

Adaptabilidade da *Camelina sativa* e uso na produção de biodiesel - uma revisão

Adriana de Jesus Borges¹

Ednildo Andrade Torres²

Resumo

A necessidade mundial por fontes alternativas para produção de biocombustíveis faz com que pesquisas com culturas oleaginosas, como a *Camelina sativa* e outras matérias-primas, sejam realizadas. A *Camelina* é uma espécie da Família *Brassicaceae* que possui elevado teor de óleo, chegando a aproximadamente trinta e cinco por cento (35%) e com rendimento de cerca 1.200 kg de semente por hectare e que foi bastante cultivada na Idade do Bronze, na Europa. Devido ao grande número de trabalhos publicados com essa cultura, este trabalho tem como principal objetivo fazer uma breve revisão da espécie *Camelina sativa*, demonstrando suas características morfológicas e botânicas, adaptabilidade e produtividade, além da produção e qualidade do biodiesel do óleo de *Camelina*. A metodologia utilizada foi consulta em periódicos nacionais e internacionais, relacionados à *Camelina sativa*. Os resultados mostram que a espécie possui uma ótima adaptabilidade em diversas condições ambientais, então, isso torna a espécie propícia de ser cultivada em áreas marginais ou pode ser cultivada na entressafra de outras culturas oleaginosas. Seu óleo possui grande potencial para produção de biodiesel, devido às características físico-químicas, ideias encontradas em diversos trabalhos. Conclui-se que a *Camelina* possui características que faz com que tenha um grande potencial para ser utilizada, tanto na alimentação, quanto na produção de biodiesel.

Palavras-chave: Biocombustível. Óleo de *Camelina*. Produtividade.

Abstract

The world's need for alternative sources for biofuel production makes researches with oilseed crops, such as *Camelina sativa* and other raw materials, to be carried out. *Camelina* is a species of the *Brassicaceae* family that has high oil content reaching approximately 35% and a yield of about 1200 kg of seed per hectare and that was quite cultivated in the Bronze Age in Europe. Due to the large number of papers published in this culture, this paper aims to briefly review the species *Camelina sativa* demonstrating its morphological and botanical characteristics, adaptability and productivity besides the production and quality of *Camelina* oil biodiesel. The methodology used was consulting in national and international journals related to *Camelina sativa*. The results show that the species has a great adaptability to different environmental conditions, so this makes a favorable species to be grown on marginal areas or can be grown in the off-season of other oleaginous crops. Its oil has great potential for biodiesel production, due to the physicochemical characteristics, ideas found in several studies. It is concluded that *Camelina* has characteristics that make it a great potential to be used, both in food and in the production of biodiesel.

Keywords: Biofuel. *Camelina* oil. Productivity.

¹ Doutoranda em Ciência, Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, Brasil e mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO, Brasil. E-mail: adriana.agroenergia@gmail.com

² Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil. Professor da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: ednildotorres@gmail.com

1 Introdução

A *Camelina sativa* é uma espécie da Família *Brassicaceae* que possui elevado teor de óleo, chegando a aproximadamente 35% e, com rendimento de cerca 1.200 kg de semente por hectare, considerando a espécie selvagem (ABRAMOVIČ; ABRAM, 2005; 2006).

Originária na região da Ásia Central e do Mediterrâneo, a *Camelina* foi largamente cultivada durante a Idade do Bronze, na Europa. Atualmente, essa cultura está sendo estudada por diversos pesquisadores, em diversas regiões, principalmente nos Estados Unidos (WARAICH *et al.*, 2013; ZUBR, 2003).

A avaliação da estabilidade e adaptabilidade da espécie torna-se necessária, devido à grande diversidade de condições ambientais existentes nas regiões do mundo. O estudo desse parâmetro, normalmente, é feito avaliando as características agrônômicas da espécie de interesse, durante vários anos consecutivos, em diferentes locais. Cultivares estáveis são aqueles que, ao longo dos anos e dentro de determinada área geográfica, têm menor oscilação de produção, respondendo à melhoria do ambiente e não tendo grandes quedas de produção nos anos mais desfavoráveis (CRUZ *et al.*, 2010).

