

Aspectos gerais sobre o melhoramento do crambe (*Crambe abyssinica*)

Natasha Barchinski Galant Lenz¹, Reginaldo Ferreira Santos¹, Claudio Yuji Tsutsumi¹,
Maikon Lucian Lenz², Luana Salete Celante¹, Ana Luiza Wnuk¹

¹Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Câmpus Cascavel, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR

²Engenheiro de Controle e Automação, CREA PR-129880/D, Cascavel, PR

nah.bio@gmail.com; reginaldo.santos@unioeste.br; cytsutsu@uol.com.br; engenheiro.lenz@gmail.com;
luana_celante@hotmail.com; analu_wnuk@hotmail.com

Resumo: Há uma procura incansável pela produção de agroenergia. O foco maior tem-se voltado aos combustíveis renováveis por apresentar menor emissão de gases poluentes. O uso de biomassa poderá uma alternativa viável através da produção de biodiesel. O crambe é uma dessas oleaginosas não convencional que ainda é pouco difundido, principalmente em relação a novas cultivares. Portanto, o presente trabalho objetivou demonstrar os aspectos gerais sobre o melhoramento do crambe a partir de literaturas existentes, a fim de contribuir com maior conhecimento e informação neste assunto. O crambe é uma planta com altos teores de óleo, que não compete com o mercado alimentício, que pode ser usado para a indústria e para a produção de biocombustíveis. A planta tem grande potencial para a produção de novas linhagens pois seu material genético ainda é muito rudimentar.

Palavras-chave: energias alternativas, biodiesel, oleaginosas.

Abstract: There is a tireless search for the production of agrofuels. The major focus had become to renewable fuels because it presents lower greenhouse gas emissions. The use of biomass can be a viable alternative through biodiesel production. The crambe is one of these unconventional oil that is still not widespread, especially in relation to new cultivars. Therefore, this study aimed to demonstrate the general aspects of the improvement of crambe from existing literature in order to contribute to greater knowledge and information on this subject. The crambe is a plant with high oil content, which does not compete with the food market, can be used for industry and for the production of biofuels. The plant has great potential for producing new strains because their genetic material is still very rudimentary.

Keywords: alternative energy, biodiesel, oil

Introdução

Inicialmente há três razões para o interesse na produção de biocombustíveis: diminuir a dependência do petróleo, minimizar o efeito dos gases veiculares e controlar a emissão de gases que geram o efeito estufa (LEITE e LEAL, 2007). A partir desses problemas surgem

alternativas viáveis para a produção de novos combustíveis, como o biodiesel que pode ser produzido a partir de resíduos de frituras, biogás ou óleos vegetais.

Pesquisadores têm investido nos estudos de óleos vegetais, principalmente no Brasil, há um grande espaço para investimentos nessa área na agricultura. Como opções de oleaginosas tem-se soja, milho, canola, girassol, cártamo e em especial o crambe, que não compete com o mercado alimentício devido as suas características (VIANA, 2013).

O crambe (*Crambe abyssinica*), espécie de ciclo anual e curto, em média 90 dias, resistente a estresse hídrico, com raízes agressivas e principalmente grande produtor de óleo de 30 a 45%, este que pode ser usado para diversos fins indústrias (OLIVEIRA *et. al.*, 2013; POLENTINE *et. al.*, 2015).

Porém sabe-se pouco sobre as melhoras que esta cultura tem sofrido, como aparecimento de novas cultivares com caracteres de interesse (aumento no teor de óleo e produtividade, por exemplo) a fim de proporcionar conhecimento e informação neste assunto o objetivo deste trabalho é demonstrar os aspectos gerais sobre o melhoramento do crambe pelo Brasil e pelo mundo a partir de literaturas existentes.

Perfil do melhoramento de culturas

O melhoramento de plantas começou a ser realizado nos primórdios da agricultura, desde que o homem começou a utilizar o solo, ou seja, ele escolhia as plantas mais saudáveis com os melhores frutos e assim o melhoramento de plantas era realizado subjetivamente resultando nas primeiras mudanças genéticas conduzidas (BORÉM; MILACH, 1999; BORÉM; MIRANDA, 2005).

Porém é sem sombra de dúvidas que os experimentos de Mendel é que forneceram bases para o entendimento da hereditariedade objetivando ao melhoramento e ao desenvolvimento de novas variedades (BORÉM; MIRANDA, 2005). Com isso as técnicas foram se aperfeiçoando, juntamente com os conhecimentos de genética, estatística, bioquímica e fisiologia associadas as práticas de genética quantitativa, mutagênese, cultura de células e biologia molecular (BORÉM; MILACH, 1999).

