

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Agronomia

**AVALIAÇÕES AGRONÔMICAS E BROMATOLÓGICAS DE GENÓTIPOS
DE CÁRTAMO (*Carthamus tinctorius* L.) CULTIVADOS EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

Leonardo Máximo Silva



Leonardo Máximo Silva

**AVALIAÇÕES AGRONÔMICAS E BROMATOLÓGICAS DE GENÓTIPOS DE
CÁRTAMO (*Carthamus tinctorius* L.) CULTIVADOS EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado ao
Instituto de Ciências Agrárias de Universidade
Federal de Minas Gerais, como requisito parcial,
para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. DSc. Demerson Arruda Sanglard

Montes Claros
2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno (A): LEONARDO MÁXIMO SILVA

Orientador(A): DEMERSON ARRUDA SANGARO

Título do trabalho de conclusão de curso:

ANÁLISES AGRONÔMICAS E BROMATOLÓGICAS DE GENÓTIPOS DE
CARTÃO (CARTHAMUS TINCTORIUS L.) CULTIVADOS EM AMBIENTE
PROTEGIDO

Local e data da defesa: Montes Claros MG, 21 de NOVEMBRO de 2019

Banca de avaliadores (Orientador e no mínimo mais dois membros):

Nome: WILSON ROCHA COELHO

Assinatura: Wilson Rocha Coelho Nota(0 a 100 pontos): 95,0

Nome: DEMERSON ARRUDA SANGARO

Assinatura: Demerson Arruda Sangaro Nota(0 a 100 pontos): 95,0

Nome: MAXIMILIANO SOARES PINTO

Assinatura: Maximiliano Soares Pinto Nota(0 a 100 pontos): 95,0

Nome:

Assinatura: _____ Nota(0 a 100 pontos): _____

Média: 95,0

Conceito Final: A

Aprovado(A): Reprovado(A): _____

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho agronômico e as características bromatológicas e morfológicas de 19 genótipos de cártamo. O trabalho foi realizado no Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias (CPCA) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 19 tratamentos (onde cada genótipo foi considerado como um tratamento) e 16 repetições (cada vaso foi considerado uma repetição). Avaliou-se a taxa de emergência, a altura de o número de capítulos por planta e os teores de proteína bruta e extrato etéreo. Para as avaliações de emergência e teores de proteína bruta e extrato etéreo foram utilizadas apenas a comparação qualitativa das médias. Os dados obtidos na altura de planta e número de capítulo por planta foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de skott-knott a 5% de probabilidade. Os genótipos avaliados apresentaram teores de proteína, variando entre 18,57% e 26,81%. Os teores de extrato etéreo dos grãos dos genótipos avaliados variaram de 17,31 % (genótipo 133) a 24,97 % (genótipo 193). Os genótipos avaliados são promissores para uso no norte de minas e a cultura possui características adaptativas para a região. Os genótipos 73 e 63 quando comparados aos demais, possui uma superioridade em suas características morfológicas e bromatológicas, podendo assim ser feito novas pesquisas, afim de obter um material genético com grande potencial para o semi-árido brasileiro. Novos estudos com foco na época de plantio e em cruzamentos destes genótipos são necessários.