A *Camelina sativa* é uma espécie que possui muitos estudos, abordando diferentes aspectos. Entretanto, existe uma carência de estudo de revisão que analisem os diferentes aspectos conjuntamente. Diante do exposto, este trabalho tem como principal objetivo fazer uma breve revisão bibliográfica sobre a espécie *Camelina sativa* e demonstrar suas características morfológicas e botânicas, adaptabilidade e produtividade, além da produção e qualidade do biodiesel do óleo de *Camelina*.

2 Metodologia

Este estudo trata de uma pesquisa bibliográfica. Para o levantamento bibliográfico, realizou-se a busca de artigos em periódicos nacionais e internacionais, disponíveis em plataformas de pesquisa como *Web of Science*. Foram utilizados os seguintes

descritores: *Camelina*; *biofuel of camelina*; *stability and adaptability*; *oil of Camelina* e *Camelina sativa*.

3 Caracterização botânica e descrição morfológica

A *Camelina* espécie *Camelina sativa* (L.) Crantz é uma dicotiledônea com taxonomia, conforme descrito a seguir:

Classe: *Equisetopsida* C. Agardh
 Subclasse: *Magnoliidae* Novák ex Takht
 Subordem: *Rosanae* Takht
 Ordem: *Brassicales* Bromhead
 Família: *Brassicaceae* Burnett
 Gênero: *Camelina* Crantz

A *Camelina* é uma planta anual, com ciclo de cerca de 85-100 dias da emergência à maturação (GESCH, 2014; MOSER, 2010). As plantas medem cerca de um metro (1,0 m) de altura, produzem pequenas flores de cor amarela ou amarela-esverdeada nas extremidades das hastes do caule (figura 1) e, por ser uma herbácea, possui caule flexível ramificado ou solitário que pode ou não possuir pelos, sendo as folhas lanceoladas com dois a quatro centímetros (2 a 4 cm) de comprimento (JAKUBSKA-BUSSE; LIWIŃSKI, 2011).

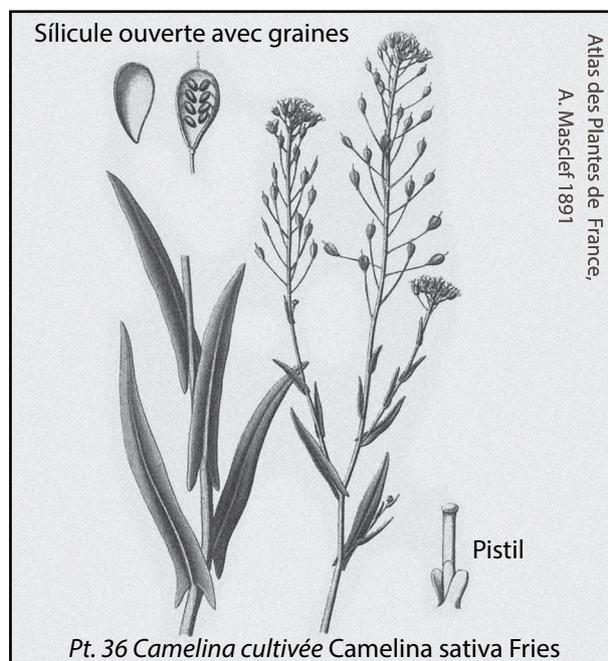


Figura1- Planta de *Camelina*, mostrando o caule, a disposição das folhas, inflorescências, órgão reprodutor feminino (pistilo), seu fruto e sementes
 Fonte: Wikiwand (2015).

A fecundação é feita por autopolinização, o que desfavorece a variabilidade genética da planta, porém a espécie possui um baixo grau de alogamia, sendo fecundada por abelhas. Produzem de doze a dezoito (12 a 18) sementes em frutos do tipo síquulas que possui forma oblonga de cinco a seis milímetros (5 a 6 mm) de diâmetro. As sementes são pequenas e de cor dourada, sendo que um quilograma de sementes de *Camelina* é composto por cerca de 800.000 sementes (GUGEL; FALK, 2006; KLINKENBERG, 2008).

4 Origem e distribuição geográfica

A *Camelina* é originária da Ásia Central e região do Mar Mediterrâneo (MCVAY; LAMB, 2008; MCVAY; KAHN, 2011). Evidências arqueológicas indicam que o cultivo da camelina começou no sudeste europeu no final do período neolítico (KNÖRZER, 1978) e a cultura tornou-se bem estabelecida nessa região, durante a Idade do Bronze (BOUBY, 1998).

