

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE CÁRTAMO NO ARENITO
CAIUÁ**

Francine Lautenchleger¹; Juliana Parisotto Poletine¹; Silene Tais Brondani¹; Marco Antônio Aparecido Barelli²; Valvenarg Pereira da Silva²

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail:

francinelautenchleger@hotmail.com; jppoletine@uem.br; silenetais@outlook.com

²Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agro-Ambientais, Av. São João, s/nº, CEP 78200-000 Cáceres, MT. E-mail: mbarelli@unemat.br; silvabiologo@hotmail.com

RESUMO: O cártamo é uma espécie oleaginosa e o óleo produzido tem valor tanto para consumo humano quanto para produção de biodiesel. No Brasil, a cultura ainda é pouco estudada e necessita-se de mais conhecimentos sobre a mesma, para que seja viável a condução de um programa de melhoramento genético visando incremento em produtividade. Objetivou-se nesta revisão reunir informações e estudar a divergência genética de acessos de cártamo, na região do Arenito Caiuá. Os seguintes caracteres foram avaliados: altura de plantas, número de ramificações e de capítulos por planta, diâmetro e comprimento do caule, e suscetibilidade à *Alternaria*. Após a colheita das sementes, foram avaliados em laboratório: produtividade, massa de mil grãos, teor de óleo e duração do ciclo. Os dados foram submetidos à análise de variância univariada, utilizando o método de Scott-Knott, que discriminou até onze grupos distintos. A variabilidade genética foi estimada empregando-se análise multivariada com base na distância generalizada de *Mahalanobis*, encontrando dois grupos, mostrando que existe variabilidade entre os acessos e que é possível o ganho genético futuro.

PALAVRAS-CHAVE: Asteraceae, oleaginosa, variabilidade genética, *Carthamus tinctorius* L.

**GENETIC DIVERGENCE BETWEEN SAFFLOWER ACCESSIONS IN CAIUA
SANDSTONE**

ABSTRACT: Safflower is an oleaginous species and the oil produced has value for both human consumption and biodiesel production. In Brazil, the crop is still little studied and it is necessary to know more about it, so that it is feasible to conduct a breeding program aiming at increasing productivity. The objective of this work was to join information and to study the genetic divergence of safflower accessions, at Caiua Sandstone Region. The evaluated characters were: plant height, number of branches and capitulum per plant, stem diameter and length, and susceptibility to *Alternaria*. After the seeds were harvested, they were evaluated in the laboratory for: yield, 1000 grain mass, oil content and cycle duration. Data were submitted to univariate analysis of variance using the Scott-Knott method, which discriminated up to eleven distinct groups. Genetic variability was estimated using multivariate analysis based on the generalized distance of *Mahalanobis*, finding two groups, showing that there is variability among the accessions and that future genetic gain is possible.

KEY WORDS: Asteraceae, genetic variability, oleaginous plant, *Carthamus tinctorius* L.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos no Brasil, assim como no mundo todo, existem debates sobre matriz energética, e sobre a produção de fontes alternativas de energia (Osaki e Batalha, 2011). No setor de transportes, os biocombustíveis vêm ganhando cada vez mais espaço, visto que os derivados de petróleo, além de extremamente prejudiciais ao meio ambiente, também são de alto custo ao consumidor (Kohlhepp, 2010). As reservas de petróleo atuais não compensam sua extração e, por isso, existe tanta alta em seus preços (Sachs, 2007). Entretanto, ao analisar a curva de oscilação de seu preço ao longo dos anos, esse valor pode variar de forma extrema, o que traz instabilidade ao setor (Santos, 2017; Musa, 2018).

O biodiesel, produzido a partir de uma fonte oleosa, podendo ser proveniente de óleo de soja, canola ou girassol, apresenta-se como outra opção em relação ao diesel comum (Plá, 2002). De acordo com Yau e Ryan (2010), o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma espécie vegetal oleaginosa que vem ganhando cada vez mais espaço nesse cenário de alternativas. É uma planta com grande diversidade de propriedades e, além de seu potencial bioenergético, também tem alto valor para consumo humano, pois é rica em ácidos oleico e linoleico. Também se faz o uso medicinal, farmacêutico e para consumo animal do cártamo. Além disso, a torta, obtida após a extração do óleo, pode ser oferecida a ruminantes para sua alimentação (Farran et al., 2009).

Caracteriza-se por ser uma espécie anual, herbácea, com altura que varia de 30 a 90 cm. As flores variam entre os tons amarelados, alaranjados e avermelhados (Purey e Sharma, 2008). De acordo com Weiss (2000), é considerada uma planta rústica. Devido a suas raízes serem profundas, seu cultivo é recomendado em regiões áridas, com precipitação anual baixa.

Índia, México, Estados Unidos e Cazaquistão destacam-se no seu cultivo, sendo responsáveis pela maior quantidade de produção de seu óleo (Harrathi et al., 2012). Afzal et al. (2017) afirmaram que a produtividade do cártamo, além de ser baixa, varia bastante em função do material genético e ambiente.

O cártamo possui ciclo curto, em torno de 140 dias, e permite ser cultivado no período de segunda safra, não competindo assim com culturas de maior importância econômica, como soja. Além disso, os aspectos de cultivo assemelham-se aos das grandes culturas, sendo possível o uso dos mesmos maquinários, tanto para semeadura como para colheita (Silva, 2013).

No Brasil, de maneira geral, o potencial do período de entressafra não é explorado como poderia ser. Ambrosano (2012) alegou que, se o período da segunda safra fosse melhor aproveitado, a produtividade do país por consequência aumentaria. O mesmo autor destaca que as culturas oleaginosas, como cártamo, girassol, crambe, linhaça e tremoço, são alternativas interessantes a essa questão. Esse período de entressafra, que varia de fevereiro a março, apresenta um empecilho para o cultivo de culturas já difundidas entre produtores rurais: os baixos índices pluviométricos (Penariol et al., 2003). Sendo o cártamo uma cultura que se adapta a essas condições limitantes, pode-se ter nele uma possibilidade de mudança a esse cenário.

