

**PARÂMETROS GENÉTICOS E DISSIMILARIDADE ENTRE ACESSOS DE  
CÁRTAMO**

Leide Elaine Cardoso de Sá<sup>1</sup>; Juliana Parisotto Poletine<sup>1</sup>; Silene Tais Brondani<sup>1</sup>; Marco Antônio Aparecido Barelli<sup>2</sup>; Valvenarg Pereira da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade 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: [elaine\\_desa@hotmail.com](mailto:elaine_desa@hotmail.com); [jppoletine@uem.br](mailto:jppoletine@uem.br); [silenetais@outlook.com](mailto:silenetais@outlook.com)

<sup>2</sup>Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agro-Ambientais, Av. São João, 0s/nº, CEP 78200-000 Cáceres, MT. E-mail: [mbarelli@unemat.br](mailto:mbarelli@unemat.br); [silvabiologo@hotmail.com](mailto:silvabiologo@hotmail.com)

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo efetuar uma revisão de literatura sobre a cultura do cártamo, bem como estudar os parâmetros genéticos e a dissimilaridade de acessos de *Carthamus tinctorius* L. oriundos do Instituto Mato-grossense de Algodão - IMA-MT, por meio de procedimentos multivariados visando agrupar genótipos semelhantes, baseando-se na avaliação dos seus componentes de produção e suas respectivas produtividades. As médias de cada característica avaliada foram agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% e 1% de probabilidade. Os caracteres apresentaram valores de coeficiente de herdabilidade acima de 92%, indicando ganho genético para as características. A estatística univariada encontrou diferenças significativas para todas as variáveis, formando até onze grupos. Considerando todos os caracteres simultaneamente, foi estimada a divergência genética pela distância generalizada de *Mahalanobis*, seus respectivos agrupamentos, método de Tocher e após, foram obtidos o Agrupamento Médio Entre Grupos (UPGMA) e dendograma. Também foram estimadas as variáveis canônicas, análise de trilha e importância relativa dos caracteres. Na análise da divergência genética, as duas primeiras variáveis canônicas explicaram acima de 93% da variação total, o que possibilitou a avaliação em espaço bidimensional e a interpretação geométrica. Com a revisão de literatura e estudo de tais resultados, foi possível identificar a existência de dissimilaridade genética entre os acessos, sendo possível a sugestão de cruzamentos, para que se alcance o máximo de heterose, em cruzamentos posteriores.

**Palavras-chave:** Variabilidade genética, oleaginosas, *Carthamus tinctorius* L.

**GENETIC PARAMETERS AND DISSIMILARITY BETWEEN SAFFLOWER  
ACCESSES**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to conduct a literature review on safflower crop, as well as, to study genetic parameters and the dissimilarity of *Carthamus tinctorius* L. safflower accesses from Mato Grosso do Sul Cotton Institute (IMA-MT), through multivariate procedures aiming to group similar genotypes, based on the evaluation of their components and their respective productivities. The averages of each trait were grouped by Scott-Knott test at 5% and 1% probability. Characters presented heritability coefficient values above 92%, indicating genetic gain for the characteristics. The univariate statistic found significant differences for all variables, forming up to eleven groups. Considering all the characters simultaneously, the genetic divergence was estimated by the generalized distance of *Mahalanobis*, their respective groupings, Tocher's method and afterwards, UPGMA was applied and dendogram was obtained. Canonical variables, path analysis and relative

importance of the characters were also estimated. In the analysis of genetic divergence, the first two canonical variables explained above 93% of the total variation, what made possible the evaluation in two dimensional spaces and the geometric interpretation. With these results, it was possible to identify the existence of genetic variability among the genotypes, being possible the suggestion of crosses, in order to reach the maximum of heterosis in subsequent crosses.

**Key words:** Genetic variability, oleaginous, *Carthamus tinctorius* L.

## INTRODUÇÃO

Os óleos vegetais continuam sendo um dos principais produtos provenientes das plantas, muito utilizados pelas indústrias alimentícia e farmacêutica (Faria et al., 2002). Diante dessa demanda cada vez mais crescente, existe a necessidade do estudo de novas plantas que sejam fontes oleicas de qualidade para o uso humano.

*Carthamus tinctorius* L. é uma herbácea anual, altamente ramificada (Dajue e Mündel, 1996), mesmo com pouca difusão na atividade agrícola mundial, é uma oleaginosa importante, historicamente conhecida e tem sido utilizada para variadas funções (Ekin, 2005). Vem se mostrando muito promissora, pois de suas sementes se obtém óleo comestível de alta qualidade, rico em ácidos graxos poli-insaturados que podem ultrapassar 40% (Mündel et al., 2004). Países como Índia, México, Estados Unidos e Cazaquistão encabeçam a lista de produção e uso de seu óleo (Harrathi et al., 2012).