A *Camelina* era comumente cultivada na Europa até a Idade Média, tendo início em 3.000 a.C. A importância da cultura diminuiu na Idade Média com o cultivo de outras oleaginosas com produtividades mais elevadas, que substituiu a *Camelina*. Seu cultivo foi retomado no século 21, devido à necessidade de diversificação de matérias-primas, para uso alimentar e como combustível (ZUBR, 2003; GUGEL; FALK, 2006).

Atualmente, a *Camelina* é produzida, principalmente, na Eslovênia, Ucrânia, China, Finlândia, Alemanha, Áustria e Estados Unidos (LI *et al.*, 2015).

O cultivo da *Camelina* tem se expandido para os Estados Unidos e Canadá, com uma área plantada de cerca de 8.000 hectares em 2011 (NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE, 2012). Esse interesse na *Camelina* foi despertado, devido à espécie possuir características de cultivos mais favoráveis como: proporcionar altas produtividades, com baixo nível de insumos utilizados no seu cultivo, quando

comparada com outras oleaginosas cultivadas como soja e colza (SHONNARD; WILLIAMS; KALNES, 2010).

5 Adaptabilidade da *Camelina*

A adaptabilidade foi definida por Eberhart e Russel (1966) como sendo a capacidade dos genótipos aproveitarem vantajosamente os estímulos do ambiente, enquanto a estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos em expressar um comportamento altamente previsível, em função do estímulo ambiental.

A *Camelina sativa* está adaptada a uma grande variabilidade de condições climáticas, como demonstrado pela sua longa história de cultivo em todo o continente europeu e em ensaios recentes de avaliação, demonstrando desempenho favorável na América do Norte e na Austrália. Esses ambientes são caracterizados por climas, desde o desértico até o clima polar, tornando as condições de cultivo muito variadas, dependendo da localização do plantio (GUGEL; FALK, 2006).

Em função disso, foi investigada a adaptação, o desempenho e a estabilidade de produção de genótipos de *Camelina*, em diversos ambientes do Pacífico Noroeste dos Estados Unidos, em cinco locais: Lind, WA (com clima semiárido, com temperatura média de 10,1°C e precipitação média de 242 mm anualmente); Pendleton, OR (o clima é do tipo semi-árido ameno com pastagens de médias latitudes, com temperatura média de 21,9 °C e precipitação média de 444 mm); Moscow, ID (possui um clima frio e temperado. A pluviosidade é maior no inverno que no verão. A temperatura média é de 8,1°C e precipitação média de 600mm); Pullman, WA (também tem um clima frio e temperado. Apresenta temperatura média de 8,7 °C e pluviosidade média anual de 528 mm) e Corvallis, OR (possui clima mediterrâneo com verões quentes e secos e inverno frio e seco com temperatura média de quinze graus centígrados (15°C) e precipitação média de 1085 mm).

Sete genótipos de *Camelina* foram cultivados e onze (11) unidades experimentais foram avaliadas para produção de semente e rendimento de óleo, com ensaios em diferentes ambientes e vários anos. Os resultados observados indicaram que o ambiente influencia na produção de sementes e no teor de óleo de *Camelina*, sendo que a primavera no hemisfério norte, onde foram realizados os experimentos, (caracterizada por temperaturas amenas e pouca pluviosidade) foi a época, em que se observou maior produtividade. Os valores de índice de estabilidade variaram entre genótipos em cada zona de precipitação anual avaliadas, indicando diferenças entre adaptação dos genótipos. Observou que os genótipos podem ser cultivados em diversos ambientes, quando selecionados com base na precipitação antecipada à sementeira, produção de sementes, teor de óleo e outras características agrônomicas desejáveis (WYSOCKI; SIROVATKA, 2011).

Diversos estudos realizados por Vollman *et al.* (1996), em diversos anos, avaliando épocas e localização de plantio em diferentes ambientes, obtiveram resultados semelhantes aos encontrados por Wysocki e Sirovatka (2008), comprovando a rusticidade da *Camelina*, para as condições meteorológicas de um local.

