleo e a transgênica BRS 433 FL B2RF de fibra longa com resistência às

principais lagartas que atacam o algodoeiro e ao herbicida glifosato, todas elas adaptadas às condições edafoclimáticas do semiárido nordestino.

Atualmente, o algodão produzido pelos pequenos produtores do Nordeste é cultivado em sistema agroecológico ou orgânico, colhido à mão e por não ser considerado produto perecível, tem mercado garantido na região, o que proporciona a obtenção de um produto de elevada qualidade de fibra e preço. O algodão com selo orgânico é comercializado pelos produtores com empresas da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e São Paulo, sendo exportado para outros países, principalmente aqueles do continente europeu. Uma das vantagens de se cultivar essa malvácea em pequenas propriedades do semiárido nordestino é que mais de 75% do custo de produção é gasto com pagamento de mão de obra para condução da lavoura, o que significa ocupação e renda para milhares de trabalhadores rurais (SILVA; RAMALHO, 2013).

A cultura do algodão tem um aproveitamento bastante completo, além da fibra, seu principal produto, produz diversos subprodutos de interesse agrícola e industrial, destacando-se o óleo bruto e a torta rica em proteínas que representa em média 15% e 50% da semente, respectivamente (BRITO et al., 2007; XU et al., 2016). Com a instalação de um parque de produção de biodiesel no Brasil, criou-se um novo mercado para os produtores de oleaginosas, entre elas, o caroço do algodão (BIONDI et al., 2008). O caroço do algodão é coproduto da pluma e pode ser utilizado tanto na alimentação animal como na produção de óleo vegetal e equivale a aproximadamente 60% da produção, dependendo de sua variedade e das condições de manejo da cultura (CARVALHO et al., 2006).

Figura 1 – Lavoura de algodão atacada pelo bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), com destaque para o botão floral com orifícios de alimentação e inseto adulto (A); Embrapa Algodão (B); lavouras de algodão colorido BRS Topázio (C) e de fibra branca, BRS Aroeira (D).

O óleo da semente de algodão é de qualidade relativamente alta, que tipicamente consiste em 71% de ácido graxo insaturado: 13% de ácido oléico (18: 1) e 58% de ácido linoléico (18:2) (CHERRY, 1983), quase comparável a oleico 39,6% e linoleico 46,0% em gergelim (YERMANOS et al., 1972). Notavelmente, as sementes de algodão contêm um dos mais altos níveis de tocoferol total encontrados em 13 diferentes fontes de gorduras e óleos vegetais e animais, incluindo milho, soja, girassol, gergelim, sementes de colza e óleo de dendê (SMITH; CREELMAN, 2001; XU et al., 2016). Em menor proporção, ocorrem os ácidos graxos saturados, no caso, o palmítico, caracterizado como excelente opção para a produção do biodiesel, já que, seu custo é relativamente baixo, pois suas sementes possuem entre 14% a 30% de óleo. O óleo comestível de algodão apresenta alta estabilidade térmica e uma combinação de ácidos graxos benéfica à

saúde, com quantidades equilibradas de ômega 3 e 6, além de vitaminas do complexo A, D e E (ASHOKKUMAR; RAVIKESAVAN, 2011). O biodiesel de algodão tem alta qualidade, em razão de sua elevada densidade (0,875 g cm^{-3}), baixa viscosidade (6,00 cSt a 37,8°C), ausência de enxofre, baixo teor de oxigênio (~11%) e capacidade inflamável superior à do diesel mineral, além de não ser corrosível (FREIRE et al., 2009). A composição química do óleo extraído da semente de algodão é afetada por diversos fatores como, o tipo de cultivar; o grau de maturidade da semente; a forma de cultivo e as condições de clima e solo. No que diz respeito a cultivar, pode-se obter atualmente variedades de algodão com alto teor de óleo nos grãos (em torno de 25%), fibra de boa qualidade intrínseca e 38% de proteína, via melhoramento genético convencional (CARVALHO et al., 2017). A torta de caroço de algodão resulta das operações de extração mecânica de óleo de sua semente e pode ser obtida tanto de sementes com ou sem línter. A torta ou farelo é composto por diversos aminoácidos, sendo os mais importantes a alanina (2,1%); a valina (2,2%); a leucina (3,1%); a prolina (1,9%); o ácido aspártico (4,9%); o ácido glutâmico (10,5%); a arginina (5,4%); a metionina (0,7%) e a cistina (0,9%) (BELTRÃO et al., 2007). O óleo de algodão é a segunda maior fonte proteica de origem vegetal utilizada para produção de biodiesel no Brasil, superado apenas pela soja. Por isto, o óleo de algodão é considerado a segunda oleaginosa brasileira.

Amendoim

O amendoim, *Arachis hypogaea* L., é uma leguminosa anual, cujo fruto é, na verdade, um legume ou vagem que se desenvolve por processo especial de frutificação, denominado geocarpia, em que uma flor aérea, após ser fecundada, produz um ginóforo, que penetra no solo e produz o fruto subterrâneo denominado vagem (SUASSUNA et al., 2006; 2008). As sementes do amendoim possuem altos índices de proteínas e óleos, apresentando aproveitamento em torno de 40 a 50% na extração de óleo e 50% de farelo (BARROS et al., 1994). Esses subprodutos de elevado teor calórico, são largamente utilizados na alimentação humana e por isto, o amendoim é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo, ocupando uma área de cerca de 22 milhões de hectares. Os principais países produtores são: a China, a Índia e os Estados Unidos da América (OILSEEDS, 2000).

A produção nacional de amendoim na safra 2017 foi de 541 t/ano (IBGE, 2017), sendo o Estado de São Paulo, o principal produtor, e 80% do mercado de amendoim no Brasil é destinada ao consumo *in natura*,

com preferência para o tipo Valência, de película de coloração vermelha, grãos médios e redondos, com teor de óleo entre 45% e 48% (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006). No Nordeste, o amendoim é cultivado predominantemente por pequenos produtores, parceiros ou pequenos arrendatários, com áreas inferiores a 20 ha, onde se utiliza baixo nível tecnológico e a produção visa a atender, principalmente, o consumo *in natura*, sendo os restos culturais, cascas e ramos, usados para a ração animal ou para serem incorporados ao solo como adubo orgânico (ARAÚJO et al., 1992). Os principais estados produtores são: Bahia, Sergipe, Ceará e Paraíba, mas a produção regional de 10.000 toneladas de amendoim em casca é insuficiente para atender à demanda anual da região de 50 mil toneladas de vagens, que é o segundo maior polo consumidor do país (SANTOS et al., 2006; MELO FILHO; SANTOS, 2010).