Outro fator interessante de seu cultivo, se da em razão do melhor aproveitamento do solo no período de entressafra (Santos e Silva, 2015). Nessa ocasião, há disposição de vastas áreas, que nem sempre são aproveitadas para cultivo de uma segunda safra. No entanto, diferentes espécies de plantas de cobertura podem ser utilizadas, tanto para diversificar renda quanto no intuito de impedir o empobrecimento do solo através da ciclagem de nutrientes, contribuindo com a qualidade ambiental e atenuando os efeitos negativos dos monocultivos (Chaves e Calegarai, 2001). As oleaginosas apresentam-se promissoras para esse período, culturas como girassol, cambre, linhaça e cártamo, por exemplo, constituem-se em boas opções de uso (Ambrosano, 2012).

Porém, mesmo tendo potencial de produção e adaptabilidade, o cártamo, até então, tem pouca expressão econômica no Brasil, e um dos principais motivos que impedem a sua expansão é a ausência de informações técnicas e programas de melhoramento genético que o envolva (Silva, 2013). Dessa forma, os estudos de divergência genética são importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações e permitem o monitoramento de

bancos de germoplasma (Cruz e Carneiro, 2003; Sudré et al., 2005), disponíveis para serem aproveitados em programas de melhoramento de plantas. Esses estudos fornecem parâmetros para escolha de progenitores, que ao serem cruzados, possibilitam maior heterogeneidade na progênie, aumentando as chances de obtenção de genótipos superiores (Sudré et al., 2005).

Em vista do exposto, este trabalho tem por finalidade revisar, estudar e caracterizar os parâmetros genéticos e a dissimilaridade existente no germoplasma de acessos de cártamo, via características morfoagronômicas.

### CARACTERÍSTICAS DA CULTURA DO CÁRTAMO

Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma herbácea anual, membro da família Asteraceae, com possível centro de origem a Ásia e a África, cultivado, sobretudo, pela propriedade oleaginosa de suas sementes, além de outras qualidades importantes como flores, que podem ser usadas como corante, o uso na alimentação de animais e também utilidade medicinal (Dajue e Mündel, 1996; Kaffka e Kearney, 1998; Emongor, 2010).

O nome do gênero *Carthamus*, em árabe, faz menção à cor vermelha do corante que a flor da cultura produz, muito usado na preparação de alimentos, e na coloração de tecidos e outros objetos, e o termo da espécie *tinctorius*, refere-se a tingir ou colorir (Coronado, 2010). Seus nomes populares são açafrão-bastardo, açafroa, falso açafrão e no inglês é conhecido como *safflower* (Pintão e Silva, 2008; Medeiros, 2011).

Suas sementes possuem elevados teores de óleo, em torno de 30 a 45%, compostos de ácido oleico, ômega-9 (30%) e ácido linoleico ômega-6 (70%), (Handan et al., 2009). Seu óleo é insípido levemente amarelado e com características nutricionais semelhantes ao do girassol (Medeiros, 2011; Gerhardt, 2014). Estudos o relacionam à perda de tecido adiposo e aumento de massa magra, além de redução da glicemia (Brasil, 2016).

Possui ciclo que varia de quatro a cinco meses, tornando-o promissor para cultivo como segunda safra, principalmente na sequência de culturas tradicionais de grande importância econômica como soja e milho, ou mesmo, para regiões brasileiras que praticam atividade agrícola e enfrentam prolongados períodos de estiagem (Silva, 2013).

Cártamo é uma cultura predominantemente autógama (Dajue e Mündel, 1996). A propagação ocorre por via sexuada, através da formação de sementes, que, aliás, são produzidas em grande quantidade pela cultura, as mesmas possuem forma irregular, ápice achatado e base arredondada (Abud et al., 2010). Necessitam temperatura ambiente maior que 4° C para germinarem (Coronado, 2010), nessas condições em cerca de oito dias as plântulas

emergem dando início ao estágio de roseta (entrenós bastante curtos), período que pode durar até seis semanas, com várias folhas sendo produzidas próximo ao nível do solo; nessa fase são bastante resistentes ao frio, até mesmo geadas, no entanto, ficam vulneráveis a plantas infestantes (Oelke et al., 1992; Gracia et al., 2010).

Na sequência ao estágio de roseta, ocorre o alongamento rápido do caule e o aparecimento dos ramos primários a uma altura a cerca de 30 cm do solo. No ápice do caule há formação de um capítulo de flor globular, emaranhado por pequenas folhas envoltas, as chamadas brácteas, com espinhos que atuam como uma proteção natural (Coronado, 2010; Silva, 2013; Dajue e Mündel, 1996), variedades mais espinhosas segundo Kaya et al. (2003) são as mais tolerantes à salinidade.

Cada inflorescência é formada por um adjacente de pétalas que circula os órgãos reprodutores gineceu e androceu compondo o tubo de corola. A quantidade de capítulos é influenciada diretamente pela genética, ambiente e o trato cultural. O androceu possui cinco filetes e as anteras se unem para formar uma estrutura nomeada de cone de anteras. O estilo-estigma encontra-se emaranhado pelo tubo de corola e localizado abaixo do cone com as estruturas masculinas. Quando o estilo-estigma se alonga excede as anteras, realizando a autopolinização (Singh e Nimbkar, 2007).