Linhagens avançadas de *Camelina* foram avaliadas em diferentes ambientes no leste da Áustria e foram observados que algumas linhagens tiveram rendimento de grãos de até 2.800 kg ha⁻¹, com teor de óleo na semente de até 480 g kg⁻¹. Além disso, foi encontrada variabilidade genética significativa entre os genótipos, em relação às concentrações de ácido linolênico e erúico que também estão sujeitas à modificação considerável por condições ambientais. Na avaliação de dez (10) genótipos de *Camelina*, em duas diferentes regiões da Áustria, durante dois anos (2), os resultados sugerem que a variação nos caracteres agrônomicos e qualidade de sementes de *Camelina* permitiria claramente uma melhoria da produtividade de grãos e teor de óleo, enquanto que o aumento do peso das

sementes seria independente do local de cultivo, na Áustria (VOLLMANN *et al.*, 2007).

Geralmente, a *Camelina* é adaptada em condições de clima temperado até clima semiárido (MULLIGAN, 2002). Com essas características, a *Camelina* se torna uma espécie de grande importância para ser cultivada em regiões consideradas inaptas para a maioria das plantas cultivadas (SHUKLA; DUTTA; ARTZ, 2002).

6 Características de cultivo e de produtividade

Vários estudos têm indicado os efeitos das diferenças nas condições de crescimento sobre o desempenho agrônomico de diversas culturas. Às vezes, os resultados dos estudos de investigação são complementares e, por vezes, contraditórios.

A taxa de sementeira de 200, 400, 600 e 800 sementes por m² em linhas de cinco metros (5 m) de comprimento, com espaçamento de quinze centímetros (15 cm) entre sementes, foi estudada, e os resultados demonstraram que a taxa de sementeira (massa de sementes por metro) não teve efeito sobre a emergência, altura da planta, rendimento de sementes ou teor de óleo em *Camelina*. Uma taxa de sementeira de 600 sementes m⁻² demonstrou ser uma ótima taxa para o plantio da *Camelina* em condições canadenses, onde foram realizados os experimentos (URBANIÁK *et al.*, 2008).

De acordo com McVay e Khan (2011), uma taxa de sementeira recomendada é de 5,5 kg ha⁻¹ de sementes, para obtenção de um *stand* de planta denso e uniforme. E, para alcançar uma produtividade máxima, é necessário cerca de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio (GRANT, 2008).

Em um teste de campo no Chile, com cinco datas de sementeira de sementes de *Camelina*, em 2008: (30 de abril; 15 de maio; 30 de maio; 30 de junho e 30 de julho de e três datas em 2009: 30 de abril; 15 de maio; 30 de maio) e em diversos locais foi demonstrado que a época de sementeira não afetou a produção de sementes em um mesmo local (BERTI *et al.*, 2011).

Na França, cultivares de *Camelina sativa* produziram um rendimento máximo de 2.300 kg ha⁻¹, com semeadura tardia e com aplicação de nitrogênio de 100 kg ha⁻¹ (MERRIEN; CHATENET, 1996). Já, Gehringer *et al.* (2006) alcançou um rendimento máximo de sementes de 3.000 kg ha⁻¹ em cultivo com solo pobre, com aplicação de nitrogênio numa taxa de 80 kg ha⁻¹.

Diferentes parâmetros agronômicos e de qualidade, tais como: altura de plantas, produção de sementes, teor de óleo, nitrogênio total da planta e proteína, responderam bem à aplicação de nitrogênio como fertilizante. A altura da planta, teor de nitrogênio total no tecido vegetal e produção de sementes aumentaram com o aumento da aplicação de nitrogênio, mas diminuiu o teor de óleo produzido (URBANIÁK *et al.*, 2008).

7 O óleo de Camelina

O principal produto obtido da *Camelina* é o óleo (cerca de 40%), que possui como característica elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados (50%). O óleo é composto principalmente por ácido oleico e ácido linolênico, podendo

variando sua composição, dependendo das condições ambientais e de cultivo. Isso faz com que o óleo de *Camelina* seja uma fonte rica de ácidos graxos insaturados e uma boa fonte de ômega-3 (PUTNAM *et al.*, 1993; ABRAMOVIČ; ABRAM, 2005; PILGERAM *et al.*, 2007; PATIL; DENG, 2009; ZUBR, 2009; PATIL; GUDE; DENG, 2010).