Esta técnica no início era considerada uma forma de arte, pois os fitomelhoristas eram pessoas que tinham habilidades de selecionar caracteres de importância econômica dentro da cultura (FERREIRA, 2006). Atualmente os melhoristas tem utilizado técnicas relacionadas a biotecnologia tanto como forma de melhoramento quanto para facilitar as melhorias no ramo agrário, porém as diversas técnicas relacionadas a biotecnologia tem promovido benefícios

diversos para a sociedade como: fermentações industriais para a produção de vinhos, cervejas e pães, produção de fármacos, utilização de biofungicida no controle biológico de pragas e doenças, uso de microorganismos visando a degradação de lixo e esgoto, bactérias fixadoras de nitrogênio, desenvolvimento de plantas e animais melhorados e transformação genética. Especificamente a tecnologia voltada para o melhoramento envolve engenharia genética, DNA recombinante, cultura de células e embriões (FALEIRO et. al, 2011).

O melhoramento de plantas tem sido conduzido com alguns objetivos específicos, porém de forma geral sua missão é agregar valor econômico a cultura, como através de aumento na produtividade de grãos, resistência a doenças e qualidade nutricional. Evidentemente para cada cultura os objetivos são alterados para de acordo com a necessidade de cada espécie (BORÉM; MIRANDA, 2005).

No Brasil o melhoramento foi desenvolvido por um longo tempo quase que somente pelo setor público, foi somente depois de 1997, quando foi homologada a Lei de proteção de Cultivares (BORÉM, 2005), que empresas do setor privado também começaram a investir fortemente nesta tecnologia. Em 1945, a Agroceres foi a pioneira em lançar um híbrido duplo de milho no Brasil, incentivando empresas, públicas e privadas, a trabalharem com melhoramento de plantas e em 1963 a UFV iniciou o primeiro Programa de Melhoramento de Soja no Brasil.

Produção de biocombustíveis

O interesse pela busca de novas fontes para a produção de biocombustíveis, parte do princípio que fontes advindas do petróleo são poluentes e finitas (LEITE; LEAL, 2007). Quanto a isso pesquisadores do mundo tem investido em trabalhos para encontrar essas novas fontes.

No Brasil o etanol vem sendo utilizado desde a década de 20, mas foi somente em 1975 que seu papel ficou claro, permitindo que o setor privado investisse alto na produção. Porém ao longo dessa jornada houve um desinteresse no uso do etanol pelo baixo preço do petróleo e conseqüente baixo preço da gasolina, entretanto em 2002 começou uma elevação nos preços da gasolina o que fez o consumidor se interessar novamente pelo uso do etanol. Diante disso, para chama a atenção dos compradores, as montadoras de veículos passaram a trabalhar com o desenvolvimento do motor FFV (*Flex Fuel Vehicle*), ou seja, o motor Flex capaz de trabalhar com diferentes misturas de gasolina e etanol. (COLODETTI et. al, 2012; LEITE e LEAL, 2007).

O biodiesel pode ser produzido através de diversas fontes como gordura animal, biogás, descarte de frituras e óleos vegetais (VIANA, 2013). Porém pesquisadores brasileiros têm investido intensamente nos óleos vegetais pois o Brasil tem uma grande capacidade de produção agroindustrial.

Até os dias atuais o etanol ainda é o biocombustível mais viável e a fim de se criar mais opções com melhor custo benefício há o desenvolvimento de novas alternativas direcionadas para o uso de plantas oleaginosas em busca do óleo vegetal (LARA, 2013). Algumas culturas tradicionais brasileiras têm sido utilizadas como alternativa para a produção de biocombustíveis como: dendê, girassol, soja, mamona, cártamo, amendoim, porém tem se destacado no mercado as culturas que não sejam utilizadas como fonte alimentícia advindas do pinhão manso e o crambe (POMPELLI et. al., 2011; VIANA, 2013).

O Crambe (*Crambe abyssinica*)

O crambe é uma cultura oleaginosa oriunda da Etiópia, cultivada como experiência nos anos de 1930 e 1940 pela União Soviética e os EUA, e hoje os grãos produzidos são destinados a óleos industriais (OLIVEIRA et. al, 2013). Apesar de incentivos para desenvolvimento da cultura, na década de 80, não há registro de ganhos relevantes para a Europa e EUA, pois, o crambe concorreria com culturas como milho, soja e trigo (POLENTINE et. al., 2015).