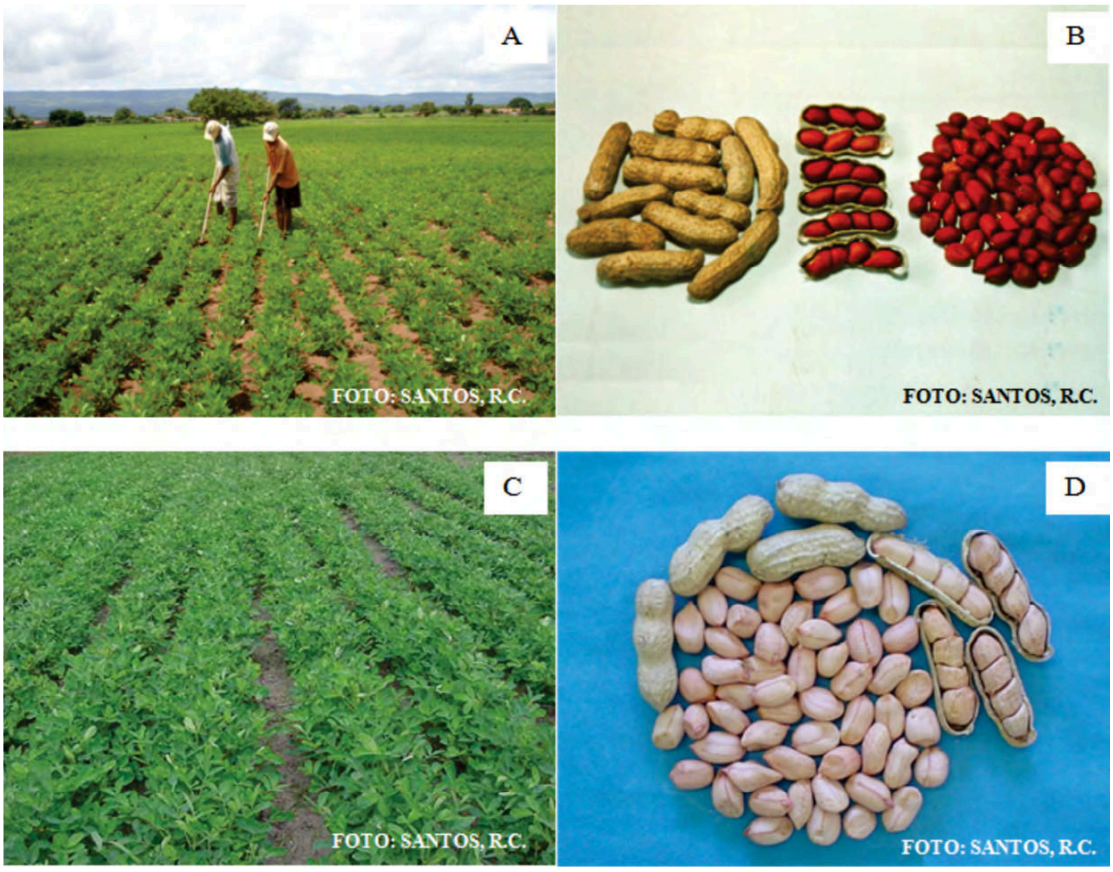
A comercialização é feita por meio de atravessadores, que podem comprar o amendoim verde, colhido aos 70 dias do plantio, para atender ao mercado de amendoim cozido. Quando colhido seco, aos 90 dias após o plantio, a comercialização é realizada por intermediários na comunidade, que repassam para outros atravessadores que comercializam o produto nos mercados locais (feiras, mercados, sorveterias, indústrias), ou em estados circunvizinhos (SUASSUNA et al., 2006; 2008).

Dentre os óleos vegetais que podem apresentar perspectivas de produção competitiva de biodiesel podemos citar o óleo de amendoim. A semente seca de amendoim (Figura 2 – B, D) contém 50% de óleo e apresenta em sua composição cerca de 50-60% de ácido oléico, 18-30% de ácido linoléico e 6-12% do ácido palmítico. Do ponto de vista econômico, ele possui alto custo devido à exportação para fins alimentares. Porém, o cultivo do amendoim pode ser uma alternativa interessante no caso do nordeste, pois pode ser empregado na rotação de cultura nos canaviais, o que viabilizaria a utilização desse óleo para produção local de biodiesel de forma competitiva (ALLEONI, 1995).

O trabalho desenvolvido pela Embrapa Algodão tem atendido, principalmente, a demanda de pequenos agricultores dos estados do Nordeste, por meio da geração e disponibilização das cultivares de amendoim BR 1 (Figura 2 – A, B), lançada em 1994; BRS 151-L7, lançada em 1997 e BRS Havana (Figura 2 – C, D), lançada em 2005; as quais são resistentes às doenças e à seca, de ciclo precoce e recomendadas para o cultivo no semiárido brasileiro e com grãos característicos para atender ao mercado de consumo de grãos *in natura* e à indústria. No ano de 2010, a Embrapa Al-

godão efetuou o lançamento da cultivar de amendoim rasteiro, BRS Pérola Branca, que apresenta boa resistência a doenças, ciclo curto (110-115 dias), produtividade média de 3.100 kg ha^{-1} em regime de sequeiro e cujo plantio é recomendado para o semiárido dos estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Maranhão.

Figura 2 – Lavoura (A) e sementes (B) de amendoim, cultivar BRS Havana; lavoura (C) e sementes (D) de amendoim, cultivar BR1.



Gergelim

O gergelim, *Sesamum indicum* L. é uma planta anual ou perene, com altura que varia de 0,5 a 3 metros, caule ereto e que apresenta desenvolvimento radicular profundo e vigoroso que ajuda no seu desenvolvimento sob condições de baixa disponibilidade hídrica, aumentando sua resistência à seca (BELTRÃO et al., 1994). O gergelim é uma das primeiras plantas domesticadas pelo homem, ocorrendo, provavelmente, há cerca de 10.000 anos (WEISS, 1983). Essa planta é cultivada em 75 países, especialmente

na Ásia, com produção de 3,6 milhões de toneladas e produtividade de 481,40 kg ha^{-1}.

Os principais países produtores de gergelim são: a Índia e o Myanmar, seguidos pela China, Sudão, Etiópia e Uganda (FAO, 2010). O Brasil produziu na safra 2009/2010 aproximadamente 15 mil toneladas de gergelim em uma área de cultivo de 25 mil hectares, com rendimento médio de 600 kg ha^{-1}. Essa produção é considerada baixa se comparada aos principais países produtores. No entanto, o gergelim apresenta grande potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional quanto internacional. O gergelim é cultivado na maioria das propriedades agrícolas do Nordeste, em razão de suas características medicinais e, também, para servir de cerca viva, separando cultivos de outros espécimes vegetais ou mesmo propriedades rurais.

