

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE  
PLANTAS**

**ERIKA LORAINÉ DA SILVA**

**Uso do perfil de ácidos graxos para estimar a divergência genética em genótipos  
de *Carthamus tinctorius* L.**

**CÁCERES  
MATO GROSSO – BRASIL  
FEVEREIRO - 2021**

ERIKA LORAINÉ DA SILVA

**Uso do perfil de ácidos graxos para estimar a divergência genética em genótipos  
de *Carthamus tinctorius* L.**

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Sc. Marco Antonio Aparecido Barelli

CÁCERES  
MATO GROSSO – BRASIL  
FEVEREIRO - 2021

SILVA, Erika Loraine da.  
S586u      Uso do Perfil de Ácidos Graxos para Estimar a Divergência Genética em Genótipos de *Carthamus Tinctorius* L. / Erika Loraine da Silva - Alta Floresta/Cáceres/Tangará da Serra, 2021. 66 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2021.

Orientador: Marco Antonio Aparecido Barelli

1. Cártamo. 2. Óleo. 3. Pré-Melhoramento. I. Erika Loraine da Silva. II. Uso do Perfil de Ácidos Graxos para Estimar a Divergência Genética em Genótipos de *Carthamus Tinctorius* L.:

CDU 633.863:575


**Uso do perfil de ácidos graxos para estimar a divergência genética em genótipos de *Carthamus tinctorius* L.**

**ERIKA LORAINE DA SILVA**

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO “Carlos Alberto Reyes Maldonado”, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

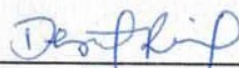
Aprovado em 05 de Fevereiro de 2021.

Comissão Examinadora:



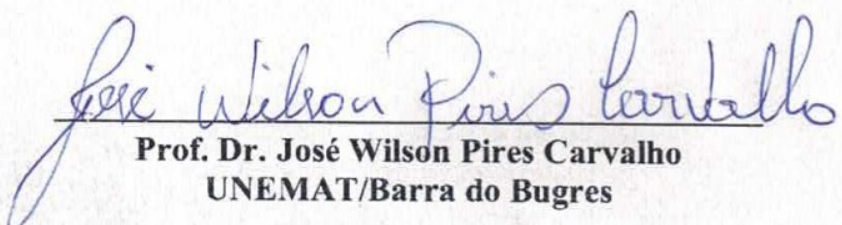
---

**Prof. Dr. Marco Antonio Aparecido Barelli**  
Orientador – UNEMAT/Cáceres



---

**Prof. Dr. Demétrio de Abreu Sousa**  
IFMT – Bela Vista/Cuiabá



---

**Prof. Dr. José Wilson Pires Carvalho**  
UNEMAT/Barra do Bugres

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeira a Deus, pela vida, pela proteção, saúde, por me guiar e conduzir durante a minha vida, pois sem ele nada seria.

À Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT pela oportunidade conferida.

Ao Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Bela Vista por ceder o laboratório e os materiais e equipamentos utilizados na presente pesquisa

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior – CAPES pela bolsa oferecida.

Ao meu orientador, Marco Antonio Aparecido Barelli, pela orientação, pelos ensinamentos e pela estimada cooperação durante o decorrer da pesquisa.

Ao meu co-orientador, Thiago Alexandre Santana Gilio, pela contribuição nesta pesquisa.

Ao professor Demétrio de Abreu Sousa pela sua valiosa parceria, orientação e atenção durante a pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas - PGMP pelas oportunidades de geração de conhecimentos e qualificação. À minha família em geral e amigos por todo amor, companheirismo e incentivo em minha trajetória, sempre me apoiando e almejando pelo meu sucesso.

Aos amigos de mestrado, em especial à Dhielida Torquato dos Santos, Altacis Junior de Oliveira e Givanildo Rodrigues da Silva, por todos os momentos compartilhados. E aos amigos e companheiros de laboratório pela colaboração nos trabalhos e pelos momentos de descontração e companheirismo durante o decorrer da pesquisa.

## **BIOGRAFIA**

Erika Loraine da Silva nasceu em Cáceres – Mato Grosso, no dia 01 de outubro de 1994, filha primogênita de Edilene Aparecida da Silva e Edinaldo Jose da Silva, concluiu o Ensino Médio na Escola Estadual Professor João Florentino Silva Neto localizado no Distrito de Caramujo/Cáceres – MT, no ano de 2012. Diplomou-se no ano de 2016 na turma de Tecnologia em Biocombustíveis pelo Instituto Federal de Mato Grosso – Prof. Olegário Baldo – Campus Cáceres, foi bolsista de iniciação científica por um ano durante o curso. Em 2018 foi aprovada no processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas na UNEMAT, ingressando no ano de 2019; onde trabalhou com identificação do perfil de ácidos graxos de 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1	Cártamo ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.).....	3
2.2	Óleos vegetais.....	5
2.3	Perfil lipídico de óleos e gorduras.....	7
2.4	Óleo de cártamo.....	11
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1	Origem dos genótipos .....	14
3.2	Obtenção dos grãos.....	16
3.3	Extração do óleo e esterificação.....	16
3.4	Análise do perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa - espectrometria de massas (GC-MS).....	17
3.5	Análise dos dados.....	19
3.5.1	Distância generalizada de <i>Mahalanobis</i> $D_{ii'}^2$ .....	19
3.5.2	Método de agrupamento de otimização de Tocher .....	20
3.5.3	Método de agrupamento hierárquico de UPGMA.....	21
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1	Análise de variância univariada.....	23
4.2	Análise multivariada.....	28
4.2.1	Distância generalizada de <i>Mahalanobis</i> ( $D_{ii'}^2$ ).....	28
4.2.2	Análise de agrupamento de otimização de Tocher e UPGMA.....	40
4.2.3	Representação gráfica tridimensional.....	45
4.2.4	Importância relativa dos caracteres.....	46
5.	CONCLUSÕES.....	48
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

## RESUMO

SILVA, Erika Loraine, M. Sc., UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, Agosto de 2020. **Uso do perfil de ácidos graxos para estimar a divergência genética em genótipos de *Carthamus tinctorius* L.** Professor Orientador: Marco Antonio Aparecido Barelli. Professor Co-orientador: D. Sc. Thiago Alexandre Santana Gilio.

O cártamo é uma oleaginosa anual, seu óleo tem potencial de ser empregado em vários setores, como produção de biodiesel, indústria farmacêutica, fabricação de tintas, na alimentação de ruminantes e humanos, pois seu óleo é rico em ácido linoleico, ácido oleico e proteínas. Constitui-se em alternativa de planta oleaginosa, que possui características importantes como manejo simples, similar às culturas já existentes, alto teor de óleo (35,00 a 50,00%) e fácil adaptação ao clima brasileiro. O presente estudo avaliou o perfil de ácidos graxos de 120 genótipos de cártamo quanto à qualidade do óleo, onde foram avaliados os teores de ácido palmítico, esteárico, oléico e linoléico. Foi realizada a análise de variância e as médias de cada caractere foram agrupadas por meio do teste Scott-Knott (1974) a 1% de probabilidade. A divergência genética foi estimada com base na distância generalizada de *Mahalanobis* ( $D^2_{ii}$ ) e foram empregados métodos de agrupamento de Otimização de Tocher, UPGMA e Dispersão Gráfica. Os resultados indicaram diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) para os caracteres avaliados, evidenciando a variabilidade genética entre os genótipos estudados. Pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), foi possível observar a formação de até de 34 grupos. A menor distância observada entre os 120 genótipos estudados foi entre os genótipos PI 401589 e o PI 537684 (= 2,00) e a maior entre os genótipos PI 401474 e PI 544002 (= 45372,81). Por meio das medidas de dissimilaridade, utilizando o método de agrupamento de Otimização de Tocher possibilitou-se a formação de sete grupos distintos. O dendrograma construído via método UPGMA, distribuiu os 120 genótipos de cártamo avaliados em quatro grupos. Por meio da dispersão gráfica, foi possível observar sete grupos distintos, o que corrobora com os resultados obtidos pelo método de Tocher indicando que os métodos de Otimização de Tocher, UPGMA e Dispersão Gráfica são parcialmente concordantes, onde os genótipos similares reuniram-se no mesmo grupo e os genótipos dissimilares foram alocados em grupos distintos. Os genótipos PI 369842, PI 392031, PI 401474, PI 401475, PI 405975, PI 532639 e PI 613382 foram os que apresentaram melhor desempenho, para os quatro ácidos graxos avaliados, sugerindo que estes possam ser empregados na obtenção de genótipos superiores em um programa de melhoramento envolvendo cruzamentos, para a cultura de cártamo.

**Palavras-chave:** Cártamo; Óleo; Pré-melhoramento.



## ABSTRACT

SILVA, Erika Loraine, M. Sc., UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, August, 2020. **Fatty acid profile use in order to estimate genetic divergence in *Carthamus tinctorius* L. genotypes.** Advisor: Marco Antonio Aparecido Barelli. Co-advisor: D. Sc. Thiago Alexandre Santana Gilio.

Safflower is an annual oilseed, its oil presents potential to be used in several sectors, such as biodiesel production, pharmaceutical industry, paint manufacturing, ruminant and human feed, since its oil is rich in linoleic and oleic acids and proteins. It is characterized as an alternative of oilseed plant that shows important characteristics such as simple management, similar to existing crops, high oil content (35.00 to 50.00%) and easy adaptation to Brazilian climate. The present study evaluated the fatty acid profile of 120 safflower genotypes for oil quality, by the evaluation of palmitic, stearic, oleic and linoleic acids content. Variance analysis was performed and means of each character were grouped through Scott-Knott (1974) test at 1% probability. Genetic divergence was estimated based on *Mahalanobis* generalized distance ( $D^2_{ii}$ ) and by using clustering methods of *Tocher* Optimization, UPGMA and Graphic Dispersion. Results indicated significant differences ( $p < 0.01$ ) for evaluated characters, evidencing genetic variability among studied genotypes. By Scott & Knott (1974) clustering test (1974), it was possible to observe up to 34 formation groups. The shortest distance observed among 120 studied genotypes was between PI 401589 and PI 537684 genotypes (= 2.00) and the largest one between PI 401474 and PI 544002 genotypes (= 45372.81). Through dissimilarity measures, by using *Tocher* Optimization clustering method, it was possible to observe the formation of seven distinct groups. Dendrogram constructed through UPGMA method distributed 120 safflower genotypes evaluated in four groups. By using graphic dispersion, it was possible to observe seven distinct groups, corroborating the results obtained by *Tocher* method indicating that *Tocher* Optimization, UPGMA and Graphic Dispersion are partially concordant, where similar genotypes were situated in the same group and dissimilar ones allocated into different groups. PI 369842, PI 392031, PI 401474, PI 401475, PI 405975, PI 532639 and PI 613382 genotypes presented the best performance for the four fatty acids evaluated, suggesting that these ones may be used to obtain superior genotypes in a breeding program involving crosses for safflower crop.

**Key-words:** Safflower; Oil; Pre-breeding.

## 1. INTRODUÇÃO

O *Carthamus tinctorius* L. é uma espécie oleaginosa da família Asteraceae, é uma planta xerófita, adaptada para sobreviver em regiões de climas semiárido e desértico (árido), possui alto teor de óleo e proteína e pode ser utilizada como alternativa na rotação de culturas (Hojati et al., 2011) ou em cultivo de segunda safra onde a semeadura ocorre em fevereiro/março, devido as condições pluviais (200 a 600 mm) e de temperaturas (20 a 28 °C), circunstâncias inadequadas ao cultivo de culturas como a soja (Dalchiavon et al., 2016).

A cultura do cártamo se adapta bem em solos profundos com textura média e arenosos, pouco compactados e regiões de temperatura amena (INIFAP, 2010). O principal objetivo da produção do cártamo é voltado à extração do óleo de suas sementes, visto que o teor de óleo da semente pode alcançar entre 35,00 e 50,00 % (Camas et al., 2007). Seu óleo, além de apresentar rendimento elevado de produção, é considerado de qualidade e pode ser utilizado para consumo humano e uso industrial (Sarto, 2018).

A indústria alimentícia valoriza a presença de ácidos graxos polinsaturados, devido ocorrência de ácido linoleico (18:2n-6), que é considerado benéfico para a saúde humana e, também, pela ocorrência de ácido oleico (18:1n-9) monoinsaturado, que pode ser utilizado como óleo de fritura de alta qualidade, por apresentar alta estabilidade oxidativa. Também se destaca em seu óleo a ocorrência de antioxidantes naturais, como o tocoferol, que é um termo genérico para a "vitamina E", é utilizado para indicar oito compostos diferentes, que são nomeados como  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - e  $\delta$ - (alfa, beta, gama e delta) tocoferóis e tocotrienóis (Chun et al., 2006). Por conter sabor natural e suavidade, pode ser utilizado em temperos e como dispersantes de sabor (Khalid et al., 2017), tornando-o uma alternativa em formulações de alimentos.

O óleo de cártamo pode ser utilizado na produção de biodiesel, fabricação de tintas, na indústria farmacêutica, e a torta residual da extração do óleo serve para a alimentação de ruminantes, por ser rica em ácido linoleico, ácido oleico e proteínas,

que são nutrientes com alto custo e essenciais para a manutenção e desenvolvimento dos animais (Alves, 2018).

Para indústria energética, além dos ácidos oleico e linoleico, a ocorrência de ácido palmítico (C16:0), ácido palmitoléico (C16:1n-7), ácido esteárico (C18:0), dentre outros, que também são importantes, pois auxiliam diretamente no processo de transesterificação para a produção de biodiesel (Goering et al., 1982; Morais, 2012).

O tamanho da cadeia carbônica dos ácidos graxos, a posição e a quantidade de suas ligações, o número e a presença de outras funções químicas os diferenciam, portanto, a identificação dos ácidos graxos é de suma importância, pois estes determinam as propriedades do óleo, podendo assim determinar a recomendação adequada para sua utilização e de seus produtos finais (Morais, 2012).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar 120 genótipos de cártamo quanto à qualidade do seu óleo, com intuito de selecionar genótipos com qualidade para produção de óleo para o uso industrial.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)

O cártamo é conhecido, popularmente, como açafão ou açafão bastardo, é nomeado cientificamente como *Carthamus tinctorius*, em que “carthamus” vem do árabe “kurthum”, derivado do hebraico “kartami”, que tem o significado de tingir (Ahmed et al., 2007). Considerado como uma das culturas mais antigas da humanidade, o cártamo é uma planta natural do centro da Ásia Central, teve seu uso relatado na China há 2.200 anos e suas sementes são descritas em tumbas egípcias há mais de 4.000 anos (Gyulai, 1996).

Originalmente, foi cultivado por séculos ao longo de uma vasta área que se estende do centro da Índia para o oeste e ao redor do Mar Mediterrâneo. Weiss (1971) relata que a origem inicial do cártamo foi ao sudoeste da Ásia, mas Ashri e Knowles (1960) e Hanelt (1961) indicaram o Oriente Próximo como centro de origem desta planta. Essa suposição foi fundamentada na semelhança entre o cártamo cultivado e duas espécies selvagens relacionadas: *C. flavescens* descritas na Turquia, Síria e Líbano e *C. palaestinus* descoberto em áreas desérticas do oeste do Iraque e sul de Israel. Knowles (1969) descreveu os centros de cultivo do cártamo como “centros de similaridade” e não como centros de origem ou diversidade, pois existe uma semelhança entre os tipos existentes em alguns ou na maioria dos centros (Singh e Nimbkar, 2007).

O gênero *Carthamus* compreende 25 espécies com 10, 11, 12, 22 e 32 pares de cromossomos, dessas 25 espécies apenas *C. tinctorius*, com  $2n = 24$ , é cultivada, o restante é considerada selvagem (Ashri e Knowles, 1960). Embora seja uma planta predominantemente autofecundante, possui uma taxa de 8,00 a 10,00 % de fecundação cruzada (Butler et al., 1966). O cártamo possui uma rica variabilidade genética para diferentes características de importância econômica, por isso na Diretoria de Pesquisa de oleaginosas, Rajendranagar, Hyderabad, Índia, mantém uma coleção de germoplasma com mais de 7.300 acessos no Germplasm Management Unit (GMU),

nos EUA há outra coleção com 2.383 acessos na Estação Regional de Introdução às Plantas do Oeste (WRPIS) em Pullman, WA (Mukta, 2012).

A planta de cártamo possui várias ramificações distribuídas como primárias secundárias e terciárias, onde surge uma inflorescência que é chamada de capítulo, sendo que o genótipo, o ambiente e o manejo influenciam no número de capítulos. Cada capítulo possui de 20 a 250 flores ou floretes que são envolvidas por diversas brácteas sobrepostas. Cada florete é composto por um conjunto de pétalas que envolvem o gineceu e androceu, constituindo uma estrutura conhecida como tubo de corola. O androceu possui cinco filetes, as anteras se fundem para formar o cone de anteras. O estilo-estigma é envolvido pelo tubo de corola e localizado abaixo do cone de anteras e quando o estilo-estigma se estende, ultrapassa as anteras efetuando a autopolinização (Singh e Nimbkar, 2007).

As sementes são do tipo eurispérmicas, onde o formato é irregular, com ápice achatado e base arredondada, pode exibir um teor de proteínas de 36,00 % e amido em 3,00 %, as dimensões médias de comprimento de 6,84 mm, largura de 4,21 mm e espessura de 3,37 mm. A germinação é epígea, em que o hipocótilo leva para os cotilédones fora da terra, sua plântula é fanerocotiledonar, ou seja, os cotilédones escapam da testa e se expandem (Abud et al., 2010).

O cártamo tem um ciclo máximo de produção de 130-140 dias, pode ser cultivado em climas temperados ou ter dois cultivos em clima semiárido, a planta apresenta uma altura média que varia de 30,00 – 150,00 cm e possui um sistema de raízes desenvolvido com até 1,00 m de profundidade, a colheita é semelhante às culturas da soja (Emongor, 2010).

Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT, 2019), no ano de 2019, 652.780,00 ha de cártamo foram cultivados em torno do mundo e 590.869,00 toneladas de sementes de cártamo foram produzidas. O cártamo é cultivado em mais de 60 países, sendo o Cazaquistão, República Unida da Tanzânia, Federação Russa, México, China, Índia, Argentina e Peru os principais países produtores, de acordo com a FAOSTAT. Contudo, há também um grande potencial em outras regiões para o cultivo desta cultura, especialmente Oceania e África (Khalid et al., 2017).

O cártamo está entre as oleaginosas mais plantadas no México, em função do alto teor de óleo de 37,00 a 41,00 %, e dependendo da variedade, pode ter 75,00 % de ácido linoleico e 12,00 % de ácido oleico ou 75,00 % de ácido oleico e 12,00 % de ácido linoleico, que é de grande interesse para indústria alimentícia e para a produção de biodiesel, respectivamente (Casillas et al., 2017).

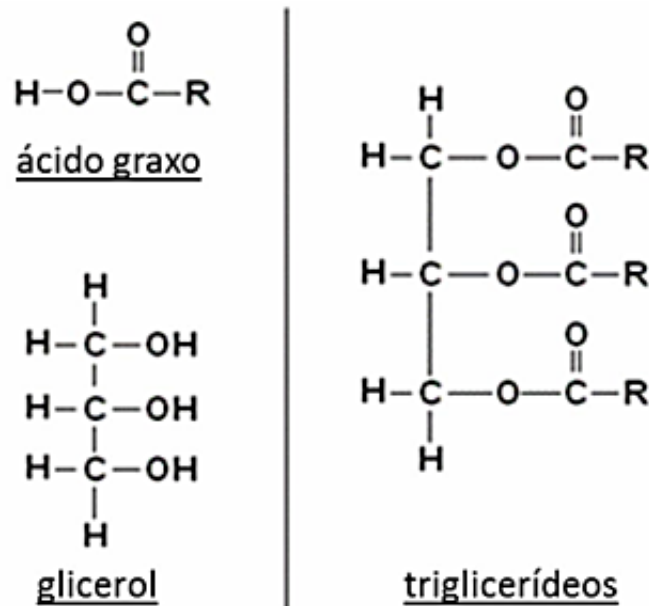
Suas sementes oleaginosas e os caules lignocelulósicos tornam o cártamo uma matéria prima apropriada para a produção de multibiocombustíveis como o etanol, biogás e biodiesel e também com outros produtos de valor agregado, como biofertilizante e glicerol (Rashid e Anwar, 2008).

## **2.2 Óleos vegetais**

Lipídios são substâncias químicas que compartilham um conjunto, não são diferenciados por algum grupo funcional comum, mas sim pela sua alta solubilidade em solventes orgânicos e insolubilidade em água. Em conjunto com as proteínas, ácidos nucleicos e carboidratos, os lipídios são componentes essenciais das estruturas biológicas, e fazem parte de um grupo conhecido como biomoléculas, e se localizam distribuídos em todos os tecidos, principalmente nas membranas celulares e nas células de gordura (Jorge, 2009).

Os lipídios são produtos naturais compostos por ácidos graxos, esteróides, terpenos, carotenóides e hidrocarbonetos de cadeia longa em suas moléculas, e que possuem em comum a solubilidade em solventes orgânicos (não polares), como éter dietílico, hexanos, benzenos, clorofórmio ou metanol (FIB, 2014).

Óleos vegetais são substâncias derivadas de espécies vegetais, principalmente oleaginosas, e são formados predominantemente de compostos de condensação entre glicerol e ácidos graxos chamados de triglicerídeos, como representado na Figura 1, podendo conter fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres (Rinaldi et al., 2007). Estes possuem de uma a quatro insaturações (ligações duplas) na cadeia carbônica, sendo líquidos à temperatura ambiente. Gorduras e óleos permitem a digestão de alimentos e facilitam a absorção de vitaminas e fenóis (Moretto et al., 1998).



**Figura 1.** Representação da estrutura química de óleos vegetais.  
 Fonte: Rinaldi et al., 2007.

Os compostos dos óleos podem ser agrupados em duas grandes categorias: glicerídeos e não glicerídeos, os glicerídeos são produtos da esterificação de uma molécula de glicerol com até três moléculas de ácidos graxos. Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos de cadeia longa, livres ou esterificados e quando saturados, possuem apenas ligações simples entre os carbonos e pouca reatividade química. Os ácidos graxos insaturados contêm uma ou mais ligações duplas no seu esqueleto carbônico, são mais reativos e mais suscetíveis a termo-oxidação (FIB, 2014)

Os ácidos graxos são substâncias que fazem parte das moléculas de lipídios, são compostos orgânicos encontrados em tecidos do corpo humano, nas células de gordura, nas membranas celulares e os principais constituintes dos triacilglicerídeos (TAG). Os TAG são compostos formados basicamente por moléculas de glicerol e de ácidos graxos. Os ácidos graxos podem ser classificados em saturado ou insaturado de acordo com as ligações presentes em suas moléculas, podendo ser encontrados em fontes de gordura vegetal e animal (Nasciutti et al., 2015).

Os ácidos graxos insaturados são comumente caracterizados por conta do seu número de ligações duplas e podem ser classificados em monoinsaturado (uma insaturação) ou poli-insaturado (mais que uma insaturação), podendo ser classificados

também de acordo com o posicionamento de suas ligações duplas, sendo assim, são divididos em três séries:  $\omega$ -3 (ômega 3),  $\omega$ -6 (ômega 6) e  $\omega$ -9 (ômega 9) (Volkman et al., 2017).

Os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAS) contêm mais de uma dupla ligação entre suas moléculas e entre eles destacam-se o alfa-linolênico (ômega-3) e o linoleico (ômega-6) que são conhecidos como essenciais, pois os seres humanos não podem sintetizá-los, sendo assim, necessitam obtê-los a partir da ingestão dietética, como a utilização de óleos vegetais na alimentação (Jump, 2002).

Os ácidos graxos orgânicos, de origem vegetal ou animal, também possuem em sua composição o grupo carboxila ( $-\text{COOH}$ ) ligado a uma longa cadeia alquílica, saturada ou insaturada, sendo denominados ácidos graxos livres e sua presença facilita o processo de auto-oxidação lipídica (Volkman et al., 2017).

Os ácidos graxos podem ser representados pela quantidade de carbonos, quantidade de insaturações e a posição da insaturação mais próxima do terminal hidrocarbonado (nomenclatura ômega). Por exemplo, os ácidos graxos mais comuns em óleos vegetais são: C16:0 (16 carbonos e 0 insaturações); C18:0 (16 carbonos e 0 insaturações); C18:1n-6 (18 carbonos; 1 insaturação; na posição  $\omega$ -6) e C18:2n-3 (18 carbonos; 2 insaturações, sendo a primeira na posição  $\omega$ -3). Ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente (Raposo, 2010; Martini et al, 2018).