O estágio de floração pode durar quatro ou mais semanas, essa característica é muito influenciada pelo ambiente (Gracia et al., 2010). As flores mais comuns no início da floração são de tonalidades amarelada, alaranjada, ou avermelhada (Dajue e Mündel, 1996). Os frutos são tipo aquênios (Abud et al., 2010). O número final de sementes pode alterar de 20 a 100 por capítulo (Coronado, 2010). A completa maturidade fisiológica acontece por volta de quatro a seis semanas após o início da floração e o momento propício de colheita ocorre entre duas a três semanas após a maturação, quando as plantas se encontram em completa senescência, apresentando coloração marrom, com umidade de cerca de 10% nas sementes (Silva, 2013).

A cultura apresenta um ciclo que, normalmente, oscila de 110 a 150 dias (Oelke et al., 1992), quando as plantas estão bem desenvolvidas suas raízes podem atingir até 300 centímetros (Coronado, 2010; Singh e Nimbkar, 2007). Esse sistema radicular profundo e com muitas raízes adventícias, faz com que a planta consiga bons níveis de umidade e retiradas nutricionais consideráveis, motivo esse que confere à cultura capacidade de sobrevivência e desenvolvimento mesmo em ambientes hostis (Dajue e Mündel, 1996).

Sensível à compactação e a solos encharcados, porém, tolerante a diversas intempéries, como seca, frio, salinidade e com boa adaptação a regiões com baixas precipitações, tolera ampla variação térmica desde temperaturas negativas até elevadas ( $-7^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ ), dependendo da fase de desenvolvimento (Sarto et al., 2018; Ozturk et al., 2008; Kaya et al., 2003; Gracia et al., 2010; Emongor, 2010). A altura da planta varia de 30 cm a 150 cm (Coronado, 2010), pouco competitiva com plantas daninhas no início de sua fase vegetativa, sendo o período crítico de competição por volta dos primeiros 40 dias após a semeadura, uma vez que, nessa fase, passa por um estágio de crescimento muito vagaroso (Oelke et al., 1992; Gracia et al., 2010).

A cultura é acometida por algumas doenças, das quais 70% são causadas por fungos, sobretudo, nas épocas chuvosas e de alta umidade relativa do ar, mancha de alternaria é considerada a principal doença em cártamo, causada principalmente pelo fungo *Alternaria carthami* (Dajue e Mündel, 1996), causador de manchas foliares necróticas que promovem a senescência precoce das folhas e antecipam a maturação das plantas severamente afetadas, podendo levar a perda total da cultura (Rivas e Matarazzo, 2009; Leite, 2005). Em decorrência a essa doença e sua severidade, ocorrem redução da produtividade de aquênios, do número de aquênios por capítulo e, conseqüentemente, do teor de óleo (Orta et al., 2002).

Quanto aos nutrientes minerais, à cultura responde favoravelmente a aplicação de nitrogênio, o mesmo é responsável pelo aumento da produtividade, pois acresce o número de capítulos por planta (Weiss, 2000). Segundo Mündel et al. (2004), 05 kg de nitrogênio são requeridos para produção de 100 kg de grãos de cártamo. Em trabalho conduzido por Paschoal (2016) no oeste do Paraná, nitrogênio foi o nutriente mais extraído pela cultura, com cerca de  $250\text{ kg ha}^{-1}$ , enquanto fósforo e potássio extraíram  $48\text{ kg ha}^{-1}$  e  $144\text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente. Destes foram exportados para os grãos  $168\text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio,  $37\text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo e  $27\text{ kg ha}^{-1}$  de potássio, significando que a permanência dos restos culturais no solo gera um reaproveitamento dos nutrientes acumulados na parte aérea da planta, com destaque para o potássio, chegando a 80% o retorno do total acumulado, vindo a ser boa opção na rotação de culturas.

Em nível mundial como oleaginosa, fica em oitavo lugar em produção, atrás de culturas como soja, amendoim, colza, girassol, gergelim, linhaça e mamona (Movahhedy-Dehnavy et al., 2009), também possui cultivares com aptidão ornamental (Oliveira, 2007). É uma importante cultura em mais de 60 países, como Índia, México, Estados Unidos, até o ano de 2016 tinha no Cazaquistão a maior área cultivada com mais de 220 mil hectares,

produzindo acima de 165 mil toneladas, na sequência, vem à Índia com mais de 100 mil hectares, no continente americano México e Argentina também se destacam ambos ultrapassando 65 mil hectares cultivados (FAOSTAT, 2016).

Atualmente, o principal foco do cultivo de cártamo está relacionado ao seu potencial para a produção de óleo, considerado de bom valor nutricional, sendo uma rica fonte de minerais e vitaminas, podendo ter até 20% de proteína. Além disto, é excelente para o consumo humano, há grande procura para uso como suplemento alimentar (Pintão e Silva, 2008). Também deriva uma torta utilizada na complementação alimentar de aves e bovinos (Mundel et al., 2004; Omidi et al., 2012; Velasco et al., 2005; Rahamatalla et al., 2001; Abud et al., 2010; Ekin, 2005).