O óleo de *Camelina* possui diversos usos como alimentação, cosméticos, indústrias químicas e, atualmente, estão sendo realizados estudos, focando seu uso na produção de biocombustíveis como o biodiesel (WEEMS, 2007; PILGERAM *et al.*, 2007; PATIL *et al.*, 2011).

Yang *et al.* (2016) realizaram um estudo de composição química da *Camelina*, em Nova Scotia - Canadá, para produção de biodiesel, e os resultados foram obtidos em cromatografia gasosa, onde foi possível identificar os principais ácidos graxos contidos na amostra: o ácido alfa-linolênico (33%), ácido linolênico (19%), ácido oleico (14%).

A tabela 1 mostra a composição química do óleo de *Camelina*, em comparação com outras oleaginosas.

Tabela 1- Teor de ácidos graxos de diferentes oleaginosas cultivadas para fins alimentícios e energéticos

Ácido graxo	Teor de ácido graxo (%)					
	Camelina	Canola	Soja	Girassol	Crambe	Linhaça
Palmítico (16:0)	7,80	6,19	10,44	6,05	2,41	5,12
Estearico (18:0)	2,96	0	3,95	3,83	0,40	4,56
Oleico (18:1)	16,77	61,33	27,17	17,36	18,36	24,27
Linoleico (18:2)	23,08	21,55	45,49	69,26	10,67	16,25
Linolênico (18:3)	31,20	6,55	7,16	0	5,09	45,12
Araquídico (20:0)	0	0	0	0	0,50	0
Eicosenóico (20:1)	11,99	0	0	0	2,56	0
Erúico (22:1)	2,80	0	0	0	54,00	0,88
Outros AG	3,40	4,38	5,79	3,5	6,01	3,80

Fonte: Putnam *et al.* (1993)

Conforme mostrado na tabela 1, pode-se observar que o óleo de *Camelina*, assim como os óleos das demais espécies apresentadas, possuem altos teores de ácidos

graxos insaturados que fazem com que sejam muito utilizados na produção de biodiesel e também possuem características desejáveis para uso alimentício.

8 O biodiesel da Camelina

O biodiesel, um combustível renovável produzido, a partir de óleos vegetais ou gorduras animais, tem atraído grande atenção como uma das alternativas mais importantes para substituição do diesel (BASHA; GOPAL; JEBARAJ, 2009).

A matéria-prima, para a produção de biodiesel, vem principalmente de óleos vegetais pela produção em larga escala (PATIL *et al.*, 2007). As espécies mais utilizadas são a soja e a canola. Porém, essas espécies são utilizadas na alimentação humana e tem-se questionado a concorrência desses óleos na produção de biodiesel e a segurança alimentar (MÖLLER; MUNIZ, 2012).

Wu e Leung (2011) tentaram otimizar a produção de biodiesel de óleo de Camelina por

transesterificação alcalina (com KOH) e metanol, obtendo biodiesel de dois produtos principais: uma fase de biodiesel em bruto, na fase superior, e, na parte inferior, glicerol. Para essa avaliação, foram considerados diferentes tempos de reação, razão molar óleo/catalisador, concentração do catalisador e tempo de reação. Após a lavagem do biodiesel, foram realizados cálculos do rendimento que variou de 71 a 95% de rendimento do biodiesel, também foram feitas avaliações das principais propriedades do combustível: densidade, viscosidade cinemática e índice de acidez (tabela 2). O biodiesel de Camelina atendeu às especificações europeias, podendo ser usado em motores diesel como combustível, sem prejudicar o funcionamento do mesmo (WU; LEUNG, 2011).