A qualidade do óleo sofre interferência direta dos ácidos graxos que o compõe, bem como o ponto de fusão que está relacionado com a proporção de ácidos graxos saturados e insaturados, e o comprimento da cadeia dos ácidos graxos saturados presentes no mesmo. Óleos com elevado conteúdo de ácidos graxos saturados apresentam maior número de cetano, que são viáveis para a produção de biodiesel, pois apresenta maior lubrificidade e são mais estáveis quimicamente (Moraes, 2012).

### **2.3 Perfil lipídico de óleos e gorduras**

Na indústria, 80,00 % da produção mundial de óleos e gorduras são utilizados principalmente para alimentação, sendo assim existe a necessidade de pesquisas quanto a novas fontes de lipídios que não apresentem em sua composição gorduras



trans, pois estas podem inibir o metabolismo de ácidos graxos essenciais, aumentando assim os níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL) e diminuindo lipoproteína de alta densidade (HDL), sendo então prejudicial à saúde (Nozaki et al., 2012).

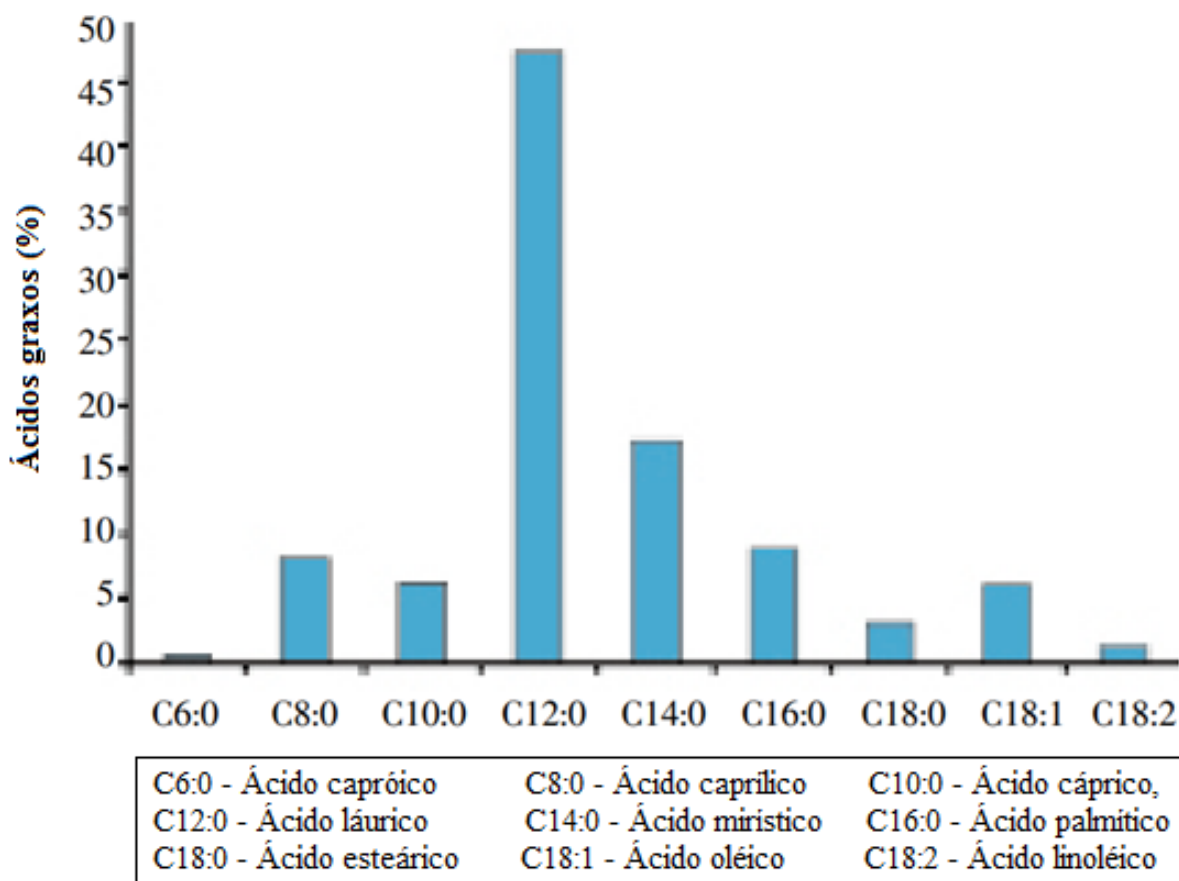
O perfil de ácidos graxos, teor de esteróis e tocoferóis e as características físico-químicas devem ser avaliados em óleos e gorduras, pois permitem atestar a segurança do mesmo para o consumo humano e também podendo fazer indicação para a indústria alimentícia, farmacêutica e outras. A identificação de ácidos graxos individuais é muito importante para estudos relacionados à degradação do óleo e identificação de autenticidade do mesmo (Moretto et al., 1998).

As distintas composições de óleos proporcionam diferentes efeitos dos lipídios, o consumo de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) e de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) vem sendo recomendado visando à melhora do perfil lipídico em relação aos ácidos graxos saturados (Sales et al., 2005). Lawton e companheiros (2000) sugerem em suas pesquisas que o grau de saturação do ácido graxo influencia na saciedade, sendo os ácidos graxos poli-insaturados os mais eficientes em inibir a ingestão alimentar.

Alimentos ricos em ácidos graxos monoinsaturados podem auxiliar na redução plasmática das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) e colesterol total, um efeito benéfico à saúde, pois auxiliam na redução do risco de doenças cardiovasculares (Joris e Mensink, 2016). Do ponto de vista da estabilidade do óleo, o teor de ácidos graxos poli-insaturados é considerado bom quando se apresenta baixo, pois quanto maior a quantidade de duplas ligações, menor a estabilidade oxidativa (Ferrari, 2015).

O óleo de amendoim, por exemplo, é rico em ácidos graxos insaturados e contém pouca percentagem de ácidos graxos saturados, onde há predominância dos ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, e com composição de ácidos graxos insaturados em até 80,00 % (Martini et al., 2018). Entretanto, a relação entre ácidos oleico e linoleico varia entre cultivares, sendo que quanto maior a relação oleico/linoleico, uma vez que o ácido linoleico apresentar maior quantidade, maior o tempo de conservação (Martin et al., 2006).

O óleo de coco é classificado como óleo saturado e é líquido devido à predominância de ácidos graxos de cadeia média (AGCM) em sua composição (ácido capríco C6:0, ácido caprílico C8:0, ácido cáprico C10:0 e ácido láurico C12:0) como mostra na Figura 2 (Debmandal e Mandal, 2011).



**Figura 2.** Composição de ácidos graxos do óleo de coco.  
 Fonte: Debmandal e Mandal, 2011, com adaptações.

O óleo de palma, comparado com outros óleos vegetais, contém uma proporção maior de ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados, que inclui os ácidos graxos palmítico (C16:0) e oleico (C18:1n-6), o que corresponde a quase 50,00%. Estes AG proporcionam ao óleo resistência à oxidação e alto ponto de fusão além de ser um óleo de baixo custo, o que contribui para a expansão de seu uso na indústria alimentícia (Gesteiro et al., 2018).

O óleo de abacate apresenta teores elevados de ácidos graxos monoinsaturados (60,00 %), teor intermediário de ácidos graxos saturados (24,00 %) e baixo teor de ácidos graxos poli-insaturados (16,00 %), a maior concentração é dada pelo ácido

oleico (Tabela 1). O óleo extraído da polpa pode conter maior concentração do ácido graxo oleico, enquanto o extraído da semente maior concentração dos ácidos graxos linoleico e  $\alpha$ -linolênico, que detêm propriedades benéficas à saúde humana (Almeida et al., 2018).

**Tabela 1.** Perfil de ácidos graxos presentes no óleo das principais variedades de abacate

	Teores (%)	
	Médio	Máximo
<b>Ácidos graxos saturados</b>		
C16:0	23,50	27,40
C18:0	0,90	1,20
C14:0	Traços	0,24
<b>Ácidos graxos insaturados</b>		
C16:1	7,40	11,80
C18:1	52,00	61,60
C18:2	14,80	23,50
C18:3	1,50	2,20

Fonte: Soares e Ito, 2000.

Alvarez et al. (2020) avaliaram o perfil de ácidos graxos dos óleos de cultivares comerciais de abacate Papelillo (*Persea americana* cv. Lorena) do município de Marsella (Risaralda, Colômbia), e notaram que o ácido graxo encontrado na maior proporção no óleo de semente foi o ácido linoleico (C18:2n-6) e o do óleo de polpa o ácido oleico (C18:1n-9), a classificação química realizada neste estudo é de grande importância, devido à falta de informações sobre o óleo do abacate ‘Papelillo’ cultivado em diferentes regiões da Colômbia, e estas informações incrementam este recurso natural, contribuindo para sua utilização integral, gerando valor agregado e novas oportunidades de mercado.

O óleo de girassol é composto por ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0) ácido oleico (C18:1n-9) e ácido linoleico (18:2n-6), com a predominância do ácido linoleico, nas variedades tradicionais contendo aproximadamente de 40,00 % a 70,00 % de ácido linoleico, este óleo é um dos mais utilizados na indústria alimentícia.

Assim, a quantificação dos ácidos graxos, tanto saturados quanto insaturados, em óleos é de grande importância, pois dependendo do genótipo da planta, do controle genético, e também de condições ambientais, sua composição pode variar, o que interfere na qualidade final do óleo (Regitano Neto et al., 2015).

## 2.4 Óleo de cártamo

O óleo extraído das sementes de cártamo possui sabor similar à noz e coloração amarela dourada, é composto especialmente por ácido linoleico (C18:2n-6), ácido oleico (C18:1n-9), ácido palmítico (C16:0) e ácido esteárico (C18:0). O consumo deste óleo, comparado a outros óleos, torna-se favorável por conta de sua estabilidade durante os processos de cocção, baixo custo e seu elevado conteúdo de ácidos graxos essenciais (Della, 2014).

Os investimentos no óleo de cártamo são de suma importância devido a sua composição (Tabela 2), as variedades com alto teor de ácido oleico despertam interesse em sua aplicabilidade na indústria energética, principalmente no que se refere ao setor bioenergético (Goering, 1982).

**Tabela 2.** Composição de ácidos graxos do óleo de cártamo (variedade linoleica)

Nome	Composição	Porcentagem (%)
Ácido Palmítico	C16:0	8,60
Ácido Esteárico	C18:0	1,93
Ácido Oleico	C18:1	11,58
Ácido Linoleico	C18:2	77,89

Fonte: Goering, 1982.

Chakradhari et al. (2019) avaliou sementes cultivadas de (*C. tinctorius* L.), originárias da Índia e da Ucrânia, e identificou a presença de 8 e 11 ácidos graxos nos óleos de suas sementes, onde quatro deles - (C18: 2), (C18: 1), (C18: 0) e (C16: 0) - foram identificados como os componentes principais e constituíram quase 99% do total ácidos graxos contidos no óleo.

Vosoughkia et al. (2011) avaliaram a composição de ácidos graxos do óleo de quatro variedades de cártamo (Padideh, Zendehtood, KF72 e Bacum92) que são cultivadas no Irã, e encontrou predominância do ácido linoleico (74,84 - 77,86 %), seguido de oleico (12,57 - 15,75 %), palmítico (6,16 - 7,07 %) e ácido esteárico (2,39 - 2,83 %), e quantidades vestigiais de ácidos graxos mirísticos, palmitoléicos, araquídicos, beênicos e linolênicos em óleo de diferentes variedades.

O óleo de cártamo possui grande potencial econômico, pois apresenta alta variabilidade de matérias-primas, tendo diversas utilidades de emprego, dentre estas pode ser utilizado no setor alimentício, ornamental, medicinal, na produção de biocombustíveis, na fabricação de tintas, vernizes e cosméticos (Vivas, 2002; Coronado, 2010).

Sabzalian et al. (2008) analisaram três espécies diferentes de cártamo e relataram que os ácidos oleico, linoleico, esteárico e palmítico são os principais ácidos graxos, constituindo 96 a 99 % dos ácidos graxos totais, sendo então estes os AGs selecionados para o tratamento estatísticos deste trabalho.

Morais (2012) verificou que o biodiesel produzido a partir do óleo de cártamo encontra-se dentro do padrão aceitável para uso como combustível em motores do tipo ciclo diesel, indicando que esta matéria prima, apresenta-se como uma alternativa econômica promissora. Porém, são necessários estudos agronômicos para melhorar a produção de sementes e as propriedades dos óleos brutos. Um dos motivos que impede a expansão dessa cultura no país é a ausência de cultivares melhoradas e adaptadas para o nosso ambiente e pouco conhecimento técnico com relação ao seu cultivo. Faz-se necessário então o esclarecimento de muitas informações, como a escolha e a seleção de genótipos que melhor se adaptariam nas regiões produtoras, desenvolvimento de cultivares entre outras.

Oliveira et al. (2018) analisaram o comportamento do óleo e do biodiesel de quatro genótipos de cártamo, avaliando aspectos físicos e químicos, e verificaram que independentemente do genótipo utilizado, a produção de ésteres metílicos foi favorável quando comparado com valores de outros óleos comumente usados.

Nimrouzi et al. (2020) avaliaram os efeitos protetores de diferentes doses de óleo extraído das sementes de cártamo contra a síndrome metabólica (grupo de

distúrbios metabólicos, incluindo obesidade central, dislipidemia, hipertensão, inflamação e resistência à insulina) induzida por frutose, investigando a homeostase de oligoelementos, TNF- $\alpha$  e metabolismo de ácidos graxos, e notaram que auxilia na melhora do metabolismo induzido pela frutose por meio de efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios.

Campanella et al. (2014) avaliaram o efeito da suplementação de óleo de cártamo sobre peso corporal, perfis lipídico e glicídico em ratos Wistar induzidos à obesidade por dieta hiperlipídica, e observaram que a suplementação de óleo de cártamo a 24,00 % por 30 dias diminuiu o consumo alimentar, acarretando menor ganho de peso corporal dos animais e aumento da concentração de HDL-colesterol no grupo tratado com dieta normolipídica, sem influenciar nas demais concentrações do perfil lipídico e da glicemia.

No Brasil, o óleo de cártamo tem sido estudado também, como composto termogênico e no tratamento de problemas relacionados ao sistema cardiovascular. Estudos realizados em camundongos demonstram que a utilização desse óleo pode diminuir lesões ulcerogênicas, aliviar a constipação, as dores reumáticas e que possui atividades laxantes e antifúngicas (Toma et al., 2014).

Portanto, estudos visando a escolhas de cultivares com um perfil lipídico apropriado para a indústria energética são importantes e necessários para contribuir com o desenvolvimento do conhecimento científico sobre a cultura do cártamo no Brasil.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa desenvolveu-se na Universidade do Estado de Mato Grosso e Instituto Federal de Mato Grosso, com atividades realizadas nos laboratórios:

- i. Laboratório de Recursos Genéticos & Biotecnologia (LRG&B) Cidade Universitária, Universidade Estadual de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado” (UNEMAT), Cáceres, MT (produção, beneficiamento e armazenamento das sementes);
- ii. Laboratório de Matérias Primas e Produção de Biodiesel (LMPPB) do campus Barra dos Bugres, MT (extração do óleo das sementes);
- iii. Laboratório de Instrumentação (LI) do IFMT- Campus Bela Vista, Cuiabá, MT (análise do perfil de ácidos graxos do óleo extraído).

#### 3.1 Origem dos genótipos

Os 120 genótipos de cártamo utilizados neste estudo foram identificados por um código formado por “Plant Introduction” (PI) e seu número, o que permite identificar a origem de cada genótipo (Tabela 3). Estes genótipos foram provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do IMA-MT (Instituto Mato-grossense de Algodão) situado no município de Primavera do Leste-MT, via o USDA ARS (United States Department of Agriculture Agricultural Research Service dos Estados Unidos da América (EUA), e foram cedidos ao Laboratório de Recursos Genéticos & Biotecnologia da Universidade Estadual de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado” (UNEMAT), Campus de Cáceres-MT, para posteriores estudos.

**Tabela 3.** Ordem, identificação e origem dos genótipos de *Carthamus tinctorius* L.

Ord.	PI	Origem	Ord.	PI	Origem	Ord.	PI	Origem	Ord.	PI	Origem
1	193473	Etiópia	31	305209	Índia	61	406007	Iran	91	568798	China
2	195895	Marrocos	32	305540	Cazaquistão	62	406015	Iran	92	568866	China
3	237539	Turquia	33	306832	Índia	63	407606	Turquia	93	568870	China
4	248385	Índia	34	306833	Índia	64	407613	Turquia	94	568876	China
5	248620	Paquistão	35	306838	Índia	65	451954	Índia	95	572431	EUA
6	248808	Índia	36	306844	Índia	66	451956	Índia	96	572439	EUA
7	248828	Índia	37	306866	Índia	67	506426	China	97	572450	EUA
8	248839	Índia	38	343783	Iran	68	508068	EUA	98	572464	EUA
9	248852	Índia	39	343930	Etiópia	69	514625	China	99	572544	Canada
10	250083	Egito	40	367833	Argentina	70	525457	EUA	100	576981	China
11	250188	Paquistão	41	369842	Armênia	71	537658	EUA	101	576985	França
12	250190	Paquistão	42	369845	Tajiquistão	72	537673	EUA	102	613357	EUA
13	250203	Paquistão	43	369849	Rússia	73	537680	EUA	103	613361	EUA
14	250204	Paquistão	44	369854	Uzbequistão	74	537682	EUA	104	613366	EUA
15	250840	Iran	45	392029	Turquia	75	537684	EUA	105	613373	EUA
16	250922	Iran	46	392030	Turquia	76	537697	EUA	106	613380	EUA
17	251978	Turquia	47	392031	Turquia	77	537712	EUA	107	613382	EUA
18	253540	Hungria	48	393500	Iran	78	544002	China	108	613384	EUA
19	253899	Síria	49	401474	Bangladesh	79	544013	China	109	613394	EUA
20	259996	Paquistão	50	401475	Bangladesh	80	544028	China	110	613409	EUA
21	259997	Paquistão	51	401477	Bangladesh	81	544030	China	111	613415	EUA
22	262443	Espanha	52	401480	Bangladesh	82	544031	China	112	613419	EUA
23	262447	Cazaquistão	53	401578	Índia	83	544036	China	113	613422	EUA
24	262450	Índia	54	401589	Índia	84	544038	China	114	613456	EUA
25	279344	Japão	55	405955	Iran	85	544043	China	115	613503	EUA
26	283757	Índia	56	405961	Iran	86	560178	EUA	116	613519	Iran
27	304438	Iran	57	405965	Iran	87	532639	Índia	117	638543	Canada
28	305161	Índia	58	405970	Iran	88	568787	China	118	653143	EUA
29	305198	Índia	59	405975	Iran	89	568792	China	119	653149	China
30	305207	Índia	60	406006	Iran	90	568795	China	120	653186	China



### **3.2 Obtenção dos grãos**

Os genótipos de cártamo foram plantados em condição de campo, na área experimental da Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (Empaer), situada na latitude 16°43'42" Sul e longitude 57°40'51" Oeste com altitude de 118 metros, BR 070, município de Cáceres-MT. Conforme a classificação de Köppen, o clima característico da região, é tropical, quente, úmido e inverno seco (Awa), com período de regime de chuvas, que alteram de outubro a março, média de precipitação anual de 1.335 mm, nos meses de abril a setembro a oferta hídrica é mínima (Neves et al., 2011).

A semeadura foi realizada manualmente no dia 1 de maio de 2018, a uma profundidade de aproximadamente 0,05 m. A área experimental foi composta por 120 unidades experimentais de 4 linhas de 1 m, dispostas no espaçamento 0,50 m x 0,10 m entre e dentro de fileiras, respectivamente.

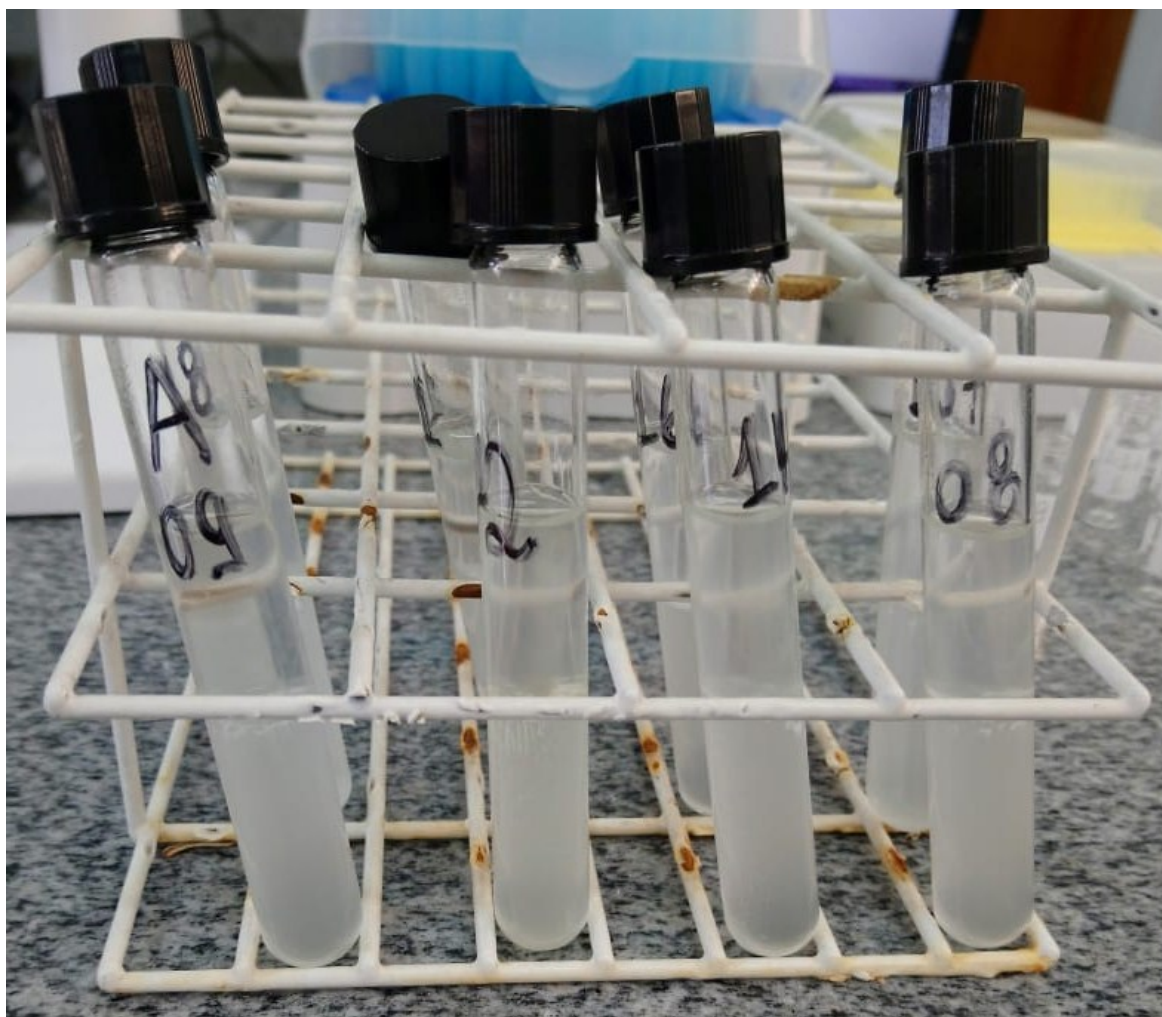
A multiplicação de sementes foi realizada visando produzir a quantidade necessária para extração do óleo, com intuito de obter uma produção mínima de 1 kg de sementes de cada genótipo e que foi colhido manualmente conforme Brás (2011). Após a colheita, os aquênios passaram por um processo de beneficiamento para remoção de impurezas e foram armazenadas em sacos plásticos impermeáveis e etiquetados, a temperatura de 25 °C, separadamente, para posterior extração do óleo (Ramalho e Suarez, 2013).

### **3.3 Extração do óleo e esterificação**

As sementes de cártamo foram trituradas em processador com lâminas, em seguida foram pesados 10 g de amostra triturada em cartuchos de papel filtro para posterior extração do óleo. O óleo foi extraído por meio do aparelho de soxhlet, baseando-se no processo utilizado por Barthelet e Daun (2004), que empregaram o método AOAC Am 2-93. Utilizou-se como solvente o éter de petróleo, o ciclo de extração durou cerca de 6 a 8 horas, e ao final da extração o solvente foi recuperado através do aparelho rota-evaporador. Após a separação do óleo e solvente, o óleo

extraído foi aquecido em estufa a 105 °C por 24 horas para a evaporação de possíveis resíduos voláteis como água ou solvente.