A sua ampla adaptação às condições edafoclimáticas de regiões de clima quente, resistência à seca (BELTRÃO et al., 1994) e facilidade de cultivo fazem dessa cultura uma excelente opção para diversificação agrícola, com grande potencial econômico (BELTRÃO; AZEVEDO, 2007) para ser explorada, em determinadas regiões do semiárido brasileiro, com precipitação variando entre 400 a 500 mm (PEIXOTO, 1972). Nessa região, o gergelim pode produzir mais de 1.000 kg de óleo/ha em regime de sequeiro, se cultivado em consórcio com algodão herbáceo ou mamona. Nas demais regiões do país, especialmente, as do 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; AZEVEDO, 2007).

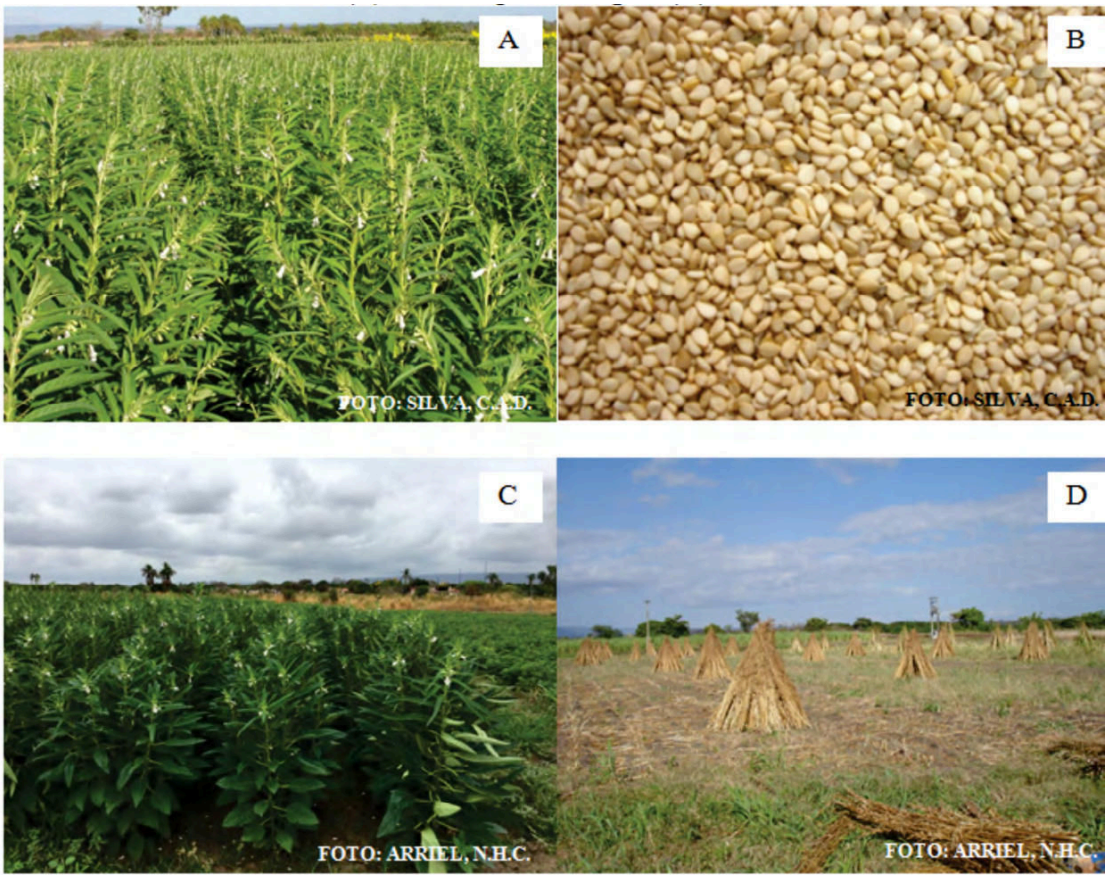
O teor de óleo representa de 44 a 58% do peso das sementes. O sesamol, a sesamina e a sesamolina são antioxidantes naturais encontrados no óleo do gergelim, responsáveis pela elevada estabilidade química do óleo, evitando a rancificação, sendo este óleo o de maior resistência à oxidação entre todos de origem vegetal (FIRMINO, 1996). A semente de gergelim é um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas (39,7%) e apresenta baixo teor de fibras (4,7%), elevados teores de vitaminas do grupo B e alta concentração de aminoácidos que contêm enxofre, especialmente a metionina (1,48%), em concentração três vezes maior que a encontrada nas tortas de soja, de algodão e de amendoim (BELTRÃO, 1995). Por isto, o gergelim é utilizado na fabricação de margarinas e na produção de biscoitos, doces e pães (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Além dos fins culinários, seus grãos encontram diversas aplicações na indústria

farmacêutica, cosmética e óleo-química, sendo que a torta obtida da prensagem dos grãos se constitui em excelente concentrado para alimentação animal (BELTRÃO, 2001).

O óleo de gergelim apresenta *flavour* característico e agradável e maior estabilidade oxidativa, quando comparado com a maioria dos óleos vegetais, por causa de sua composição em ácidos graxos e pela presença de antioxidantes naturais (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006). É um óleo importante devido ao seu baixo teor de colesterol e alto teor em ácidos graxos poli-insaturados, com cerca de 47% de ácido oléico e 39% de ácido linoléico. Estudos recentes demonstram que o óleo de gergelim pode reduzir os níveis de colesterol no sangue, controlar a hipertensão em humanos (SANKAR et al., 2004) e a incidência de determinados tipos de câncer (MIYAHARA et al., 2001). Tais efeitos benéficos a saúde humana têm sido atribuídos a sua composição química, com baixo teor de ácidos graxos saturados e a presença de antioxidantes, e isto, pode aumentar a demanda por esse produto no mercado (WERE et al. 2006).

A Embrapa Algodão vem trabalhando com esta pedaliácea e gerando tecnologias, produtos e processos, há mais de 20 anos. Até o momento foram lançadas seis cultivares: BRS Seridó 1, de ciclo longo (mais de 140 dias) ramificada e resistente à seca; CNPA G2, CNPA G3, CNPA G4 (Figura 3 – A, B) e BRS Seda, ramificadas e a BRS Anahí (Figura 3 – C, D) não ramificada, todas elas com cerca de 50% de óleo nas sementes e ciclo de 90 dias, em média, tanto em regime isolado, quanto consorciado.

Figura 3 – Lavoura (A) e sementes (B) de gergelim, cultivar G4; lavoura de gergelim, cultivar Anahí (C) e medas para secagem (D).