Por ser uma cultura pouco difundida no Brasil, pouco se sabe sobre agentes patogênicos relacionados a ela. Em um trabalho com cártamo ornamental, visando o controle de *Sclerotinia sclerotiorum*, fungo de solo, que causa o mofo branco, refletindo em murcha na parte aérea (Bedendo, 1995), Oliveira (2007) defende que produtos à base de *Trichoderma* podem ser eficazes no controle de patógenos tanto em tratamento de sementes quanto em substrato. Porém, ainda são necessários mais estudos relacionados à fitotecnia da espécie.

De acordo com Lima (2014), os atuais estudos com a espécie visam aumento na produção e no teor de óleo, para que a cultura se torne competitiva, criando uma alternativa para o cultivo de inverno.

Oliveira (2016) conduziu análise da caracterização do biodiesel proveniente de óleo de sementes de cártamo, levando em consideração sua viscosidade, acidez, ácidos graxos livres, índice de peróxidos e poder calorífico. O autor verificou que a queima do biodiesel de cártamo é semelhante aos padrões do diesel de fonte mineral, além de os aspectos padrões estarem de acordo com o estabelecido pela Agência Nacional do Petróleo.

Entretanto, Silva (2013) afirmou que existe uma falta de conhecimentos básicos sobre o cultivo da espécie, além de praticamente não haverem cultivares para sua condução a campo. Em razão disso, torna-se imprescindível o estudo da caracterização da espécie, baseando-se em caracteres agrônômicos e morfológicos, a fim de que um programa de melhoramento se torne viável.

Nesse sentido, estudos sobre divergência genética vêm como ferramenta importante nesse processo (Barelli et al., 2009). Moura et al., (1999) destacam que, através de análise multivariada, é possível identificar as fontes de variabilidade genética, como cada caráter revela sua importância em relação à divergência genética, e também, possíveis combinações

entre os genótipos. Silva (2013), avaliando 926 acessos de cártamo, ressaltaram que quando há um grande número de material genético a ser estudado, as técnicas multivariadas se tornam eficientes para estimar a divergência com maior eficácia.

Existem várias maneiras de se estimar a divergência genética em uma população de plantas, porém, os trabalhos mais recentes utilizam o processo aglomerativo de Tocher com base na distância generalizada de *Mahalanobis* (Santos et al., 2013). Também é usual a formação de um dendograma, ou árvore genealógica, que é uma representação gráfica da sequência de agrupamentos dos genótipos, e se torna possível a visualização da similaridade entre os mesmos (Duarte, 1997). Portanto, objetivou-se nesta revisão de literatura, compilar informações sobre a divergência genética de acessos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).

ASPECTOS GERAIS DO CULTIVO DO CÁRTAMO

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), proveniente da família Asteraceae, é uma espécie anual, herbácea, com as flores variando de coloração amarelada a avermelhada (Mundel et al., 2004). Acredita-se que o centro de origem da cultura localiza-se na Ásia e Oriente Médio, onde inicialmente era utilizado como corante para tecidos e alimentos, e para fins medicinais (Kaffka e Kearney, 1998). De acordo com Gerhardt (2014), é a única espécie, dentro do gênero *Carthamus*, que possui 24 cromossomos. É autógama, com taxa de autofecundação acima de 90%.

O cártamo caracteriza-se por ser resistente à seca, o que garante sua estabilidade nas mais diversas condições (Singh e Nimbkar, 2016). Suas sementes oleaginosas contêm os ácidos oleico e linoleico, tendo grande valor para consumo humano e para produção de biodiesel (Handan et al., 2009). De acordo com Singh e Nimbkar (2016), a cultura do cártamo oferece grande variedade de propósitos, ao conter, em suas sementes, um óleo rico em ácidos graxos polinsaturados, que reduzem os níveis de colesterol no sangue, além de ser uma opção viável no que diz respeito à demanda energética no mundo todo.

A planta emite de um a cinco capítulos em suas ramificações primárias, secundárias e terciárias. O ciclo total de variedades comerciais, disponíveis em países produtores, varia entre 110 e 140 dias, com semeadura geralmente efetuada no mês de março, ocorrendo a maturação da semente no mês de setembro. Cada capítulo da planta produz em torno de 15 a 30 sementes, com um conteúdo de óleo variando entre 15 e 30% (Oelke et al., 1992). Suas raízes, dependendo do material genético, podem variar de dois a três metros de comprimento

(Rivas e Matarazzo, 2009). Rech (2012) avaliou caracteres da cultura em função da época de semeadura, e verificou que a semeadura antecipada, de fevereiro a março, evita perdas em produtividade.

Assim como nas grandes culturas, os rendimentos do cártamo também são influenciados pela densidade de semeadura. No estado da Califórnia (EUA), com quantidade de 32 sementes.m⁻², alcançou-se produtividade de 1500 kg ha⁻¹ (Rivas e Matarazzo, 2009), porém, esses valores podem oscilar muito em função do material genético e das condições ambientais em que se encontram as plantas (Rech, 2012). A mesma autora encontrou produtividades que variavam entre 52 a 106 kg ha⁻¹, valores muito abaixo dos encontrados em outros locais, o que comprova a grande divergência genética existente entre materiais.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO CÁRTAMO

No mundo todo, mais de 60 países tem o cártamo como cultura economicamente importante. No ano de 2017, o Cazaquistão possuía a maior área cultivada, com mais de 297 mil hectares, alcançando produção de 224 mil toneladas. A Rússia vem em segundo lugar, com área de 148 mil hectares, seguida da Índia, com 122 mil hectares. Na América do Sul, a Argentina e o México tem destaque, com áreas de 26 mil, e de 44 mil hectares, respectivamente (FAOSTAT, 2017).