Esta cultura é pertencente à família *Brassicaceae*, sendo parecido com outras brássicas como a mostarda e a canola (LARA, 2013), e é de fácil adaptabilidade, rústico, resistente a estiagem e geadas (Reginatto et. al., 2013). Seu ciclo dura em média 90 dias, com baixa necessidade hídrica e boa produção o que é uma alternativa para ser cultivado em regiões áridas e como safrinha, além de que os maquinários usados para grandes culturas, como soja, podem ser reaproveitados para esta espécie (COLODETTI, 2012; ROSCOE et al., 2010).

O cultivo de crambe tem melhor adaptabilidade quando o solo tem pH entre 6,0 e 7,5 e ainda tem a capacidade de suportar baixas temperaturas, apesar de se desenvolver melhor com temperaturas mais amenas (média de 25°) (ENDRES; SCHATZ, 2013; ROSCOE et. al., 2010). Nada obstante o crambe é uma planta rústica que suporta a seca devido seu sistema radicular bastante agressivo (OLIVEIRA et. al, 2013) e não exige muita adubação pois a adubação com NPK influenciou apenas a altura das plantas, e em nenhuma ademais variável (VIANA, 2013).

O crambe tem despertado interesses pois tem potencial para a produção de biocombustível pelo elevado poder lubrificante e teor de óleo, com valores entre 30 e 45% (Katepa-Mupondwa *et al.*, 1999). E é rico em ácidos graxos de cadeia longa (WANG *et. al.*, 2000).

Todavia o que difere ele de outros óleos é que este não pode ser utilizado para alimentação humana pois contem em sua composição 60% de ácido erúxico, este é maléfico ao coração pois provoca lesões nos tecidos (AIR, 1991) com isso não há questionamentos sobre a utilização deste para o biodiesel, porém tem a desvantagem do grão não poder ser processado em maquinários que trabalham com extração de óleos comestíveis. Conseqüentemente isso tem dificultado para a expansão da cultura no país (OPLINGER, 1991; PITOL *et. al.*, 2012).

Porém este óleo extraído da planta além de poder ser usado para a fabricação de biocombustíveis também é utilizado na fabricação de plásticos, cosméticos, produtos de higiene pessoal, nylon, colas adesivas, lubrificante industrial, borracha sintética e principalmente fluido isolante em transformadores (OPLINGER, 1991). O crambe utilizado na China, por exemplo, tem um alto teor de ácido erúxico o qual é utilizado nas indústrias, porém ele é pouco resistente a doenças, e isto pode ser melhorado através do melhoramento de plantas (WANG *et. al.*, 2000)

Mas o crambe também desperta interesse por oferecer alguns benefícios ao solo, como no processo de descompactação, silagem de nutrientes, cobertura de solo na entressafra, como aspectos nutricionais da torta gerada no processo de extração de óleo (OLIVEIRA *et. al.*, 2013).

Em relação ao custo de produção Jasper (2009) definiu que o custo por hectare de crambe é de R\$830,39, segundo o autor ele seria uma ótima opção para a produção de biodiesel, pois apresenta baixo custo quando comparado à soja (JASPER *et. al.*, 2010) .

Quanto a produtividade no Brasil, Rogério *et al.* (2013) obtiveram uma produtividade de 1.224kg ha⁻¹ nas entre safras dos anos agrícolas de 2010 e 2011, ambos conduzidos em área experimental na cidade de Umuarama PR.

Uma curiosidade peculiar é que em alguns estados dos EUA grandes produtores agrícola têm preferido fazer rotação de culturas com o crambe, ao invés de outras plantas de grãos pequenos, por ele ter minimizado o aparecimento de insetos (SALSGIVER, 1997).

Contudo o crambe ainda pode ser uma boa opção para pequenos e médios agricultores contribuindo com a melhoria da renda destas famílias e auxiliando na sustentabilidade (OLIVEIRA *et. al.*, 2013).