Mamona

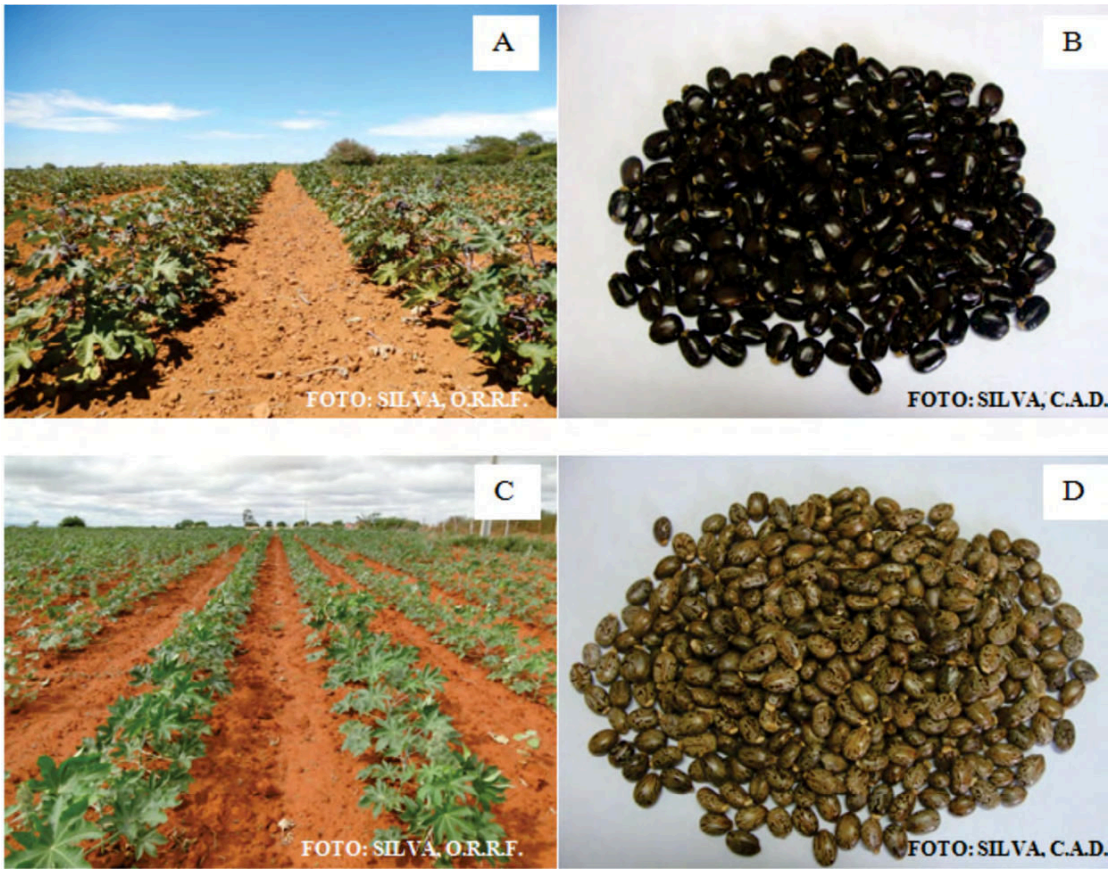
A mamona, *Ricinus communis* L., é uma planta rústica, heliófita, resistente à seca, de altura variável e com raízes pivotantes que podem atingir até três metros de profundidade e com ramificações laterais de um metro de comprimento (GONÇALVES et al., 2005). Essa Euphorbiaceae é tolerante à seca e produz mais de 1.200 kg de bagas/ha (cerca de 600 kg de óleo/ha) com cerca de 500 mm de precipitação anual, oferecendo emprego e renda para um elevado contingente de pequenos produtores (BELTRÃO et al., 2004). Por isto, é considerada uma das culturas mais tradicionais e importantes do ponto de vista socioeconômico para o Nordeste, especialmente para o Estado da Bahia que é o maior produtor e detém 85% da área plantada com essa cultura (IBGE, 2017). Na região de Irecê, por exemplo, a mamona é cultivada por mais de 45.000 agricultores em consórcio com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.) ou feijão-de-arranca (*Phaseo-*

lus vulgaris L.), totalizando uma área de 27 mil hectares (CONAB, 2018, BELTRÃO et al., 2002).

A planta de mamona apresenta hábito arbustivo, diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos) e seus frutos, geralmente, são recobertos por espinhos. A semente de mamona apresenta diferentes tamanhos, formatos e coloração. Além disso, os corpos lipídicos presentes no endosperma de sua semente são maiores que o de outras oleaginosas, onde são extraídos 35% a 55% de óleo (seu principal produto), que contém 90% de ácido graxo ricinoléico, possibilitando uma ampla gama de utilização industrial (SAVY FILHO, 2005; PEREA-FLORES et al., 2011). O óleo da mamona apresenta características físico-químicas especiais e singulares, por ser solúvel em álcool e apresentar a maior densidade e viscosidade entre os óleos vegetais e animais existentes. Essas características singulares tornam o óleo de mamona um dos óleos vegetais mais versáteis da natureza, com mais de 750 aplicações industriais e uma demanda anual estimada em cerca de 220.000 toneladas, especialmente para produção de biodiesel (BABITA et al., 2010). O subproduto da extração do óleo, a torta, é utilizado como adubo orgânico com propriedades nematicidas. Por outro lado, a presença da proteína tóxica ricina, na composição do óleo de mamona, tem efeito altamente tóxico ao organismo animal, com sintoma principal de paralisia da respiração (morte por asfixia) e a torta (apesar de altamente proteica) não pode ser utilizada na alimentação animal, salvo após processo de destoxificação (GONÇALVES et al., 2005; BRADBERRY, 2007).

As cultivares, BRS Nordestina (Figura 4 - A, B) e BRS Paraguaçu, foram desenvolvidas pela Embrapa Algodão para plantio em região semiárida e para uso na agricultura familiar, com plantio e colheita manual (parcelada), ciclo longo (até 250 dias se houver disponibilidade de água) e boa tolerância à seca.

Figura 4 – Lavoura (A) e semente (B) de mamona, cultivar BRS Nordestina; lavoura (C) e semente (D) de mamona, cultivar BRS Energia.



Em condições normais, com fertilidade do solo mediana, altitude superior a 300 m, tratos culturais adequados e pelo menos 500 mm de chuva podem produzir 1.500 kg/ha de sementes a cada ano. Tem-se ainda cultivares de frutos indeiscentes, como é o caso da cultivar BRS Energia (Figura 4 - C, D) de ciclo curto e de elevado teor de óleo nas suas sementes, que podem ser utilizadas por agricultores familiares, com ou sem culturas consortes.