Tabela 2 - Propriedades do combustível e rendimento de biodiesel produzido, a partir de diferentes matérias-primas, em condições ideais de produção

Matéria-prima	Densidade (g/cm ³)	Viscosidade Cinemática (cSt, 40°C)	Acidez (mg KOH/g)	Condições de reação ^a				Rendimento (%)
				M	P(min)	T(°C)	C(%)	
Camelina	0,884	3,67	0,354	8:1	70	50	1	98,4
Colza	0,88	4,15	0,37	6:1	120	65	1	95 – 96
Girassol	0,892	4,9	0,24	6:1	120	60	1	97,1
Amendoim	0,849	4,42	0,28	6:1	120	60	0,5	89
Caroço de Algodão	0,875	4,07	0,16	6:1	120	65	0,75	96,9
Pinhão-manso	0,87	4,78	0,496	20% ^b	90	60	1	98
Óleo residual de fritura	–	4	0,15	7:1	20	60	1,1	94,6
Padrão Internacional	ASTM D6751	–	1,9 – 6,0	0,8 max	–	–	–	–
EN 14214	0,86 – 0,9	3,5 – 5,0	0,5 max	–	–	–	–	96,5 min

a) M = razão molar óleo/metanol; P = tempo de reação; T = temperatura de reação; C = concentração do catalisador;

b) Percentagem de metanol utilizada na reação de transesterificação

Fonte: Adaptado de Wu e Leung (2011).

Sínteses de biodiesel de Camelina por esterificação e testes em motores, para avaliar o funcionamento e o desempenho do motor com o biodiesel de Camelina, foram realizados e foi observado que o biodiesel possui um teor elevado de iodo que protege

contra a deterioração mais rápida do óleo lubrificante. Quando comparado com o óleo da Colza, foi identificado que o biodiesel de Camelina não difere do biodiesel da Colza, em relação ao rendimento da reação (tabela 3) (FRÖHLICH; RICE, 2005).

Tabela 3- Rendimentos de laboratório de ésteres metílicos de óleos Camelina e Colza refinado (índice de acidez de 0,1)

Método	Biodiesel de Camelina		Biodiesel de Colza	
	Produção de éster (%)	Nº de testes	Produção de éster (%)	Nº de testes
1	97,9 ± 0,5	4	97,4 ± 0,4	5
2	94,6 ± 0,9	4	94,5 ± 0,2	5

Fonte: Adaptado de Fröhlich e Rice (2005).

Moser e Vaughn (2010) produziram biodiesel de Camelina com dois tipos de álcool (etanol e metanol) e observaram que os ésteres metílicos e etílicos de Camelina apresentaram baixa estabilidade oxidativa e alto teor de iodo, quando comparados a ésteres metílicos de canola, palma, e óleo de soja. Outras propriedades dos combustíveis avaliados foram semelhantes às propriedades dos ésteres metílicos de canola, palma, e óleo de soja, como a baixa temperatura de operacionalidade, índice de cetano, viscosidade cinemática, lubrificidade, baixos teores de enxofre e de fósforo, assim como a tensão superficial do combustível.

Rice, Fröhlich e Leonard (1998) realizaram testes com biodiesel, obtido de diferentes matérias-primas: óleo de soja de fritura reutilizado, sebo bovino e óleo de *Camelina sativa* e observaram que os rendimentos de biodiesel de Camelina foram superiores aos obtidos, a partir de óleo de fritura reutilizado. As propriedades do combustível ficaram também dentro das especificações europeias, com a exceção de ponto de entupimento do filtro a frio (CFPP). O estudo ainda mostrou que a Camelina pode ser usada como mistura com o diesel mineral, fazendo com que o combustível tenha propriedades adequadas para as condições de inverno irlandês (caracterizado por temperaturas negativas).

Krohn e Fripp (2012) estudaram a viabilidade ambiental do biodiesel de Camelina e descobriram que a emissão de gases de efeito estufa foram reduzidos em até 60% com o uso de biodiesel de Camelina, em relação ao diesel de petróleo.

9 Considerações finais

A *Camelina sativa* mostrou-se uma espécie facilmente adaptável a diversos ambientes de

cultivo, sendo importante para regiões com clima desfavorável para outras espécies.

Os diversos autores citados no trabalho comprovaram a importância de se estudar a Camelina, como uma matéria-prima, para produção de biodiesel, por suas vantagens ecológicas e bioquímicas. Porém, mesmo a cultura, sendo adaptada para climas mais quentes, não se encontra estudos com a espécie em zonas tropicais, tornando-se necessário a realização de mais pesquisas sobre o comportamento da Camelina, em regiões que não existe cultivo dessa espécie, e também a possibilidade de desenvolver cultivares adaptadas para ambientes mais extremos.