Palavras-chave: Asteracea; Extrato Etéreo; Oleaginosa; Proteína, Semi-árido.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Viveiro do CPCA.....	14
Figura 2 – Folha do cártamo.....	16
Figura 3 – Preparo de solo e enchimento dos vasos.....	21
Figura 4 – Digestão e titulação de proteína bruta.....	23
Figura 5 – Extração de óleo.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção mundial de sementes de cártamo (<i>Chartamus tinctorius</i> L.) por país em toneladas.....	15
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Componentes em 100 gramas de sementes de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.).....	17
Tabela 2 – Distribuição dos 19 genótipos de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i>) nos tratamentos.....	20
Tabela 3 – Emergência de genótipos de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) aos 10 e 20 dias após semeadura em vaso de 14 L, Montes Claros, 2019.....	25
Tabela 4 – Análise de variância da altura de planta (cm) aos 45 (AP 45) e 60 (AP 60) dias após emergência e número de capítulos por planta (CP) em genótipos de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.), Montes Claros, 2019.....	26
Tabela 5 – Médias da altura de planta (cm) de genótipos de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) aos 45 (AP 45) e 60 (AP 60) dias após plantio, Montes Claros, 2019.....	26
Tabela 6 – Médias do número de capítulo por planta em genótipos de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.), Montes Claros, 2019.....	27
Tabela 7 – Tabela 07 – Teor de proteína bruta em grãos de genótipos de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.), Montes Claros, 2019.....	28
Tabela 8 – Teor de extrato etéreo em genótipos de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.), Montes Claros, 2019.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 <i>Importância da cultura</i>	14
2.2 <i>Aspectos botânicos da cultura</i>	16
2.3 <i>Aspectos bromatológicos da cultura</i>	17
2.4 <i>Características e usos do óleo</i>	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Campo experimental.....	20
3.2 Delineamento experimental.....	20
3.3 Condução do experimento	21
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	25
05 Conclusão	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma cultura de ciclo anual da família Asteraceae, que se adapta bem a vários tipos de solos e climas, principalmente o semiárido (ALVES *et al.*, 2018). Se expandiu nos continentes asiático, europeu e americano, devido à sua capacidade de superar as tensões ambientais, bem como ao reconhecimento de suas inúmeras utilidades, como fonte de óleo de boa qualidade (35% - 45%) e alto valor para fins industriais, alimentares, ornamental e medicinal (SEHGAL *et al.* 2009; SARTO *et al.*, 2018). O cártamo é cultivado, extensivamente, em muitos países como cultura oleaginosa, mas existem cultivares com características associadas à produção de flores de corte que são pouco conhecidos no Brasil (ROCHA, 2005).

O gênero *Carthamus* L. é um membro da tribo Cynareae, subfamília Tubulifloreae e família Asteraceae (mesma do girassol), *C. tinctorius* L. é a única espécie cultivada deste gênero, sendo os outros silvestres ou plantas daninhas (SABZALIAN; SAEIDI; MIRLOHI, 2008; SEHGAL *et al.*, 2009; OELKE *et al.*, 2011). Com ramificações que podem produzir de uma a cinco inflorescências em capítulos, que é característico da família Asteraceae (ABUD *et al.*, 2010b). Cada fruto, produz de 15 a 30 sementes, que amadurecem aproximadamente quatro semanas após o término da floração (ABUD *et al.*, 2010a; OELKE *et al.*, 2011).

As sementes de cártamo possuem alto teor de óleo e proteína, que pode ser usado para consumo humano, para a indústria ou ainda para consumo animal (GALANT; SANTOS; SILVA, 2015). As sementes são ricas em minerais, aminoácidos, vitaminas, minerais e lipídeos, além de alto valor energético (cerca de 517 kcal) (UNIFESP, 2019). Variedades com alto teor de ácido oleico podem servir como um óleo de cozinha estável ao calor, é considerado um óleo de secagem ou semi-secagem usado na fabricação de tintas e outros revestimentos de superfície, esse óleo também pode ser usado como substituto do combustível diesel (OELKE *et al.*, 2011).

Entretanto, condições edafoclimáticas como precipitação, temperatura média e disponibilidade de nutrientes podem influenciar as concentrações dos componentes das sementes de cártamo. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho agrônomico e as características bromatológicas e morfológicas de 19 genótipos de cártamo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cultura

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) (FIGURA 1) é uma das culturas mais antigas cultivadas por seres humanos (NAG, 2017). Historicamente, foi utilizado como corante para tingir tecidos que envolviam as múmias, o óleo já foi encontrado em templos, provavelmente como oferendas aos deuses e há relatos de que o corpo do Faraó Tutankhamon foi com ele umectado (MOURA *et al.*, 2015). Tradicionalmente, era cultivado por suas flores, usada para colorir e aromatizar alimentos, fabricar corantes para a indústria têxtil e em medicamentos (BAGHERI; SAM-DALIRI, 2011). Atualmente é cultivado principalmente para óleo comestível, óleo de cozinha e também para aplicações farmacêuticas (SHAHROKHNIA; SEPASKHAH, 2016).