No Nordeste, a mamoneira é cultivada, em quase sua totalidade, em regime de sequeiro e em consórcio. Ao utilizar o consórcio, o agricultor familiar garante maior estabilidade de rendimentos, maior aproveitamento dos recursos naturais, redução da erosão do solo, maior diversidade alimentar, maior ocupação de mão de obra e supressão natural de plantas daninhas (AZEVEDO et al., 1997). Além de diversificar a produção, podem-se produzir alimentos e energia (caso do óleo para biodiesel) e permitir maior estabilidade aos ecossistemas agrícolas.

A mamona exige uma estação quente e úmida para favorecer a fase vegetativa e uma estação pouco chuvosa ou seca para permitir condições favoráveis de maturação e colheita. Portanto, é bem adaptada e para à qual se dispõe de tecnologia para cultivo na região semiárida, possibilitando a inclusão social de milhares de pequenos produtores (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

Pinhão-manso

Entre as oleaginosas com potencial para a produção de matéria-prima para a síntese de biodiesel ou ecodiesel no Brasil, em especial no semiárido brasileiro, o pinhão-manso, *Jatropha curcas* L. (Figura 5 – A, B) merece destaque. A planta é, possivelmente, nativa dessa região, existe ampla diversidade disponível, é perene e resistente à seca, além de produzir óleo de boa qualidade para a produção de energia (ARRUDA et al., 2004).

No mundo todo, existe pouco conhecimento sobre esta planta, cujo gênero conta com mais de 170 espécies, das quais sendo *J. curcas* é a mais importante. A planta ainda não é domesticada e os estudos agronômicos sobre ela foram iniciados somente nos últimos 30 anos (SATURINO et al., 2005).

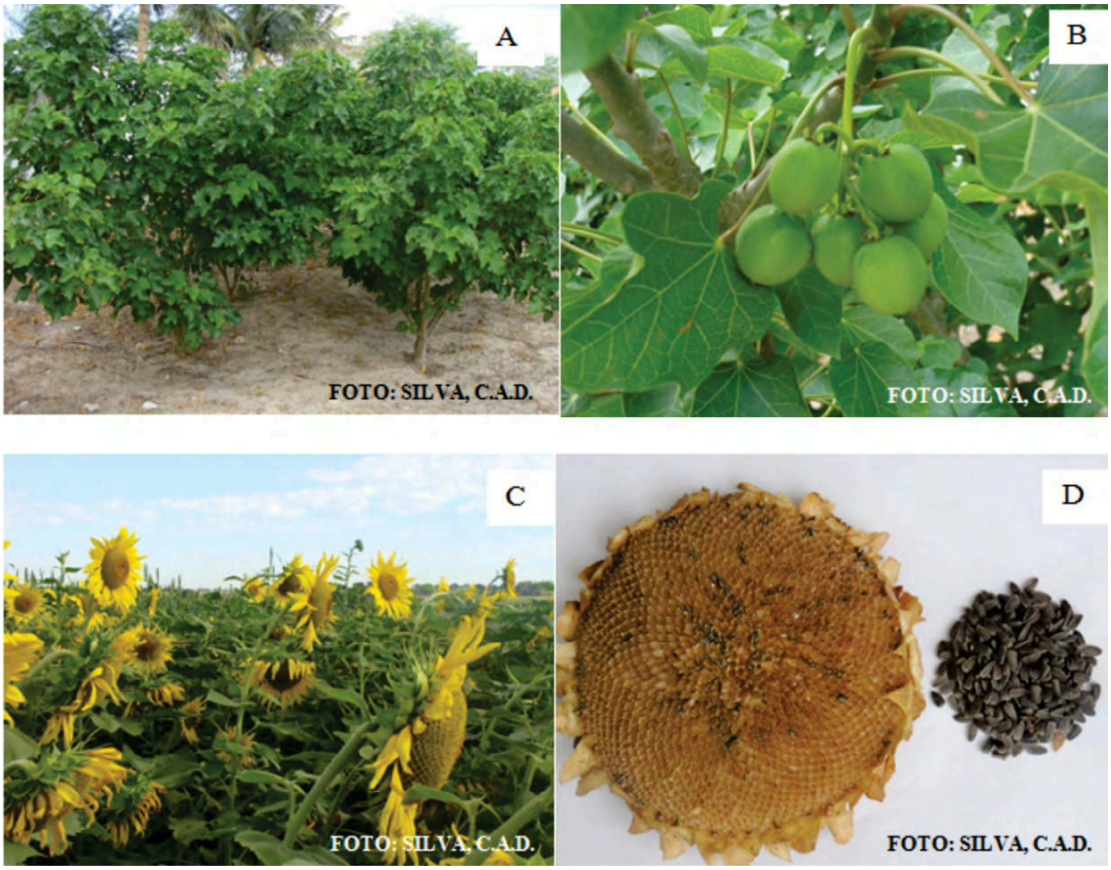
Como tudo que surge como novidade e possível alternativa, a cultura do pinhão-manso desperta grande interesse, até mesmo de pessoas que sequer estão diretamente envolvidas no agronegócio. Ao mesmo tempo, surge grande volume de informações não confiáveis e até distorcidas, a exemplo de produtividades elevadas, superiores a 12 toneladas por hectare e teor de óleo muito alto. Existem referências de até 8 t/ha; todavia, na aridez, têm-se citações de produtividades entre 200 kg a 800 kg de grãos/ha (HELLER, 1996). Estudos conduzidos com pinhão-manso em uma área de baixada com boa fertilidade e sob regime de irrigação demonstraram que essa cultura começou a produzir no segundo ano, atingindo 2.000 kg ha^{-1} de sementes (PURCINO; DRUMOND, 1986). No entanto, ensaios conduzidos com pinhão manso em regime de sequeiro e irrigação no município de Petrolina/PE, mostraram que a produtividades variou, respectivamente, de 330 kg ha^{-1} a 1.200 kg ha^{-1} no primeiro ano de cultivo (DRUMOND et. al. 2007).

Na realidade, pouco se conhece sobre a bioquímica e a fisiologia do pinhão-manso, e aspectos agronômicos relacionados ao sistema de produção dessa planta permanecem obscuros e devem ser investigados. O pinhão-manso apresenta elevada variabilidade natural e grande diversidade genética, com polinização preferencialmente entomófila, podendo, ter elevada alogamia. Além disso, não existe cultivares definidas e há necessidade de

se desenvolver estudos básicos de melhoramento genético. Depois de escolher e caracterizar materiais promissores, é necessário definir os passos tecnológicos para a composição de, pelo menos, dois sistemas de produção para a cultura, um para condições de sequeiro no semiárido e outro para condições de irrigação. Trata-se de uma espécie caducifólia que, apesar de resistente à seca, pode ter sua produtividade comprometida em regiões com precipitações pluviais abaixo de 600 mm por ano, o que, frequentemente, ocorre no semiárido brasileiro (SATURINO et al., 2005).