O óleo de cártamo também pode ser aproveitado pela indústria na fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e ainda há uma grande possibilidade de seu uso na produção de cosméticos (Mundel et al., 2004; Moura et al., 2015). Em Portugal, é uma das principais culturas energéticas (Carneiro, 2010). Também possui importante utilidade terapêutica na indústria de medicamentos (Emongor, 2010), inclusive, há registro de seu uso na transgenia, com relato de uma variedade geneticamente modificada criada para produzir insulina, uma vez que a demanda global pelo hormônio cresceu (Natercia, 2006).

### MELHORAMENTO GENÉTICO DO CÁRTAMO

Estima-se que metade do incremento da produtividade das principais espécies agrônomicas no último meio século, seja atribuída ao melhoramento genético (Borém e Vieira, 2009). Com o cártamo, tal como ocorre com a maioria das culturas oleaginosas, o melhoramento genético vem com a finalidade de aumentar a produtividade, teor de óleo, proteína e resistência a pragas e doenças. Fazendo uso de vários recursos, indo desde a seleção em massa até a biotecnologia (Ekin, 2005; Gracia et al., 2010; Gyaetto et al., 1999). Cártamo é uma espécie diplóide cujo número cromossômico é  $2n$  (Ekin, 2005), sendo a única espécie, dentro do gênero *Carthamus*, a possuir 24 cromossomos (Gerhardt, 2014).

Em trabalho realizado por Chapman e Burke (2007), concluíram que provavelmente a espécie *Carthamus tinctorius*, é provinda da espécie selvagem *Carthamus palaestinus*. Antigamente, havia teorias sobre a sua origem, onde se supunha que ele derivava das espécies *Carthamus oxyacanthus*, ou *Carthamus persicus*. Abud et al. (2010) descreveram que a espécie *Carthamus tinctorius* possui duas subespécies: *Carthamus tinctorius inermis* e

*Carthamus tinctorius typicus*, sendo que a primeira produz mais sementes que a segunda (Coronado, 2010).

Para Carvalho et al. (2008) o sucesso de um programa de melhoramento depende da existência de variabilidade genética entre os materiais explorados. Foi constatada pouca variabilidade hereditária entre espécies cultivadas, conforme estudo realizado por Ravikumar et al. (2005). Em compensação, nas espécies selvagens, foi observada grande variação fenotípica, indicando que o cruzamento entre duas ou mais espécies é eficiente para suscitar maior variabilidade (Kumari, 2009).

Seu modo de reprodução é predominantemente autógamo, apesar de existir acessos que podem ter uma taxa em torno de 50% de autogamia, permitindo haver fecundação cruzada com polinização de insetos. A abelha é o principal agente polinizador (Gerhardt, 2014), estas são atraídas pelas flores coloridas e atrativas da planta, realizando a polinização, o que acaba contribuindo para melhorar o conjunto de sementes do capítulo (Oelke et al., 1992).

Porém, mesmo apresentando uma taxa razoável de cruzamentos, os métodos utilizados são os mesmos usualmente dirigidos para plantas que se reproduzem por autogamia (Dajue e Mündel, 1996), sendo a hibridação a forma mais usual para que ocorra variabilidade genética entre autógamas, isso devido às diversas combinações gênicas que podem ser desenvolvidas provenientes dos pais (Carvalho et al. 2008).

Para que esta ocorra de modo artificial na cultura do cártamo, é preciso bom conhecimento do momento propício para realizar a emasculação floral; esse processo deve acontecer quando os primeiros floretes estiverem expostos. Inicialmente, retiram-se as pequenas folhas sobrepostas com a ajuda de uma pinça, exibindo totalmente às flores; em seguida, retira-se toda a parte masculina. Como se trata de um trabalho delongado, na Índia foi desenvolvido um artifício de hibridação mais eficaz, designado de emasculação em massa. Consiste em proteger os capítulos dos ramos primários com embalagens de polietileno quando as primeiras inflorescências estiverem desenvolvidas; a temperatura e umidade acumulada dentro da embalagem evitam a abertura natural das anteras, evitando, assim, a autopolinização (Dajue e Mündel, 1996).

### **BANCO DE GERMOPLASMA DO CÁRTAMO**

A cultura vem sendo difundida pelo mundo, sobretudo por meio dos centros de pesquisas e seus bancos de germoplasma, expandindo-se pela Ásia e América (Galant, et al.,

2015). Na atualidade, a Índia detém o maior programa de melhoramento de cártamo do mundo, com mais de 7200 acessos. Os Estados Unidos, por sua vez, possuem em torno de 2300 acessos, coletados em mais de 50 países e são mantidos no Westen Regional Introduction Station (WRPIS), localizado em Washington. A China também possui um expressivo banco, o Safflower Research Group Beijing Botanical Garden, contando com mais de 2000 acessos, figurando como terceiro maior banco de germoplasma da cultura. As variedades introduzidas no Brasil foram originárias dos programas de melhoramento norte americano, e disseminadas pelo IMA-MT - Instituto Mato-grossense de Algodão (Singh e Nimbkar, 2007; Silva, 2013).