O próximo passo foi a preparação de ésteres metílicos de ácidos graxos, por reação de transesterificação, em meio alcalino e a frio, do óleo de cártamo baseado no método 055/IV - IAL (IAL, 2008). Onde pesa-se cerca de 100,00 mg de amostra de óleo em um tubo de ensaio de 20,00 mL com tampa, adiciona-se 2,00 mL de solução de padrão interno (250 mg de tridecanoato de metila diluído em 100,00 mL de n-hexano grau HPLC). Em seguida, adiciona-se 0,50 mL de KOH 2 mol/L em metanol, e agitar por 20 segundos, coletando-se o sobrenadante para a posterior análise cromatográfica (Figura 3) (Milinsk, et al., 2011).



**Figura 3.** Reação de transesterificação, em meio básico, a frio do óleo de cártamo.

### **3.4 Análise do perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS)**

As análises de composição dos ésteres metílicos das amostras de óleo de cártamo foram realizadas baseando-se no método 334/IV- IAL (IAL, 2008), com condições otimizadas previamente validado. Foi utilizado um cromatógrafo a gás acoplado a um detector de espectrometria de massas (CG-MS), modelo GC-7890A/MSD-5975C com injetor automático CG Sampler 120, da marca Agilent Technologies® (Figura 4).

As condições de operação foram: linha de transferência, 250 °C; fonte iônica, 230 °C; quadrupolo, 150 °C. detecção por monitoramento SCAN no intervalo de massa de 30 a 450. Ionização por impacto de elétrons a 75 eV. Condições de operação do cromatógrafo: injetor, 240 °C; coluna, 100 °C (temperatura inicial, 5 minutos); seguido da elevação a uma taxa de 4 °C/minuto até 240 °C (15 min), totalizando 55 minutos; fluxo na coluna de 1,20 mL/min, 35,7 psi; 1 µL de amostra injetada, modo split, na razão de 1:50. O gás de arraste utilizado foi o hélio. Os componentes da amostra foram separados empregando uma coluna capilar de sílica fundida (SP2560), 100 mm x 0,25 mm x 0,2 µm (Supelco®). Todos os solventes utilizados foram de grau HPLC. Utilizou-se uma mistura de padrões de referências com 37 ésteres metílico (C4-C24, Sigma-Aldrich, Lote LRAC0565) para a quantificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos, por normalização da área pelo padrão interno (C13:0, Sigma-Aldrich, Lote BCCC9587), conforme o método 053/IV (IAL, 2008). O resultado foi expresso porcentagem do ácido graxo na amostra.

Para quantificação em porcentagem da concentração dos ácidos graxos contidos no óleo dos genótipos de cártamo avaliados, foi realizada uma normalização de área, dividindo a área de cada ácido graxo pela área do padrão interno.



**Figura 4.** Cromatógrafo a gás acoplado a um detector de espectrometria de massas (CG-MS).

### 3.5 Análise dos dados

As variáveis avaliadas no presente trabalho foram os teores dos ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1n-9) e linoleico (C18:2n-6). Os dados obtidos da concentração (%) dos ácidos graxos presentes nos óleos dos 120 genótipos de cártamo foram avaliados com emprego de análise de variância no delineamento inteiramente ao acaso e posterior emprego do teste de agrupamento de Scott e Knott (1974). A análise de divergência genética via distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii}$ ) (1936) foi empregada com posterior uso de método de otimização de Tocher, de agrupamento médio entre grupos UPGMA e da representação da dispersão tridimensional, e a consistência dos agrupamentos pelo método hierárquico foi verificada por meio do coeficiente de correlação cofenética. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o emprego do recurso com programa Genes (Cruz, 2013).

### 3.5.1 Análise de variância univariada

Os dados obtidos da concentração de ácidos graxos do óleo de cártamo foram submetidos à análise de variância, considerando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, considerando o efeito de genótipo como fixo, sendo o valor de cada observação fornecido pelo seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$ : valor observado na parcela que recebeu o  $i$ -ésimo tratamento na  $j$ -ésima repetição;

$m$ : média geral;

$t_i$ : efeito do  $i$ -ésimo tratamento;

$e_{ij}$ : erro experimental associado a observação  $Y_{ij}$ .

O esquema da análise de variância e as esperanças de quadrados médios para a fonte de variação do modelo estatístico encontram-se na Tabela 2:

**Tabela 4.** Análise de variância das características avaliadas

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	$I - 1$	$\frac{1}{J} \sum_{i=1}^I T^2_i - C$	$\frac{SQTrat}{I - 1}$	$\frac{QMTrat}{QMRes}$
Resíduo	$I(J - 1)$	Diferença	$\frac{SQRes}{I(J - 1)}$	-
Total	$IJ - 1$	$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J Y^2_{ij} - C$	-	-

### 3.5.2 Agrupamento entre médias

Foi utilizado o teste de Scott e Knott (1974), em nível de significância de 1% de probabilidade, para agrupar as médias entre as colunas.

### 3.5.3 Distância generalizada de Mahalanobis $D_{ii'}^2$

A distância genética entre todos os pares de genótipos avaliados foi estimada por meio da distância generalizada de Mahalanobis ( $D_{ii'}^2$ ), utilizando medidas de dissimilaridade.

A distância Generalizada de Mahalanobis entre os grupos é estimada segundo Cruz e Carneiro (2003) por:

$$D_{ii'}^2 = \delta' \psi^{-1} \delta$$

Onde:

$D_{ii'}^2$  : é a distância de Mahalanobis entre os genótipos  $i$  e  $i'$ ;

$\psi$  : matriz da variância e covariâncias residuais;

$\delta$  :  $[d_1, d_2, \dots, d_v]$ , sendo  $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$ ;

$Y_{ij}$  : é a média do  $i$ -ésimo genótipo em relação a  $j$ -ésima variável.

Por meio da distância de Mahalanobis  $D_{ii'}^2$  pode-se estimar a diversidade genética, além da quantificação da contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética, utilizando-se o critério sugerido por Singh (1981), que se baseia na estatística  $S_{.j}$ . Onde:

$$D_{ii'}^2 = \delta' \psi^{-1} \delta = \sum_{j=i}^n \sum_{j'=i}^n \omega_{jj'} d_j d_{j'}$$

Onde:

$\omega_{jj'}$  é o elemento da  $j$ -ésima linha e  $j'$ -ésima coluna da inversa da matriz de variâncias e covariâncias residuais.

### 3.5.4 Método de agrupamento de otimização de Tocher

Através das medidas de dissimilaridade foi possível construir o grupo inicial (indivíduos mais similares), a partir deste ponto é avaliada a inclusão de novos indivíduos através do método de agrupamento de otimização de Tocher, que é um método de agrupamento simultâneo, o qual realiza a separação dos genótipos em grupos de uma só vez, onde utiliza um único critério de agrupamento e possui a particularidade de apresentar a distância média dentro dos grupos sempre menor que a distância média entre os grupos (Cruz e Carneiro, 2006).

A distância entre o indivíduo  $k$  e o grupo formado pelos indivíduos  $ij$  é segundo Cruz e Carneiro (2003) dada por:

$$d_{(ij)k} = d_{ij} + d_{jk}$$

Para a inclusão, ou não, do indivíduo  $k$  no grupo tem de se levar em conta:

- se  $\frac{d_{(grupo)k}}{n} \leq \theta$ , inclui-se o indivíduo  $k$  no grupo;
- se  $\frac{d_{(grupo)k}}{n} > \theta$ , o indivíduo  $k$  não é incluído no grupo;

Onde:

$n$  é o número de indivíduos que constitui o grupo original;

$\theta$  o valor máximo da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias.

Para definir a distância média intragrupo tem-se:

$$\bar{d}_i = \frac{2 \sum_{j>}^n \sum_{j'}^n d_{jj'}}{n(n-1)}$$

E para a distância média intergrupo utilizamos:

$$\bar{d}_{ii'} = \frac{\sum_{j=1}^{n_1} \sum_{j'=1}^{n_2} d_{jj'}}{n_1 n_2}$$

Onde:

$n_1$  e  $n_2$  são o número de genótipos dentro dos grupos  $i$  e  $i'$ , respectivamente.

### 3.5.5 Método de agrupamento hierárquico de UPGMA

O método de ligação média entre grupos não ponderado, mais conhecido como UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages*), utiliza as médias aritméticas (não ponderadas) das medidas de dissimilaridade, eximindo-se de caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (mínimo e máximo) entre acessos considerados (Cruz e Carneiro, 2003). Segundo Cruz (2006), este método possibilita representar os agrupamentos em estruturas de dendrograma, em que os genótipos avaliados são agrupados aos pares, priorizando os indivíduos mais similares, que são reunidos, compondo o grupo inicial, e a partir deste ponto determina-se as distâncias entre um indivíduo k e um grupo formado pelos indivíduos i e j que é dada por:

$$d_{(ij)k} = \frac{d_{ik} + d_{jk}}{2}$$

Em que:

$d_{(ij)k}$  é dado pela média das distâncias dos pares de indivíduos (i e k) e (j e k).

Deste modo gera-se uma nova matriz com esses valores, que diminui a dimensionalidade a cada passo. Com a construção do dendrograma, novas distâncias serão estimadas, de forma que, se um genótipo k for incorporado a um grupo (ij), a distância deste novo grupo (ij.k) em relação ao genótipo (l) ou a outro grupo (lm), dado por:

$$d_{(ij.k)l} = \frac{d_{il} + d_{jl} + d_{kl}}{3}$$

e

$$d_{(ij)lm} = \frac{d_{il} + d_{im} + d_{jl} + d_{jm} + d_{kl} + d_{km}}{6}$$

ou seja, a distância entre dois grupos formados pelos indivíduos (i e j) e (l e m) é dada pela média do conjunto, cujos elementos são as distâncias entre os pares de indivíduos (i e l), (i e m), (j e l), (j e m), (k e l) e (k e m).

A consistência do agrupamento pelo método hierárquico é feita por meio do coeficiente de correlação cofenético (CCC), segundo Sokal e Rohlf (1962). O CCC é um coeficiente de correlação momento-produto que é calculado entre os elementos da



matriz de dissimilaridade e os elementos da matriz cofenética. É uma medida de concordância entre os valores originais de dissimilaridade e os valores apresentados no dendrograma, utilizando-se somente valores encontrados acima da diagonal das referidas matrizes. Quanto maior o valor de CCC, menor será a distorção provocada ao agrupar os genótipos.

A CCC é dada pela expressão abaixo proposta por Bussab et al., (1990):

$$CCC = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} - \bar{c}) (d_{ij} - \bar{d})}{\left( \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} - \bar{c})^2 \right)^{1/2} \left( \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (d_{ij} - \bar{d})^2 \right)^{1/2}}$$

onde:

$$\bar{c} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij}, \bar{d} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij}$$

$c_{ij}$  = é o valor da distância entre os indivíduos i e j na matriz cofenética;

$d_{ij}$  = é o valor da distância entre os mesmos indivíduos na matriz original de distâncias;

n = é a dimensão da matriz.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise de variância univariada

Os quadrados médios provenientes da análise de variância para quatro variáveis avaliadas são apresentados na Tabela 5 e demonstram que houve diferenças significativas, em nível de 1% de probabilidade, para a composição de todos os ácidos graxos avaliados, evidenciando-se, portanto, que há variabilidade no teor de ácidos graxos entre os genótipos avaliados e sugerindo que tais características são importantes na quantificação da divergência genética entre os mesmos.

O coeficiente de variação (CV) oscilou de 0,76 a 3,55 % demonstrando alta precisão experimental (Pimentel Gomes, 1985) e valores próximos aos encontrados por Vogt et al. (2010). Garcia (1989) supõe que quanto menor o CV, maior será a homogeneidade dos dados, e menor a variação do acaso.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para os ácidos graxos contidos no óleo dos 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L.

FV	GL	Quadrados Médios <sup>1/</sup>			
		C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
Genótipos	119	7,0577**	4,4874**	194,2258**	184,0765**
Resíduo	238	0,0119	0,0347	0,0615	0,1646
Média		11,7368	5,1920	27,1155	51,7691
CV (%)		0,9325	3,5910	0,9149	0,7838

<sup>1/</sup>C16:0= palmítico; C18:0= esteárico; C18:1 = oleico; C18:2 = linoleico.

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

A Tabela 6 apresenta os valores médios do teor dos ácidos graxos palmítico, esteárico, oleico e linoleico dos 120 genótipos de cártamo avaliados no presente estudo, com o agrupamento pelo teste de médias de Scott e Knott (1974) a 1 % de probabilidade.

**Tabela 6.** Média dos 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L., relativas ao teor de ácidos graxos<sup>1/</sup> contidos em seu óleo

Ordem	Genótipos	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
1	PI 193473	11,84 o	5,64 g	21,51 E	57,31 c
2	PI 195895	11,14 r	4,31 k	24,12 x	56,60 c
3	PI 237539	12,28 m	5,29 h	25,14 u	53,01 h
4	PI 248385	12,24 m	4,94 i	23,20 A	56,38 d
5	PI 248620	11,63 p	5,68 g	27,24 r	51,15 i
6	PI 248808	12,13 m	5,50 g	23,28 A	55,42 e
7	PI 248828	10,92 s	5,44 h	29,28 o	50,69 i
8	PI 248839	12,43 l	5,16 h	24,38 x	53,20 h
9	PI 248852	12,33 m	5,87 f	25,44 u	52,66 h
10	PI 250083	11,58 p	4,90 i	21,79 D	57,88 b
11	PI 250188	12,82 k	6,12 e	22,63 B	54,36 f
12	PI 250190	10,37 u	5,26 h	24,10 x	57,09 c
13	PI 250203	11,42 q	4,54 j	48,89 d	30,87 v
14	PI 250204	11,98 n	5,22 h	25,25 u	53,38 g
15	PI 250840	11,71 o	4,66 j	31,79 l	48,46 k
16	PI 250922	11,09 s	5,22 h	22,69 B	57,30 c
17	PI 251978	11,24 r	4,78 i	24,77 v	55,74 d
18	PI 253540	10,39 u	4,00 k	25,15 u	57,77 b
19	PI 253899	13,20 j	5,38 h	25,82 t	50,79 i
20	PI 259996	10,86 s	4,49 j	22,90 B	58,66 a
21	PI 259997	15,21 d	7,03 d	27,26 r	44,03 o
22	PI 262443	13,26 i	4,83 i	25,45 u	51,33 i
23	PI 262447	12,68 k	4,84 i	24,43 v	53,96 g
24	PI 262450	11,77 o	4,95 i	22,41 C	56,56 c
25	PI 279344	11,37 q	3,69 l	22,33 C	57,75 b
26	PI 283757	11,08 s	5,03 i	26,52 s	53,41 g
27	PI 304438	11,59 p	4,53 j	20,75 F	59,13 a
28	PI 305161	11,25 r	5,02 i	23,52 z	56,08 d
29	PI 305198	11,21 r	4,09 k	24,94 u	56,69 c
30	PI 305207	11,37 q	4,59 j	24,28 x	56,28 d
31	PI 305209	11,56 p	5,10 h	20,82 F	58,75 a
32	PI 305540	11,68 p	5,00 i	25,39 u	53,69 g
33	PI 306832	12,53 l	4,51 j	20,80 F	58,25 b
34	PI 306833	12,62 l	5,64 g	27,22 r	49,51 j
35	PI 306838	13,36 i	4,74 i	29,00 o	48,64 k
36	PI 306844	11,33 q	5,16 h	22,01 D	57,63 b
37	PI 306866	11,03 s	4,27 k	25,90 t	54,46 f
38	PI 343783	11,51 p	6,19 e	24,34 x	54,23 f
39	PI 343930	10,65 t	3,92 k	24,12 x	58,43 a
40	PI 367833	10,60 t	4,48 j	23,40 z	57,65 b
41	PI 369842	8,89 A	3,82 l	64,08 b	20,50 x
42	PI 369845	14,17 g	7,12 d	27,20 r	45,44 m
43	PI 369849	12,12 m	4,76 i	24,73 v	54,35 f
44	PI 369854	10,06 x	3,73 l	39,91 h	43,35 p
45	PI 392029	12,52 l	5,39 h	23,62 z	54,38 f
46	PI 392030	11,46 q	4,57 j	22,82 B	57,65 b
47	PI 392031	<b>16,84 a</b>	6,36 e	34,36 k	35,21 t
48	PI 393500	11,57 p	4,41 j	24,52 v	55,59 e
49	PI 401474	<b>7,79 C</b>	<b>2,99 m</b>	<b>68,70 a</b>	17,65 z

Continua...

Tabela 6, cont...

Ordem	Genótipos	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
50	PI 401475	8,63 B	3,47 l	52,72 c	32,05 u
51	PI 401477	11,61 p	4,35 j	22,47 C	58,21 b
52	PI 401480	11,38 q	5,17 h	22,33 C	57,60 b
53	PI 401578	13,90 h	6,41 e	29,30 o	45,21 n
54	PI 401589	12,24 m	5,23 h	24,73 v	53,59 g
55	PI 405955	14,48 f	7,15 d	27,76 q	43,80 o
56	PI 405961	12,05 m	5,91 f	24,14 x	53,82 g
57	PI 405965	11,18 r	4,81 i	22,94 B	56,87 c
58	PI 405970	10,13 x	4,15 k	24,02 z	55,90 d
59	PI 405975	9,58 z	5,87 f	21,00 F	<b>59,57 a</b>
60	PI 406006	9,54 z	3,97 k	45,75 f	37,76 r
61	PI 406007	14,74 e	5,41 h	22,88 B	52,75 h
62	PI 406015	12,27 m	5,32 h	25,36 u	53,28 g
63	PI 407606	11,43 q	5,12 h	22,17 C	57,47 b
64	PI 407613	10,43 u	5,39 h	25,40 u	55,20 e
65	PI 451954	11,52 p	5,11 h	25,05 u	51,07 i
66	PI 451956	15,31 d	6,09 e	27,75 q	44,56 n
67	PI 506426	12,61 l	5,54 g	23,22 A	54,41 f
68	PI 508068	12,00 n	5,11 h	23,59 z	56,02 d
69	PI 514625	11,46 q	4,58 j	25,92 t	55,12 e
70	PI 525457	11,82 o	5,41 h	22,69 B	57,07 c
71	PI 537658	11,98 n	6,46 e	29,75 n	47,25 l
72	PI 537673	11,50 p	5,67 g	23,65 z	55,71 d
73	PI 537680	11,60 p	5,19 h	22,70 B	57,48 b
74	PI 537682	12,72 k	4,45 j	25,10 u	53,46 g
75	PI 537684	12,14 m	5,08 h	24,48 v	54,13 f
76	PI 537697	10,73 t	5,67 g	24,18 x	56,18 d
77	PI 537712	14,10 g	4,26 k	29,02 o	44,35 o
78	PI 544002	14,80 e	4,96 i	19,85 G	53,77 g
79	PI 544013	10,58 t	3,98 k	24,49 v	56,57 c
80	PI 544028	9,96 x	4,77 i	25,40 u	55,02 e
81	PI 544030	10,21 v	6,30 e	20,85 F	58,79 a
82	PI 544031	11,63 p	4,43 j	22,56 C	57,79 b
83	PI 544036	12,79 k	6,14 e	26,68 s	50,06 j
84	PI 544038	11,06 s	4,24 k	23,61 z	57,04 c
85	PI 544043	10,75 t	4,68 j	36,65 j	44,22 o
86	PI 560178	12,47 l	5,40 h	23,81 z	53,61 g
87	PI 532639	10,61 t	<b>14,32 a</b>	21,58 E	48,80 k
88	PI 568787	11,37 q	4,73 i	26,11 t	53,91 g
89	PI 568792	10,72 t	4,10 k	21,23 E	58,74a
90	PI 568795	12,55 l	5,37 h	25,34 u	52,56 h
91	PI 568798	10,44 u	5,42 h	24,80 v	54,81 f
92	PI 568866	11,40 q	5,16 h	39,40 h	40,63 q
93	PI 568870	10,31 v	5,48 h	27,46 q	53,06 h
94	PI 568876	9,99 x	4,41 j	37,32 i	44,93 n
95	PI 572431	13,46 i	5,98 f	24,65 v	50,70 i
96	PI 572439	14,92 e	5,17 h	26,31 s	48,01 k
97	PI 572450	10,09 x	5,41 h	27,70 q	52,65 h
98	PI 572464	11,91 n	5,33 h	24,53 v	54,68 f
99	PI 572544	11,24 r	5,23 h	24,09 x	56,08 d
100	PI 576981	13,40 i	5,19 h	26,35 s	50,16 j

Continua...

Tabela 6, cont...

Ordem	Genótipos	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
101	PI 576985	11,69 o	4,16 k	25,86 t	53,41 g
102	PI 613357	10,59 t	4,71 i	23,68 z	56,86 c
103	PI 613361	16,04 b	5,88 f	24,64 v	47,14 l
104	PI 613366	9,40 z	6,06 e	27,22 r	52,87 h
105	PI 613373	12,10 m	4,69 i	28,18 p	51,10 i
106	PI 613380	11,26 r	7,45 c	<b>18,39 H</b>	58,90 a
107	PI 613382	15,74 c	7,49 c	52,60 c	<b>17,07 z</b>
108	PI 613384	11,53 p	4,97 i	26,56 s	53,57 g
109	PI 613394	11,04 s	5,53 g	26,97 r	52,68 h
110	PI 613409	10,74 t	4,50 j	24,60 v	56,34 d
111	PI 613415	10,95 s	5,20 h	24,47 v	55,52 e
112	PI 613419	12,72 k	5,65 g	21,43 E	56,84 c
113	PI 613422	8,88 A	3,64 l	42,33 g	42,56 p
114	PI 613456	12,16 m	9,14 b	27,58 q	45,92 m
115	PI 613503	10,51 u	5,06 h	32,29 l	47,51 l
116	PI 613519	13,00 j	4,22 k	31,23 m	47,59 l
117	PI 638543	8,49 B	4,03 k	47,34 e	36,43 s
118	PI 653143	10,70 t	4,81 i	24,30 x	54,72 f
119	PI 653149	13,07 j	5,10 h	23,06 A	53,69 g
120	PI 653186	10,98 s	4,67 j	25,73 t	55,32 e

<sup>1/</sup>C16:0= palmítico; C18:0= esteárico; C18:1= oleico; C18:2= linoleico.

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), a 1% de probabilidade.

Observou-se, na Tabela 6, que as médias para o teor de ácido palmítico variaram de 7,79 a 16,84 %, quantidade elevada em comparação ao descrito por Yeilaghi et al. (2012), que encontraram cerca de 5,7 a 8,0 % em 64 genótipos de cártamo cultivados em experimentos de campo com solução salina e não salina (controle) em duas safras e por Mailer et al. (2008) em 12 cultivares internacionais (4,3 a 8,1 %). O genótipo com maior percentagem de ácido palmítico foi o PI 392031 e com menor percentagem foi o PI 401474, 16,84 e 7,79 %, respectivamente. Os teores de ácido palmítico descrito no presente trabalho são superiores aos teores comumente relatados na literatura nos óleos de coco (10,08 %), canola (3,75 %), linhaça (4,81 %), girassol (5,70 %), amendoim (13,87 %) e milho (10,34 %) (Gómez, 2003; Zambiasi et al., 2007; Kostik et al., 2013).

As médias de ácido esteárico encontradas nos 120 genótipos avaliados variam de 2,99 a 14,32 %, o genótipo PI 532639 foi o que apresentou maior percentagem de ácido esteárico (14,32 %) e o genótipo PI 401474 com menor percentagem (2,99 %). Moumen et al. (2015) avaliaram a qualidade do óleo de quatro variedades de cártamo, originárias da Espanha, Índia e Marrocos, que eram cultivadas na estação experimental

de Oujda (um semiárido na região leste de Marrocos) e encontraram teores de 2,0 a 2,4 % de ácido esteárico.

Os genótipos avaliados neste trabalho possuem um maior potencial de teores de ácido palmítico e ácido esteárico, com médias maiores que os teores encontrados em outros trabalhos com cártamo, citados anteriormente, contudo ainda com teores relativamente menores que os outros ácidos graxos avaliados, o que garante ao produto final maior estabilidade oxidativa, por serem ácidos graxos saturados, com densidade energética semelhante aos ácidos linoleico e alfa-linolênico, sem influenciar na fluidez ou estado físico do óleo em temperatura ambiente (por estarem em menor concentração), ou seja, um produto valorizado pela indústria energética.