Na Europa, ao contrário de outros continentes, o cártamo é cultivado como espécie ornamental, devido a coloração marcante de suas flores. Na Alemanha, existem cultivares específicas desenvolvidas para esse fim, como por exemplo, as cultivares Carthamus Oranje, Donkeoranje Select e Carthamus Summersun, que podem ser semeadas de julho a setembro (período de verão/outono) no país. Já nos Países Baixos, as cultivares Yellow Grenade e Orange Granade são semeadas na primavera, no período compreendido entre abril e maio (Bellé et al., 2012).

Como cultura oleaginosa, a nível mundial, o cártamo fica em oitavo lugar em produção. Soja (*Glycine max* (L.) Merr.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), colza (*Brassica napus* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.), linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.) ocupam os sete primeiros lugares (Movahhedy-Dehnavy et al., 2009).

Com o aumento do interesse da produção de biocombustíveis, o cártamo vem a ser uma opção viável para os produtores, sendo o seu óleo adequado para produzir biodiesel

(Dordas e Sioulas, 2008). De acordo com Zoz (2012), o Brasil possui imenso potencial para produção de biodiesel, em razão da quantidade de área destinada à agricultura e ao clima favorável. Para suprir essa demanda, a cultura mais explorada para esse fim é a soja, porém, além de ser cultivada no período de verão, ela também é destinada a outros fins, além da produção do biodiesel.

Os benefícios do cártamo também atendem aos interesses da saúde da população (Waschmann et al., 2010), visto que seu óleo possui aproximadamente 80% de ômega-6 (ácido linoleico) e 12% de ômega-3 (ácido oleico). O seu consumo está associado à perda de tecido adiposo, aumento de massa magra, e redução de glicemia (Brasil, 2016). A espécie também vem sendo utilizada como planta-modelo na medicina, para produzir insulina humana (Sri-Shilpa et al., 2010).

Santana et al. (2017), ao levarem em consideração o fato de que 13% da população mundial é considerada obesa, e de que no Brasil, esse valor aumenta para 17,9% (OMS, 2018), conduziram trabalho avaliando efeitos do óleo de cártamo em uma síndrome metabólica, e perceberam que o perfil lipídico sofre efeitos deletérios causados por esse tipo de gordura, ou seja, o óleo de cártamo vem a ser um aliado no combate à obesidade.

Ekin (2005) afirmou que as flores do cártamo, que possuem coloração avermelhada, são utilizadas para tingimento de tecidos, móveis, algodão, seda e vernizes. O mesmo autor destacou que seu uso também se estende para alimentação animal, tanto para pássaros, como forrageira para bovinos, devido a sua palatabilidade e nutrientes, além de apresentar rápida rebrota.

ASPECTOS DE CULTIVO DA ESPÉCIE

O cártamo é uma cultura que se desenvolve melhor sobre solos férteis. Devido à profundidade que suas raízes podem alcançar, oferecem boas condições para a espécie (Rivas e Matarazzo, 2009).

Em regiões com precipitação que varia de 300 a 600 mm anuais e que tenham uma altitude de até 2000 metros, a espécie se desenvolve bem. Anicésio (2014) acredita que o cártamo adapta-se bem ao clima do cerrado brasileiro, sabendo-se que os solos do local são profundos e drenados, além de haver irregularidade no regime pluvial.

Zoz (2012) afirmou que é possível incorporar o cártamo no sistema de semeadura direta, pois a cultura produz grande quantidade de massa seca e contribui com a manutenção

da palhada no solo. Além disso, sua utilização na alimentação animal também se torna viável, visto que a espécie produz biomassa suficiente para ser oferecida como pastagem, feno ou silagem.

O cártamo se mostra pouco competitivo com plantas invasoras, evidenciando a importância do controle das mesmas. Além disso, não tolera solos encharcados nem umidade relativa do ar elevada (Emongor, 2010). A cultura apresenta sensibilidade à mancha de *Alternaria*, sendo esta a doença mais importante, e que causa perdas de produtividade acima de 50%, além de redução no teor de óleo (Waschmann et al., 2010). Carneiro et al. (2012) relataram a primeira ocorrência de *Colletotrichum gloeosporioides*, fungo que causa antracnose em cártamo, no estado do Paraná, no ano de 2007.

No Brasil, existem três cultivares ornamentais no mercado: Lasting Orange, White Lasting e Lasting Yellow, que podem ser semeadas o ano todo. Preferem temperaturas amenas, e não ultrapassam os 90 cm de altura. Ao contrário da Europa, e apesar de estarem disponíveis comercialmente, não possuem uma densidade de semeadura recomendada (Sakata, 2018). Ao avaliarem diferentes densidades de semeadura em cártamo, em duas épocas diferentes, Bellé et al. (2012) tentaram trazer informações a produtores da cultura, e verificaram que, com o aumento da densidade populacional (128 plantas.m⁻²), o cártamo apresentou melhor desempenho. Porém, os autores destacam a importância de serem realizados mais estudos a respeito.

O rendimento do cártamo é afetado pelas condições de temperatura, água e nitrogênio no ambiente (Koutroubas et al., 2008). Temperaturas baixas durante o período de roseta estão associadas a produtividade alta, porque, ao prolongar esta fase, aumentam-se o número de capítulos por planta e o número de grãos por capítulo (Abel, 1975). A irrigação adequada causa aumento na massa de grãos e no número de grãos por capítulo, e redução na quantidade de grãos chochos (Erie e French, 1969).

A cultura do cártamo responde muito bem à aplicação de nitrogênio. Este nutriente aumenta a produtividade por aumentar o número de capítulos por planta (Weiss, 2000). Mündel et al. (2004) afirmou que 5,0 kg de nitrogênio são requeridos para a produção de 100 kg de grãos.