Referências

- ABRAMOVIČ, H.; ABRAM, V. Effect of added rosemary extract on oxidative stability of *Camelina sativa* oil. **Acta Agriculturae Slovenica**, v. 87, n. 2, p. 255-261, 2006.
- _____. Physical chemical properties, composition and oxidative stability of *Camelina sativa* Oil. **Food Technology and Biotechnology**, v. 43, n. 1, p. 63-70, 2005.
- BASHA, S. A.; GOPAL, K. R.; JEBARAJ, S. A review on biodiesel production, combustion, emissions and performance. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 6-7, p. 1628-1634, 2009.
- BERTI, M. *et al.* Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 2, p. 1358-1365, 2011.
- BOUBY, L. Two early finds of gold-of-pleasure (*Camelina sp.*) in middle neolithic and chalcolithic sites in western France. **Antiquity**, v. 72, p. 391-398, 1998.

- CRUZ, J. C. *et al.* **Cultivo do milho**. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm>. Acesso em: 29 maio 2015.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, p. 36-40, 1966.
- FRÖHLICH, A.; RICE, B. Evaluation of *Camelina sativa* oil as a feedstock for biodiesel production. **Industrial Crops and Products**, v. 21, n. 1, p. 25-31, 2005.
- GEHRINGER, A. *et al.* Genetic mapping of agronomic traits in false flax (*Camelina sativa* subsp. *sativa*). **Genome**, v. 49, n. 12, p. 1555-1563, 2006.
- GESCH, R. W. Influence of genotype and sowing date on camelina growth and yield in the north central US. **Industrial Crops and Products**, v. 54, p. 209-215, 2014.
- GRANT, D. J. **Response of Camelina to nitrogen, phosphorus and sulfur: fertilizer facts**. Bozeman: Montana State University, 2008.
- GUGEL, R. K.; FALK, K. C. Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 86, n. 4, p. 1047-1058, 2006.
- JAKUBSKA-BUSSE A.; LIWIŃSKI, M. *Camelina sativa* (*Brassicaceae*) na Dolnymślaskurzadkichwastjakopozostao. ædawnychupraw. **Acta Botanica Silesiaca**, p. 78-80, 2011. Supplementum1.
- KLINKENBERG, B. **E-Flora BC: electronic atlas of the plants of British Columbia**. 2008. Disponível em: <<http://linnet.geog.ubc.ca/Atlas/Atlas.aspx?sciname=Camelina%20sativa>>. Acesso em: 29 maio de 2015.
- KNÖRZER, K. H. **Entwicklung und ausbreitung des leindotters (*Camelina sativa*)**. 1978. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1438-8677.1978.tb03642.x/abstract>>. Acesso em: 29 maio de 2015.
- KROHN, B. J., FRIPP, M. A life cycle assessment of biodiesel derived from the “niche filling” energy crop camelina in the USA. **Applied Energy**, v. 92, p. 92-98, 2012.
- LI, N. *et al.* Adhesion properties of camelina protein fractions isolated with different methods. **Industrial Crops and Products**, v. 69, p. 263-272, 2015.
- MCVAY, K. A.; KHAN, Q. A. Camelina yield response to different plant populations under dry land conditions. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 4, p. 1265-1269, 2011.
- _____; LAMB, P. F. **Camelina production in Montana**. 2008. Disponível em: <<http://store.msuextension.org/publications/AgandNaturalResources/MT200701AG.pdf>>. Acesso em: 29 maio de 2015.
- MERRIEN, A.; CHATENET, F. Cameline: comments' elabore ler en dement? **Oléoscope**, v. 35, p. 24-27, 1996.
- MÖLLER, A. K. T.; MUNIZ, T. L. Do contexto jurídico-político da adoção de biocombustíveis no Brasil: uma análise sobre segurança alimentar e desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica Direito e Política**, v. 7, n. 2, p. 769-787, 2012.
- MOSER, B. R. Camelina (*Camelina sativa* L.) oil as a biofuels feedstock: golden opportunity or false hope? **Lipid Technology**, v. 22, p. 270-273, 2010.
- _____; VAUGHN, S. F. Evaluation of alkyl esters from *Camelina sativa* oil as biodiesel and as blend components in ultra low-sulfur diesel fuel. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 646-653, 2010.
- MULLIGAN, G. A. Weedy introduced mustards (*Brassicaceae*) of Canada. **Canadian Field Naturalist**, v. 116, p. 623-631, 2002.
- NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE. 2012. Disponível em: <<http://www.nass.usda.gov/>>. Acesso em: 3 jun. 2015.
- PATIL, P. D. *et al.* Transesterification kinetics of *Camelina sativa* oil on metal oxide catalysts underconventional and microwave heating conditions. **Chemical Engineering Journal**, v. 168, p. 1296-1300, 2007.
- _____; DENG, S. Transesterification of *Camelina sativa* oil using heterogeneous metal oxide catalysts. **Energy Fuels**, v. 23, p. 4619-4624, 2009.