Como descrito na Tabela 6, as médias de ácido oleico e ácido linoleico dos 120 genótipos de cártamo estudados foram as maiores encontradas dentre os quatro ácidos graxos avaliados. Os teores de ácido oleico variaram de 18,39 a 68,70 %, sendo o genótipo PI 613380 com a menor e PI 401474 com a maior percentagem. Anjani e Yadav (2017) investigaram três linhagens de cártamo com alto teor de ácido oleico, que foram desenvolvidas a partir de um cruzamento entre genótipos de baixo e alto teor de ácido oleico, com duas variedades de verificação não oleicas, e observaram conteúdos médios de ácido oleico nessas variedades foi de 75,00 %, enquanto nas testemunhas não oleicas apresentavam teores de 17,00 e 14,00 %.

Os teores de ácido linoleico variaram de 17,07 % para o genótipo PI 613382 e 59,57 % para o genótipo PI 405975. Dos genótipos caracterizados neste estudo, pode-se concluir que a maioria (aproximadamente 104 genótipos) são de variedade linoleica visto que os teores de ácido linoleico são maiores que os de ácido oleico.

Genótipos linolenicos também são relatados por Maier et al. (2008) que avaliaram 12 diferentes cultivares de diferentes países, com teores de ácido linoleico de 75,00 a 84,00 %. Bortolheiro e Silva (2017) relatam que o cártamo é altamente adaptável a várias condições ambientais, e que responde de forma diferente a influência do meio ambiente, apresentando considerável variação genética, o que também pode explicar as variações no teor de ácidos graxos.

Salaberría et al. (2016), analisaram a composição química de duas cultivares comerciais de cártamo (CW88-OL e CW99-OL) onde os principais ácidos graxos

encontrados em seu óleo foram os ácidos oleico (78,00 %), linoleico (13,00 %), palmítico (5,00 %) e esteárico (2,00 %) para ambas as cultivares.

Matthaus et al. (2015) avaliaram o teor de ácidos graxos de amostras de sementes de cártamo obtidas Instituto de Pesquisa em Konya, e observaram que o principal ácido graxo presente é o ácido linoleico, que representou um valor médio de 70,66 %, seguido do ácido oleico entre 12,45 e 35,15 %, também encontrou quantidades apreciáveis de ácidos graxos saturados, especialmente ácido palmítico (5,70 - 6,81 %) e ácido esteárico (1,88 - 2,57 %), resultados semelhantes ao encontrado no presente estudo.

Os resultados encontrados nesses estudos corroboram com a potencialidade do uso de óleo de cártamo na indústria energética, visto que o maior teor de ácido linoleico garante propriedades de fluidez ao biodiesel e enquanto que os teores de ácido palmítico, ácido esteárico e ácido oleico contribuem para fluidez e estabilidade oxidativa do produto final, visto que se trata de um ácido graxo monoinsaturado (Knowles et al., 1965; Anjani e Yadav, 2017;).

Pode-se observar nos genótipos estudados que maior parte são variedades linoleicas, pois possuem uma maior percentagem de ácido linoleico. Pequenas variações no perfil de ácidos graxos de 12 diferentes cultivares de cártamo de diferentes países foram observados por Mailer et al. (2008), que também relataram maiores teores de ácido linoleico (75,00 a 84,00 %) em todas as diferentes cultivares.

Bozan e Temelli (2008) analisaram o óleo de três sementes (linhaça, papoula e cártamo) de origem turca fornecidas por um produtor local da Anatólia Central (Eskisehir e Konya) e verificaram que o óleo de cártamo continha de e 83,60 % a 88,20 % de óleo insaturado com até 74,50 % de ácido linoleico, e que apenas o óleo de cártamo continha ácidos graxos de cadeia longa (C20-C22) com a menor quantidade (1,20 % do ácido graxo total).

## **4.2 Análise multivariada**

### **4.2.1 Distância generalizada de Mahalanobis ( $D_{ii'}^2$ )**

Por meio das medidas de dissimilaridade genética que foram estimadas a partir da Distância Generalizada de *Mahalanobis* ( $D_{ii'}^2$ ) em relação aos quatro ácidos graxos avaliados (Tabela 7), pode-se verificar que as magnitudes variaram de 2,00 a 45372,81, indicando a presença de diversidade genética entre os 120 genótipos avaliados.

A maior distância observada entre os 120 genótipos estudados, foi entre os genótipos PI 401474 e PI 544002 apresentando um valor de dissimilaridade de  $D_{ii'}^2 = 45372,81$ , indicando que estes dois podem vir a compor uma combinação híbrida promissora com base na divergência genética, visando à máxima heterose. Silva et al. (2012) ressalta que é provável que ocorram combinações interessantes entre grupos distintos, deste modo, orienta-se identificar os genótipos mais divergentes para direcionar cruzamentos visando o aumento da variabilidade genética em busca de combinações superiores.

Observando as variáveis avaliadas neste estudo, é possível notar que o genótipo PI 401474 (Bangladesh) tem teores médios (%) de 7,79, 2,99, 68,70 e 17,65, para os ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente. Enquanto, o genótipo PI 544002 (China) apresentou teores médios (%) de 14,80, 4,96, 19,85 e 53,77, para os mesmos ácidos graxos respectivos. O que confirma a diferença nos teores dos quatro ácidos graxos avaliados, indicando que um cruzamento entre esses indivíduos pode resultar em um material com maior variabilidade genética e na busca por genótipos com boas características para os teores e ácidos graxos e qualidade de óleo na indústria tanto de alimentos quanto para produção de biodiesel.



**Tabela 7.** Estimativas das distâncias generalizadas de *Mahalanobis* relativas aos 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L

Ord. Genótipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	218,70	251,14	106,34	577,39	60,00	1100,22	252,15	266,20	27,85	94,84	314,33	12459,32	254,00	1793,86	80,80	230,88	478,82	491,40	142,42
2		0	126,66	202,26	206,89	145,53	484,57	163,40	208,17	119,76	344,53	121,29	10009,76	82,68	1010,45	66,00	29,46	134,41	388,54	69,40
3			0	139,9	129,86	85,45	483,38	36,00	46,13	213,21	164,00	354,18	9442,58	8,18	827,95	211,00	106,76	370,29	82,31	267,83
4				0	441,45	26,00	860,32	209,41	109,58	124,92	87,28	372,68	11077,34	157,71	1263,67	182,36	157,59	370,95	291,36	166,44
5					0	334,39	131,42	230,77	158,56	502,25	528,35	308,00	7787,29	91,00	448,10	358,40	149,70	309,94	280,88	408,64
6						0	761,56	130,68	79,20	75,83	54,56	288,00	10968,30	95,00	1248,79	105,96	116,17	358,00	249,21	141,39
7							0	692,88	453,54	991,60	1100,18	453,68	6360,46	397,74	208,58	718,52	364,21	357,47	719,99	690,96
8								0	151,67	195,36	164,79	470,57	10091,31	56,00	1108,23	239,79	201,30	533,34	86,61	344,03
9									0	281,97	161,56	344,20	9318,26	54,25	756,89	252,91	118,70	351,29	149,88	278,84
10										0	156,37	255,97	12079,29	202,77	1671,64	43,23	168,66	379,00	464,57	90,97
11											0	562,00	11774,00	211,55	1592,96	257,34	320,47	691,83	237,73	349,55
12												0	10141,63	266,97	1128,00	93,16	91,86	82,81	776,46	77,20
13													0	9284,10	4877,79	11275,47	9546,87	9252,90	9216,85	11059,00
14														0	773,69	169,42	63,66	283,00	135,10	215,61
15															0	1419,11	821,77	819,00	895,39	1315,48
16																0	86,80	221,58	531,31	37,24
17																	0	86,21	366,62	68,89
18																		0	758,48	115,09
19																			0	622,95
20																				0

Continua...

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	1576,38	552,65	235,84	67,25	314,98	507,69	63,52	142,73	306,82	179,33	22,48	297,52	112,95	650,26	1149,88	41,00	511,14	155,60	307,96	251,72
2	1597,24	423,00	205,72	97,19	162,90	108,70	212,15	24,91	64,58	23,00	221,34	54,17	382,00	351,00	769,00	100,96	76,67	116,51	69,98	40,37
3	860,85	133,96	39,91	140,80	318,00	163,85	341,73	127,85	160,39	96,14	337,26	35,42	344,60	103,85	369,63	224,47	179,24	117,55	289,30	275,97
4	1304,30	370,48	81,27	150,42	435,66	410,93	213,24	208,15	157,53	111,00	178,69	220,61	146,00	466,69	675,00	167,00	450,39	168,76	240,82	347,53
5	1149,67	377,00	298,94	399,41	550,88	36,95	714,20	234,55	222,37	198,29	687,58	69,11	856,00	103,39	402,80	452,31	104,82	175,91	338,14	320,32
6	1208,58	325,79	76,73	79,28	342,30	316,79	166,88	116,78	162,90	82,36	129,00	143,73	159,76	368,47	694,20	94,92	352,00	82,33	233,94	253,21
7	1808,20	875,49	735,23	895,14	1054,78	142,29	1291,03	582,85	398,68	462,96	1237,25	337,38	1525,41	392,52	599,35	898,65	279,00	460,38	500,27	592,14
8	774,46	87,44	63,58	99,78	203,38	265,67	276,42	135,90	281,99	172,73	305,00	80,21	282,95	134,98	491,69	217,72	217,74	202,99	406,00	296,98
9	970,56	265,00	80,84	244,68	550,27	207,00	452,42	212,83	157,65	118,61	398,35	103,37	419,93	184,85	372,00	287,65	303,41	92,79	296,66	375,54
10	1611,46	490,70	213,67	20,62	166,59	403,92	24,22	72,19	231,60	119,55	17,68	218,75	119,52	582,30	1092,93	10,57	359,82	159,81	218,66	142,31
11	959,11	302,14	108,55	145,71	460,82	568,10	222,95	268,35	396,25	264,16	183,98	298,50	121,55	444,46	773,94	201,39	598,73	214,00	511,21	485,33
12	2254,16	895,96	512,16	291,15	457,97	165,84	395,61	125,43	149,31	120,83	332,56	219,45	689,54	651,52	1183,96	181,00	225,17	116,23	78,84	76,25
13	9477,02	9530,37	10103,18	11562,37	11601,66	8207,68	12995,27	10557,89	9415,45	9934,74	12975,00	9103,39	13195,00	8013,43	7008,65	11876,67	8633,90	10071,14	10033,44	10600,64
14	1006,63	193,00	74,37	136,82	296,27	101,99	338,16	90,61	117,41	62,84	330,27	10,93	391,26	117,59	416,66	198,98	120,00	86,80	221,48	206,28
15	1759,41	1061,75	1021,65	1530,13	1728,62	543,22	2041,55	1208,63	768,65	926,00	2006,48	744,74	2096,16	590,11	402,16	1622,90	718,00	1020,70	1008,18	1287,00
16	1789,16	594,72	284,83	64,67	218,00	247,90	113,44	28,00	160,56	71,14	82,39	158,46	299,13	542,44	1091,80	14,80	245,18	75,62	122,82	53,11
17	1565,86	451,00	189,90	160,00	321,32	77,14	305,27	62,95	24,00	7,11	278,30	50,98	442,71	322,81	657,40	144,32	111,66	62,97	52,55	96,29
18	2306,23	870,19	487,80	413,51	548,38	153,91	540,24	226,82	61,51	113,61	502,81	233,85	773,85	644,19	954,77	329,36	207,49	233,85	26,54	161,12
19	435,25	24,65	72,13	337,92	526,50	404,78	595,97	389,81	419,35	341,00	616,20	197,73	460,68	81,54	212,19	514,23	406,83	368,67	648,00	633,71
20	2046,73	699,50	318,21	142,68	302,45	259,76	172,49	83,58	86,68	52,87	140,48	201,28	346,81	645,46	1085,58	70,35	269,25	127,65	38,52	74,28
21	0	425,56	810,75	1347,29	1603,76	1509,87	1763,67	1523,22	1700,00	1526,97	1805,00	1143,71	1391,18	586,90	601,21	1709,00	1514,26	1427,83	2135,61	1998,00
22		0	106,46	344,23	446,91	489,74	585,00	426,87	503,36	410,41	644,00	247,32	449,34	124,34	282,16	554,59	429,91	487,31	730,59	667,78
23			0	158,38	358,47	334,67	311,69	217,72	209,70	149,49	319,82	131,00	215,38	202,58	373,28	264,00	332,42	220,48	361,72	400,29
24			0		105,13	335,13	51,61	47,77	239,00	116,43	63,56	147,95	141,87	424,83	932,76	31,20	272,96	153,00	257,47	138,00
25					0	434,62	149,32	139,76	398,00	271,92	235,00	258,34	328,00	558,13	1155,13	176,22	257,69	414,00	382,56	168,38
26						0	589,97	153,52	129,44	121,21	572,22	56,77	799,60	221,57	577,81	346,66	40,26	151,00	181,81	173,20
27							0	150,96	370,92	234,30	16,62	354,20	93,83	763,71	1332,86	49,44	495,49	304,81	335,82	216,59
28								0	141,68	53,59	147,13	70,00	331,85	362,77	884,23	46,00	124,74	78,55	138,59	37,88
29									0	24,81	352,25	107,89	473,11	403,20	627,13	223,45	163,10	148,47	34,95	162,12
30										0	216,81	58,87	343,42	341,12	668,87	109,85	137,25	74,42	54,50	97,25
31											0	355,15	112,57	777,34	1349,34	31,18	525,71	236,18	313,48	218,54
32												0	464,73	133,72	478,11	200,93	59,40	96,95	188,35	150,97
33													0	760,96	1125,18	198,56	722,00	435,08	527,49	495,00
34														0	210,64	581,28	241,80	335,46	609,32	550,14
35															0	1146,44	651,95	772,64	951,12	1134,38
36																0	316,80	121,21	191,31	94,62
37																	0	232,17	199,65	127,70
38																		0	183,31	161,60
39																			0	98,85
40																				0

Continua...

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	31205,56	1080,56	216,96	6088,73	117,53	71,19	4792,38	216,42	39062,80	17468,51	69,67	33,49	1298,00	203,00	1484,71	119,14	135,72	1027,23	554,16	10437,21
2	27116,95	1012,13	86,10688	4319,75	181,25	56,15	4264,55	18,22	34341,00	14323,11	98,79	98,24	1017,57	109,24	1351,53	117,63	40,33	530,73	529,51	8089,71
3	26616,92	456,46	12,37	4241,95	49,41	151,27	3082,36	55,99	33938,43	14172,20	182,50	202,17	471,44	2,92	728,72	39,68	177,42	848,86	966,47	7944,24
4	29076,95	896,00	97,93	5201,62	53,76	75,00	3979,43	141,37	36769,48	16023,34	53,14	104,20	911,73	110,79	1302,14	103,00	238,24	1294,54	973,84	9292,58
5	23580,00	603,77	172,50	3087,47	323,00	370,91	3107,16	166,00	30436,80	11904,00	460,56	424,24	480,00	158,83	860,77	189,97	319,73	738,60	980,71	6291,37
6	28936,61	766,23	67,99	5142,29	23,82	52,65	3934,19	100,30	36576,99	15865,18	55,97	58,59	846,60	60,54	1137,67	30,82	144,82	1052,51	775,72	9189,12
7	20693,37	1125,43	524,00	2066,75	796,89	751,19	3491,10	466,54	27117,45	9829,20	873,79	828,74	767,26	532,35	1427,14	572,34	707,82	1049,12	1312,21	4798,31
8	27803,89	412,00	50,13	4765,24	62,32	186,84	3092,38	96,00	35223,79	15020,14	216,11	235,40	548,27	32,97	631,83	79,89	160,23	712,43	947,54	8627,10
9	26276,21	547,00	63,69	4131,48	79,73	188,38	3192,64	125,66	33635,94	14006,88	213,49	221,38	483,72	50,23	885,33	53,49	286,98	1179,47	1067,63	7782,64
10	30586,58	1093,88	165,00	5780,68	120,78	30,15	4751,56	133,11	38297,60	16931,00	36,58	20,45	1289,21	167,87	1469,18	119,22	55,62	777,0	481,80	10049,62
11	30451,61	630,27	168,20	5897,89	40,52	186,48	3699,79	261,39	38339,72	17106,00	172,39	175,43	825,94	135,96	967,54	99,77	291,12	1314,52	1021,40	10146,37
12	26805,51	1483,80	318,88	4241,00	420,33	173,00	5252,48	195,72	33954,99	14061,53	244,77	154,44	1437,13	331,65	1924,43	244,57	155,86	690,42	318,42	7910,00
13	4595,98	8870,76	9692,76	1447,20	10748,49	11155,27	6476,15	9740,70	7956,97	958,37	11482,85	11617,42	7132,77	9748,21	8777,41	10257,23	11029,33	10520,55	13019,86	460,38
14	26248,35	546,98	15,96	4060,99	77,76	130,55	3278,86	32,61	33489,92	13849,73	172,37	178,12	539,84	11,00	832,25	38,81	139,85	750,55	850,78	7704,97
15	18246,86	1239,43	873,72	1391,34	1214,99	1316,48	2597,37	896,47	24445,55	8359,92	1414,82	1489,00	638,42	908,53	1502,95	1065,56	1385,93	1908,65	2482,49	3755,88
16	29072,90	1165,83	175,00	5140,25	184,37	37,29	4891,58	106,42	36560,24	15761,42	75,21	16,60	1285,55	175,51	1558,81	104,40	29,57	648,29	325,73	9169,37
17	26312,00	976,20	77,67	4004,31	169,69	70,10	4122,74	30,36	33507,76	13801,47	112,66	106,14	901,39	96,33	1351,00	90,00	104,53	742,14	625,39	7660,43
18	25322,63	1574,79	303,00	3616,60	476,00	215,47	4950,90	182,93	32305,16	13021,87	266,68	265,19	1352,60	356,48	2028,43	344,22	272,63	877,86	657,57	7111,37
19	26538,32	203,37	121,41	4404,18	132,55	406,74	2248,79	246,44	33916,00	14307,99	421,60	491,28	235,67	99,97	393,69	196,14	453,00	1187,94	1546,17	8084,99
20	28553,21	1397,80	199,79	4890,53	244,98	35,10	5109,19	113,48	35980,00	15384,66	57,99	40,49	1402,36	229,52	1844,35	176,82	90,74	807,16	428,00	8867,83
21	27226,32	101,43	1007,30	5532,67	922,00	1613,12	1065,73	1313,91	34748,23	15381,91	1626,89	1712,42	286,60	915,25	82,81	1078,00	1620,60	2387,28	3198,36	9150,52
22	27122,19	229,14	162,67	4668,77	179,78	455,62	2238,89	282,41	34519,36	14715,81	464,99	558,41	315,68	148,29	378,10	274,92	470,36	1096,57	1607,65	8432,62
23	27795,93	495,38	30,53	4743,11	24,97	161,00	3048,52	107,40	35316,49	15117,00	155,40	228,47	523,54	32,96	783,53	91,32	257,54	1110,16	1186,92	8642,85
24	29902,13	867,69	112,20	5522,18	86,74	52,00	4283,27	94,80	37520,69	16433,81	70,20	56,79	1075,36	106,94	1183,00	85,81	36,48	642,54	539,00	9688,00
25	29885,46	1100,88	266,68	5567,80	315,80	211,00	4513,48	193,75	37326,35	16316,35	242,67	255,57	1349,91	283,76	1342,75	319,81	96,20	346,28	582,41	9707,36
26	24075,10	883,21	171,00	3194,54	343,73	271,70	3720,30	110,50	30926,00	12155,72	358,18	324,00	752,00	179,00	1185,30	198,66	218,21	590,18	746,00	6481,59
27	32063,55	1265,59	276,20	6426,30	204,91	93,97	5093,00	236,33	39912,51	18005,46	86,99	81,82	1545,15	283,46	1634,37	236,26	107,98	804,93	510,38	10900,37
28	28064,19	939,81	106,40	4737,15	152,90	55,33	4357,80	48,28	35410,46	15018,40	104,	62,00	1046,76	105,88	1267,79	77,55	7,76	488,52	410,38	8622,80
29	26025,94	1123,80	105,98	3880,20	221,23	96,52	4170,67	57,00	33197,27	13621,21	121,25	161,78	965,43	148,54	1527,22	170,60	186,46	911,95	797,59	7516,26
30	27009,88	968,92	57,77	4276,29	128,62	36,34	4140,90	18,75	34302,20	14319,76	65,49	75,00	925,21	79,59	1344,51	78,72	85,25	764,81	637,70	8045,43

Continua...

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
31	31958,53	1278,51	281,60	6384,53	192,32	81,39	5193,47	246,84	39832,83	17950,99	78,35	46,42	1540,34	279,14	1681,32	198,56	116,28	904,89	460,38	10836,57
32	25860,96	635,42	38,93	3888,49	134,20	140,59	3438,55	25,57	32998,00	13505,65	195,52	191,23	618,52	39,34	914,73	69,00	114,97	607,34	759,38	7466,80
33	32659,89	1068,47	281,81	6765,11	149,92	183,17	4461,37	331,00	40720,99	18647,77	133,01	198,00	1330,00	288,88	1428,23	282,18	302,35	1293,85	1014,41	11354,77
34	24378,76	236,86	166,70	3536,00	266,30	488,00	2255,16	242,39	31398,20	12635,50	553,11	570,75	201,68	139,65	399,18	230,22	443,98	906,51	1399,76	6864,13
35	22694,00	404,88	415,56	3070,00	553,00	884,54	1608,51	569,63	29628,11	11707,00	904,84	1052,48	117,45	424,39	588,83	611,35	1011,90	1819,00	2430,54	6174,00
36	30158,65	1135,91	184,50	5602,30	156,63	37,12	4890,98	132,44	37789,18	16578,90	60,84	13,89	1324,98	181,74	1515,80	113,86	33,44	685,25	365,11	9792,65
37	24854,30	911,98	168,42	3495,17	351,33	257,74	3784,77	90,00	31728,76	12663,00	338,44	329,54	851,28	187,58	1171,33	239,31	161,00	384,13	706,37	6901,12
38	27218,56	844,20	127,53	4451,28	143,45	110,81	4146,53	111,41	34577,96	14523,00	164,00	90,17	875,11	105,87	1218,13	36,69	126,00	836,53	545,98	8203,00
39	26778,15	1461,33	214,16	4166,11	335,72	100,24	4927,53	111,41	33961,76	14080,61	132,22	143,27	1334,51	264,00	1904,87	250,78	163,65	816,99	574,50	7892,00
40	27832,18	1308,35	230,00	4629,46	327,08	108,55	4987,90	109,91	35051,26	14756,81	170,00	116,72	1377,36	248,31	1668,21	211,14	34,93	395,34	288,67	8464,52
41	0	26110,00	26966,32	9828,29	28781,51	29025,43	21441,71	26852,77	509,97	2134,83	29581,9	29704,43	23046,34	27100,64	25983,61	27805,71	28812,34	27501,89	31023,19	5608,37
42		0	589,99	4709,67	559,76	1077,70	1481,46	805,63	33445,70	14268,58	1126,37	1143,25	143,00	504,87	46,60	608,35	1033,41	1646,17	2279,00	8207,00
43			0	4334,59	44,50	97,16	3315,95	26,40	34315,14	14395,73	116,34	158,22	587,92	7,39	887,85	51,34	145,50	843,00	927,00	8105,00
44				0	5126,33	5097,58	4888,25	4233,77	14378,92	2977,00	5334,25	5400,90	3436,47	4418,75	4907,90	4704,35	5044,37	4894,81	6209,57	599,62
45					0	105,41	3441,73	107,29	36413,96	15797,60	105,70	132,70	664,49	32,40	872,24	40,40	181,85	1041,59	952,51	9153,39
46						0	4529,47	60,80	36565,70	15792,42	8,73	17,39	1142,21	116,25	1471,60	92,00	60,30	813,79	558,58	9160,94
47							0	3784,24	28116,25	12181,68	4565,17	4821,46	1223,14	3236,53	1228,91	3659,39	4582,25	5250,66	7137,42	7344,10
48								0	34108,75	14207,14	92,76	117,41	793,52	45,50	1124,53	76,79	75,72	652,77	712,54	7980,50
49									0	4324,97	37214,23	37327,52	30041,76	34478,56	33237,53	35273,60	36219,10	34335,91	38436,75	9132,97
50										0	16236,95	16286,00	12076,37	14510,98	14273,00	15006,37	15540,57	14437,55	17027,00	917,17
51											0	33,00	1191,85	142,18	1533,73	125,77	105,00	949,89	659,69	9490,00
52												0	1263,48	161,57	1555,24	94,14	63,65	837,00	442,77	9540,14
53													0	539,58	243,86	690,27	1186,26	1905,58	2578,97	6517,00
54														0	789,88	28,73	147,91	839,62	907,80	8195,38
55															0	932,30	1360,34	1794,34	2708,58	8327,37
56																0	116,93	853,25	711,81	8562,99
57																	0	448,34	364,90	9034,98
58																		0	558,69	8526,22
59																			0	10353,33
60																				0

Continua...