Na atualidade, vários estudos estão em andamento em diversos países do mundo, como a China e a Índia, abordando aspectos como a floração descontínua da espécie, que tem frutos (Figura 5 – B) na mesma inflorescência de idades diferentes e níveis de deiscência ainda não totalmente estudados. Importante, também, são os estudos sobre outras aplicações do óleo de pinhão-manso, que não é comestível e não substitui o óleo da mamona na ricinoquímica porque não é solúvel em álcool.

Figura 5 – Plantio de pinhão-manso, *Jatrofa curcans* L. (A) com destaque para seus frutos (B) e lavoura(C) e sementes de girassol, *Helianthus annus* L (D).



Apesar de ser considerada uma planta de elevada resistência a períodos de estiagem, tem-se verificado em condições experimentais que a disponibilidade de água é um fator limitante, sendo muito importante na fase inicial de emergência das plântulas (ALBUQUERQUE et al., 2008).

O pinhão-manso é uma planta oleaginosa cuja domesticação representa um grande desafio para a pesquisa agropecuária brasileira. Na pretensão de incorporá-la ao Programa Nacional do Biodiesel, muitas informações têm sido divulgadas sem respaldo técnico-científico (ALBUQUERQUE et al., 2008). O que pôde ser observado até o momento é que a planta embora tenha certa tolerância ao déficit hídrico, tem produção muito baixa. É atacada por insetos e ácaros, além de patógenos, que causam atraso no seu desenvolvimento. No material que tem sido trabalhado, o teor de óleo tem ficado entre 33 e 36%. Entretanto, um dos grandes entraves até o momento é a irregularidade na maturação dos frutos, o que promove o aumento significativo do custo de colheita e pode inviabilizar a produção.

O pinhão-manso poderá se constituir em uma boa opção de cultivo para os agricultores desta região. Porém, será necessário desenvolver pesquisas em várias áreas do conhecimento, em especial no melhoramento genético, na ecofisiologia e no manejo cultural da espécie, iniciando-se pela busca de um ideotipo de pinhão-manso via seleção dentro da variabilidade genética existente ou obtida por outros processos, como uso de radiação e de produtos químicos. O ideotipo do pinhão-manso deve apresentar as seguintes características: (1) elevado teor de óleo nas sementes (superior a 37% em relação ao peso seco); (2) caule capaz de suportar a colheita mecânica; (3) capacidade de produzir a partir do terceiro ano de ciclo; (4) produtividade média de, pelo menos, 1500 kg ha^{-1} em regime de sequeiro no semiárido brasileiro; (5) porte médio, com altura variando entre 1,7 a 2,3 m; (6) maior duração da área foliar e do índice foliar; (7) floração uniforme e (8) maior índice de frutificação, além de outras características morfológicas e fisiológicas.

Girassol

O girassol, *Helianthus annuus* L. (Figura 5 – C, D), é uma planta oleaginosa, dicotiledônea, pertencente à família Asteraceae, originária da América do Norte, provavelmente do Sudoeste dos Estados Unidos (BEARD, 1981). Esta espécie teve um maior desenvolvimento na antiga União Soviética, estando hoje presente, principalmente, na Federação Russa, Ucrânia,

Argentina, Índia e França, seus maiores produtores mundiais na atualidade (FAO, 2010). No Brasil, presume-se que o cultivo do girassol teve início na época da colonização, principalmente, na Região Sul, com a introdução do hábito do consumo de suas sementes torradas (ÚNGARO, 1986). Essa planta é considerada uma de grande valor socioeconômico para o país, por ser uma fonte rica em proteína e óleo vegetal comestível (SILVA, 1990), podendo ser cultivado em diversas localidades devido à sua adaptabilidade a diversas condições edáficas.

As sementes do girassol (Figura 5 – D) são ricas em óleo, com teores variando entre 30 e 50%. O grão é fonte de proteína na alimentação humana e animal, sendo o óleo comestível seu subproduto mais importante (PAES, 2005). Existem duas classes de girassol cultivadas para fins comerciais, uma com pouco teor de óleo (cerca de 30%) utilizada como ração para aves e outra com teor de óleo mais elevado (aproximadamente 40%), utilizada na fabricação de óleo de cozinha. Em média, além de 400 kg de óleo, para cada tonelada de grão são produzidos 250 kg de casca e 350 kg de torta, com 45% a 50% de proteína bruta, sendo este subproduto basicamente aproveitado na produção de ração, em misturas com outras fontes de proteína (CALVASIN JUNIOR, 2001). O girassol apresenta organografia complexa e pode ser utilizado para diversas finalidades comerciais, como planta ornamental, energética, forrageira e adubo verde. A fecundação do girassol pode ser realizada por autofecundação na formação de híbridos ou por meio da polinização cruzada realizada por abelhas. Por isso, lavouras de girassol possibilitam o desenvolvimento da apicultura, sendo viável a extração de 20 a 30 kg de mel por hectare (CASTRO et al., 1997).

O girassol apresenta sistema radicular pivotante, caule vigoroso, ciclo rápido, entre 65 a 155 dias após a emergência das plântulas, mas é sensível à seca e a elevadas temperaturas, suportando reduzidos períodos de estresse hídrico. As temperaturas consideradas ótimas para o seu desenvolvimento estão situadas entre 18 e 24°C. Essa planta é cultivada em regiões com precipitação superior a 500 mm, podendo consumir até oito milímetros de água por dia no período de enchimento dos grãos, porém se for submetida a condições de déficit hídrico como ocorre no semiárido do Nordeste, seus componentes de produção podem ser reduzidos drasticamente, particularmente, o número e peso de aquênios.

O crescimento do girassol é lento nos primeiros 28 dias após sua emergência (média de 18 g/planta) e pode atingir mais de 200 g/planta aos 98 dias de idade e produzir nove toneladas de fitomassa por hectare em con-

dições de campo no município de Londrina, Estado do Paraná (CASTRO; FARIAS, 2005).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O plantio de oleaginosas pelos agricultores familiares do semiárido para a produção de biodiesel abre a perspectiva da organização de uma cadeia produtiva local capaz de impulsionar o desenvolvimento econômico e social do semiárido, promovendo a criação de empregos rurais, agrícolas e não agrícolas e a inclusão social de uma parcela da população mais vulnerável (MONTEIRO, 2007). Isto é importante, porque poderá fortalecer a economia regional e aumentar a renda dos agricultores familiares, de forma sustentável.