Como não existem muitos estudos relacionados ao *C. tinctorius*, no Brasil não há procedimentos que garantam eficiência em testes de germinação de sementes. Marcos Filho

(2005) admite que é necessário conhecer o potencial de germinação e de vigor de sementes, para que a cultura possa se estabelecer melhor a campo.

Todavia, Rech (2012) e Sampaio (2016) ressaltaram que ainda existem poucas pesquisas relacionadas com cártamo no Brasil, sobretudo por não existirem importantes materiais genéticos disponíveis. O estudo destes materiais implica em um maior conhecimento sobre a cultura, o que viabiliza a condução de um programa de melhoramento, que conseqüentemente, garantiria maior assertividade no manejo cultural da espécie, possibilitando incremento de produtividade e renda ao produtor.

O ARENITO CAIUÁ PARANAENSE

A região do Arenito Caiuá está localizada no noroeste e parte do norte do estado do Paraná, ocupando cerca de três milhões de hectares (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012). Em torno de 65% dessa área é ocupada por latossolos, 30% por argissolos e o restante está dividido entre solos de areia quartzosa e aluviais.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), a agricultura da região do Arenito é ocupada por culturas como cana de açúcar, mandioca, laranja e soja. Em relação à pecuária, dentro do Paraná, a região se destaca na criação de bovinos.

De acordo com Marun (1996), em razão das características químicas e físicas dos solos dessa região, é que as pastagens são tão expressivas no local. Em geral, os solos da região são pobres em nutrientes e muito suscetíveis à erosão e, pelas gramíneas forrageiras apresentarem sistema radicular agressivo, de grande extensão e que alcança os nutrientes e água em maiores profundidades, existe preferência pela atividade pecuária.

Por ser uma região de clima quente e por possuir solos menos férteis, o cultivo da braquiária é predominante onde há atividade de pecuária de corte na região do Arenito (Franchini et al., 2014). Conforme Fidalski (2015), em vários locais nesta região os produtores trabalham com a integração lavoura-pecuária, com a cultura da soja no verão e uma espécie forrageira no inverno. Em estudo conduzido pelo autor na região, foi avaliada a qualidade física de Latossolo Vermelho após cultivos de soja e pastejos de braquiária e, foi verificado que a forrageira contribui para o aumento da qualidade física do solo.

Gomes et al. (2010) avaliaram a resposta da cultura do girassol frente à irrigação suplementar, na cidade de Umuarama – PR, localizada no Arenito Caiuá. Foi concluído que o uso da irrigação suplementar promoveu significativo aumento de produção: 792 kg ha⁻¹.

De acordo com o Instituto Agronômico do Paraná (2017), Umuarama possui precipitação média anual de 1700 mm, porém, existe distribuição irregular de chuvas no local, além de baixa capacidade de armazenamento hídrico dos solos, em função de suas características químicas e físicas.

MELHORAMENTO GENÉTICO DA ESPÉCIE *Carthamus tinctorius* L.

O gênero *Carthamus* possui mais de 25 espécies e subespécies, porém, a única cultivada como oleaginosa é espécie *Carthamus tinctorius* L. Do Egito datam as primeiras comprovações de uso e cultivo de cártamo, em 1600 a.C., onde era utilizado, principalmente, como fonte de corante (Sehgal e Raina, 2011).

A Índia, além de ser importante produtor, contém o maior banco de germoplasma do mundo, contando com cerca de 7300 acessos, provenientes de diversas regiões produtoras, além de incluir materiais exóticos. Em segundo lugar, estão os Estados Unidos, com aproximadamente 2300 acessos, mantidos em Washington, no Western Regional Plant Introduction Station (WRPIS). O terceiro maior banco de germoplasma está na China, o Safflower Research Group Beijing Botanical Garden, que já contou com mais de 2000 acessos (Silva, 2013). Acessos são todas amostras de germoplasma que representam a variação genética de uma população ou indivíduo (Embrapa, 2003).

Sendo o cártamo uma espécie exótica no Brasil, é preciso que seja realizada uma aclimatação do material, para que a seleção possa ser adequada de acordo com as condições de clima e de solo do local, e para que os genótipos mais promissores sejam melhor identificados (Ferreira, 2006). Esse processo aconteceu na Argentina, por exemplo, onde o cártamo foi introduzido no final dos anos setenta, e precisou passar por inúmeros testes e ciclos de seleção, até que as cultivares pudessem ser disponibilizadas comercialmente (Giayetto et al., 1999).

Para esta cultura, o principal objetivo do melhoramento visa o incremento em produtividade, e em segundo plano, resistência a pragas, doenças e o desenvolvimento de cultivares com maiores teores de óleo na semente (Ekin, 2005).

O cártamo é considerado uma espécie autógama, com uma taxa de autofecundação acima de 90%. Em materiais em que ocorre fecundação cruzada, a polinização é entomófila, sendo a maioria feita por abelhas. Apesar disso, os programas existentes utilizam de técnicas empregadas para o melhoramento de autógamas (Gerhardt, 2014).

Atualmente, a Índia possui o maior programa de melhoramento de cártamo do mundo. Os Estados Unidos e o México também tem participação importante nas estatísticas, sendo que as variedades introduzidas no Brasil pelo Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMA-MT), são provenientes dos programas de melhoramento dos EUA (Silva, 2013).

Existem várias formas de introduzir variabilidade genética em uma população, sendo a hibridação a forma mais utilizada para que isso ocorra. Isso é devido às combinações gênicas que podem ser formadas provenientes dos pais.