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
1	796,92	262,12	32,83	453,44	1344,87	1731,97	103,21	100,91	404,41	63,88	1147,00	90,77	59,99	356,79	179,00	242,70	2742,18	1271,00	465,31	851,61
2	1199,47	156,12	92,85	131,00	896,00	1661,13	217,55	140,53	207,30	632,59	92,66	154,93	226,29	87,15	116,63	2114,32	1743,59	76,45	327,00	618,40
3	697,43	22,75	194,73	316,42	921,87	921,99	75,75	105,51	163,87	217,14	408,00	127,68	209,83	48,81	8,87	271,58	1615,20	1331,42	303,20	327,00
4	543,56	95,21	130,39	472,67	1578,19	1361,15	70,00	10,68	185,15	33,57	893,91	95,51	45,67	158,00	101,00	281,45	2520,51	1371,62	521,69	1006,84
5	1345,00	148,83	429,00	172,28	869,27	1226,51	382,78	337,00	179,00	483,57	117,50	257,96	450,20	273,89	173,96	258,27	1659,13	2150,87	270,71	390,44
6	628,62	73,94	69,53	359,60	1284,37	1310,26	32,73	15,00	197,22	38,94	761,51	42,70	43,16	154,00	52,74	200,94	2321,28	1314,61	406,38	799,14
7	2121,20	450,53	870,39	258,0	1350,00	1854,14	902,70	703,67	299,80	873,73	121,41	575,46	819,87	681,41	552,59	439,34	2211,00	3314,34	499,79	515,86
8	665,81	110,22	196,91	434,59	694,59	845,00	69,65	186,38	330,72	306,38	564,16	208,24	293,00	65,84	33,71	390,91	1368,76	1000,94	299,22	614,82
9	689,28	10,47	247,90	328,96	1320,51	1047,00	114,00	74,88	109,49	155,63	397,83	104,21	168,00	119,93	63,32	238,71	2056,96	1629,91	469,28	809,75
10	902,34	248,16	6,89	369,19	1114,77	1732,84	115,72	109,56	357,15	102,66	1080,30	92,57	76,90	301,74	137,78	215,55	2492,19	1272,60	295,00	653,92
11	392,56	169,84	171,79	650,0	1379,78	1085,80	23,66	107,36	424,61	126,34	964,354	173,21	157,16	203,33	135,66	429,75	2248,94	950,70	668,00	1123,33
12	1754,60	337,64	184,55	37,52	1280,57	2397,32	467,00	266,00	213,88	259,65	731,32	115,20	199,76	586,18	305,70	14,00	3005,28	2548,43	193,15	327,70
13	12531,00	9296,32	11740,19	9104,0	10192,14	9107,32	11121,85	10687,00	8748,25	11486,39	6242,77	10582,14	11400,87	9563,34	9914,27	10121,83	8337,75	15488,93	9721,43	9228,58
14	847,45	29,65	174,00	225,26	887,92	1073,12	110,57	107,95	127,41	214,00	372,23	101,57	195,63	82,73	13,40	202,19	1699,00	1499,47	227,98	502,76
15	2221,81	738,95	1555,00	855,20	2064,00	1672,59	1357,16	1131,67	568,80	1404,00	246,47	1138,43	1376,00	895,76	953,56	1075,10	2177,12	3814,13	1115,61	1258,86
16	1205,00	233,56	16,61	170,93	1069,19	1932,49	196,95	126,47	262,84	118,47	869,46	42,96	78,54	369,28	147,84	73,35	2607,00	1707,28	189,55	438,71
17	1154,54	92,66	126,21	98,19	1127,69	1634,55	216,15	91,69	57,72	150,52	509,14	50,76	113,86	222,44	83,73	66,69	2302,00	1953,86	164,16	422,93
18	1730,56	314,19	313,96	102,85	1521,75	2345,44	552,36	277,25	103,15	318,48	695,00	204,23	255,66	517,71	331,79	108,62	2964,16	2758,89	233,18	456,42
19	460,49	121,28	467,77	695,15	1008,59	457,83	151,34	288,00	385,68	459,48	472,21	389,91	477,97	47,90	123,0	646,10	1194,18	1043,63	614,54	1007,43
20	1279,45	248,00	63,63	176,33	1360,33	2140,99	276,34	115,53	182,81	104,72	938,32	64,98	60,92	397,76	196,84	73,19	2904,76	1990,10	222,97	527,56
21	666,71	968,00	1640,60	2052,67	1568,10	36,00	906,49	1340,71	1574,24	1620,00	1104,68	1528,70	1698,34	740,56	983,27	2003,69	822,73	1001,69	1891,55	2325,48
22	476,38	209,00	512,19	810,57	868,42	425,86	191,59	377,81	508,25	570,00	611,70	495,61	578,44	62,13	165,55	777,68	984,54	852,96	609,61	1019,64
23	439,00	46,73	223,66	520,11	1163,95	835,95	43,00	87,44	221,50	193,22	638,00	187,25	202,49	16,59	36,53	410,29	1710,43	1088,76	461,00	907,00
24	850,57	203,74	27,14	355,97	864,75	1460,59	81,90	129,21	356,33	161,60	917,24	110,46	133,68	218,23	83,77	245,87	2068,19	1123,96	234,57	560,39
25	1243,92	451,22	186,66	485,24	562,23	1672,80	314,19	402,63	591,58	483,60	1123,00	364,63	414,64	364,34	246,23	468,33	1765,53	1163,53	155,00	428,40
26	1514,82	179,62	332,37	69,12	885,22	1579,00	407,70	301,26	132,34	420,00	250,95	202,85	366,00	319,00	177,99	154,47	2389,92	1935,00	139,47	257,00
27	944,16	401,28	52,00	542,79	1144,76	1884,54	185,42	215,21	543,75	195,41	1884,45	210,70	164,71	406,86	243,41	363,52	1956,90	1124,55	378,28	774,49
28	1163,16	178,10	45,84	146,34	799,47	1640,62	170,90	145,78	236,33	189,00	678,55	68,17	143,00	262,45	84,71	106,82	2120,26	1579,38	101,00	321,20
29	1152,99	117,37	195,87	170,00	1363,54	1718,20	280,45	104,21	29,00	170,96	595,16	108,53	134,60	231,85	133,28	130,63	2455,31	2090,33	231,34	557,44
30	1034,69	85,66	90,72	148,39	1139,72	1587,71	168,00	61,11	73,38	114,75	598,56	44,12	81,81	186,55	63,94	91,50	2289,51	1780,13	176,95	480,44
31	951,74	372,00	32,52	490,66	1279,42	1955,00	173,65	173,74	499,54	129,20	1336,77	151,74	107,85	438,27	242,91	288,59	2811,82	1264,93	421,22	802,65
32	1034,45	69,41	182,53	163,39	786,40	1209,71	172,78	154,56	133,48	266,33	353,63	118,47	232,19	128,83	37,44	177,42	1686,33	1638,59	146,58	372,42
33	472,93	373,23	176,60	855,00	1485,56	1464,87	123,00	200,65	602,43	200,93	1497,77	314,39	210,10	309,24	261,81	599,49	2494,90	784,70	684,99	1249,12
34	922,65	160,30	545,72	491,72	760,77	630,00	306,00	406,00	352,96	605,30	190,36	414,49	596,52	149,52	166,65	554,92	1066,87	1527,35	458,93	678,92
35	839,57	338,27	1068,25	1002,92	1624,66	510,90	626,72	655,31	482,29	918,94	364,78	821,51	943,93	277,00	470,00	1045,79	1296,67	1947,33	1026,59	1439,33
36	1065,47	262,14	2,28	281,00	1056,30	1853,58	155,24	131,32	346,15	117,82	1011,17	72,30	84,20	355,40	151,57	151,11	2553,57	1446,00	243,34	538,89
37	1521,13	240,25	310,00	130,53	649,91	1558,93	406,78	351,32	222,74	488,75	390,42	264,29	418,19	295,31	176,30	236,11	1677,92	2029,13	49,97	182,00
38	1086,72	109,75	108,49	132,78	1137,18	1580,83	168,18	99,29	160,00	120,97	513,86	18,36	104,77	295,16	101,77	54,87	2417,18	1846,00	286,54	502,36
39	1455,52	251,94	177,68	134,93	1412,58	2179,87	392,90	173,51	107,60	201,20	797,96	129,37	145,75	404,92	234,46	93,54	2839,66	2322,32	193,98	478,21
40	1567,15	326,00	104,61	105,36	863,00	2110,78	357,00	262,79	289,29	292,64	811,67	142,34	220,42	442,43	214,64	101,82	2434,75	1980,79	52,94	220,43
41	31986,56	26277,16	29974,68	25186,46	27495,28	26626,00	29420,63	28379,63	24945,67	29515,69	20945,34	28040,97	29331,32	26957,50	27343,45	26921,99	24942,74	36875,26	26458,53	25283,77
42	720,21	553,84	1086,65	1291,40	1067,00	184,00	558,93	881,38	1021,77	1115,52	592,66	959,33	1161,29	446,24	559,65	1287,48	831,74	1121,17	1219,64	1514,20
43	699,76	26,40	154,67	308,17	992,97	1046,23	73,72	71,79	130,99	173,94	506,38	110,65	160,54	41,14	5,35	250,96	1745,34	1344,19	267,79	621,00
44	7033,00	4096,57	5520,76	3628,19	5214,00	5311,64	5411,35	4890,68	3503,53	5369,00	2325,42	4741,91	5262,00	4428,21	4497,00	4294,95	4996,79	9429,64	4127,25	3845,66
45	483,65	62,63	126,62	459,80	1137,16	1001,68	4,64	54,00	250,98	117,0	712,78	112,22	126,29	76,00	31,00	319,10	1926,37	1063,52	434,84	847,15
46	922,93	152,60	23,65	261,42	1203,85	1694,76	123,27	49,78	187,35	64,97	884,20	47,50	37,32	228,93	90,85	138,99	2481,81	1516,77	240,21	601,91
47	2766,28	3163,58	4756,44	4737,27	3878,18	876,00	3503,22	4005,75	3813,48	4578,51	2472,99	4363,48	4688,36	2769,42	3373,77	4928,83	1429,79	3633,86	4567,49	5023,79
48	963,91	77,22	113,46	191,74	923,00	1358,34	143,15	95,22	114,00	183,62	544,35	90,24	147,54	118,27	32,63	164,61	1907,98	1565,71	139,29	438,00
49	40222,35	33607,22	37606,57	32116,70	34391,21	34068,88	37132,29	35959,63	32048,20	37234,30	27494,00	35507,96	36987,12	34348,48	34735,86	34153,71	31665,67	<b>45372,81</b>	33437,38	31971,30
50	18752,14	13971,11	16465,99	12885,00	14678,21	14984,16	16276,23	15463,45	12925,00	16292,97	10178,84	15117,54	16103,22	14507,77	14663,57	14207,00	13533,00	22254,87	13734,34	12831,72
51	823,18	173,25	42,46	357,57	1345,00	1691,95	120,56	46,23	216,12	55,64	1005,72	78,97	35,27	228,75	115,00	203,19	2573,10	1438,57	321,20	744,25

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
52	996,69	205,20	7,40	262,17	1245,21	1842,53	140,27	72,54	256,00	54,69	958,47	35,25	30,48	324,99	135,10	114,89	2696,27	1562,69	287,76	617,00
53	893,69	488,42	1253,87	1202,94	1461,88	284,15	712,88	878,71	788,58	1151,77	341,73	992,36	1195,37	437,63	603,34	1253,61	1039,39	1805,87	1257,67	1571,00
54	677,75	25,35	153,96	313,50	940,00	980,58	54,82	81,26	165,18	179,44	473,00	104,72	171,54	51,22	<b>2,00</b>	251,93	1696,82	1287,29	292,00	621,32
55	987,54	877,49	1468,42	1671,38	1036,16	157,32	865,45	1284,71	1428,11	1571,87	790,00	1362,63	1613,79	696,41	852,00	1721,62	564,83	1172,550	1500,69	1756,52
56	767,71	54,00	94,23	256,84	1015,25	1200,91	53,74	63,50	189,74	114,56	534,92	41,94	109,69	148,36	28,00	162,19	2026,00	1393,28	312,00	602,90
57	1201,23	242,43	38,50	195,19	775,60	1740,92	192,73	181,51	310,40	215,34	817,80	102,13	163,65	306,77	120,10	146,51	2168,45	1507,85	102,15	331,22
58	2667,18	1072,96	733,36	575,56	243,14	2527,68	1060,00	1150,00	1133,66	1276,00	1188,57	897,20	1139,64	1063,82	799,68	782,65	1823,57	2292,85	226,78	126,47
59	2626,65	1057,17	419,14	427,290	1230,97	3484,80	948,52	844,42	1008,85	745,16	1643,11	542,76	647,25	1323,00	850,90	383,29	3730,00	2737,13	451,40	433,69
60	11490,40	7761,57	9693,89	7046,60	8793,63	8862,75	9523,87	8871,41	6976,52	9499,94	5075,27	8636,30	9365,67	8206,14	8311,60	7990,37	8142,24	14451,40	7748,75	7193,64
61	0	675,67	988,58	1851,95	2379,94	662,63	453,43	672,00	1121,24	770,11	1729,88	989,29	867,12	495,85	700,38	1522,47	2251,13	655,34	1742,16	2533,84
62		0	223,21	319,71	1219,47	1017,00	99,21	65,00	91,00	161,32	413,23	108,43	164,42	68,85	33,67	246,45	1915,39	1541,89	392,12	748,00
63			0	282,99	1093,19	1774,00	127,69	99,66	307,27	91,71	973,68	57,28	63,00	312,17	126,27	147,86	2521,78	1421,00	254,26	570,73
64				0	1064,18	2184,84	517,83	344,00	206,28	388,90	483,48	173,99	322,71	555,46	298,34	51,98	2604,00	2634,82	147,00	208,67
65					0	1712,82	1129,40	1458,48	1537,90	1677,00	1156,26	1258,79	1573,94	1070,00	930,00	1297,68	897,61	1707,69	599,46	506,92
66						0	1000,59	1412,12	1589,89	1728,47	1172,25	1658,83	1803,85	732,36	1048,10	2154,46	748,75	1069,48	1965,33	2467,59
67							0	76,64	320,26	130,79	795,39	134,43	143,32	103,00	52,47	359,75	1939,46	959,56	476,59	895,99
68								0	127,00	25,40	759,41	46,14	28,00	159,81	72,19	186,99	2482,88	1512,15	420,46	840,81
69									0	208,00	453,00	143,23	187,81	240,00	163,52	169,93	2472,56	2266,64	360,98	685,80
70										0	974,21	52,20	5,97	305,00	163,53	181,26	2943,25	1635,15	516,83	945,12
71											0	669,64	953,46	570,46	515,72	651,44	1581,40	2766,98	688,54	724,51
72												0	36,80	270,76	92,60	59,13	2569,15	1751,18	293,85	581,36
73													0	306,78	151,35	139,00	2906,92	1683,59	426,48	826,30
74														0	57,63	492,00	1459,45	1117,84	446,73	881,72
75															0	233,83	1743,88	1282,27	262,54	594,33
76																0	2900,53	2361,63	236,92	403,11
77																	0	1753,11	1959,70	2124,91
78																		0	2031,88	2712,00
79																			0	110,10
80																				0

Continua...

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	312,20	64,72	489,49	213,42	3978,00	177,53	2765,98	410,33	478,27	286,97	500,49	5325,72	842,58	4570,00	431,00	1276,67	1021,27	157,00	151,90	635,47
2	425,74	76,91	349,93	10,00	2610,26	171,73	3413,28	69,00	349,12	192,17	165,00	3848,16	316,96	3051,38	481,80	1270,22	406,30	98,81	54,27	486,35
3	741,82	153,61	69,96	166,23	2469,97	46,00	3414,13	92,00	367,15	10,00	367,15	3508,65	467,94	3033,99	145,23	659,80	593,61	48,83	136,15	138,61
4	678,87	66,64	281,65	250,47	3309,00	165,16	3517,33	282,35	782,29	128,63	639,76	4429,89	773,84	3903,15	333,98	920,71	1002,29	57,35	129,54	384,74
5	849,29	419,22	135,00	267,70	1595,56	281,17	3230,92	49,40	827,32	165,30	239,41	2526,0	153,88	2019,24	432,59	1061,00	219,78	186,87	214,11	331,83
6	512,92	51,67	224,55	177,13	3213,18	89,17	3069,56	219,89	618,00	94,00	461,52	4371,62	641,39	3796,00	261,42	926,39	827,26	31,59	82,19	351,38
7	1248,15	844,54	432,37	589,00	927,00	778,85	3632,66	211,19	1359,67	525,39	434,58	1709,66	86,62	1198,12	1007,27	1706,66	144,43	493,89	466,57	762,74
8	736,00	169,62	155,00	169,30	2856,50	9,00	3502,20	183,40	474,17	61,19	385,25	3997,65	633,15	3468,74	92,50	592,27	723,50	136,33	231,00	142,43
9	792,58	205,89	56,15	281,57	2410,85	143,70	3188,90	134,95	915,54	31,53	488,28	3353,69	471,54	2962,20	235,58	772,55	654,98	29,63	123,16	216,00
10	296,80	22,92	491,75	102,72	3742,80	144,99	3071,71	315,52	313,78	267,96	376,23	5124,14	728,23	4299,00	434,58	1271,56	867,52	148,11	122,72	597,36
11	683,25	161,55	273,39	367,22	3776,92	102,45	3043,93	437,99	759,96	150,87	713,97	4937,21	994,28	4469,00	172,32	737,15	1200,38	147,33	262,52	335,17
12	252,63	238,39	575,60	145,77	2611,86	454,56	2667,57	185,37	549,60	440,37	150,49	3868,22	203,89	2940,80	889,19	1977,67	307,24	213,00	69,21	925,52
13	13107,51	11396,69	8495,00	10424,41	2465,19	10578,88	15920,27	8507,90	12641,17	9365,83	9622,71	1553,90	7617,00	2300,00	10301,55	9814,86	7493,60	9889,38	10142,15	8892,41
14	659,59	143,65	94,71	120,83	2339,44	70,15	3324,67	48,72	583,84	31,43	278,67	3397,00	359,33	2860,55	215,59	801,23	471,86	41,00	95,14	199,42
15	2336,41	1400,12	622,65	1183,40	517,36	1242,00	5198,91	567,55	2291,78	802,21	1159,30	972,29	552,53	1305,80	1590,76	663,68	896,27	1001,39	857,10	871,10
16	192,45	60,15	464,77	61,36	3247,34	202,20	2737,63	209,16	325,92	282,24	203,93	4588,47	451,83	3714,42	547,00	1502,47	568,00	122,54	46,64	673,29
17	483,12	104,00	261,39	70,90	2368,92	204,56	3251,45	41,31	559,85	150,00	215,74	3496,00	249,77	2798,27	488,98	1259,98	377,66	44,99	16,20	462,76
18	586,51	277,74	572,16	191,79	2191,95	547,74	3602,61	145,80	768,66	433,00	303,51	3327,17	211,88	2493,47	972,71	1885,94	344,00	226,70	115,83	870,00
19	1245,30	381,66	67,80	439,00	2582,49	111,28	4005,36	293,33	957,46	54,59	721,76	3498,67	826,65	3254,00	45,00	281,46	962,53	223,43	422,91	10,00
20	297,31	63,73	535,00	85,74	3119,98	311,34	3159,28	208,19	464,11	329,94	293,50	4422,92	447,23	3545,12	702,36	1641,0	596,92	129,56	41,93	761,19
21	2740,99	1541,82	627,83	1655,00	3495,60	817,20	4997,65	1356,87	2179,51	768,43	1956,72	4178,17	2130,86	4406,75	372,39	139,49	2251,63	1223,71	1646,00	367,83
22	1327,78	413,99	166,18	451,22	2795,13	121,76	4368,30	364,77	863,92	117,23	770,27	3778,15	964,84	3491,24	52,31	241,57	1072,44	317,93	524,47	25,12
23	902,41	139,86	124,49	248,66	2888,61	59,53	3850,37	210,55	744,91	25,35	599,85	3929,50	739,97	3520,55	119,55	517,00	912,25	79,96	213,64	119,89
24	363,00	40,49	389,53	76,25	3500,61	68,89	3139,76	254,12	196,44	314,62	4845,82	671,73	4072,00	300,00	1066,21	778,96	137,00	137,00	137,00	450,36
25	512,78	188,36	668,43	100,66	3579,38	209,49	3845,68	365,46	90,26	416,94	317,15	5053,76	783,56	4115,00	508,87	1269,57	803,61	386,32	349,55	624,62
26	665,87	325,27	256,56	155,52	1721,94	311,18	3287,83	17,35	656,85	223,21	139,76	2760,22	86,15	2092,00	571,88	1325,66	145,92	172,28	136,94	477,19
27	331,33	70,14	687,32	169,63	4272,88	215,71	3288,40	481,86	262,13	407,243	499,12	5763,32	970,69	4861,37	525,76	1378,28	1102,44	282,75	250,62	777,36
28	294,92	73,54	353,69	18,56	2898,72	126,00	2960,00	121,00	270,58	200,00	134,00	4191,8	369,71	3371,91	422,00	1275,00	449,91	106,98	58,68	504,43
29	645,32	127,68	321,48	122,00	2325,00	291,38	3738,32	72,28	698,90	190,74	346,58	3413,00	318,69	2742,83	587,74	1293,19	475,11	75,28	56,36	504,40
30	479,52	59,00	271,78	57,92	2581,18	168,89	3358,15	65,83	518,55	135,53	257,45	3739,22	338,21	3040,35	445,41	1188,18	476,17	35,39	18,58	437,28
31	261,50	69,33	652,00	191,98	4237,15	230,88	2940,65	474,36	345,28	395,82	490,87	5694,57	915,50	4814,25	544,68	1453,10	1069,76	242,10	201,88	770,44
32	613,86	161,33	147,28	84,39	2215,25	104,93	3338,43	23,00	508,64	76,83	194,54	3305,00	275,00	2695,35	293,96	936,84	359,52	71,44	93,26	265,40
33	712,81	130,00	616,33	366,31	4540,35	212,32	3815,23	623,47	593,93	353,28	872,47	5903,55	1318,98	5247,22	378,36	964,00	1522,98	307,53	389,51	569,30
34	1191,11	496,00	63,62	404,11	1898,45	192,38	3739,89	180,76	923,00	107,71	491,31	2778,46	500,96	2461,42	179,35	531,67	569,79	265,58	406,73	91,00
35	2112,00	880,93	201,00	896,62	1661,24	574,74	5188,33	471,71	1790,70	296,72	1185,43	2240,54	937,41	2263,51	429,54	404,76	1103,49	530,10	794,49	156,80
36	208,93	43,36	501,00	82,65	3599,97	169,67	2820,70	284,79	283,20	292,14	282,27	4989,11	614,51	4118,12	490,39	1409,00	736,13	150,53	94,88	656,71
37	663,49	292,70	346,42	92,19	1957,86	273,45	3648,99	44,17	446,45	258,00	116,29	3102,85	182,58	2346,89	552,62	1281,51	204,48	231,00	190,00	473,10
38	359,87	148,57	227,39	152,88	2665,56	176,80	2489,70	128,63	604,00	156,00	228,91	3800,47	315,91	3140,00	415,42	1262,99	452,40	51,20	31,13	487,11
39	475,69	141,38	529,52	107,92	2590,75	403,89	3574,97	143,75	593,76	349,48	295,15	3802,25	320,60	2956,00	807,96	1691,89	461,23	157,14	66,16	764,38
40	245,92	142,00	567,11	24,94	2877,51	294,53	3074,00	166,30	238,15	377,42	93,65	4244,58	317,21	3267,94	701,46	1692,00	373,00	218,34	98,89	765,12
41	31459,13	29496,95	25117,65	27791,84	12943,25	28584,29	34186,00	24707,49	31235,22	26542,33	26160,59	10877,79	22602,57	12033,58	28399,61	27793,80	22326,60	27099,79	27236,14	26048,82
42	1923,27	1045,00	284,89	1062,31	2787,70	452,78	3982,00	794,56	1549,00	409,40	1210,19	3562,00	1339,46	3559,86	175,96	243,00	1427,00	741,67	1040,51	178,50
43	712,00	96,00	124,97	122,95	2571,97	57,59	3620,99	86,63	587,67	25,70	375,23	3650,14	486,62	3124,29	197,65	726,00	622,80	359,52	71,44	182,00
44	6321,36	5301,92	3798,30	4604,71	263,25	5077,21	9360,85	3414,50	6236,76	4248,28	4089,53	183,95	2721,24	140,61	5231,45	5485,52	2689,74	4374,36	4386,00	4273,41
45	673,30	89,29	163,21	209,00	3172,57	35,00	3339,15	232,35	628,86	48,70	519,00	4296,17	726,36	3802,95	134,00	666,69	897,00	58,83	157,55	209,69
46	378,64	5,49	389,89	67,65	3228,51	154,92	3288,15	189,55	420,13	194,46	339,54	4504,54	553,36	3738,26	448,46	1235,25	707,00	71,00	49,56	523,48
47	6596,97	4455,10	2451,32	4443,33	3474,21	3284,99	9381,11	3556,34	5536,84	2884,59	4742,73	3425,97	4386,79	4421,43	2428,98	1338,50	4487,89	3712,17	4407,76	1987,35
48	561,49	71,94	227,69	42,42	2520,60	107,82	3561,21	50,30	448,76	97,31	244,32	3676,93	366,12	3007,46	341,00	999,36	475,71	54,10	63,71	323,95
49	39069,47	37102,70	32340,50	35057,39	18135,77	36121,29	42020,60	31683,63	38688,60	33904,86	33105,21	15827,97	29176,15	16970,30	36006,98	35401,41	28769,94	34500,13	34565,37	33369,81
50	17434,17	16156,96	13249,61	14781,85	4813,27	15600,15	20341,42	12650,51	17210,72	14191,21	13528,78	3810,90	11052,57	4176,50	15694,13	15687,81	10807,87	14501,91	14485,76	14005,91
51	453,00	4,52	430,22	112,78	3431,98	176,70	3492,38	252,24	482,63	214,57	454,99	4710,50	682,37	3968,73	458,73	1200,17	860,00	91,91	88,20	