Em estudo desenvolvido por Khan et al. (2009), indicam ampla diversidade de germoplasma da oleaginosa, o que demonstra um grande potencial para melhorar essa cultura tanto para características agrônômicas quanto no quesito qualidade. As estratégias de melhoramento precisam explorar a variação dentro desse germoplasma, ampliando, assim, a base genética existente.

### **ESTIMATIVA DE PARÂMETROS E DIVERGÊNCIA GENÉTICA**

O estudo da divergência genética é de grande importância para o melhoramento de plantas, pois através dela são gerados parâmetros que permitem identificar progenitores que, quando cruzados, possibilitem o surgimento de materiais superiores, além de facilitarem o conhecimento da base genética da população (Ferrão et al., 2002), sendo necessário conhecimento do modo que as espécies transmitem o seu material genético para as próximas gerações, que aliado a métodos estatísticos adequados conduzem a estimação dos ganhos genéticos e determinação de quais indivíduos será ou não úteis em etapas posteriores (Vencovsky e Barriga, 1992).

Dentre os parâmetros genéticos mais importantes, encontra-se o coeficiente de herdabilidade, que mede a proporção da variação genética em relação ao total. Porém, mesmo sendo um bom indicador da variabilidade em uma população, sua dimensão pode sofrer variação, devido, especialmente às mudanças no ambiente em que estiver inserido (Borém e Vieira, 2009).

Segundo Pinto (2009), avaliar a herdabilidade de um caráter em uma população nada mais é que avaliar o papel que as diferenças genéticas cumprem em relação ao total de diferenças fenotípicas nos indivíduos. Como já dito, os efeitos ambientais podem mascarar o mérito genético; assim, quanto maior a proporção da variabilidade decorrente dos efeitos do

ambiente em relação a total, maior empenho deverá ser feito na seleção de genótipos superiores (Borém, 1998). Resumidamente, fenótipo é igual genótipo mais à influência do ambiente.

Assim sendo, a variância ambiental, também é um parâmetro muito importante, pois pode influenciar a herdabilidade. É possível citar inúmeras causas de variabilidade ambiental, tais como: problemas com o solo, infortúnios com agentes bióticos, etc. De modo simples, pode-se dizer que uma determinada planta pode ser vigorosa, devido possuir patrimônio genético favorável e/ou estar em condição externa de vantagem, ou apresentar desvantagens fenotípicas por ter um genótipo inferior e/ou se encontrar em um meio de desenvolvimento adverso (Pinto, 2009).

Para alcançar genótipos superiores, é essencial que exista variabilidade genética no material disponível (Ivoglo et al., 2008). Desse modo, podemos dizer que a variância genética é a forma como as plantas, tal como os demais seres vivos diferem entre si (Pinto, 2009). Quando esta existe, é possível selecionar acessos para diversas características, permitindo a formação de híbridos e linhagens interessantes do ponto de vista agrônomo, através do cruzamento desses materiais (Amorim et al., 2007). Quanto mais heterogênea for uma população, maiores são as chances de ocorrer ganhos com a seleção.

Muitos estudos relacionados à diversidade e variabilidade genética têm sido realizados, pois é possível identificar genótipos que sejam divergentes do ponto de vista genético na intenção de realizar combinações desejáveis de cruzamento alcançando a máxima heterogeneidade, sendo esse estudo possível devido à existência de algumas técnicas biométricas, baseando-se nas diferenças das características quantitativas, morfológicas e fisiológicas de diferentes materiais, como, por exemplo, variáveis canônicas e os métodos aglomerativos (Cruz e Carneiro, 2003).

### ANÁLISE MULTIVARIADA

Em estatística, o tratamento de cada variável de modo isolado na condução de um experimento denomina-se análise univariada, usualmente conhecida por meio dos testes de média, frequência, mediana, moda, etc. (Duarte, 1997). Apesar de ser muito útil no processo de seleção de genótipos, esse tipo de análise pode prover um material que não forneça todas as propriedades almejavéis ao melhorista (Godoi, 1985).

Nesse contexto, a determinação da divergência genética, com o uso da análise multivariada, apresenta-se de modo vantajoso, uma vez que possibilita a identificação de

fontes de variabilidade genética, a importância de cada caráter analisado em relação à divergência genética e, ainda, o conhecimento das combinações com maiores chances de sucesso, como forma de evitar cruzamentos indesejáveis em qualquer seguimento na linha de melhoramento, otimizando a avaliação de coleções de germoplasma (Moura et al., 1999; Dias, 1994).

As técnicas multivariadas para estudos de diversidade genética são aplicadas a partir de medidas de dissimilaridade entre os genótipos, como exemplo, a distância generalizada de *Mahalanobis*, descrita por P.C. Mahalanobis, em 1936, assim como a análise de componentes principais, desenvolvida por Karl Pearson, 1901. Estas técnicas só se difundiram com maior facilidade com avanço da tecnologia, a saber, com o advento da informática (Duarte, 1997).