Melhoramento do Crambe

O melhoramento do crambe teve início nos anos 50, onde foram realizadas algumas seleções de plantas na Rússia e Suécia, o método de seleção massal foi utilizado primeiramente pelo melhorista americano Koert Lessman para dar origem a duas importantes cultivares “Prophety”(C. abyssinica) e “Indy” (C. hispanica), e posteriormente foi desenvolvida a cultivar “Meyer”, originada pela seleção entre progênies do cruzamento entre as plantas de C. abyssinica e C. hispânica sendo esta variedade desenvolvida e lançada em meados da década de 60 (LESSMAN, 1975 apud LARA, 2013).

Koert Lessman manteve seu trabalho na Universidade do Novo México durante a década de 80 e desenvolveu um grupo de linhagens elite parecido com os lançamentos anteriores, em 1991 ele se aposenta e seu programa continua na Universidade Estadual da Dakota do Norte. Este programa desenvolveu várias linhagens que apresentam desempenho superiores as variedades criadas por Lessman e continuam a combinar todas as características desejáveis (GLASER, 1996). Este é o programa mais antigo e mais consolidado de melhoramento de crambe no mundo, e está sendo realizado por meio de avaliação de germoplasma existente e seleção entre e dentro de populações já melhoradas. O método utilizado para obtenção de linhas puras em crambe é a união do método “bulk” ou método de população ou “pedigree” (KNIGHTS, 2002).

Infelizmente o melhoramento de crambe ainda é muito rustico e não tem muitas cultivares de interesse, porém há muitos avanços nas áreas de biotecnologia com um conjunto de técnicas (processos enzimáticos, clonagem, micropropagação, métodos de fecundação in vitro e transgenia) ótimos para a produção de variedades melhoradas (CARVALHO, 2006).

De modo geral os objetivos do programa de melhoramento do crambe são: aumento da produtividade, teor de óleo no grão, teor de ácido erúico no óleo, redução do teor de glucosinolatos, tolerância de doenças, resistência ao acamamento e menor dormência de sementes (KNIGHTS, 2002; GLASER, 1996). Segundo Murphy (1999) para espécies oleaginosas o melhoramento tem trabalhado em melhorar os aspectos agronômicos e tecnológicos para suprir as necessidades e atender a indústria.

A quantidade de variedades disponíveis no mercado é limitada, e as informações também, segundo Oplinger et. al (1991) as variedades registradas Belann, Belenzian, Indy, e Prophet não são fornecidas comercialmente, somente a Meyer é disponível. Uma alternativa para atender a necessidade de material vegetal, é que se utilize de métodos eficazes de

propagação vegetativa, como a micro e macropropagação, no caso do crambe este método ainda é pouco utilizado (LEELA et. al., 2011)

Quando se fala em parâmetro genéticos em crambe Silva e colaboradores (2014) observaram que o melhoramento deste precisa se concentrar na altura da planta, pois esse caractere apresenta alta herdabilidade e correlação genotípica positiva com o número de ramificações e massa de mil grãos.

Wener (2014) fazendo testes *in vitro* observou que as plantas se desenvolveram e se estabeleceram muito bem através da micropropagação, evidenciando que as citocininas utilizadas no meio promoveram a multiplicação de brotos de forma eficiente, demonstrando que esse processo pode ser muito útil no desenvolvimento de novas cultivares mais rapidamente através dos explantes. Já Li e colaboradores (2009) observaram que a adição de nitrogênio, em meio de cultura, mais as concentrações e combinações dos reguladores de crescimento desempenham um papel fundamental na regeneração de brotos, o que facilita para obtenção de novas plantas.

No estudo de Wang et. al. (2000) foi possível observar que o crambe é uma planta que pode ser autofecundada ou ter fecundação cruzada, diante disso os autores cruzaram esta cultura com a canola o resultado é um óleo com teor intermediário de ácido erúcido, porém ainda assim não pode ser utilizado para consumo humano e fica inviável para uso industrial, devido à pouca presença de ácido erúcido.

Na verdade, segundo Murphy (1999), sabe-se pouco sobre os mecanismos que regulam a produtividade de óleo nas oleaginosas. Todavia uma abordagem promissora é identificar e mapear os *locus* de caracteres quantitativos que contribuem para características de interesse, como rendimento de óleo ou composição de ácidos graxos.

Melhoramento do crambe no Brasil

O crambe foi introduzido no Brasil apenas em 1995, pela Fundação MS, que desde então começou a trabalhar no desenvolvimento de uma nova variedade brasileira (PITOL et. al., 2012). Este foi introduzido com o objetivo de avaliar seu desenvolvimento como planta de cobertura no sistema de plantio direto (OLIVEIRA et. al, 2013).