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
52	259,46	28,89	446,67	102,00	3457,97	184,72	2868,90	254,54	412,64	252,70	330,55	4778,15	582,32	3968,74	496,55	1384,32	737,56	98,87	55,46	630,19
53	2227,88	1137,27	217,71	1131,30	1873,00	623,90	4577,38	673,13	1934,43	397,30	1288,96	2423,80	1117,20	2544,91	362,90	331,80	1245,83	709,98	1014,84	179,99
54	682,63	116,00	95,64	143,28	2612,67	35,25	3381,83	101,76	588,64	15,83	362,53	3687,35	492,00	3180,64	151,92	693,00	623,00	38,35	116,96	163,98
55	2366,00	1426,63	533,24	1386,55	2961,38	696,85	4458,60	1101,37	1791,10	686,43	1497,88	3719,87	1680,12	3770,62	346,58	304,70	1717,00	1108,77	1445,39	342,16
56	485,62	103,21	143,00	146,31	2831,00	57,71	2827,96	138,86	561,84	61,79	313,12	3957,32	468,64	3385,67	214,36	900,00	608,26	29,76	71,82	290,92
57	261,90	71,82	446,35	18,30	3149,22	145,16	3019,28	179,80	196,95	259,75	152,38	4512,00	454,25	3630,22	464,92	1348,00	525,84	156,41	95,00	575,19
58	707,95	843,21	1225,00	430,56	3117,69	776,26	3641,35	663,54	211,58	1039,31	241,54	4675,00	691,65	3464,00	1208,18	2272,44	533,56	991,31	814,00	1299,87
59	48,20	620,43	1394,64	452,36	4215,00	887,34	2073,92	810,97	355,74	1141,96	314,00	5902,64	755,11	4534,32	1491,56	3010,21	760,88	814,35	529,80	1777,83
60	10573,00	9439,54	7256,37	8461,53	1558,56	9052,38	13398,84	6824,00	10491,88	7946,36	7611,91	1030,49	5723,20	1216,50	9157,30	9287,73	5612,00	8156,38	8167,60	7878,87
61	2075,25	827,26	687,86	1260,58	4783,82	605,88	5051,64	1242,65	1851,67	580,81	1978,22	5716,98	2253,93	5719,69	378,63	335,93	2568,18	778,86	1132,36	473,00
62	802,34	163,00	64,31	221,22	2389,63	112,47	3458,00	99,70	819,27	14,57	457,15	3361,23	465,28	2938,43	217,39	724,00	635,12	22,53	114,40	179,57
63	247,84	28,31	455,10	82,41	3534,60	150,18	2890,94	263,15	322,11	253,37	303,00	4891,00	610,62	4060,70	452,92	1331,19	743,72	121,00	80,39	603,87
64	386,83	334,47	480,73	162,87	2104,56	449,65	2745,26	114,58	593,13	404,76	83,38	3274,62	73,17	2413,51	838,16	1857,39	136,34	236,58	110,56	818,93
65	1293,86	1196,21	1162,13	788,00	3275,72	781,18	3962,68	933,57	509,47	1077,51	597,15	4699,00	1136,11	3792,14	946,40	1669,90	939,51	1251,89	1229,20	1060,33
66	3024,36	1613,94	689,32	1731,94	3372,23	908,65	5743,50	1400,84	2328,76	816,20	2120,00	3999,20	2239,26	4283,33	447,79	78,00	2371,00	1300,46	1751,91	362,80
67	659,93	101,22	199,84	236,31	3388,22	33,99	3267,45	290,79	610,96	76,23	554,79	4544,73	812,42	4042,37	124,16	665,26	982,40	90,35	193,00	233,69
68	582,17	54,69	241,34	188,90	3054,43	150,00	3304,53	199,59	717,28	106,73	503,91	4171,20	607,88	3607,51	345,31	994,56	814,62	22,22	67,82	385,91
69	817,92	227,90	238,00	238,32	2028,51	345,24	3707,25	79,64	956,95	170,00	443,00	2981,63	79,64	2447,81	582,57	1216,30	480,23	78,73	94,48	456,53
70	474,55	74,46	386,45	250,00	3457,24	242,64	3025,35	318,42	753,63	223,69	569,92	4642,30	711,00	4005,27	488,10	1258,69	940,67	76,66	89,29	587,00
71	1492,92	952,63	249,68	736,27	1033,63	651,93	3538,70	298,00	1487,31	418,00	588,91	1716,68	302,18	1437,55	686,11	1166,93	353,97	528,30	613,10	481,70
72	344,45	74,87	281,49	125,72	2920,43	171,93	2723,25	153,72	570,49	162,25	290,00	4100,19	409,52	3409,12	435,33	1272,00	570,34	34,41	13,39	512,94
73	410,00	50,45	404,87	190,00	3377,12	236,29	3039,10	275,63	657,00	230,11	484,86	4595,00	635,58	3898,24	516,00	1326,37	845,28	71,36	60,41	608,30
74	1058,00	205,47	121,00	271,36	2647,22	85,40	4199,36	197,29	777,56	35,00	616,80	3649,24	728,97	3270,71	124,41	443,19	878,62	129,63	278,47	73,92
75	635,91	89,94	124,80	115,66	2680,77	33,78	3392,51	99,92	536,32	27,54	341,86	3787,69	490,96	3242,41	172,76	740,21	619,66	36,00	102,16	192,26
76	269,38	198,35	448,65	150,67	2620,65	366,92	2536,97	160,28	597,81	338,31	180,34	3824,86	225,62	2993,77	740,31	1761,84	351,36	139,43	34,63	788,71
77	3587,58	2405,79	1551,35	2084,00	3228,00	1545,49	7025,86	1865,35	2177,30	1639,51	2168,67	4107,57	2492,18	3989,21	1218,00	959,00	2338,31	2221,10	2550,94	1065,30
78	2314,68	1359,77	1559,39	1650,51	6664,00	944,54	5540,58	2019,84	1482,41	1311,13	2308,61	8087,34	3200,25	7726,00	733,41	791,22	3321,74	1616,41	1932,74	1073,00
79	460,12	272,33	581,29	55,00	2481,37	338,11	3527,21	149,65	234,88	416,83	71,93	3810,67	276,17	2850,76	718,11	1614,94	273,18	326,40	219,51	713,85
80	544,13	668,29	885,83	289,93	2288,95	674,20	3140,42	352,52	375,79	777,68	56,79	3647,55	241,00	2559,87	1116,14	2214,50	151,56	667,68	483,88	1123,42
81	0	426,10	1108,77	369,16	4246,19	656,00	1905,36	690,94	372,98	877,18	328,68	5849,72	751,59	4646,92	1165,98	2555,60	817,85	582,88	368,00	1467,38
82	0	0	401,29	82,86	3385,31	135,72	3430,75	226,78	410,24	192,29	397,00	4675,77	649,68	3925,90	408,00	1148,15	806,77	87,74	84,65	493,32
83	0	0	429,31	2116,96	176,26	3440,28	191,15	1081,13	43,80	591,31	2951,73	544,92	2703,43	158,00	533,38	694,72	147,37	301,49	96,56	0
84	0	0	2829,64	174,69	3381,45	117,90	240,75	117,90	240,75	246,59	145,85	4143,37	376,48	3278,10	504,00	1333,61	444,13	151,00	91,10	544,69
85	0	0	3099,70	6944,40	1888,00	4140,32	2480,66	2420,16	175,72	1429,00	59,83	3198,54	3510,51	1409,71	2622,44	2664,73	2493,14	181,16	0	0
86	0	0	3312,82	221,41	466,25	68,61	409,96	4272,54	689,76	3728,59	91,27	631,76	798,62	120,75	211,00	181,16	0	0	0	0
87	0	0	3498,69	3421,97	3547,80	2680,67	8394,94	3039,74	7360,23	3681,89	5667,43	3108,62	3183,00	2919,29	4346,73	0	0	0	0	0
88	0	0	635,45	134,66	200,35	2923,37	173,24	2305,71	449,98	1116,00	261,53	100,75	99,68	357,81	0	0	0	0	0	0
89	0	0	789,30	320,18	5814,44	932,00	4625,27	879,98	1913,37	888,48	690,26	556,85	1100,58	0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	491,41	3457,14	554,87	3071,79	123,54	560,20	707,78	58,00	179,56	100,79	0	0	0	0	0	0	0	0
91	0	0	3732,57	179,79	2761,22	792,59	1845,52	161,25	374,37	235,79	846,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	0	0	2443,11	240,00	4215,36	4256,32	2475,73	3688,76	3834,00	3353,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	0	0	1670,00	1049,66	2009,62	29,97	428,36	308,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	0	0	3937,79	1624,00	3143,51	3108,00	3178,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	0	0	279,50	1179,11	302,60	509,69	73,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	2184,00	950,28	1356,32	212,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	600,45	600,45	1054,59	1054,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	41,35	310,31	0	540,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0	0	0	540,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continua...



Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
1	534,19	301,53	1775,81	1331,36	776,20	332,69	16637,79	454,46	573,32	319,15	242,71	102,00	8237,82	988,80	2266,78	1752,17	12436,67	653,30	282,52	392,52
2	137,96	59,63	2064,76	698,81	331,43	877,59	14411,45	148,63	179,89	22,33	34,17	465,13	6120,00	852,18	1225,36	1105,92	9762,29	278,80	370,84	74,89
3	130,94	284,37	1282,64	1003,19	174,94	1041,60	12917,16	122,45	215,64	200,74	160,12	343,69	6188,00	577,14	1232,50	725,56	9761,16	469,37	168,68	175,89
4	445,52	420,00	1486,90	1475,00	455,75	793,15	14968,15	249,11	463,81	328,00	274,10	85,66	7308,62	1025,92	1969,85	1140,68	11387,71	844,41	263,90	273,92
5	144,61	291,64	1923,00	530,29	91,81	1434,00	11453,00	77,61	38,00	182,71	155,88	814,00	4702,20	358,33	593,45	574,68	7818,96	409,63	545,45	120,25
6	350,80	298,00	1487,87	1220,91	428,59	642,41	14814,00	222,75	364,00	243,48	177,00	111,82	7207,78	780,68	1791,00	1172,93	11171,48	636,66	206,60	231,45
7	430,10	561,00	2852,53	430,76	188,92	2126,61	10403,64	188,49	90,53	381,69	384,31	1414,21	3357,57	565,34	270,86	557,54	6149,14	734,95	1188,58	226,68
8	115,00	291,47	1116,44	1110,00	310,37	971,95	13445,12	274,28	355,75	256,88	221,86	367,79	6811,81	669,41	1431,62	923,65	10428,00	379,19	70,33	310,24
9	300,87	403,00	1426,13	1092,71	186,32	1055,87	12817,95	90,68	213,22	278,92	207,21	298,21	6051,00	535,37	1305,63	707,66	9690,00	716,39	310,27	171,86
10	380,95	183,97	1836,14	1164,93	686,00	434,55	16397,71	398,23	494,20	205,88	169,30	188,13	7863,42	1040,98	2040,19	1645,49	11949,23	471,89	253,83	311,43
11	518,76	527,85	1109,73	1634,48	625,24	613,76	15152,54	442,15	626,00	492,62	387,31	60,58	8158,56	841,64	2237,89	1364,32	12262,22	841,37	135,64	494,00
12	430,91	97,63	2925,55	473,74	551,78	767,26	15106,13	223,86	171,00	70,90	52,82	652,87	5853,00	800,38	1245,26	1489,26	9490,85	431,12	794,00	94,54
13	8764,00	10403,70	12070,53	8151,42	7146,62	15688,11	1835,70	8246,21	7932,12	9625,98	9789,32	12836,92	1202,00	8362,18	4607,19	5496,46	769,29	10116,92	11412,33	8789,25
14	106,82	211,76	1489,68	844,68	159,53	1024,26	12957,71	85,18	147,79	132,65	101,37	394,10	5932,45	553,84	1109,87	743,92	9456,99	398,24	229,31	114,26
15	792,48	1274,15	2779,15	1179,80	251,71	3321,42	8286,38	453,60	480,61	950,49	977,79	1932,11	2657,83	1066,72	358,60	183,92	5226,58	1488,31	1616,51	631,35
16	338,86	80,00	2210,93	794,61	587,16	474,17	15825,28	282,26	302,51	92,75	58,00	326,18	7033,19	836,42	1652,60	1554,58	10921,00	366,39	405,10	176,00
17	200,28	124,56	2089,21	700,55	247,39	934,11	13875,20	61,14	109,75	45,51	34,72	429,68	5761,62	730,98	1137,95	952,76	9381,42	422,75	440,51	23,00
18	406,75	208,64	2935,56	633,89	396,54	1234,00	14250,49	142,51	169,29	100,58	130,97	751,43	5169,88	1077,00	1091,77	1137,50	8741,33	604,39	885,46	47,56
19	239,88	633,87	759,29	1488,18	229,34	1454,58	11956,59	315,20	473,49	517,83	464,65	467,34	6493,11	692,97	1433,47	579,77	10004,89	746,63	137,75	461,32
20	401,12	128,88	2443,20	875,69	565,79	652,55	10877,98	242,89	310,88	97,31	88,94	359,20	6729,00	1065,30	1658,42	1485,75	10666,21	515,13	540,44	131,55
21	1099,94	1942,81	250,89	2912,30	1026,73	2693,44	10456,20	1386,92	1586,36	1811,43	1681,19	1371,50	7910,18	1170,35	2045,65	1049,39	11188,45	1813,93	664,89	1726,87
22	219,79	662,39	676,72	1604,00	315,96	1536,66	12229,58	433,14	596,73	569,13	539,59	543,95	6813,67	873,98	1551,80	675,92	10334,43	703,36	99,80	565,49
23	237,55	436,73	1042,32	1415,53	270,34	1083,51	13452,79	219,97	409,50	336,64	297,00	222,81	6845,54	853,53	1626,76	787,34	10637,85	686,26	110,72	297,00
24	253,35	158,61	1613,00	1079,44	574,24	536,21	15616,91	360,56	433,53	180,86	148,63	241,26	7593,52	901,00	1828,17	1460,63	11523,39	353,12	159,89	297,12
25	210,49	166,99	1870,43	1057,69	733,58	840,68	15861,53	573,25	594,90	230,61	266,20	607,94	7583,63	1249,11	1793,43	1650,83	11361,64	201,70	276,43	451,21
26	132,58	158,73	2263,13	415,88	153,14	1306,97	12368,98	64,46	15,81	69,31	71,52	801,88	4763,64	533,57	638,98	751,15	7976,16	318,50	603,00	42,55
27	491,56	263,65	1874,00	1393,22	915,00	401,00	17391,10	600,97	173,12	321,50	294,73	227,13	8607,00	1312,72	2403,69	1959,57	12837,37	532,19	276,85	485,00
28	175,71	44,62	1988,79	692,00	433,00	648,79	14859,84	219,32	221,00	48,23	29,87	403,96	6598,97	725,54	1370,63	1297,87	10296,99	231,71	311,84	137,75
29	257,96	213,14	2166,49	863,74	242,20	1135,00	13849,36	63,99	167,97	95,36	107,32	460,74	5631,00	962,66	1200,67	880,71	9300,00	578,69	524,35	34,30
30	204,46	133,77	1967,10	821,70	282,81	874,88	14235,72	90,70	169,16	61,43	52,10	349,89	6106,60	817,21	1293,46	1003,36	9825,50	441,34	370,84	52,00
31	554,73	269,26	1962,33	1345,42	912,43	304,00	17402,37	560,85	666,35	319,46	267,88	175,51	8541,15	1192,97	2401,33	1977,55	12795,83	593,44	325,59	451,29
32	68,98	147,81	1687,56	691,41	161,17	1059,92	12950,26	82,40	106,45	79,77	65,84	499,00	5685,00	563,46	976,60	774,28	9127,25	301,29	291,36	83,99
33	625,32	568,48	1302,65	1979,45	924,94	611,91	17018,97	683,36	930,44	571,33	522,20	85,66	9150,44	1483,80	2777,39	1794,65	13545,63	903,93	174,90	661,34
34	137,22	513,62	1183,97	990,79	115,00	1623,93	10933,00	227,80	262,36	400,16	362,60	769,49	5373,35	440,89	860,56	453,27	8521,60	534,14	321,57	348,47
35	495,47	1142,92	1087,70	1778,19	148,51	2583,31	9484,76	397,00	604,20	878,73	859,70	1048,79	4935,96	978,36	1093,00	104,13	8061,72	1309,20	666,61	645,34
36	371,42	125,58	2026,22	981,33	680,00	397,70	16313,90	373,53	422,33	157,42	117,78	254,41	7606,73	934,79	1899,34	1676,37	11612,43	399,22	320,20	269,16
37	50,94	107,65	2180,27	467,54	221,00	1313,42	12843,40	153,75	104,92	53,00	88,15	839,98	5122,22	720,47	735,48	860,31	8361,28	183,99	513,00	100,78
38	317,00	174,54	1985,99	719,87	367,65	660,23	14162,29	140,10	153,79	130,82	58,82	345,00	6277,27	473,70	1318,00	1157,62	9954,78	465,75	412,86	116,85
39	354,00	153,41	2623,90	769,24	430,39	997,00	14932,25	161,54	224,84	74,22	97,96	542,68	5866,39	1113,77	1335,59	1228,22	9613,61	540,58	675,72	62,30
40	244,68	8,85	2532,52	552,98	552,39	725,88	15390,71	285,58	244,00	25,51	38,97	604,40	6367,76	918,53	1330,39	1502,97	10030,00	207,90	537,86	142,22
41	25385,78	27530,28	31522,15	22952,52	22627,45	35808,70	6918,41	24211,90	23516,75	26303,86	26629,31	31978,00	7747,38	24352,32	17348,76	19836,00	4728,19	27164,76	30134,73	24914,35
42	631,00	1246,13	551,99	1940,78	595,52	2039,48	10574,77	838,84	930,32	1144,45	1028,22	1034,82	6859,56	613,13	1664,18	794,97	10052,50	1150,53	429,83	1087,00
43	132,81	254,10	1370,97	1047,24	196,50	1023,56	13372,00	117,27	236,34	168,00	146,00	305,58	6290,39	736,49	1316,35	773,92	9952,48	478,96	149,36	136,92
44	3775,45	4540,44	7499,46	3136,33	2753,98	8350,59	5244,19	3241,32	3011,78	4010,18	4158,95	6529,82	231,72	3882,42	1232,19	2113,66	1295,00	4602,15	5832,72	3464,55
45	284,88	360,57	1162,57	1332,26	379,00	785,10	14249,66	253,16	409,95	301,38	238,93	139,31	7250,61	769,45	1764,83	1034,11	11143,26	623,82	101,15	296,86
46	306,61	158,40	1906,65	1046,00	489,00	630,90	15531,00	233,55	343,42	127,00	107,33	217,72	7072,92	994,76	1734,76	1334,75	11041,22	491,53	305,58	167,92
47	3173,54	4885,45	1578,14	5495,95	2560,88	6943,52	5676,56	3484,00	3764,00	4495,36	4411,53	4386,99	7033,92	3235,00	3439,18	1604,78	9278,82	4544,24	3098,84	4130,68
48	107,20	131,82	1738,00	834,58	234,35	967,39	13818,93	106,79	180,00	66,79	68,26	391,20	6093,57	795,37	1216,28	903,25	9726,77	352,53	271,86	82,80
49	32362,45	34687,32	39611,18	29314,32	29434,48	44073,57	10536,22	31207,40	30322,93	33372,52	33788,75	40075,33	11680,97	31336,33	23108,27	26344,66	7705,65	34138,50	37880,78	31910,12
50	13133,81	14525,68	18740,00	11209,37	11346,11	20867,45	4428,18	12383,29	11786,58	13681,10	13958,92	18265,71	1812,43	12709,35	7490,77	9700,56	525,79	14252,52	16842,57	12775,65
51	371,53	234																		