A distância de *Mahalanobis* considera simultaneamente um conjunto de variáveis aleatórias entre si, essa diversidade é obtida segundo diferenças fisiológicas, morfológicas e agronômicas, avaliadas a partir de um grupo de genótipos, onde cada uma possui o mesmo grau de importância (Chiorato, 2006; Elias et al., 2007). Isso acontece porque os resultados dependem unicamente da distância numeral entre os genótipos: quanto maior à distância, maior a divergência genética. 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 o oposto, busca-se a variabilidade (Cruz, 2005). As técnicas multivariadas tem sido empregadas em diversas culturas, como feijão (Rodrigues et al. 2002), milho (Miranda et al., 2003), trigo (Bertan et al., 2006) e girassol (Vogt et al., 2010).

### ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

A análise de agrupamentos consiste em um conjunto de técnicas derivadas da análise multivariada, cuja finalidade principal é juntar acessos com base nas características que eles possuem (Hair et al., 2005), de modo a reunir os genótipos formando vários grupos, tendo como premissa estabelecer maior semelhança dentro de um mesmo grupo, do que entre os grupos diferentes (Cruz e Carneiro, 2003). Dentre os métodos de agrupamento, existem os hierárquicos e de otimização. No método de agrupamento por otimização, o mais empregado é o proposto por Tocher (Rao, 1952), sendo que este forma um grupo inicial com o par de indivíduos mais similares identificados na matriz de dissimilaridade.

Dentre os métodos de agrupamento hierárquicos, agrupam-se os genótipos até estabelecer um dendograma, que como regra geral é constituído por acessos de menor

dissimilaridade (Cruz, 2005). Dentre estes, tem-se o (UPGMA), Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Means (método de ligação média entre grupos). Este método tem sido mais utilizado em detrimento aos demais em estudos de divergência genética, ele possui a vantagem de considerar médias aritméticas (não ponderadas) das medidas de dissimilaridade, o que evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (mínimos e máximos) entre os indivíduos (Cruz e Carneiro, 2003).

A diferença básica entre os dois métodos de agrupamento Tocher e UPGMA fica por conta do fato de que o método de otimização de Tocher permite a formação de grupos mutuamente exclusivos, enquanto que os métodos hierárquicos apresentam uma grande possibilidade de números de grupos, cabendo ao pesquisador adotar àquele que melhor represente o agrupamento, com base no seu conjunto de dados (Bertan et al., 2006), de maneira que o UPGMA complementa o método de Tocher (Arriel et al., 2006).

Uma das maneiras de se constatar a concordância entre os valores originais de dissimilaridade e os representados pelo dendograma é por meio do coeficiente de correlação cofenética (CCC), o qual varia entre 0,0 e 1,0. Neste caso, quanto maior for o CCC, menor será a distorção do agrupamento, oferecendo bom ajuste entre a matriz e o dendograma formado (Cruz e Carneiro, 2003).

### VARIÁVEIS CANÔNICAS

A análise de variáveis canônicas consiste numa técnica multivariada e possibilita gerar a importância relativa dos caracteres, permitindo a simplificação no conjunto de dados, resumindo as informações em poucas variáveis, as quais apresentam a propriedade de reter o máximo da variação originalmente disponível e são independentes entre si. Esta análise foi relatada pela primeira vez por Rao (1952) e pode ser utilizada nos estudos de divergência genética entre indivíduos ou genitores e na determinação da importância relativa de caracteres (Cruz e Regazzi, 2001).

Possibilita a identificação de genótipos similares em gráficos bi ou tridimensional para gerar a divergência genética. Proporciona a vantagem de manter o princípio do processo de agrupamento com base na distância de *Mahalanobis* ( $D^2$ ), levando-se em conta as correlações residuais existentes entre as médias dos genótipos aferidos (Cruz et al., 2011). Quando as duas primeiras variáveis canônicas explicam acima de 80% da variação total, sua utilização é satisfatória no estudo da divergência genética por meio da avaliação da dispersão gráfica bidimensional (Cruz e Regazzi, 2001).

Apesar da utilidade da correlação genotípica no entendimento de caracteres complexos, ela não determina a importância dos efeitos diretos e indiretos dos atributos que a compõem (Furtado et al., 2002). A quantificação e a interpretação da magnitude do coeficiente de correlação, entre dois caracteres, podem conduzir ao equívoco de seleção, uma vez que a elevada correlação pode ser resultado do efeito de um terceiro ou até mesmo de um grupo de caracteres (Cruz e Carneiro, 2003). Assim, não é possível inferir se a sua estimativa foi estabelecida por verdadeiras relações de causa e efeito (Carvalho et al., 1999). Sendo assim, a análise de trilha (*path analysis*), proporciona maior credibilidade nas interpretações de causa e efeito entre as características observadas. A análise de trilha permite o estudo dos efeitos diretos e indiretos de variáveis independentes sobre uma variável dependente, ou seja, de uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão em que as variáveis são inicialmente padronizadas (Hartwig et al., 2007).