No entanto, para que isso seja factível será necessário contar com o apoio dos governos estaduais, federais e da iniciativa privada para que os agricultores familiares possam incorporar as tecnologias, produtos e processos disponibilizados pelas instituições de pesquisa e extensão. As culturas oleaginosas abordadas neste capítulo apresentam características específicas de produtividade e de porcentagem de óleo quando cultivadas na região semiárida. Por isso, além das condições de clima e solo, a produtividade obtida, também, está diretamente associada ao tipo de sistemas de produção adotado, à qualidade da semente, à reação dessas plantas ao ataque de pragas e doenças, à realização do zoneamento de risco climático para os municípios selecionados e à forma de beneficiamento e processamento da semente para extração do óleo vegetal, entre outras. Estas pesquisas deverão ser completadas com melhores programas educacionais para os produtores familiares e consultores envolvidos no manejo e cultivo dessas oleaginosas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. A. de; OLIVEIRA, M. I. P. de; LUCENA, A. M. A. de; BARTOLOMEU, C. R. C.; BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento do pinhão manso**: 1º ano agrícola. Embrapa-CNPA. Documentos, 197. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2008.

ALLEONI L. R. F.; BEAUCLAIR E. G. F. Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim. **Scientia Agricola**, v. 53, p. 409-415, 1995.

ARANSIOLA, E.F.; OJUMU, T.V.; OYEKOLA, O.O.; MADZIMBAMUTO, T.F.; IKHU-OMOREGBE, D.I.O. A review of current technology for biodiesel production: State of the art. **Biomass and Bioenergy**, v.61, p. 276-297, 2014.

ARAÚJO, J. M. de; SANTOS, R. C. dos; FARIAS, F. J. C.; SOUZA, J. M. de. **Diagnóstico da cultura do amendoim nos municípios de Mogeiro, Itabaiana e Pilar/PB**. In: Relatório Técnico Anual 1990-1991. Campina Grande, PB: Embrapa-CNPA, 1992. p. 430-434.

ASHOKKUMAR, K.; RAVIKESAVAN, R. Conventional and molecular breeding approaches for seed oil and seed protein content improvement in cotton. **International Research Journal of Plant Science**, v.2, p.37-45, 2011.

ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semiárido Nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 8, p. 789-799, 2004.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2.ed. rev. amp. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2007.

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; VIEIRA, R. M.; MOREIRA, J. de A. N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil**. Embrapa-CNPA. Circular Técnica, 25. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997.

BABITA, M.; MAHESWARI, M.; RAO, L.M.; SHANKER, A.K.; RAO, D.G. **Osmotic adjustment, drought tolerance and yield of castor (*Ricinus communis*L.) hybrids.** Environmental and Experimental *Botany*, v. 69, p.243-249, 2010.

BRADBERRY, S**. Ricin and abrin. Medicine**, v. 35, p. 576-577, 2007.

BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. C. dos; ARAÚJO, J. M. de; SANTOS, J. W. dos; OLIVEIRA, S. R. de M. Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim no Estado da Bahia. In: Relatório Técnico Anual, 1992-1993. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1994. p. 381-383.

BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. dos; BENATI, T.; FIRMINO, P. de T. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, N. E. de M., VIEIRA, D. J. (Ed.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2001.

BEARD, B. H. The sunflower crop. **Scientific American**, v. 244, p.150-161, 1981.

BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. **Gergelim cultura no trópico semiárido Nordestino**. Embrapa-CNPA. Circular Técnica, 18. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1994.

BELTRÃO, N. E. de M. Importância da cultura do gergelim para a região Nordeste. **CNPA Informa**, n. 19, p. 5, 1995.

BELTRÃO, N. E. de M. Origem e história. In: BELTRÃO, N. E. de M; VIEIRA, D. J. **O agronegócio de gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 17-20.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L.C.; MELO, F.B. Mamona consorciada com feijão visando produção de biodiesel, emprego e renda. **Bahia Agrícola**, v.5, p.34-37, 2002.

BELTRÃO, N. E. de M.; CARTAXO, W. V. Considerações gerais sobre o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., 2006, Varginha, MG. Biodiesel: evolução tecnológica e qualidade. **Anais...**, Lavras: UFLA, 2006.

BELTRÃO, N. E. M. CARTAXO, W. V, CARDOSO, G.D. Segmentos do agronegócio da mamona. I. diagnóstico da ricinocultura da região de Irecê, Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande – PB. Manual do congressista: energia e sustentabilidade. Campina. Campina Grande: **Anais...**, 2004. CD-ROM.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas potenciais do nordeste para a produção de biodiesel**. Embrapa-CNPA. Documentos, 177. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2007.

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

BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do V.; XAVIER, J. de F. Industrialização do caroço do algodão. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. 2007. p. 853-869.

BIOND, A.; MONTEIRO, M.; GLASS, V. **O Brasil dos biocombustíveis**: palmáceas, algodão, milho e pinhão manso. [S.l] : Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis-ONG Repórter Brasil, 2008.

BRITO, R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; HENRIQUE, W.; CATTELAN, J.W.; ROUTMAN, K. de S. Degradabilidade in situ e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas balanceadas para diferentes ganhos de peso e potenciais de fermentação microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1639-1650, 2007.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas**. Lavras: UFLA, 1999.

CALVASIN JUNIOR, C. P. **A cultura do girassol**. [S.l]:Guaíba Agropecuária. 2001.

CANOLA. COUNCIL OF CANADA. **Canola**. Winnipeg, 1999.

CARLSSON, A. S.; CLAYTON, D.; SALENTIJN, E.; TOONEN, M. **Oil crop platforms for industrial uses**. Epobio: realising the economic potential of sustainable resources - bioproducts from non-food crops. [New York]: CNAP; University of York, 2007.

CARVALHO, B. C. L. de; PEIXOTO, S. E.; OLIVEIRA, E. A. S.; **Potencialidades das oleaginosas cultivadas no Estado da Bahia para a produção de biodiesel**. 2006. Disponível em: <http://www.ebda.ba.gov.br.>. Acesso em: 25 fev. 2011.

CARVALHO, L.P.; RODRIGUES, J.I.S.; FARIAS, F.J.C. Seleção de linhagens de algodão para alto teor de óleo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 52, p.530-538, 2017.

CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A. **Cultura do girassol**: tecnologia de produção. Embrapa-CNPSo. Documentos, 67. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1997.

CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. de. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2005. p. 163-218.

CHERRY, J. P. Cottonseed oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 60, p. 360–367, 1983.

CONAB. **Estimativa de área plantada** – safras 2017/2018. Disponível em: http:\\www.conab.gov.br/política agrícola/safra/cptarebr.cfm. Acesso em: 10 jun. 2018.