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
52	400,75	162,19	2029,87	1023,86	610,31	451,87	16057,65	300,23	381,62	158,89	114,00	201,49	7388,80	929,54	1869,60	1551,61	11417,84	507,57	351,47	217,28
53	637,14	1338,60	870,68	1853,69	328,17	2577,31	9003,66	625,99	756,96	1119,99	1038,00	1213,21	5363,27	681,27	1197,44	293,63	8344,00	1365,00	692,67	917,61
54	143,82	262,40	1302,85	1027,35	213,56	956,00	13304,00	135,58	236,00	188,60	148,10	294,79	6390,43	622,37	1324,66	805,46	10034,61	464,11	151,77	175,95
55	819,35	1575,16	556,34	2230,63	849,66	2503,20	10095,18	1193,91	1255,00	1488,50	1379,00	1459,97	7079,51	820,23	1818,46	972,76	10091,13	1331,00	629,69	1468,19
56	239,87	224,82	1503,55	946,97	325,76	700,43	13981,33	165,79	233,42	179,66	110,44	239,26	6670,61	526,80	1446,68	1041,60	10401,34	467,00	207,99	179,27
57	206,67	43,36	2037,64	752,29	536,95	591,69	15425,74	301,63	303,30	70,33	59,26	412,72	6943,81	844,00	1522,77	1462,65	10712,10	217,79	312,99	196,44
58	433,00	304,97	3141,42	511,57	1125,25	1423,25	15192,92	994,17	731,30	443,60	515,15	1668,18	6486,64	1260,99	1300,29	2156,97	9607,19	61,18	1006,17	775,00
59	951,82	274,80	3856,34	656,33	1522,32	435,77	18585,19	1004,00	796,18	441,19	409,66	1117,81	7898,95	1286,00	2181,45	2965,58	11756,47	466,29	1221,88	707,83
60	7268,25	8313,26	11749,82	6046,74	5858,18	13196,72	4020,81	6588,00	6200,60	7633,77	7823,00	11012,85	217,19	7029,33	3320,66	4753,30	240,92	8248,79	10030,30	6904,23
61	1214,56	1652,31	391,17	3346,72	1149,59	1722,66	14699,29	1171,72	1621,22	1514,48	1396,71	405,17	9708,71	1820,81	3437,56	1497,20	14057,96	2012,87	407,32	1406,56
62	223,58	355,11	1387,38	1085,42	153,39	1101,41	12851,00	76,54	208,00	233,00	185,26	304,97	6020,67	626,28	1269,83	664,25	9652,77	642,64	261,20	146,49
63	357,52	139,99	1944,41	1015,60	630,97	431,61	16112,00	338,15	405,54	156,86	116,31	219,97	7534,48	925,11	1879,25	1588,30	11542,79	429,21	295,00	249,11
64	317,25	98,97	2853,43	295,50	403,32	1012,96	13827,82	166,39	66,42	55,61	45,30	828,70	5141,90	614,21	862,90	1225,99	8503,18	334,00	808,18	66,31
65	506,47	722,61	2275,34	997,18	1214,65	1855,28	13596,36	1301,31	1048,15	865,87	895,62	1889,16	7006,25	1133,67	1458,33	2019,00	9905,31	247,00	871,91	1209,53
66	1119,45	2070,42	224,38	3116,67	999,57	3044,70	10054,52	1419,39	1675,60	1895,91	1801,27	1482,16	7686,88	1440,60	2412,30	898,68	10938,23	1956,00	731,88	1780,60
67	326,32	388,94	1111,89	1409,39	458,62	716,69	14572,73	321,97	480,00	347,28	275,87	119,80	7587,14	793,00	1906,00	1150,00	11535,83	640,95	80,23	362,59
68	375,72	323,14	1622,86	1241,75	384,24	767,60	14675,51	173,90	341,46	235,82	183,99	134,53	6908,00	882,16	1740,60	1083,73	10875,38	723,15	289,99	184,98
69	318,77	339,39	2108,26	908,85	160,50	1319,00	12944,93	21,98	137,54	177,51	168,87	509,60	5214,59	840,23	1078,83	682,77	8785,77	736,88	600,67	44,29
70	552,54	365,84	1872,55	1331,21	583,00	586,12	15710,00	281,79	449,86	301,14	231,10	101,38	7416,83	985,66	2038,56	1406,81	11553,63	837,20	398,74	261,68
71	413,79	751,53	2100,00	697,81	158,00	2204,41	9376,80	282,41	202,47	575,73	530,00	1368,10	3788,47	314,60	361,83	390,85	10478,00	802,90	965,16	415,99
72	346,91	177,20	1974,31	872,90	418,92	602,94	14816,00	160,00	223,62	131,72	72,00	245,27	6633,81	672,57	1528,35	1238,47	10494,00	524,55	381,34	122,97
73	496,00	288,95	1980,28	1208,57	564,78	575,52	15762,86	258,20	402,63	234,23	178,95	140,44	7265,49	989,13	1939,45	1414,95	11359,60	737,21	406,95	215,51
74	177,72	469,69	999,63	1403,61	205,81	1319,40	12809,63	220,61	405,32	353,81	336,25	354,81	6489,89	892,00	1463,00	636,93	10145,69	663,20	130,00	311,57
75	139,68	231,62	1355,90	1014,64	236,45	911,62	13568,95	141,43	241,15	165,91	131,33	282,49	6470,90	666,51	1358,19	860,13	10147,94	438,27	150,48	166,58
76	413,40	124,80	2642,31	553,69	484,63	704,66	14824,73	176,10	150,36	86,51	44,76	522,52	5972,93	674,52	1278,00	1376,33	9645,52	472,00	681,78	83,99
77	1203,59	2284,28	1321,48	2842,00	1563,59	4116,27	9622,00	2158,00	2138,28	2232,34	2277,79	2913,38	7036,52	2066,84	2052,47	1529,00	9516,64	1638,60	1397,90	2380,79
78	1554,10	1988,89	535,91	3899,95	2182,60	1806,20	17472,00	2234,31	2546,39	2086,53	2002,36	1094,16	12386,54	2550,00	4488,94	2888,00	16787,00	1898,70	556,64	2343,87
79	130,79	34,92	2508,00	453,25	471,68	1085,84	14347,82	312,31	230,69	43,92	92,61	872,77	5779,56	931,15	1017,83	1311,29	9168,57	100,41	577,10	180,19
80	327,43	151,55	3237,83	163,88	731,31	1340,34	14032,60	566,53	318,76	204,71	249,72	1442,28	5269,11	854,59	802,67	1655,12	8314,55	84,84	1016,36	388,77
81	863,32	250,42	3282,52	804,61	1333,49	229,89	18300,92	830,80	704,81	386,60	319,64	744,13	8154,74	1092,70	2260,00	2699,20	12165,41	514,78	938,34	596,78
82	312,89	194,96	1770,28	1169,41	521,00	635,58	15679,20	278,38	411,51	167,75	149,58	185,89	7340,32	1067,00	1854,00	1359,23	11361,56	517,84	252,00	219,66
83	274,54	564,61	1149,17	1163,27	127,72	1409,31	11465,80	161,38	264,32	423,00	347,76	509,18	5708,63	426,59	1118,58	489,12	9099,23	753,65	314,14	302,90
84	144,60	37,31	2099,70	702,51	429,33	802,41	14882,73	232,00	243,91	32,61	48,97	493,73	6433,25	909,32	1327,96	1272,41	10105,00	214,36	357,96	133,17
85	2136,77	2788,79	5151,58	1815,00	1392,76	5843,58	5953,95	1782,00	1589,13	2383,52	2468,63	4357,62	906,32	2170,79	409,68	1031,79	2467,53	2805,47	3699,26	1979,27
86	177,89	297,00	1116,81	1178,35	383,13	818,50	13975,75	303,72	397,45	274,64	223,88	275,30	7174,89	681,85	1607,79	1055,27	10909,54	423,86	54,68	332,48
87	3997,65	2966,61	6221,15	2686,14	4254,00	1743,75	20303,88	3542,61	3074,53	3223,81	2846,98	3318,37	11058,81	1883,60	4762,98	5966,27	14808,62	3207,51	3829,66	3374,00
88	100,79	168,69	1985,72	595,56	114,51	1255,18	12556,32	34,99	49,41	67,88	71,12	634,00	5088,22	614,52	792,62	681,66	8433,00	362,96	463,12	31,80
89	453,89	211,00	2537,51	970,70	1180,71	715,90	17323,42	919,58	824,35	367,76	400,47	930,43	8194,29	1410,87	2071,77	2354,55	11976,66	167,63	576,45	702,43
90	191,38	394,65	1153,00	1169,45	166,80	1137,29	12671,27	135,56	268,11	285,38	234,90	318,66	6234,59	609,90	1313,31	650,32	9838,58	614,18	174,42	222,68
91	245,79	48,95	2754,25	235,52	559,00	937,39	14215,00	354,71	181,00	85,13	84,22	970,95	5657,00	609,55	927,46	1480,51	8935,69	95,27	178,00	218,50
92	3258,11	4157,00	5962,58	3025,90	2166,46	7533,76	4420,97	2705,85	2567,40	3623,88	3688,16	5573,13	726,21	3040,95	1076,32	1441,18	1997,36	4227,36	4904,00	3039,85
93	388,10	285,64	3147,84	186,50	349,81	1579,91	12200,16	209,64	53,00	193,24	197,00	1264,36	4031,76	568,25	454,73	1002,81	7017,00	458,23	1116,79	145,79
94	2620,00	3174,38	6238,99	1955,18	1850,20	6441,15	6277,24	2199,78	1936,86	2760,53	2872,91	5058,80	564,11	2655,21	566,28	1527,61	1960,99	3209,62	4431,85	2347,44
95	347,92	692,95	611,73	1666,28	455,00	1211,56	12888,83	505,15	655,17	634,12	550,00	401,92	7464,51	706,95	1818,61	925,00	11127,30	764,45	65,00	640,00
96	888,16	1694,94	171,82	2948,55	815,00	2539,00	11306,48	1123,52	1444,14	1526,26	1457,00	1007,29	7916,00	1493,48	2450,74	840,18	11478,74	1716,64	449,63	1426,00
97	405,30	313,99	3352,76	90,00	465,67	1729,44	12105,96	353,56	127,00	1534,45	274,72	1534,45	3933,69	610,62	371,72	1149,96	6755,90	371,98	1236,74	263,00
98	260,47	255,46	1635,55	995,77	249,11	864,59	13785,00	86,74	199,90	162,97	114,25	241,29	6289,53	669,90	1387,99	895,23	10040,49	585,44	294,11	107,33
99	295,11	132,99	2143,41	751,71	357,00	732,27	14536,24	110,75	159,54	74,18	39,40	342,35	6190,85	715,51	1343,00	1149,84	9938,11	473,40	449,00	60,20
100	276,95	762,61	686,85	1621,65	233,19	1702,17	11451,67	375,92	551,19	625,00	580,00	586,00	6364,16	777,48	1423,50	492,35	9802,45	850,18	190,26	550,00
101	0	217,30	1644,25	739,82	207,98	1417,50	12471,94	231,43	229,17	163,67	195,73	791,32	5553,49	756,75	877,45	752,24	8804,58	213,72	322,17	227,65

Tabela 7, cont...

Ord. Genótipos	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
103			0	4185,38	1683,78	2906,76	12859,63	2015,00	2420,00	2417,60	2293,87	1364,88	10305,00	2192,13	3812,00	1744,58	14185,10	2511,51	768,60	2370,84
104				0	947,56	1779,54	13154,96	749,22	385,00	479,38	491,83	2015,28	4254,74	761,92	579,73	1848,92	6979,40	440,34	1691,38	575,74
105					0	1951,45	10543,89	87,26	166,81	355,72	357,73	877,90	4412,67	674,00	651,00	239,84	7528,22	735,43	599,00	202,15
106						0	20382,63	1372,15	1359,98	942,17	791,92	583,33	10600,95	1466,40	3535,83	3445,99	15146,00	1102,99	955,68	1178,85
107							0	12236,81	12091,75	14223,00	14235,73	16541,54	5577,25	11351,16	8459,66	8063,69	4692,43	14445,34	14448,76	13227,71
108								0	64,26	156,64	141,70	599,40	4907,00	635,21	848,00	573,81	8299,93	614,20	566,74	36,33
109									0	122,15	105,43	865,34	4522,25	449,84	588,37	748,56	7686,00	426,29	731,00	55,53
110										0	16,47	645,35	5678,83	784,56	1030,46	1163,17	9179,50	226,57	536,83	57,47
111											0	542,27	5868,95	623,95	1092,00	1183,18	9412,47	255,19	484,60	60,68
112												0	8878,81	1264,46	2769,70	1694,42	13299,00	1160,39	295,32	627,80
113													0	5517,00	2186,20	3722,60	546,20	6281,84	8133,21	5084,00
114														0	1027,18	1263,75	8474,26	839,10	989,67	728,58
115															0	816,00	4240,97	1120,15	2095,69	896,34
116																0	6486,16	1663,63	1237,60	846,67
117																	0	9509,63	12020,31	8536,97
118																		0	635,40	466,78
119																			0	625,29
120																				0

Os genótipos mais similares observados foram PI 401589 (Índia) e o PI 537684 (EUA), apresentando um valor de dissimilaridade de  $D_{ii'}^2 = 2,00$  entre os demais materiais, e apresentam valores médios de 12,24, 5,23, 24,73 e 53,59 % (PI 401589) e 12,14, 5,08, 24,48 e 54,13 % (PI 537684) para os ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente, resultados semelhantes para os teores dos quatro ácidos graxos avaliados.

#### **4.2.2 Análise de agrupamento de otimização de Tocher e UPGMA**

Utilizando as medidas de dissimilaridade, através do método de agrupamento de Otimização de Tocher possibilitou-se a formação de sete grupos (Tabela 7), onde a maioria dos genótipos (86,66 %) foram alocados no grupo I, o grupo II foi constituído por oito genótipos, o grupo III por dois genótipos e grupo IV por três genótipos, os grupos V, VI e VII formados por um genótipo em cada grupo. Por utilizar um critério global de agrupamento, este método tem a característica de formar grupos com apenas um indivíduo cada, no caso dos genótipos com maior dissimilaridade. Neste estudo, os genótipos PI 613409 (110), PI 568792 (89) e PI 401477 (51) mostram-se isolados em grupos distintos sendo, portanto, considerados os indivíduos mais dissimilares (Vasconcelos et al., 2007).

O grupo I foi constituído por genótipos de variedade linoleica e porcentagens medianas para os outros três ácidos graxos avaliados, pois apresentaram médias de 11,81, 5,19, 24,69 e 54,12 % de ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente.

O grupo II foi composto por oito genótipos, onde cerca de 37,50 % dos genótipos deste grupo são de origem Chinesa, e os demais genótipos são do Uzbequistão, EUA, Iran, Canada e Paquistão, com porcentagens relativamente semelhantes de ácido oleico e de ácido linoleico e concentrações medianas para os ácidos palmítico e esteárico, uma vez que, observaram-se médias de 10,07, 4,27, 42,20 e 40,09 %, de ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente.

O grupo III alocou genótipos originados da Armênia e Bangladesh, de variedade oleica, (que possuíam alto teor de ácido oleico), e baixos teores de ácido esteárico, visto que os genótipos deste grupo apresentaram teores médios de 8,34, 3,40, 66,39 e 19,08 %, de ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente.

**Tabela 7.** Agrupamento de 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L., obtido pelo método de Otimização de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii'}$ ) como medida de dissimilaridade

Grupos	Números de ordem dos genótipos	% de genótipos
I	54, 75, 3, 43, 14, 90, 62, 98, 56, 9, 45, 23, 6, 67, 86, 8, 74, 48, 32, 68, 30, 4, 72, 17, 46, 82, 99, 38, 28, 2, 24, 51, 52, 63, 73, 10, 16, 57, 36, 84, 111, 70, 29, 20, 1, 88, 110, 120, 40, 76, 39, 69, 108, 102, 26, 12, 37, 31, 64, 11, 27, 79, 101, 18, 109, 5, 83, 25, 91, 19, 119, 34, 105, 33, 112, 22, 95, 100, 118, 93, 89, 80, 81, 97, 7, 71, 35, 59, 114, 58, 42, 53, 104, 106, 65, 15, 116, 61, 96, 55, 21, 115, 66 e 78	86,67
II	85, 94, 44, 92, 113, 60, 117 e 13	6,67
III	41 e 49	1,67
IV	77, 103 e 47	2,50
V	87	0,83
VI	107	0,83
VII	50	0,83
Total	120	100,00

O grupo IV foi constituído por variedades originadas dos EUA e Turquia, com elevado teor de ácido palmítico e de ácido linoleico, pois, pode se observar um teor médio de 15,66, 5,50, 29,34 e 42,23 % de ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente.

O grupo V foi constituído pelo genótipo PI 532639 (Índia), que possui elevado teor de ácido palmítico, esteárico e linoleico, pois apresentou teores médios de 10,61, 14,32, 21,58 e 48,80 % de ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente.

O grupo VI foi composto pelo genótipo PI 613382 (EUA), com teores altos de ácido palmítico e oleico, este genótipo apresentou teores médios de 15,74, 7,49, 52,60 e 17,07 %, de ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente.

No grupo VII alocou-se o genótipo PI 401475 (Bangladesh), com teores médios de 8,63, 3,47, 52,72 e 32,05 %, de ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, respectivamente, mostrando-se com teor de ácido palmítico e esteárico abaixo da média, elevado teor de ácido oleico e teor mediano de ácido linoleico, comparados aos demais grupos.

Gergardt (2014) estimou a divergência genética de 16 acessos de cártamo oriundos do Instituto Mato-Grossense do Algodão – IMA-MT, e através do método de Tocher, verificou a existência de variabilidade genética entre os acessos de cártamo para a maioria das características avaliadas, e identificou seis grupos distintos, o que possibilita promover ganhos genéticos futuros.

Silva (2013) avaliou a divergência genética entre 20 acessos com maior produção de sementes e quantidade de capítulos, que foram provenientes do banco de germoplasma Norte Americano Western Regional Plant Introduction Station (WRPIS), e a partir do método de otimização de Tocher por meio da distância generalizada de *Mahalanobis*, observou-se 9 grupos diversos.

Considerando os trabalhos de Gergardt (2014) e Silva (2013), neste estudo, a dissimilaridade intra e intergrupos foi estimada utilizando o método de agrupamento de otimização de Tocher (Tabela 8), onde a maior distância intergrupos foi observada entre os grupos V e III (38103,33), enquanto a menor distância intergrupos foi verificada entre os grupos VII e II (2498,94). A maior distância intragrupos foi notada no grupo IV (1443,14), e a menor no grupo III (509,97). Para os grupos V, VI e VII não foi possível estimar as distâncias intragrupos, por ser constituído de apenas um único genótipo. Constatou-se que as distâncias intragrupos foram inferiores a qualquer distância intergrupos, atendendo ao critério estabelecido para o método de otimização de Tocher (Cruz e Carneiro, 2003).

O dendrograma construído via método UPGMA apresentado na Figura 5, mostra que foi possível observar a distribuição dos 120 genótipos de cártamo avaliados, submetido a um corte significativo de 16,81 % de distância genética,

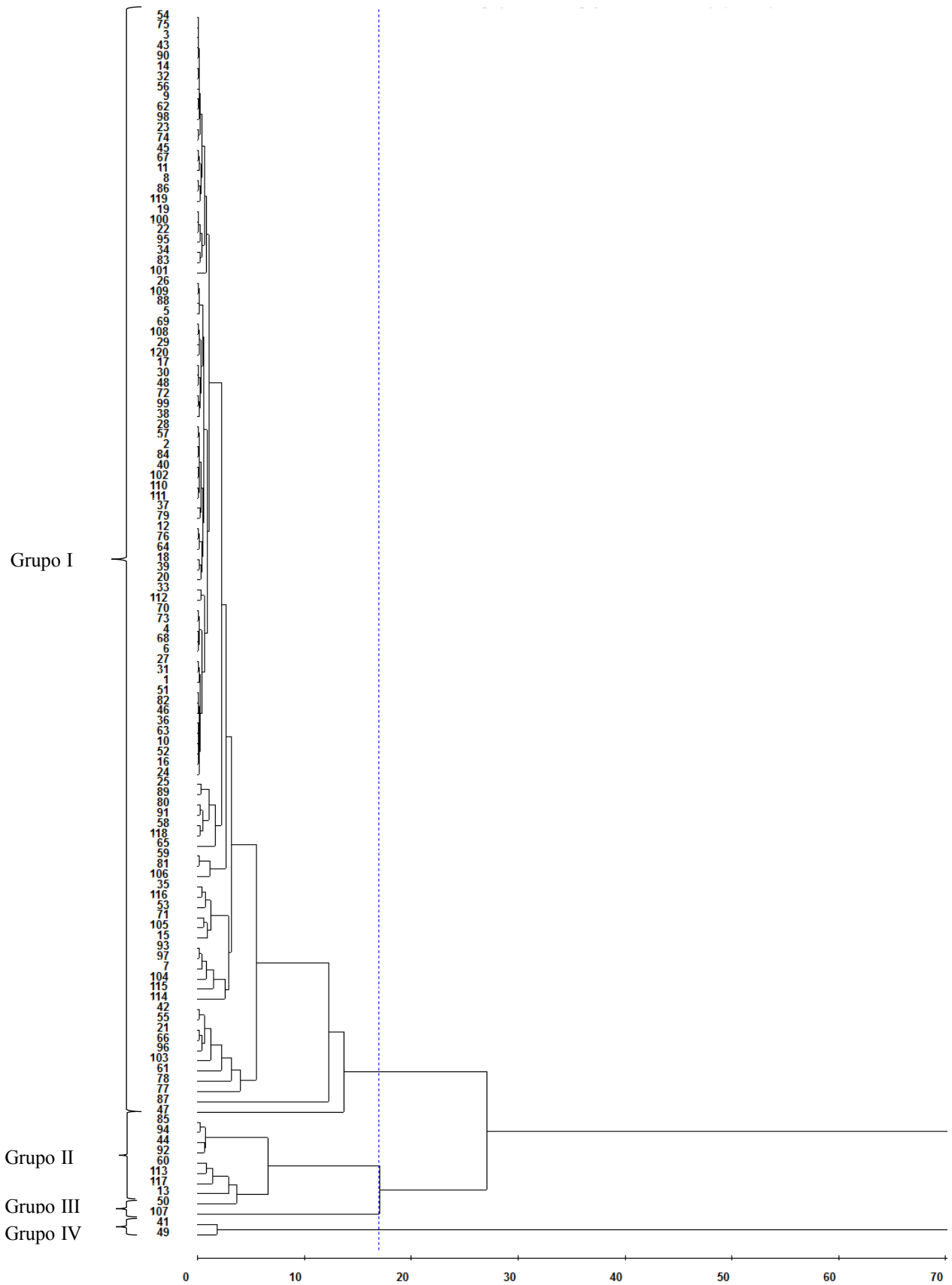
possibilitou-se a formação de quatro grupos, demonstrando que estes genótipos apresentam variabilidade.

**Tabela 8.** Distâncias médias intra e intergrupos estimadas pelo método agrupamento de otimização de Tocher com base na dissimilaridade entre os 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	566,52	6167,13	30785,42	2590,68	3475,35	13795,42	14533,19
II	-	957,86	10634,52	7035,86	10905,87	4752,82	<b>2498,94</b>
III	-	-	<b>509,97</b>	29549,95	<b>38103,33</b>	8727,31	3229,90
IV	-	-	-	<b>1443,14</b>	7542,71	9386,09	14818,25
V	-	-	-	-	-	20303,88	20341,42
VI	-	-	-	-	-	-	4428,18
VII	-	-	-	-	-	-	-

O grupo I foi constituído por 90,00 % dos indivíduos (51, 75, 3, 43, 90, 14, 32, 67, 56, 9, 62, 98, 23, 74, 45, 11, 8, 86, 119, 19, 110, 22, 95, 34, 83, 101, 26, 109, 88, 5, 69, 108, 29, 120, 17, 30, 48, 72, 99, 38, 28, 57, 2, 84, 40, 102, 110, 111, 37, 79, 12, 76, 64, 18, 39, 20, 33, 112, 70, 73, 4, 68, 6, 27, 31, 1, 51, 82, 46, 36, 63, 10, 52, 16, 24, 25, 89, 80, 91, 58, 118, 65, 59, 81, 106, 35, 116, 53, 71, 105, 15, 93, 97, 7, 104, 115, 114, 42, 55, 21, 66, 96, 103, 61, 78, 77, 87 e 47) os quais possuem maior concentração de ácido linoleico.

Os genótipos que possuíam maior percentagem de ácido oleico e percentagens medianas de ácido linoleico foram alocados no grupo II com 7,50 % (85, 94, 44, 92, 60, 113, 117, 13 e 50). O grupo III foi constituído por um indivíduo 0,83 % (107) com elevada percentagem de ácido palmítico e oleico, e no grupo IV foram alocados dois indivíduos 1,67 % (41 e 49) que possuem alto teor de ácido oleico e teores menores de ácido esteárico.



**Figura 5** - Dendrograma de dissimilaridade genética entre 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L. obtido pelo método UPGMA com base em 4 variáveis analisadas.