Dajue e Mündel (1996) descreveram um método de hibridação desenvolvido na Índia, no Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI), denominado de emasculação em massa. Assim que as inflorescências começam a ser formadas, os capítulos dos ramos superiores são cobertos com sacos de polietileno, e eliminam-se os ramos inferiores. Ao aumentarem temperatura e umidade dentro dos sacos, a deiscência das anteras é impedida, e a autofecundação é evitada. Esse método foi desenvolvido devido ao processo de hibridação convencional ser trabalhoso, minucioso e demorado, que consistia na retirada das brácteas com auxílio de pinça, seguido de emasculação das flores ao retirar todos os cones das anteras.

As cultivares atuais de cártamo são classificadas conforme seu teor de óleo, sendo divididas em grupos oleico e linoleico. O primeiro grupo caracteriza-se por conter de 70 a 75% deste óleo, e o segundo grupo, por conter 70% do ácido graxo em sua composição (Gerhardt, 2014).

DIVERGÊNCIA GENÉTICA

Bueno et al. (2006) reconheceram a existência de oito centros primários de origem do cártamo, primeiramente identificados por Nikolai Ivanovich Vavilov, biólogo russo. Vavilov viajou por mais de vinte anos pelos continentes em busca de sementes, a fim de estudar a origem, dispersão e distribuição geográfica de espécies. O biólogo identificou oito centros de origem, que até hoje ainda são aceitos: China, Índia, Ásia Central, Oriente Próximo, Mediterrâneo, África Oriental, Mesoamérica e América do Sul, sendo alguns subdivididos em grupos menores.

A conservação e preservação dos recursos genéticos é de suma importância para garantir a sobrevivência do homem. No Brasil, a EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia é responsável pela manutenção da maior parte do germoplasma existente no

país, com conservação do material sendo realizada a - 20°C. O banco conta atualmente com mais de 100.000 acessos de várias espécies (Embrapa, 2018).

Para que se alcancem genótipos superiores, é de fundamental importância que exista variabilidade genética no material disponível a ser melhorado. Quando há variabilidade, é possível selecionar acessos para várias características de interesse diferentes, possibilitando assim, o cruzamento de materiais para a formação de híbridos e linhagens interessantes do ponto de vista agrônomo (Amorim et al., 2007).

Farias Neto et al. (2005) consideraram progênies como entidades genéticas, as quais permitem a estimação de variabilidade genética de uma população. Em delineamentos experimentais, essas progênies são testadas, com o objetivo de identificar caracteres úteis com base nas variações fenotípicas. Ao avaliar os componentes de variação genética, é possível escolher a população base e o método de seleção, e até mesmo, avaliar a viabilidade de continuar com um programa de melhoramento.

Em estatística, o tratamento de cada variável isolada na condução de um experimento denomina-se análise univariada, popularmente conhecida através dos testes de média, frequência e mediana (Duarte, 1997). Apesar de ter grande utilidade, em um processo de seleção de genótipos esse tipo de análise pode indicar um material que não forneça todas as características desejáveis ao melhorista (Godoi, 1985).

De acordo com Cruz (1990), é necessária a avaliação de vários caracteres em uma população, para que sejam identificados genótipos superiores. Esses caracteres devem ser favoráveis sob o ponto de vista de agricultores, consumidores e indústrias, por exemplo. Nesse sentido, as chamadas técnicas de análise multivariada mostram-se importantes ferramentas na análise de dados por serem capazes de combinar as informações fornecidas em um experimento (Godoi, 1985).

As principais técnicas de análise multivariada utilizadas hoje em dia já haviam sido propostas há, relativamente, bastante tempo atrás. Karl Pearson desenvolveu a análise de componentes principais, procedimento básico em análises multivariadas, em 1901, e a distância generalizada foi descrita por P.C. Mahalanobis, em 1936. Porém, grande parte dessas técnicas só se difundiram com maior facilidade com o avanço da informática (Duarte, 1997).

Conforme Vencovski e Barriga (1992) afirmaram, é necessário que se conheça de que maneira as espécies de plantas transferem seus genes aos descendentes. Para isso, existem

alguns métodos estatísticos que permitem estimar esses ganhos genéticos e até mesmo antever se determinadas plantas tem condições de participarem de um programa de melhoramento em suas etapas consecutivas.

O coeficiente de herdabilidade tem papel importante neste processo, pois mede a proporção da variação genética em relação à total. É considerado um bom indicador de variabilidade genética, porém, pode facilmente sofrer interferências se houver mudanças ambientais em um experimento (Borém e Miranda, 2009).

O próprio material genético pode influenciar nas estimativas e ganhos por seleção. O que determina o ganho genético é a diferença entre a média de um grupo selecionado e a média do grupo inicial. Quanto mais heterogêneo for esse ganho, significa que maior é a chance de haver ganhos pela seleção (Gerhardt, 2014).

É importante quantificar a dissimilaridade genética dentro de uma população distante geneticamente, como, por exemplo, quando se objetiva estudar a variabilidade existente dentro de um conjunto de acessos da mesma espécie (Benin et al., 2003).

Para realizar a estimativa de divergência genética, existem técnicas biométricas que se baseiam em características quantitativas, morfológicas e fisiológicas do material estudado. As metodologias existentes fundamentam-se em se os dados são quantitativos ou qualitativos, e os valores obtidos em um teste de divergência genética não possuem unidade de medida. Isso acontece porque os resultados dependem unicamente da distância numeral entre os genótipos: quanto maior a distância, maior a divergência genética, e vice-versa. Quando a distância numeral for pequena, significa que os materiais são muito próximos geneticamente, e o que geralmente se busca para iniciar um programa de melhoramento é justamente a variabilidade. Para caracteres quantitativos, utilizam-se as técnicas de dissimilaridade como as distâncias euclidiana e de *Mahalanobis* (Cruz, 2005).

O emprego das técnicas multivariadas tem sido empregado em várias culturas, como em milho (Miranda et al., 2003), trigo (Bertan et al., 2006), aveia (Benin et al., 2003) e girassol (Vogt et al., 2010).