CORRÊA, J. R. V. **Algodoeiro**: informações básicas para seu cultivo. Embrapa – Uepae Belém. Documentos, 11. Belém: Embrapa – Uepae Belém, 1998.

DIB, F.H. Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador. Dissertação de mestrado em Engenharia mecânica. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira, SP. 2010.

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; PAIVA, L. E.; MORGADO, L. B.; REIS, E. M. Produção de pinhão manso no semi-árido brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS, 1., 2007, Teresina. Energia de resultados: **Anais...**, Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007.

FAO. **Agriculture production, crops primary**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/ faostat/collections>. Acesso em: 2 set. 2010.

FREIRE, E.C.; BELTRÃO, N.E. de M.; VALE, D.G. **Cultivar BRS Aroeira (elevado teor de óleo) e o seu manejo cultural**. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 folder.

FIRMINO, P. de T. **Gergelim**: sistema de produção e seu processo de verticalização, visando à produtividade no campo e melhoria da qualidade da alimentação humana. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1996. Premio Jovem Cientista.

GONÇALVES N. P; FARIA, M. A. V. de R.; SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D. Cultura da Mamoneira. **Informe Agropecuário**, v. 26, p. 28-32, 2005.

HELLER, J. **Physic nut *Jatropha curcas* L. promoting the conservation and use of underutilized and neglected**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Série Cadernos de Altos, 1. Brasília: Coordenação de Publicações, 2004. p. 13-60.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2017.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>. Acesso em: 04 ago. 2018.

JUNGERMANN, E.; SONNTAG, N. O. V. **Glycerine** - a key cosmetic ingredient. New York: Marcel Dekker, 1991.

KISS, A.A.; DIMIAN, A.C.; ROTHENBERG, G. Biodiesel by catalytic reactive distillation powered by metal oxides. **Energy Fuel**, v. 22, p. 598-604, 2008.

LIMA, L.P.; LOPES, A.; OLIVEIRA, M.C.J.; NEVES, M.C.T.; KOIKE, G.H.A. Comparativo entre biodiesel de dendê e tucumã no desempenho operacional de trator agrícola. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 234-243, 2012.

MIYAHARA, Y.; HIBASAMI, H.; KATSUZAKI, H.; IMAI, K.; KOMIYA, T. Sesamolin from sesame seed inhibits proliferation by inducing apoptosis in human lymphoid leukemia Molt 4B cells. **International Journal of Molecular Medicine**, v. 7, p. 369-371, 2001.

MONTEIRO, J. M. G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. 2007. 302p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MOREIRA, F.B. Subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, Autores convidados, v.2, n.36, Art#356, Set2, 2008.

MOTHÉ, C. G.; CORREIA, D. Z.; CASTRO, B. C. S.; CAITANO, M. Otimização da produção de biodiesel a partir de óleo de mamona. **Revista Analytica**, ano 4, n. 19, p. 40-44, out./nov. 2005.

OILSEEDS: **Word Markets and Trade**. Washington: USDA, 2000.

OLIVEIRA, A. J. de; RAMALHO, J. (Coord.). **Plano Nacional de Agroenergia**: 2006 - 2011. 2. ed. rev. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

PAES, J. M. V. Utilização do girassol em sistema de cultivo. **Informe Agropecuário**, v. 26, p. 34-41, 2005.

PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003.

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

PEREA-FLORES, M.J.; CHANONA-PÉREZ, J.J.; GARIBAY-FEBLES, V.; GALDERÓN-DOMÍNGUEZ, G.; TERRÉS-ROJAS, E.; MENDOZA-PERES, J.A.; HERRERA-BUCIO, R. **Microscopy techniques and image analysis for evaluation of some chemical and physical properties and morphological features for seeds of the castor oil plan (***Ricinus communis***). Industrial Crops and Products**, v. 34, p. 1057-1065, 2011.

PURCINO, A. A.; DRUMMOND, O. A. **Pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986.

RAMOS, L. P.; DOMINGOS, A. K.; KUCEK, K. T.; WILHELM, H. M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 31, p. 28-37, 2003.

SANKAR, D.; SAMBANDAM, G.; RAO, M. R.; PUGALENDI, K.V. Impact of sesame oil on nifedipine in modulating oxidative stress and electrolytes in hypertensive patients. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 13, p. 107, 2004.

SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S, FREIRE, R. M. M. **Cultivo do amendoim**: mercado e comercialização. Sistemas de Produção, 7. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/ CultivodoAmendoim/index.html>. Acesso em: 15 out. 2008.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v. 26, p. 44-78, 2005.

SAVY FILHO, ANGELO. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: Emopi, 2005.

SILVA, M. N. A cultura do girassol. Jaboticabal: Funep,1990.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. **Pragas: sempre via manejo integrado. A Granja,** p. 50 - 53, 10 fev. 2013.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S.; MIRANDA, J.E.; ALMEIDA, R.P.; RODRIGUES, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.A. **Sugestões técnicas para o manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil.** Embrapa--CNPA. Circular Técnica, 135. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2013.

SMITH, C. W. & CREELMAN, R.A. Vitamin E concentration in upland cotton seeds. **Crop Science, v.** 41**,** p. 577–579, 2001.

SINGH, U.; SINGH, B. Tropical grain legumes as important human foods. **Economic Botany,** v. 46, p. 310-321, 1992.

SUASSUNA, T. M. F.; SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S. **Cultivo do Amendoim**: importância econômica. Sistemas de Produção, 7. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/ CultivodoAmendoim/index.html>. Acesso em: 15 out. 2008.

SUASSUNA, T. M. F.; COUTINHO, W. M.; SOFIATTI, V.; SUASSUNA, N. D.; GONDIM, T. M. S. **Manual de boas práticas agrícolas para a produção do amendoim no nordeste do Brasil**. Embrapa-CNPA. Documentos 207. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2008.

UNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do girassol**. Boletim Técnico, 105. Campinas: IAC, 1986.

VASUDEVAN, P.; SHARMA, S.; KUMAR, A. Liquid fuel from biomass: an overview. **Journal Science Industry Research**, v. 64, p. 822-831. 2005.

XU, Z.; LI, J.; GUO, X.; JIN, S.; ZHANG, X. Metabolic engineering of cottonseed oil biosynthesis pathway via RNA interference. **Scientific reports**, v.6, 33342, 2016.

YERMANOS, D., HEMSTREET, S., SALEEB, W. & HUSZAR, C. Oil content and composition of the seed in the world collection of sesame introductions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 49, p. 20–23, 1972.

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

WERE, A. A.; ONKWARE, A., WELANDER, S. G. M.; CARLSSON, A. S. Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. **Field Crops Research**, v. 97, p. 254-260, 2006.