- _____; GUDE, V. G.; DENG, S. Transesterification of *Camelina sativa* oil using supercritical and subcritical methanol with cosolvents. **Energy Fuels**, v. 24, n. 2, p. 746-751, 2010.
- PILGERAM, A. L. *et al.* *Camelina sativa*, a Montana omega-3 and fuel crop. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. **Issues in New Crops and New Uses**. Alexandria: ASHS, 2007. p. 129-131.
- PUTNAM, D. H. *et al.* **Camelina**: a promising low-input oilseed. New York: Wiley, 1993. p. 314-322.
- RICE, B.; FRÖHLICH, A.; LEONARD, R. **Bio-diesel production from camelina oil, waste cooking oil and tallow**. Carlow: Crops Research Centre Oak Park, 1998.
- SHONNARD, D. R.; WILLIAMS, L.; KALNES, T. N. Camelina-derived jet fuel and diesel: 396 Sustainable advanced biofuels. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v. 3, p. 382-392, 2010.
- SHUKLA, V. K. S.; DUTTA, P. C.; ARTZ, W. E. Camelina oil and its unusual cholesterol content. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 79, p. 965- 969, 2002.
- URBANIACK, S. D. *et al.* The effect of seeding rate, seeding date and seed er type on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 88, p. 501-508, 2008.
- VOLLMANN, J. *et al.* Agronomic evaluation of camelina genotypes selected for seed quality characteristics. **Industrial Crops and Products**, v. 26, p. 270-277, 2007.
- _____. Improvement of *Camelina sativa*, an under exploited oil seed. In: JANICK, J. (Ed.). **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS, 1996. p. 357-362.
- WARAICH, E. A. *et al.* *Camelina sativa*, a climate proof crop, has high nutritive value and multiple-uses: a review. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, p. 1551-1559, 2013.
- WEEMS, T. V. **Consumer awareness and interest in omega-3 fats and applications for marketing culinary camelina oil**. Bozeman: Montana State University, 2007.
- WU, X.; LEUNG, D. Y. C. Optimization of biodiesel production from camelina oil using orthogonal experiment. **Applied Energy**, v. 88, n. 11, p. 3615-3624, 2011.
- WIKIWAND. *Camelina sativa*. 2015. Disponível em: <http://www.wikiwand.com/es/Camelina_sativa>. Acesso em: 3 jun. 2015.
- WYSOCKI D.; SIROVATKA, N. D. **Camelina, a potential oil seed crop for semiarid Oregon**. 2008. Disponível em: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/html/sr/sr1083-e/sr1083_09.pdf>. Acesso em: 29 maio de 2015.
- _____. **Camelina, a potential oil seed crop for Semiarid Oregon**. 2011. Disponível em: <http://www.ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/9452/SR_no.1083_ocr.pdf#page=91>. Acesso em: 3 junho de 2015.
- YANG, J. *et al.* An evaluation of biodiesel production from *Camelina sativa* grown in Nova Scotia. **Industrial Crops and Products**, v. 81, p. 162-168, 2016.
- ZUBR, J. Qualitative variation of *Camelina sativa* seed from different Locations. **Industrial Crops and Products**, v. 17, p. 161-169, 2003.
- _____. Unique dietary oil from *Camelina sativa* seed. **Agro Food Industry Hi-tech**, v. 20, n. 2, p. 42-46, 2009.