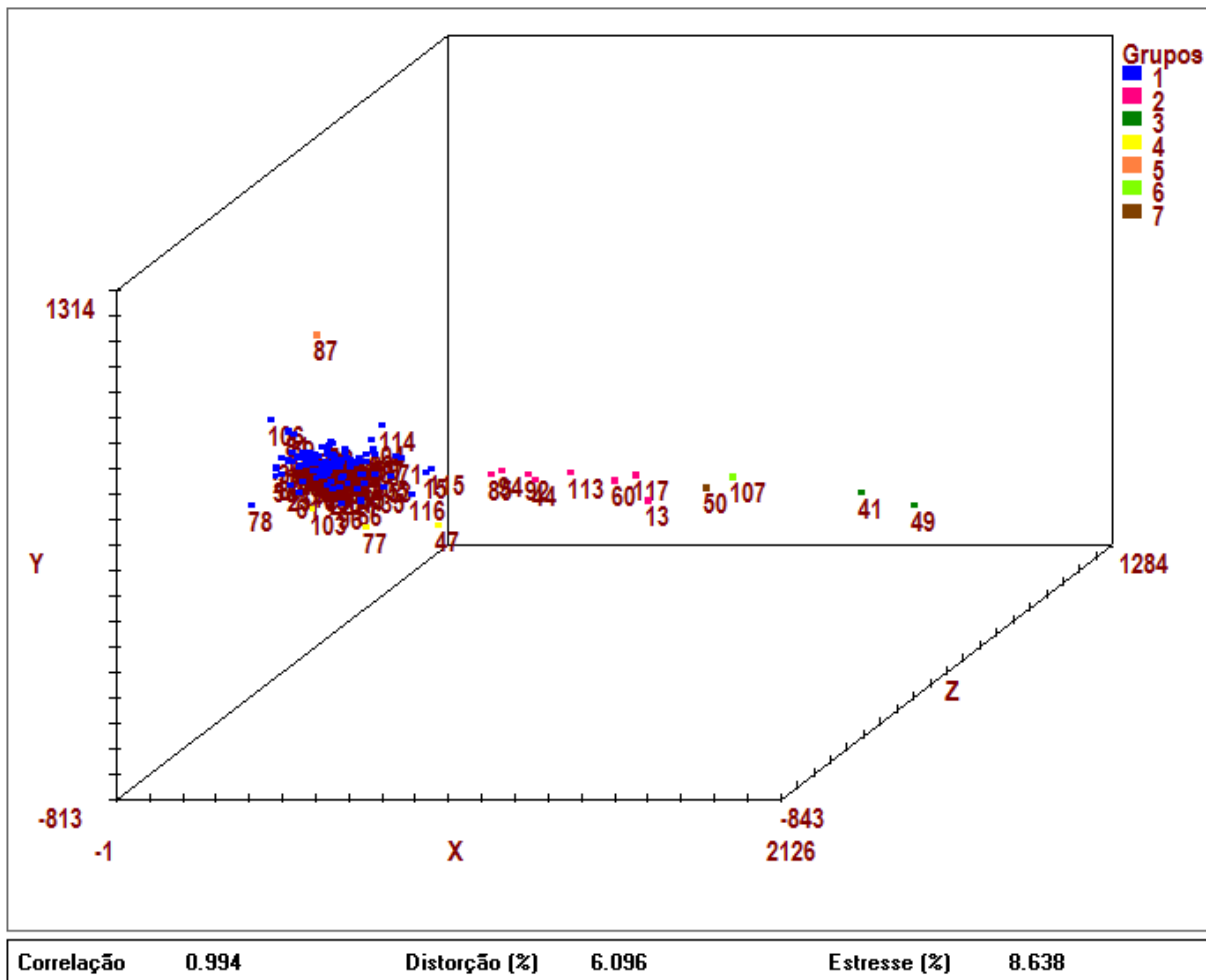
Cruz e Carneiro (2003), afirma que quanto maior o CCC menor será a distorção provocada ao agrupar os dados. No presente estudo foi observado um alto coeficiente de correlação cofenética (CCC), que exibiu um valor de 0,92 entre as distâncias obtidas na matriz de dissimilaridade e a matriz cofenética, e a distorção apresentou um valor de 11,73 %, mostrando-se assim confiabilidade na relação entre a matriz de dissimilaridade e o dendrograma gerado pelo UPGMA. Rohlf (1970) estabelece que valores de CCC superiores a 0,70 conjecturam boa concordância entre as matrizes e o dendrograma gerado a partir do conjunto de dados.

Elfadl et al. (2010), avaliaram um total de 468 acessos cártamo sob condições de agricultura orgânica em Kleinhohenheim, e observaram que a distribuição dos genótipos no dendrograma não teve relação com sua localização geográfica, e que houve eficiência na utilização do método em estudos de similaridade genética para o cártamo.

Os métodos de agrupamento Tocher e UPGMA apresentaram-se parcialmente concordantes, pois, nos dois métodos os genótipos mais divergentes reuniram-se em grupos distintos, e os genótipos mais similares estão alocados nos mesmos grupos.

#### **4.2.3 Representação gráfica tridimensional**

Por meio da dispersão gráfica representada na Figura 6, pode-se separar os genótipos em sete grupos distintos de maior similaridade genética, o que corrobora com os resultados obtidos pelo método de Tocher indicando que os métodos de Otimização de Tocher, UPGMA e Dispersão Gráfica são concordantes entre si, podendo ser utilizados para identificar genitores nos agrupamentos distintos visando à obtenção de híbridos. A projeção 3D apresentou uma correlação significativa de 0,99 % o que garante a efetividade do uso desta técnica, pois corresponde a matriz de dissimilaridade utilizada, provendo, assim, uma imagem gráfica com menor distorção da realidade dos agrupamentos.



**Figura 6.** Representação da dispersão tridimensional com base na Distância Generalizada de *Mahalanobis* entre os 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L.

Pose-se verificar na Figura 6 que o primeiro grupo foi constituído pela maioria dos genótipos (104 genótipos), no segundo grupo alocaram-se oito genótipos, no terceiro grupo dois genótipos, no quarto grupo três genótipos, no quinto grupo um genótipo e no sexto e sétimo grupo, também contendo apenas um genótipo.

#### 4.2.4 Importância relativa dos caracteres

A importância relativa dos quatro caracteres para a expressão da divergência genética (Tabela 9), segundo o método de Singh (1981), possibilitou verificar as variáveis de maior importância no presente estudo, onde se evidencia a importância do teor de ácido oleico na discriminação dos 120 genótipos de cártamo avaliados, sendo esta considerada uma variável relevante para a diferenciação destes genótipos.

**Tabela 9.** Contribuição relativa de quatro características avaliadas para a divergência genética entre os 120 genótipos de *Carthamus tinctorius* L.

Características Avaliadas <sup>1</sup>	S. j	Contribuição (%)
C16:0	2556187,15	13,02
C18:0	438579,25	2,23
C18:1	15566159,57	79,34
C18:2	1057372,86	5,38

C16:0= palmítico; C18:0 = esteárico; C18:1 = oleico; C18:2 = linoleico.

Identificar a contribuição relativa dos caracteres para divergência permite detectar os caracteres menos e mais representativos, para explicar a variação total, o que possibilita o descarte de caracteres que colaboram pouco para a diferenciação dos genótipos avaliados, evitando mão-de-obra, tempo e custos expendidos na experimentação (Cruz e Regazzi, 1997).

Deste modo, para selecionar genótipos divergentes em teor de ácidos graxos em futuros cruzamentos, deve se levar em consideração como caractere importante o teor de ácido oleico, pois, de acordo com os resultados obtidos, este, contribui significativamente para a divergência das características do perfil de ácidos graxos do óleo de cártamo.

A caracterização dos genótipos de cártamo realizada no presente estudo permite ao melhorista realizar uma identificação prévia dos genótipos a serem estudados em futuros programas de melhoramento, tornando possível também reduzir a quantidade de genótipos a serem analisados em futuras gerações. Deste modo tem-se uma economia de tempo e custos. Os genótipos caracterizados neste trabalho são promissores, podendo fomentar futuros programas de melhoramento genético de cártamo.

## 5. CONCLUSÕES

Houve divergência genética entre os 120 genótipos de cártamo, para os teores de ácidos graxos estudados.

Os genótipos que mais se destacaram por apresentarem elevadas porcentagens de ácidos graxos foram: PI 392031, PI 401474, PI 405975, PI 532639, PI 613380 e PI 613382.

Os resultados da presente pesquisa indicam que cerca de 89,17 % dos genótipos avaliados são de variedade linoleica, pois apresentaram maior porcentagem de ácido linoleico, e cerca de 3,33 % de variedade oleica, pois exibiram porcentagens de ácido oleico mais elevadas que os demais ácidos graxos avaliados.

Os genótipos mais similares foram PI 401589 e PI 537684 com uma magnitude de = 2,00, os genótipos PI 401474 e PI 544002 apresentaram-se como os mais divergentes com uma magnitude de = 45372,81.

A metodologia de UPGMA, Tocher e projeção 3D foram eficientes e coerentes na identificação de grupos distintos de *Carthamus tinctorius L.*

As combinações híbridas que podem ser promissoras na geração de segregantes superiores em porcentagens de ácido oleico e linoleico, são PI 401474 X PI 405975, PI 369842 X PI 304438, PI 401475 X PI 544030 e PI 613382 X PI 305209.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E.; GALLAO, M. I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista de Ciências Agrônômicas**. 41: 259-265, 2010.

AHMED, M. Z.; OMRAN M. F.; MANSOUR S. Z.; IBRAHIM N. K. Effectiveness of *Carthamus tinctorius* L. in the restitution of lipid composition in irradiated rats. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**. 20: 75-94, 2007.

ALVAREZ, G. E. G.; GUTIÉRREZ, A. M. L.; VALENCIA, K. A.; MOSSOS, P. S.; ROZO, D. L. S.; HURTADO, N. C. Genetic and chemical characterization of avocado commercial cultivars avocado of Risaralda Colombia. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 42: 593, 2020.

ALVES, J. L. R.; GOES, R. H. T. B; MARTINEZ, A. C.; NAKAMURA, A. Y.; GANDRA, J. R.; SOUZA, L. C. F. Ruminal parameters and ruminal degradability of feedlot sheep fed safflower grains. **Revista brasileira de saúde e produção animal**. 19: 324-335, 2018.

ALMEIDA, C. A N.; UED, F. V.; ALMEIDA, C. C. J. N.; ALMEIDA, A. C. F.; DEL CIAMPO, L. A.; FERRAZ, I. S.I; SILVA, L. F. O.; ZAMBOM, C. R.; OLIVEIRA, A. F. Perfil nutricional e benefícios do azeite de abacate (*Persea americana*): uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Food Technology**. 21: 2017214, 2018.

ANJANI, K.; YADAV, P. High yielding-high oleic non-genetically modified Indian safflower cultivars. **Industrial Crops and Products**. 104: 7-12, 2017.

ASHRI, A.; KNOWLES, P.F. Cytogenetics of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) species and their hybrids. **Agronomy Journal**. 52: 11-17, 1960.

BERGLUND, D. R.; RIVELAND, N. R.; BERGMAN, J. W.; KANDEL, H. Safflower production. **Circular A 870**. Fargo, N.D: NDSU Extension Service, North Dakota, 2013.

BUTLER G. D; WERNER E. G; LEVIN M. D. Native bees associated with safflower in Southcentral Arizona. **Journal of the Kansas Entomological Society**. 39: 434-436, 1966.

BORTOLHEIRO, F. P. A. P.; SILVA, M. A. Physiological response and productivity of safflower lines under water deficit and rehydration. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 89: 3051-3066, 2017.

BRÁS, P. **Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, Agência Paulista

de Tecnologia dos Agronegócios, 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em produção animal sustentável).

CAMAS, N.; CIRAK, C.; ESENDAL, E. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in Northern Turkey conditions. **Journal of Faculty of Agriculture**. 22: 98-104. 2007.

CAMPANELLA L. C. A.; SILVA, A. C.; FREYGANG J.; MAGRO, D. D. D. Efeito da suplementação de óleo de cártamo sobre o peso corporal, perfil lipídico, glicídico e antioxidante de ratos wistar induzidos a obesidade. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**. 35: 141-147, 2014.

CASILLAS, E. A.; ESPINOZA, X. M. O.; CORONADO, L. M.; MOLINA, N. A. A.; GRACIA, A. B.; PADILLA, J. I. A. Chey-ol: nueva variedad de cártamo oleica para el noroeste de México. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**. 8: 1209-1212, 2017.

CHAKRADHARI, S.; PERKONS, I.; MIŠINA, I. Profiling of the bioactive components of safflower seeds and seed oil: cultivated (*Carthamus tinctorius* L.) vs. wild (*Carthamus oxyacantha* M. Bieb.). **European Food Research and Technology**. 2019.

CHUN J.; LEE, J.; YE, L.; EXLER, J.; EITENMILLER, R. R. . Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. **Journal Food Compos. Anal.** 2006. 196-204.

CORONADO, L. M. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Ciudad Obregon-México: SGI, 2010. 98p.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV. 1997. 390 p.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. 35: 271-276, 2013.

CRUZ, C. D. **Programa genes: estatística experimental e matrizes**. 1. ed. Viçosa: UFV, v. 1. 2006. 285 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v.2. 2003. 585p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

DALCHIAVON, F. C. et al. Características agronômicas e suas correlações em híbridos de girassol adaptados à segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 51: 1806-1812, 2016.

DEBMANDAL M.; MANDAL S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. 4: 241-247. 2011.

DELLA, G. A. **Efeito dos óleos de coco e cártamo na adiposidade abdominal e perfil lipídico de ratas realimentadas com frutose**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. Dissertação (mestrado em Nutrição).

ELFADL, E.; REINBRECHT, C.; CLAUPEIN, W. Evaluation of phenotypic variation in a worldwide germplasm collection of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under organic farming conditions in Germany. **Genetic resources and crop evolution**. 57:155-170, 2010.

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

FERRARI, R. A. Nota científica: caracterização físico-química do óleo de abacate extraído por centrifugação e dos subprodutos do processamento. **Brazilian Journal of Food Technology**. 18: 79-84, 2015.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Safflower Seed. (FAO) 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. DOSSIÊ ÓLEOS. **Revista-fi**. 31: 42-56, 2014.

GARCIA, C. H. *Tabelas para classificação de coeficientes de variação*. Piracicaba: IPEF, 1989. 12 p. (Circular Técnica, 171).

GECGEL, U.; DEMIRCI, M.; ESENDAL E.; TASAN, M. Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Journal of the American Oil Chemists' Society**. 84: 47-54, 2007.

GERGARDT, I. F. S. **Divergência genética entre acessos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)**. 2014. 43p. Faculdade de Ciências Agrônômicas –UNESP. Dissertação (Mestrado em agronomia).

GESTEIRO, E.; GALERA-GORDO, J.; GONZALEZ-GROSS, M. Aceite de palma y salud cardiovascular: consideraciones para valorar la literatura. **Nutrición Hospitalaria**. 35: 1229-1242, 2018.

GOERING, C. E.; CAMPION, R. M.; SCHWAB, A. W.; PRYDE, E. H. Evaluation of soybean oli-aqueous ethanol microemulsions for diesel engines. In: VEGETABLE OIL FUELS: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLANT AND VEGETABLE OILS AS FUELS, Michigan, 1982. **Proceedings...** Michigan: American Society of Agricultural Engineers, 1982.

GÓMEZ, M. E. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I Estabilidade oxidativa.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003. 149 p. Tese (doutorado em Bromatologia).

GYULAI, J. **Market outlook for safflower.** In: Mündel, H. H., Braun, J. and Daniels, C. (Eds.). Proceedings of North American Safflower Conference, Great Falls, Montana, Lethbridge, AB, Canada, p. 1-15, 1996.

HOJATI, M.; MODARRES-SANAVY, S. A. M.; KARIMI, M.; GHANATI, F. Responses of growth and antioxidant systems in *Carthamus tinctorius* L. under water deficit stress, **Acta Physiologiae Plantarum.** 33: 105-112, 2011.

INIFAP. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS. **El cultivo del Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México.** Ciudad Obregón, Sonora, México. 2010. 96 p.

JUMP D. B. The biochemistry of n-3 polynsaturated fatty acids. **The Journal of Biological Chemistry.** 277: 8755-8758, 2002.

JORIS, P. J.; MENSINK, R. P. Role of cis-monounsaturated fatty acids in the prevention of coronary heart disease. **Current Atherosclerosis Reports.** 18: 38-45, 2016.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais.** 1. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2009. 165p.

KHALID, N.; KHAN, R. S.; HUSSAIN, M. I.; FAROOQ, M.; AHMAD, A.; AHMED, I. A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient - A review. **Trends in Food Science & Technology.** 66: 176-186, 2017.

KNOWLES, P.; BILL, A.; RUCKMAN, J. High Oleic Acid Content in New Safflower, UC-1. UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **California Agriculture.** 19: 15-15, 1965.

KNOWLES, P. F. Centers of Plant Diversity and Conservation of Crop Germ Plasm: Safflower. *JSTOR: Economic Botany.* 23: 324-329, 1969.

KOSTIK, V.; MEMETI, S.; BAUER, B. Fatty acid composition of edible oils and fats. **Journal of Hygienic Engineering and Design.** 4: 112-116, 2013.

LAWTON C. L.; DELARGY, H. J.; BROCKMAN, J.; SMITH, F. C.; BLUNDELL, J. E. The degree of saturation of fatty acids influences post-ingestive satiety. **British Journal of Nutrition.** 83: 473-82, 2000.



MAHALANOBIS, P. C. On the generalized distance in statistics. **Proceedings of the National Institute of Science of India**. 2: 49-55, 1936.

MAILER, R. J.; POTTER, T. D.; REDDEN, R.; AYTON, J. **Quality evaluation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars**. 2008. Paper presented at the 7th International Safflower Conference, Wagga Wagga, NSW.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**. v. 19: 761-770, 2006.

MARTINI, W. S.; PORTO, B. L. S.; OLIVEIRA, M. A. L.; SANT'ANA, A. C. Comparative Study of the Lipid Profiles of Oils from Kernels of Peanut, Babassu, Coconut, Castor and Grape by GC-FID and Raman Spectroscopy. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. 29: 390-397, 2018.

MATTHAUS, B.; ÖZCAN, M. M.; AL JUHAIMI, F. Y. Fatty acid composition and tocopherol profiles of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed oils. **Natural Product Research**, 2: 193-196, 2015.

MILINSK, M. C.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V.; DIAS, L. F.; YAMAGUCHI M. M.; PEDRÃO, M. R.; SOUZA, N. E. Influência do método de esterificação na quantificação de ácidos graxos em óleo de oliva. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**. 32: 139-150, 2011.

MORAIS, E. K. L. **Estudo do óleo das sementes de *Carthamus tinctorius* L. para a produção de biodiesel**. Natal, RN: UFRN, 2012. 96. Dissertação (Mestrado em físico-química).

MOUMEN, A. B.; MANSOURI, F.; RICHARD, G.; ABID, M.; FAUCONNIER, M. L.; SINDIC, M.; AMRANI, A. E.; CAID, H. S. Biochemical characterization of the seed oils of four safflower (*Carthamus tinctorius*) varieties grown in north-eastern of Morocco. **International Journal of Food Science & Technology**. 50: 804-810, 2015.

MUKTA, N. **Global strategies for safflower germplasm resource management**. 2012 In: MURTHY, I. Y. L. N.; BASAPPA, H.; VARAPRASAD, K. S.; PADMAVATHY, P. (Eds.), *Safflower Research and Development in the World: Status and Strategies*. Indian Society of Oilseeds Research, Hyderabad, pp. 29-44, 2012.

NASCIUTTI, P. G.; COSTA, A. P.; JÚNIOR, M. S.; MELO, N.; CARVALHO, R. **ÁCIDOS GRAXOS E O SISTEMA CARDIOVASCULAR**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA.11: 11, 2015.

NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**. 31:55-68, 2011.

NIMROUZI, M.; RUYVARAN, M.; ZAMANI, A.; NASIRI, K.; AKBAR, A. Oil and extract of safflower seed improve fructose induced metabolic syndrome through modulating the homeostasis of trace elements, TNF- $\alpha$ , and fatty acids metabolism. **Journal of Ethnopharmacology**. 254: 112721, 2020.

NOZAKI, V. T.; MUNHOZ, C. L.; GUIMARÃES, R. C. A.; HIANE, P. A.; ANDREU, M. P.; VIANA, L. H.; MACEDO, M. L. R. Perfil lipídico da polpa e amêndoa da guarirova. **Ciência Rural**. 42: 1518-1523, 2012.

OLIVEIRA, C. V. K.; SANTOS, R. F.; SIQUEIRA, J. A. C.; BARICCATTI, R. A.; LENZ, N. B. G.; CRUZ, G. S.; TOKURA, L. K.; KLAJN, F. F. Chemical characterization of oil and biodiesel from four safflower genotypes. **Industrial Crops and Products**. 123: 192-196, 2018.

RAMALHO, H.F.; SUAREZ, P.A.Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Revista Virtual Química**. 5: 2-15, 2013.

RAO, C. R.; **Advanced Statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley & Sons. 1952, 390.

RAPOSO, L. F. Efeitos dos ácidos graxos n-3 e n-6 na expressão de genes do metabolismo de lipídeos e risco de aterosclerose. **Revista de Nutrição**. 23: 871-879, 2010.

RASHID, U.; ANWAR, F. Production of Biodiesel through Base-Catalyzed Transesterification of Safflower Oil Using an Optimized Protocol. **Energy & Fuels**. 22: 1306-1312, 2008.

REGITANO NETO, A.; MIGUEL, A. M. R. O.; MOURAD, A. L.; HENRIQUES, E. A.; ALVES, R. M. V. Efeito da temperatura no perfil de ácidos graxos do óleo de girassol. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 4., 2015, Petrolina. **Experiências e oportunidades para o desenvolvimento**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L. L.; ROSSI, A. V.; SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**. 30:1374-1380, 2007.

ROHLF, F. J. Adaptive hierarchical clustering schemes. **Systematic Zoology**. 19: 58-82, 1970.

SABZALIAN, M. R.; SAEIDI, G.; MIRLOHI, A. Oil content and fatty acid composition in seeds of three safflower species. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. 85: 717-721, 2008.

SALABERRÍA, F.; CONSTENLA, D.; CARELLI, A. A.; CARRÍN, M. E. Chemical Composition and Physical Properties of High Oleic Safflower Oils (*Carthamus tinctorius*, Var. CW88-OL and CW99-OL). **Journal of the American Oil Chemists' Society**. 93: 1383-1391, 2016.

SALES, R. L.; COSTA, N. M. B.; MONTEIRO, J. B. R.; PELUZIO, M. C. G.; COELHO, S. B.; OLIVEIRA, C. G. M. R. Efeitos dos óleos de amendoim, açafrão e oliva na composição corporal, metabolismo energético, perfil lipídico e ingestão alimentar de indivíduos eutróficos normolipidêmicos. **Revista de Nutrição**. 18: 499-511, 2005.

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

SAVVA, S. C.; KAFATOS, A. **Vegetable oils: dietary importance**. 1 ed. Amsterdam: Elsevier, 2016. p. 365-372.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics. Raleigh**. 30: 507-512, 1974.

SINGH, V; NIMBKAR, N: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), In: SINGH, R, J: Genetic Resources Chromosome Engineering, and Crop Improvement: **Oil Crops**, Boca Raton, 2007, p168-194.

SILVA, J. M.; AGUIAR, A. V.; MORI, E. S.; MORAES, M. L. T. Divergência entre progênies de *Pinus caribaea* var. *caribaea* com base em caracteres quantitativos. **Pesquisa Florestal Brasileira**. 32: 69-77, 2012.

SILVA, C. J. **Caracterização agrônômica e divergência genética de acessos de cártamo**. Botucatu-SP: Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, 2013. 59p. Tese (doutorado em Agronomia).

SOARES, H. F.; ITO, M. K. The monounsaturated fatty acid from avocado in the control of dyslipidaemia. **Revista Ciência Médica**. 9: 47-51, 2000.

TANAMATI, A. A. C.; GODOY, H. T.; COTTICA, S. M.; OLIVEIRA, C. C.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Parâmetros físico-químicos e quantificação de ácidos graxos cis-trans no óleo de soja e mandioca palito, submetido à fritura descontínua. **Acta Scientiarum Technology**. 32: 427-434, 2010.

TOMA, W.; GUIMARÃES, L. L.; BRITO, A. R.M.S.; SANTOS, A. R.; CORTEZ, F. S.; PUSCEDDU, F. H.; CESAR, A.; S. JÚNIOR, L.; PACHECO, M. T.T.; PEREIRA,

C. D. S. Safflower oil: an integrated assessment of phytochemistry, antiulcerogenic activity, and rodent and environmental toxicity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 24: 538-544, 2014.

VASCONCELOS, E. S.; CRUZ, C. D.; BHERING, L. L.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. Método alternativo para análise de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 42: 1421-1428, 2007.

VIVAS, M. J. Culturas Alternativas – Cártamo, Sésamo e Camelina. **Melhoramento**. 38: 183-192, 2002.

VOLKMANN, G. C. M.; JENSKE, G.; KREMER, L. C. **Determinação de ácidos graxos em alimentos por cromatografia**. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau – SC. 2017.

VOGT, G. A.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; SOUZA, A. M. **DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CULTIVARES DE GIRASSOL NO PLANALTO NORTE CATARINENSE**. **Scientia Agraria**. 11: 307-315, 2010.

VOSOUGHKIA, M.; GHAVAMIB, M.; GHARACHORLOO, M.; SHARRIFMOGHADDASI, M.; OMIDI, A. H. Lipid composition and oxidative stability of oils in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed varieties grown in Iran. **Advances in Environmental Biology**. 5: 897-902, 2011.

WEISS, E.A. **Castor, Sesame and Safflower**. New York: Barnes & Noble, 1971, p.529-744.

YEILAGHI, H.; ARZANI, A.; GHADERIAN, M.; FOTOVAT, R.; FEIZI, M.; POURDAD, S. S. Effect of salinity on seed oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. **Food Chemistry**. 130: 618-625, 2012.

ZAMBIAZI, R.; PRZYBYLSKI, R.; ZAMBIAZI, M. W.; MENDONÇA, C. B. COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. 25: 111- 120, 2007.

ZUBAIR, M. F.; ATOLANI, O.; IBRAHIM, S. O.; OGUNTOYE, O. S.; OYEGOKE, R. A.; OLATUNJI, G. A. Fatty acids Composition, Antimicrobial Potential and Cosmeceutical Utilization of Prosopis africana Seed Oil. **Journal of the Mexican Chemical Society**. 62: 39-50, 2018.