Dessa maneira, para seu uso no melhoramento de plantas, é essencial identificar entre as características de alta correlação com a variável básica, ou seja, dependente, as de maior efeito direto no sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta ocorra com eficiência (Cruz e Regazzi, 2001).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos estudos disponíveis e do experimento em particular, foi possível verificar que a análise de variância demonstrou existir variabilidade genética entre os acessos de cártamo, comprovando a dissimilaridade entre materiais depositados no banco de germoplasma desta espécie oleaginosa.

A estatística univariada permitiu a formação de até onze grupos, e a multivariada, de dois grupos, havendo a possibilidade de combinar acessos em cruzamentos, objetivando-se alcançar o máximo de heterose.

### REFERÊNCIAS

ABUD, A.F.; GONÇALVES, N.R.; REIS, R.G.E.; GALÃO, M.I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamo. **Revista Ciências Agrônômicas**, v.41, n.2, p.259-265, Fortaleza, 2010.

AMBROSANO, L. Avaliação de plantas oleaginosas potenciais para cultivo de safrinha. 82p. **Dissertação** (Mestrado) 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.

ARRIEL, N.H.C.; MAURO, A.O.D.; MAURO, S.M.Z.D.; BAKKE, O.A.; UNÊDA TREVISOLI, S.H.; COSTA, M.M.; CAPELOTO, A.; CORRADO, A.R. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim usando marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.801-809, 2006.

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. **Melhoramento de plantas**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 1998. 453p.

BORÉM, A.; VIEIRA, M.G. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2009. 529p.

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

CARNEIRO, M.P.G.; **Avaliação economia da biomassa para a produção de energia**. Escola de Engenharia – Departamento de produção e sistemas. Universidade de Minho. Braga, 2010. 180p.

CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, V.R.; CRUZ, C.D.; CASALI, V.W.D. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p. 603-613, Abr. 1999.

CARVALHO, F.I.F.; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V.S.; SILVA, S.A. **Condução de populações no melhoramento de plantas**. Pelotas: Ed. Universitária, 2008. 288p.

CHAPMAN, M.A.; BURKE, J.M. DNA sequence diversity and the origin of cultivated safflower (*Carthamus tinctorius* L.; Asteraceae). **BMC Plant Biology**, v.7, n.1, p.60, 2007.

CHAVES, J.C.D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte v.22, n.212, p.53-60, 2001.

CHIORATO, A.F.; CARBONEL, S.A.M.; DIAS, L.A.S.; MOURA, R.R.; CHIAVEGATO, M.B.; COLOMBO, C.A. Identification of common bean (*Phaseolus vulgaris*) duplicates using agromorphological and molecular data. **Genetics and Molecular Biology**. v.29, p.105-111, 2006.

CORONADO, L.M.; CERVANTES, J.M. **Guia para produzir cártamo em Sinaloa**. Fundación Produce, Sinaloa, 2010. 22p.

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

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, v.2, 2003, 585p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620p.

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

DIAS, L.A.S. **Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. 94p. (Tese). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, 1994.

DUARTE, J.B. **Princípios e utilização de técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 69p. (Tese) – Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1997.

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.

ELIAS, H. T.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; GONELA, A.; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.42, n.10, p.1443-1449, 2007.

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.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics: 2016 crops statistics**. Disponível em: ‘<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>’. Acesso em: 15 nov. 2018.

FARIA, E.A.; LELES, M.I.G.; IONASHIRO, M.; ZUPPA, T.O.; ANTONIOSI FILHO, N.R. Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA. **Eclética Química**, v.27. São Paulo, 2002.

FERRÃO, M.A.G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A. Divergência genética em feijoeiros em condições de inverno tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1089-1098, 2002.

FURTADO, M.R.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A.; COELHO, A.D.F.; PETERNELLI, L.A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.217-220, 2002.

GALANT, N.B.; SANTOS, R.F.; SILVA, M.A. Melhoria de cártamo (*carthamus tinctorius* L.) **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p.14-25, 2015.

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

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

GRACIA, A.B.; MÁRQUEZ, J.P.; CAMARENA, M.G.G.; ESPINOZA, X.M.O.; CORONADO, L.M.; CERVANTES, J.M. **Guia para produzir cártamo em Sinaloa**. Fundación Produce, Sinaloa, 2010. 22p.

GYAETTO, O.; FERNANDEZ, E.M.; ASNAL, W.E.; CERRIONI, G.A.; CHOLARKI, L. Comportamento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em la region de Rio Cuarto. **Investigación Agrária: Producción Protección Vegetales**, Cordoba, v.14, n.1-2, p.203-215, 1999.

HAIR, J.F.Jr.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 5ª ed. Editora. BOOKMAN, 2005. 597p.

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.

HARTWIG, I.; CARVALHO, F.F.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; SILVA, J.A.G.; BERTAN, I.; RIBEIRO, G.; FINATTO, T.; REIS, C.E.S.; BUSATO, C.C. Estimativa de coeficientes de correlação e trilha em gerações segregantes de trigo hexaplóide. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.203-218, 2007.