Porém somente a partir de 2003 é que houve maior interesse pela cultura, através do lançamento da regulamentação governamental dos motores flex, assim as pesquisas se intensificaram e em 2007 foi lançada a única variedade brasileira de crambe a “FMS

Brilhante” (PITOL et. al., 2012), esta cultivar é distribuída única e exclusivamente pela fundação MS.

No Paraná, o interesse foi primariamente relacionado com as propriedades do óleo para uso industrial e para o ramo elétrico já que os fluídos isolantes vegetais são obtidos a partir de oleaginosas principalmente soja, milho e girassol que competem com o ramo alimentício (OLIVEIRA et. al, 2013). Na fundação MS, o programa de melhoramento do crambe tem focado no desenvolvimento de cultivares com caracteres relacionadas ao aumento produtivo da cultura. Nos testes da safra 2011-2012 a linhagem FMS CR 1102, obteve um aumento de produtividade de 118% quando comparada a “FMS Brilhante” (PITOL et. al, 2012).

A cultivar brasileira apresentou variabilidade genética para todas as características avaliadas por Lara (2013), massa de mil grãos, número de ramos por planta, produtividade de grãos (kg ha^{-1}), teor de óleo no grão (em %), demonstrando, que o teste de progênies, pode ser eficiente para a produção de progênies mais produtivas. Em um experimento conduzido em Umuarama, sob adubação fosfórica, houve efeito significativo no rendimento de grãos e teor de óleo. As taxas de fósforo aumentaram a produção de óleo por hectare, este efeito fora observado nos dois anos (2010-2011) de plantio (ROGÉRIO et. al., 2013).

Lara-Fioreze e colaboradores (2013) estudando a FMS Brilhante, na região de São Paulo, observaram que as sementes mostraram diferença significativa entre as progênies, a estimativa de herdabilidade e variância genética foram favoráveis para quase todas as características, exceto para a porcentagem de plântulas e teor de óleo de sementes. Segundo os autores a presença de viabilidade entre as progênies e a alta herdabilidade na germinação são fatores favoráveis para conseguir reduzir a dormência no crambe, demonstrando que é possível melhorar a cultivar brasileira, e talvez criar a partir dela linhagens melhor adaptada.

No ano de 2014 foi testado no oeste do Paraná algumas linhagens da Fundação MS para ver qual se adaptava com a região, dentre as variáveis analisadas – densidade, altura da planta e produtividade – as variedades que mais se destacaram foram FMS 1312, FMS CR 1305 e FMS CR 1307, sendo que estas podem ser consideradas como materiais candidatos a pré-lançamento, ou seja, devem entrar em processo de multiplicação (OLIVEIRA et. al, 2015).

Infelizmente no Brasil, não há outra cultivar disponível no mercado para o cultivo e também não há incentivos governamentais para desenvolvimento de pesquisas. Ainda que instituições de ensino tem investido em pesquisas nesta cultura a fim de produzir óleo para a produção de biocombustíveis, não é o suficiente.

Perspectivas futuras

Para o futuro é interessante considerar alternativas para a produção de óleo vegetal de novas fontes para obtenção de biocombustíveis. Uma abordagem para o melhoramento das culturas é, sem dúvida, o uso de métodos biotecnológicos, como mapeamento genômico, marcadores moleculares, DNA recombinante e cultura de células (MURPHY, 1999).

O desenvolvimento de novas variedades, ainda é, um procedimento longo e demorado, normalmente dez anos ou mais, então variedades lançadas daqui dez anos são frutos de cruzamentos que estão sendo realizados nos dias de hoje. A expectativa é que a tecnologia, principalmente a biotecnologia, continue evoluindo e diminua esse tempo para que se possa obter novas variedades mais rapidamente (BOREM; MIRANDA, 2005).

Segundo Li et al.s (2009) o crambe é uma oleaginosa muito promissora para o uso da engenharia genética e para a produção de óleos industriais, mas ainda há poucas informações na questão de protocolos de transformação então eles acreditam que quando estes forem definidos essa espécie se difundirá mundialmente.

Com o avanço das pesquisas promovendo aumento no potencial produtivo e pesquisas com óleo na área da química fina e dos polietilenos estas vão agregar mais valor ao produto e estimular a produção. Vale ressaltar que os centros universitários espalhados pelo Brasil tem estudado muito o óleo do crambe principalmente relacionado com fins para a produção do biocombustível (PITOL et. al., 2012).