Amorim et al. (2007) investigaram a divergência genética em quinze genótipos de girassol, com base em doze caracteres agrônômicos. Os autores utilizaram análises de variância univariada e multivariada, e verificaram, através da distância generalizada de *Mahalanobis*, que há divergência entre os materiais, e que foi possível a formação de três grupos.

A distância generalizada de *Mahalanobis*, como medida de dissimilaridade, oferece uma grande quantidade de estimativas, tornando impossível o reconhecimento de grupos semelhantes apenas com o exame visual das mesmas. Por esta razão, utilizam-se projeções bidimensionais ou métodos de agrupamento, para serem reconhecidos estes grupos (Cruz e Carneiro, 2006).

Dentre os métodos de agrupamento, existem os hierárquicos e de otimização. O método de Tocher, dentro dos métodos de otimização, tem como premissa que, dentro de cada grupo, a média das medidas de dissimilaridade deve ser menor que as distâncias médias entre os grupos. Já os métodos hierárquicos agrupam os genótipos até estabelecer um dendograma (Cruz, 2005), que pode ser obtido através do método proposto por Sokal e Michener (1958), conhecido como UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetical Averages*), que se caracteriza por unir grupos com base na média de similaridade de seus elementos.

Dutra Filho et al. (2011) avaliaram progênies de cana-de-açúcar com base em características agroindustriais, através de procedimentos multivariados. Para calcular a dissimilaridade, a distância generalizada de *Mahalanobis* foi aplicada, e após, os métodos de UPGMA e de Tocher. Assim, os autores puderam identificar as progênies com maior divergência genética entre si.

Também é possível, através de procedimentos multivariados, estudos objetivando a caracterização morfológica de espécies. Em estudo conduzido por Branco et al. (2012), quatro espécies do gênero *Paspalum* foram submetidos à distância generalizada de *Mahalanobis*, e após, ao dendograma de UPGMA, com base em sete variáveis. Ao final do estudo, as duas metodologias mostraram-se semelhantes e as espécies foram divididas em dois grupos distintos: *P. dilatatum* e *P. lepton*; e *P. notatum* e *P. pumilum*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cártamo apresenta-se como alternativa interessante no cenário da matriz energética no Brasil, em função das buscas por novas formas de energia além das atuais, provenientes de petróleo. Porém, para que isso se torne possível, são necessários estudos com essa cultura, principalmente os relacionados à diversidade genética existente dentro da espécie, visto que não existe, atualmente, nenhuma cultivar comercial, com o objetivo de produzir grãos, disponível no mercado brasileiro.

Por ser uma cultura com uma grande capacidade de desenvolvimento em condições geralmente limitantes a outras culturas popularmente difundidas, o cártamo surge como uma opção viável para produtores localizados em regiões de clima árido e semi-árido.

Devido ao fato de existirem poucas pesquisas com os acessos de cártamo disponíveis no país, estudos relacionados à estimação de divergência genética e de parâmetros genéticos se tornam imprescindíveis para que um programa de melhoramento possa ser conduzido, a fim de que cruzamentos entre acessos sejam realizados e assim, até o lançamento de cultivares.

REFERÊNCIAS

ABEL, G.H. Growth and yield of safflower in three temperature regimes. **Agronomy Journal**, Madison, v.67, n.5, p.639–642, 1975.

AFZAL, O.; ASIF, M.; AHMED, M.; AWAN, F.K.; ASLAM, M.A.; ZAHOR, A.; BILAL, M.; SHAHEEN, F.A.; ZULFIQAR, M.A.; AHMED, N. Integrated nutrient management of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under rainfed conditions. **American Journal of Plant Sciences**, v.8, p.2208-2218, 2017.

AMBROSANO, L. **Avaliação de plantas oleaginosas potenciais para cultivo de safrinha**. 2012. 82p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

AMORIM, E.P.; RAMOS, N.P.; UNGARO, M.R.G.; KIIHL, T.A.M. Divergência genética em genótipos de girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1637-1644, 2007.

ANICÉSIO, E.C.A. **Nitrogênio e potássio na adubação do cártamo cultivado em latossolo vermelho**. 2014. 75p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2014.

BARELLI, M.A.A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; VIDIGAL FILHO, P.S.; NEVES, L.G.; DA SILVA, H.T. Genetic divergence in common bean landrace cultivars from Mato Grosso do Sul State. **Revista Semina**, Londrina, v.30, suplemento.1, p.1061-1072, 2009.

BEDENDO, I.P. Podridão de órgãos de reserva. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1995. p.810-819.

BELLÉ, R.A.; ROCHA, E.K.; BACKES, F.A.A.L.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N.T. Safflower grown in different sowing dates and plant densities. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.12, p.2145-2152, 2012.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C.; KUREK, A.J.; SILVA, J.A.G.; CRUZ, P.J.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D.A.M.

Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p.657-662, 2003.

BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; HARTWIG, I.; SILVA, J.A.G.; SHIMIDT, D.A.M.; VALÉRIO, I.P.; BUSATO, C.C.; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p.279-286, 2006.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 529p.

BRANCO, V.T.A.; SANTOS, D.S.; MAZZOCATO, A.C.; FERREIRA, J.L. Caracterização morfológica de quatro espécies do gênero *Paspalum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2, 2012, Belém. **Anais**. Belém: Unipampa, 5p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição**: material de apoio para profissionais de saúde. Universidade Federal de Minas Gerais. – Brasília: Editora MS, 2016. 164p.

BUENO, L.C.S.; MENDES, A.N.G; CARVALHO, S.P. **Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 319p.