IVOGLO, M.G.; FAZUOLI, L.C.; OLIVEIRA, A.C.B.; GALLO, P.B.; MISTRO, J.C.; SILVAROLLA, M.B.; TOMA-BRAGHINI, M. Divergência genética entre progênies de café robusta. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.823-831, 2008.

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

KAYA, M.D.; İPEK, A.; ÖZTÜRK, A. Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Turkish Journal of Agriculture**, 2003.

KHAN, MUHAMMAD A.; EHBRECHT, S.W.; MAASS, B.L.; BECKER, H.C. Relationships among different geographical groups, agro-morphology, fatty acid composition

and RAPD marker diversity in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Genetic Resources And Crop Evolution**, v.56, n.1, p.19-30, 2009.

KUMARI, L. **Evaluation of early generations of interpecific crosses of *Carthamus* species for productive recombinants**. 64p. Master of Science (Agriculture) in genetics and plant breeding - college of agriculture, Dharwad, University of agricultural sciences, Dharwad, 2009.

LEITE, R.M.V.B.C. **Manejo de doenças no girassol**. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. Girassol no Brasil. 1ª ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. cap.17, p.501-546.

MEDEIROS, P.T. Viabilidade técnica do biodiesel metílico do óleo de duas variedades de *Carthamus tinctorius* L. como substituto do diesel de petróleo. 88p. **Dissertação** (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

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

MOURA, P.C.S.; BORTOLHEIRO, F.P.A.P.; GUIMARÃES, T.M.; LEAL, D.P.V.; SILVA, M.A. Características gerais e ecofisiologia do cártamo (*Carthamus tinctorius*), **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n.especial, p.136-150, 2015.

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.

MÜNDEL, 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, Canadá, 2004. 36p.

NATERCIA, F. Plantas que se transformam em fábricas de proteínas. **Inovação Uniemp**, vol.2, n.5, p.38-39, 2006.

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

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

OMIDI, A.H.; KHAZAEI, H.; MONNEVEUX, P.; STODDARD, F. Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Turkish Journal of Field Crops**, v.17, n.1, p.10-15, 2012.

ORTA, A.H.; ERDEM, T.; ERDEM, Y. **Determination of water stress index in sunflower**. *Helia*, v.25, p.27-38, 2002.

OZTURK, E.; OZER, H.; POLAT, T. Growth and yield of safflower genotypes grown under irrigated and non-irrigated conditions in a highland environment. **Plant Soil Environ**, v.54, n.10, p.453-460, 2008.

PASCHOAL, T.S. Genótipos de Cártamo: Produtividade de grãos, teor de óleo e acúmulo de nutrientes no Oeste do Paraná. 44p. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

PINTÃO, AN.; SILVA, I.F. **A verdade sobre o açafrão, Workshop Plantas Mediciniais e Fitoterapêuticas nos Trópicos**. IICT/CCCM, 29,30, 31 de outubro de 2008. Disponível em: [http://www2.iict.pt/archive/doc/A\\_Pintao\\_wrkshp\\_plts\\_medic.pdf](http://www2.iict.pt/archive/doc/A_Pintao_wrkshp_plts_medic.pdf). Acesso em: 02 fev 2019.

PINTO, R.J.B. Introdução ao melhoramento genético de plantas. Maringá: **Eduem**, 2<sup>a</sup> ed. 2009.

RAHAMATALLA, A.B.; BABIKER, E.E.; KRISHNA, A.G.; TINAY, A.H. Changes in fatty acids composition during seed growth and physicochemical characteristics of oil extracted from four safflower cultivars. **Plant foods for human nutrition**, v.56, n.4, p.385-395, 2001.

RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: J. Willey, 1952. 390p.

RAVIKUMAR, R.L.; PRIYA, M.S.; PATIL, B.S.; SATISH, D. **DNA Profiling and fingerprinting of selected mutants for marker analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.)** In: International safflower conference, Istanbul, 2005.

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

RODRIGUES, L.S.; ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G.; SILVA, J.B. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1275-1284, 2002.

SANTOS, R.F.; SILVA, M.A. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil, **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p.26-35, 2015.

SARTO, M.V.; BASSEGIO, D.; ROSOLEM, C.A.; SARTO, J.R.W. Safflower root and shoot growth affected by soil compaction. **Bragantia**, Campinas, v.77, n.2, p.348-355, 2018.

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

SINGH, V.; NIMBKAR, N. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) In: SINGH, R.J.; **Genetic Resources Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Oil Crops**, Boca Raton, p.168-194, 2007.

SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; KARASAWA, M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n.1, v.23, p.22-27, 2005.

VELASCO, L.; PEREZ-VICH, B.; FERNANDEZ-MARTINEZ, J.M. Identification and genetic characterization of a safflower mutant with a modified tocopherol profile. **Plant Breeding**, v.124, n.5, p.459-463, Wiley, 2005.

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.

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