Outro fator é que ainda há um alto gasto com transporte pois as plantas processadas estão normalmente longe das áreas de produção, porém Pitol et. al. (2012) acreditam que conforme aumentar o volume da produção da cultura este problema estará resolvido pois as indústrias terão interesse de instalar suas indústrias mais próximas das áreas de produção pois tanto o óleo como o farelo têm grande demanda no mercado e apresenta boa viabilidade econômica.

Considerações Finais

Contudo o crambe é uma planta com altos teores de óleo, que não compete com o mercado alimentício, que pode ser usado para a indústria e para a produção de biocombustíveis. E tem grande potencial para a produção de novas linhagens pois seu material genético ainda é muito rudimentar.

É preciso também estabelecer protocolos de transformação, pois ainda existem poucas informações, e que quando forem definidos facilitará mais para a expansão do cártamo.

Infelizmente há pouca literatura disponível sobre o melhoramento de crambe, e o pouco que se sabe é estudado por pesquisadores do Brasil e do mundo, para tentar melhorar a produção da cultura. Por isso é preciso que se faça mais trabalhos nesta área para poder expandir o conhecimento desta cultura.

Agradecimentos

- A Fundação Araucária pelo apoio financeiro;
- E o segundo autor agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade.

Referências:

AIR. Crambe abyssinica, a comprehensive program– Workshop – Part 4 – Utilization. Summary information. AIR-CT 94-2480, 1997 Disponível em: <<http://www.biomatnet.org/secure/Air/F709.htm>>. Acesso em: 30. Nov. 2015.

BORÉM, M. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005, 2ª ed.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2005. 4ªed.

BORÉM, A.; MILACH, S. C. K. Melhoramento de plantas. **Biotecnologia Ciencia & desenvolvimento** ,n. 7, Encarte especial, 1999.

CARVALHO, J. M. F. C.; SILVA, M. M. A.; MEDEIROS, M. J. L. **Fatores inerentes a micropropagação**. Campina Grande – PB, 2006 (Embrapa algodão, documentos 148)

COLODETTI, T. V.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; et. al. Crambe: aspectos gerais da produção agrícola. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**. Goiânia, v. 8, N. 14, 2012.

FALEIRA, F. G.; ANDRADE, S. R. M.; JUNIOR, F. B. R. **Biotecnologia: estado de arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011, p. 730

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de plantas: princípios e perspectivas**. Maceió: Edufal, 2006.

GARDNER J.C. Crambe: new routes from farm to market. **INFORM 7**, p. 986–989, 1996.

GLASER, L.K. Crambe: An Economic Assessment of the Feasibility of Providing Multiple-Peril Crop Insurance. **Economic Research Service for the Risk Management Agency**, Federal Crop Insurance Corporation. Nov. 1996.

JASPER, S. P; BIAGGIONI, M. A. M.; ROERTO, P.; SILVA, A. Comparação do custo de produção do Crambe (*Crambe abyssinica Hochst*) com outras culturas oleaginosas em sistema de plantio direto. **Energia na Agricultura**. Botucatu, vol. 25, n.4, p.141-153,2010.

JASPER, S. P. **Cultura do crambe (*Crambe abyssinica Hochst*):** avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus Botucatu, 2009.

KATEPA-MUPONDWA, F.; RAKOW, G. E RHANEY, P. (1999) - Developing oilseed yellow mustard (*Sinapis alba* L.) in Western Canada. In: ***International Rapeseed Congress***, 10, Canberra, Australia. Anais. The Regional Institute Ltd. 6p.

KNIGHTS, S. E. Crambe: A North Dakota Case Study. **Rural Industries Research and Development Corporation:** Fev. 2002. Disponível em: <http://www.regional.org.au/au/asa/2003/c/11/knights.htm>. Acesso em: 12 de Nov. de 2015.

LARA-FIOREZE, A. C. C.; TOMAZ, C. A.; FIOREZE, S. L.; ZANOTTO, M. D. Genetic diversity among progenies of *Crambe abyssinica* Hochsr for seed traits. **Industrial Crops and Products**, 2013, n 50, p. 771-775

LARA, A. C. C. **Seleção individual com teste progênes em Crambe (*Crambe abyssinica Hochst*)**. Dissertação (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013.