CARNEIRO, S.M.T.P.G.; SILVA, M.R.L.; ROMANO, E.B.; BORSATO, L.C.; MARIANOWSKI, T.; GOMES, J.C. Occurrence of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. em *Carthamus tinctorius* L. no estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.38, n.2, p.163-165, 2012.

CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188p. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: Editora UFV, 2005. 394p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 585p.

DAJUE, L; MÜNDEL, H.H. **Safflower (*Cartamus tinctorius* L.). promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Roma: Editora IPGRI, 1996. 81p.

DORDAS, C.A.; SIOULAS, C. Safflower yield chlorophyll content photosynthesis and water use efficiency responde to nitrogen fertilization under rainfed conditions. **Industrial Crops and Products**, v.27, n.1, p.75-85, 2008.

DUARTE, J.B. **Princípios e utilização de técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1997. 69p. Tese (Monografia em Genética e Melhoramento de Espécies Alógamas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba 1997.

DUTRA FILHO, J.A.; MELO, L.J.O.T.; RESENDE, L.V.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; BASTOS, G.Q. Aplicação de técnicas multivariadas no estudo da divergência genética em cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.185-192, 2011.

EKIN, Z. Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: a global view. **Journal of Agronomy**, Lasani Town, v.4, n.2, p.83-87, 2005.

EMBRAPA ALGODÃO. **Crioconservação no melhoramento vegetal**. Documentos, 115. Campina Grande, 22p., 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/16667/1/DOC115.PDF>. Acesso em: 19 jul. 2018.

EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. **Apresentação: preservando o passado e antecipando o futuro: os saberes tradicionais e as tecnologias de ponta em um só compasso**. Brasília: 2018. Disponível em: '<https://www.embrapa.br/recursos-geneticos-e-biotecnologia/apresentação>'. Acesso em: 18 jul. 2018.

EMONGOR, V. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the underutilized and neglected crop: a review. **Asian Journal of Plant Sciences**, Gaborone, v.9, n.6, p.299-306, 2010.

ERIE, L.J.; FRENCH, O.F. Growth, yield and yield components of safflower as affected by irrigation regimes. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, n.1, p.111-113, 1969.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics: 2017 crops statistics**. Disponível em: '<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>'. Acesso em: 14 jan. 2019.

FARIAS NETO J.T.; OLIVEIRA M.S.P.O; MULLER A.A.; NOGUEIRA O.L; ANAISSI D.F.S.P. Variabilidade genética em progênies jovens de açaizeiro. **Cerne**, Lavras, v.11, n.4, p.336-341, 2005.

FARRAN, M.T.; BARBOUR, G.W.; USAYRAN, N.N; YAU, S.K.; SALEM, R.; JABBOUR, C. Performance of male broiler chicks fed practical diets containing graded levels of de-hulled extruded safflower meal during the starter period. **Proceedings of the Second Mediterranean Summit of WPSA**. Turkey: Antalya, 2009, p. 507-509.

FERREIRA, P.V. **Melhoramento de plantas: Natureza, objetivos e planejamento**. Maceió: Editora EDUFAL, 2006. 86p.

FIDALSKI, J. Qualidade física de um Latossolo Vermelho em sistema de integração lavoura-pecuária após cultivo de soja e pastejo em braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.11, p.1097-1104, 2015.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; SICHIERI, F.R.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.5, p.1006-1013, 2014.

GERHARDT, I.F.S. **Divergência genética entre acessos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)**. 2014. 43p. Tese (Mestrado em Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2014.

GIAYETTO, O; FERNANDEZ, E.M; ASNAL, W.E; CERRIONI, G.A; CHOLARKI, L. Comportamento de cultivares de Cartamo (*Carthamuns tinctorius* L.) en la region de Rio Cuarto. **Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales**, Córdoba, v.14, n.1-2, p.203-215, 1999.

GODOI, C.R. de M. **Análise estatística multidimensional**. Piracicaba: Editora ESALQ/USP, 1985. 187p.

GOMES, E.P.; ÁVILA, M.R.; RICKLI, M.E.; PETRI, F.; FEDRI, G. Desenvolvimento e produtividade de girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do Arenito Caiuá, estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v.15, n.4, p.373-385, 2010.

HANDAN Y.; PÉREZ-VICH, B.; VELASCO L.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J.M. Inheritance of high oleic acid content in safflower, **Euphytica**, v.168, n.1, p.61-69, 2009.

HARRATHI, J.; HOSNI, K.; KARRAY-BOURAOUI, N.; ATTIA, H.; MARZOUK, B.; MAGNÉ, C.; LACHAËL, M. Effect of salt stress on growth, fatty acids and essential oils in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Acta Physiologiae Plantarum**, Posnânia, v.34, n.1, p.129-137, 2012.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas**. Curitiba: IAPAR, 2017. Disponível em: [‘http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Umuarama.htm’](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Umuarama.htm). Acesso em: 12 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017: resultados preliminares**. Brasília: IBGE 2017. Disponível em: [‘https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html’](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html). Acesso em: 12 nov. 2018

KAFFKA, S.R.; KEARNEY, T.E. **Safflower production in California**. Oakland: Univerisity of California Agriculture and Natural Resources, 1998. 29p.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.24, n.68, p.223-253, 2010.

KOUTROUBAS, S.D.; PAPAKOSTA, D.K.; DOITSINIS, A. Nitrogen utilization efficiency of safflower hybrids and open-pollinated varieties under Mediterranean conditions. **Field Crops Research**. Davis, v.107, n.1, p.56–61, 2008.

LIMA, E.R. **Consórcio de cártamo e feijão-caupi: alternativa para a produção de biodiesel na agricultura familiar**. 2014. 70p. Tese (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Editora FEALQ, 2005. 495p.

MARUN, F. Propriedades físicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-escuro do Arenito Caiuá sob pastagem e culturas anuais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.8, p.593-597, 1996.