LEELA, T.; NARECH, B.; SRIKANTH REDDY, M. MADHUSUDHAN, N. Ch.; CHERKU, P. D. Morphological, physico-chemical and micropropagation studies in *Jatropha curcas* L. and RAPD analysis of the regenerants. **Applied Energy**, 2011. v 88, p. 2071–2079.

LEITE, R.C.C.; LEAL, M. R. L. V. O biocombustível no Brasil. **Novos Estudos**. CEBRAP, 78. p. 15-21. Julho, 2007.

LESSMAN, K. J. Variation in Crambe, *Crambe abyssinica* Hochts. **Journal American Oil Chemical Society**, Champaign, v. 52, p. 386–389, 1975.

LI, X.; AHLMAN, A.; YAN, X.; LINDFREN, H. ZHU, L. Genetic transformation of the oilseed crop *Crambe abyssinica*. *Plant Cell Tiss Organ Cult*, novembro, 2009.

MURPHY, D. J. Production of novel oils in plants. **Curr Opin Biotechnol**, 1999, n.10, p. 175–180

OLIVEIRA, R. C.; AGUIAR, C. G., VIECELLI, C. A.; PRIMIERI, C.; BARTH, E. F.; JUNIOR, H. G. B.; SANDERSON, K.; ANDRADE, M. A. A.; VIANA, O. V.; SANTOS, R. F.; PARIZOTTO, R. R. **Cultura do crambe**. Cascavel: ASSOESTE, 2013. p. 70.

OLIVEIRA, R. C.; REIS, A. C. C. S.; AGUIAR, C. G.; VIECELLI, C. A.; PRIMIERI, C.; TOMASI, G. A.; JUNIOR, H. G. B.; ANDRADE, M. A. A.; VIANA, O. H. **Agroindustrialização do crambe**. Cascavel: ASSOESTE, 2015.

OPLINGER, E.S.; OELKE, E.A.; KAMINSKI, A. R.; PUTNAM, D. H.; TEYNOR, T. M.; DOLL, J. D.; KELLING, K. A.; DURGAN, B. R.; NOETZEL, D. M. **Crambe: alternative field crops manual**. St. Paul: University of Wisconsin and University of Minnesota, 1991. Disponível em: <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html> . Acesso em: 09. Nov. 2015

PITOL, C. Cultura do Crambe. **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno**. Maracaju: Fundação MS, 2012. p. 145-160. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/request.php?51>>. Acesso em: 12 de Nov. de 2015.

POLETINE, J. P.; LORENZETTI, E. R.; BARELLI, M. A. A.; SILVA, T. R. B.; SAPIA, J. G. Divergencia genética entre progenies de crambe (*crambe abyssinica* Hochst). **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n. especial, p.347-359, 2015.

POMPELLI, M. F.; OROZCO, A. J. J.; OLIVEIRA, M. T. et. al. Crise energética mundial e o papel do Brasil na problemática de biocombustíveis. **Agronomia Colombiana** 29(2), p. 231-240, 2011.

ROGÉRIO, F.; SILVA, T. R. B.; SANTOS, J. I.; POLETINE, J. P. Phosphorus fertilization influences grain yield and oil content in crambe. **Industrial Crops and Products**. v. 41, p. 266-268, 2013

ROSCOE, R.; PITOL, C.; BROCH, D. L. Necessidades climáticas e ciclo cultural. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, p. 07-09, 2010.

SALSGIVERL, J. **Crambe Production and Processing: A Case Study of the Effects on Rural Areas in North Dakota**. Economic Research Service/USDA. July, 1997. Arquivo disponível em: http://www.ers.usda.gov/media/932282/ius7f_002.pdf. Acesso em 9.nov. 2015.

SILVA, F. A.; TEODORO, P. E.; CASOTI, G. S.; CORREA, C. G.; RIBEIRO, L. P. TORRES, F. E. Correlações e parâmetro genéticos em crambe cultivado em diferentes arranjos espaciais. **Revista de Ciências Agrárias**, 2014, 37(4): 441-446

VIANA, O. H. **Cultivo do Crambe na Região Oeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), 2013.

WENER, E. T. **Cultivo in vitro de Crambe abyssinica Hotchst: germinação, micropropagação, estabilidade genética e anatomia foliar**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Espírito Santo. 2014

WANG, Y. P.; TANG, J. S.; CHU, C. Q.; TIAN, J. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. **Industrial Crops and Products**, 2000. v.12. p. 47-52