MIRANDA, G.V.; COIMBRA, R.R.; GODOY, C.L.; SOUZA, L.V.; GUIMARÃES, L.J.M.; MELO, A.V. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.6, p.681-688, 2003.

MOURA, W.M.; CASALI, V.W.D.; CRUZ, C.D.; LIMA, P.C. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.217-224, 1999.

MOVAHHEDY-DEHNAVY, M., SANAVY, S.A.M.M., BIDGOLI, A.M. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v.30, n.1, p.82-92, 2009.

MUNDEL, H.H; BLACKSHOW, R.E; BYERS, J.R; HUANG, H.C; JOHNSON, D.L; KEON, R. **Safflower production on the Canadian Prairies**. Lethbridge: Agriculture and Agri-Food Canada, 2004. 36p.

MUSA, S.C. **Estudo sobre patentes junto às maiores empresas mundiais do setor de petróleo e gás: período 2007-2018**. 2018. 66p. Tese (Monografia – Bacharel em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

OELKE, E.A.; OPLINGER, E.S.; TEYNOR, T.M.; PUTNAM, D.H. DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. Alternative field crops manual (Ed.). In: **Safflower**. Madison: University of Wisconsin, 1992. p.236-245.

OLIVEIRA, C.V.K. **Análise do cártamo como cultura energética**. 2016. 47p. Tese (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

OLIVEIRA, G.G. **Trichoderma spp. no crescimento vegetal e no biocontrole de Sclerotinia sclerotiorum e de patógenos em sementes de cártamo (Carthamus tinctorius)**. 2007. 80p. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Obesity and overweight**. Geneva: OMS 2018. Disponível em: '<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 19 jul. 2018.

OSAKI, M.; BATALHA, M.O. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v.13. n.2, p.227-242, 2011.

PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.2, p.52-60, 2003.

PLÁ, J.A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v.30, n.2, p.179-190, 2002.

PUREY, S.; SHARMA, N.C. Safflower – An Ancient Wonderful Crop. In: MUKHERJE, S.P. (Ed.). **Everyman's Science**. Calcutá: v.43, n.3, 2008.

RECH, J. **Desempenho agrônômico do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em função da época de semeadura e do controle químico da mancha de alternaria**. 2012. 59p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade da Grande Dourados, Dourados, 2012.

RIVAS, J.; MATARAZZO, R. Producción de cartamo: consideraciones generales. Boletín de Divulgación, **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**, Buenos Aires, n.20, 23p., 2009.

SACHS, I. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.21, n.59, 18p, 2007.

SAKATA SEEDS. **Portfólio**. Bragança Paulista: 2018. Disponível em: www.sakata.com/product_flower.aspx?CategoryId=4&SpeciesId=88&VarietyId=200. Acesso em: 19 jul. 2018.

SAMPAIO, M.C. **Cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) sob variação de adubações, densidades e épocas de plantio**. 2016. 74p. Tese (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

SANTANA, L.F.; DUTRA, T.S.; SOUZA, M.A.; FREITAS, K.C.; OESTERREICH, S.A.; KASSUYA, C.A.L.; SOARES, F.L.P. Óleo de cártamo (*Carthamus tinctorius*) aumenta os níveis de colesterol total e LDL-colesterol em modelo experimental de síndrome metabólica. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, Rio de Janeiro, v.30, n.6, p.476-483, 2017.

SANTOS, M.C.G. **O conceito de reservas e o impacto dos preços na oferta de petróleo**. 2017. 40p. Tese (Monografia – Bacharel em Ciências Econômicas) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

SANTOS, E.R.; BARROS, H.B.; FERRAZ, E.C.; CAPONE, A.; SANTOS, A.F.; FIDELIS, R.R. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Ceres**, Viçosa, v.58, n.6, p.755-764, 2013.

SEHGAL, D.; RAINA, S.N. Carthamus. In: KOLE, C. **Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources**. Berlin: Editora Springer, p.63- 95, 2011.

SILVA, C.J. **Caracterização agrônômica e divergência genética de acessos de cártamo**. 2013. 59p. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

SINGH, V.; NIMBKAR, N. Safflower. In: GUPTA, S.K. (Ed.). **Breeding oilseed crops for sustainable production: opportunities and constraints**. Londres: Editora Elsevier, 2016. p.149-164.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Estadual Paraná. **Mapa simplificado de solos do estado do Paraná**. Curitiba: 2012. Disponível em: '<http://www.sbcs-nepar.org.br/images/nepar/publicacoes/mapa-solo-pr.pdf>'. Acesso em: 14 jan. 2019.

SOKAL, R.R.; MICHENER, D. A statistical method for evaluation systematic relationships. **University of Kansas Scientific Bulletin**, Kansas, v.38, n.22, p.1409-1438, 1958.

SRI-SHILPA, K.; DINESH KUMAR, V.; SUJATHA, M. Agrobacterium – mediated genetic transformation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Plant Cell, Tissue Organ Culture**, Dordrecht, v.103, n.3, p.387-401, 2010.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 496p.

VOGT, G.A.; BALBINOT JÚNIOR, A.A.; SOUZA, A.M. Divergência genética entre cultivares de girassol no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.4, p.307-315, 2010.

WACHSMANN, N.; SARDI, S.; BYRNE, R., **Raising the bar with better safflower agronomy: agronomic information and safflower case studies**. Editora Grain Research & Development Corporation. 2010. 40p.

WEISS, E. **Oilseed Crops**. Oxford: Editora Blackwell Science Ltd., 2000. 364p.

YAU, S.S.; RYAN, J. Response of rainfed safflower to nitrogen fertilization under Mediterranean conditions. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v.32, n.3, p.318-323, 2010.

ZOZ, T. **Correlação e análise de trilha de produtividade de grãos e seus componentes e caracteres de planta em cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.)**. 2012. 56p. Tese (Mestrado em Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.