Figura 1 - Viveiro do CPCA

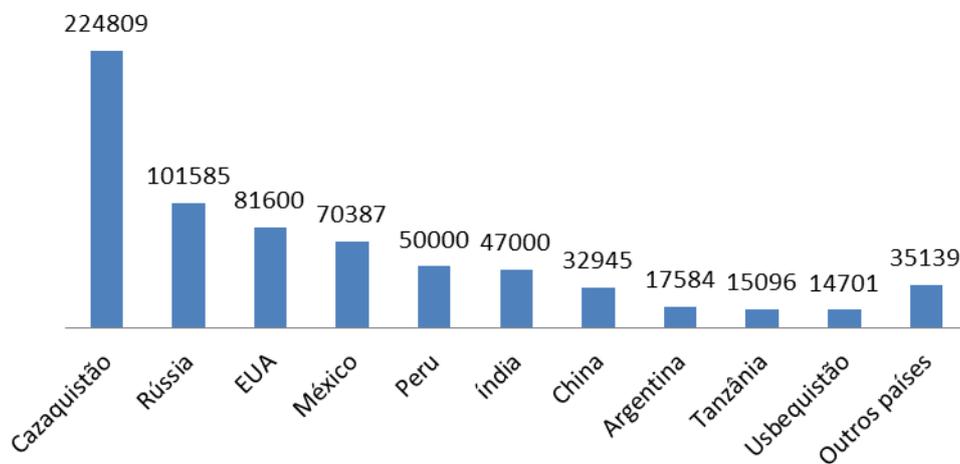
O provável centro de origem do cártamo é a África e sul da Ásia, entre tanto, existe relatos de cultivos na China, Índia, Irã e Egito desde os tempos pré-históricos (ASGARPAHAH; KAZEMIVASH, 2013; ABUD *et al.*, 2018b; SANTOS *et al.*, 2018; MENEGAES *et al.*, 2019). Atualmente, cerca de 840 mil hectares são cultivados com cártamo

no mundo, com uma produção de 690 mil toneladas de sementes, no entanto os cinco maiores produtores, Cazaquistão (224.809 t), Rússia (101.585 t), Índia (122.353 t), EUA (81.600 t) e México (70.387 t) são responsáveis por mais de 76 % desta produção (GRÁFICO 1) (FAOSTAT, 2017).

No Brasil, a cultura foi introduzida na região Sul, na década de 1990, como alternativa aos produtores de flores em virtude da boa adaptabilidade da cultura às condições climáticas; no entanto, o cultivo de cártamo ainda é incipiente (BELLÉ *et al.*, 2012 ; SANTOS; SILVA, 2015; MENEGAES *et al.*, 2019). Pode ser uma cultura alternativa na época de safrinha nas regiões de cerrado por apresentar alta produtividade com baixa demanda por água durante seu ciclo, além de ser uma cultura totalmente mecanizável (ZOZ *et al.*, 2012).

Além do óleo extraído das sementes, outras partes da planta podem ser utilizadas para diversos fins, por exemplo, para a alimentação animal (forragem) e as flores para o mercado ornamental (MOURA *et al.*, 2015). A torta das sementes é um subproduto da indústria de elevado teor proteico, e que pode ser aproveitado como suplementação na alimentação de aves e ruminantes (ABUD *et al.*, 2018b; ALVES *et al.*, 2018). Entre as flores cortadas, as inflorescências de cártamo destacam-se por sua beleza, rusticidade e versatilidade, sendo utilizadas como flores de corte frescas e / ou secas (MENEGAES *et al.*, 2019). Além disso, o óleo de cártamo pode ser utilizado na construção civil em tintas e revestimentos, etc., bem como o biodiesel de cártamo pode ser utilizado com sucesso em motores de compressão (ULLAH; BANO, 2011).

Gráfico 1 - Produção mundial de sementes de cártamo (*Chartamus tinctorius* L.) por país em toneladas



Fonte: Adaptado de FAOSTAT, 2017.

2.2 Aspectos botânicos da cultura

O gênero *Carthamus* L. é um membro da tribo Cynareae, subfamília Tubulifloreae e família Asteraceae (mesma do girassol), *C. tinctorius* L. é a única espécie cultivada deste gênero, sendo os outros silvestres ou plantas daninhas (SABZALIAN; SAEIDI; MIRLOHI, 2008; SEHGAL *et al.*, 2009; OELKE *et al.*, 2011). É uma oleaginosa de ciclo anual que se adapta bem a vários tipos de solos e climas, principalmente o semiárido (ALVES *et al.*, 2018).

O cártamo possui folhas longas (FIGURA 2), flores amarelas ou avermelhadas em um caule rígido e ereto e numerosos espinhos nas folhas e brácteas (EMONGOR, 2010; SEIFI *et al.*, 2010). É uma planta C3 tolerante à seca e ao estresse por salinidade, principalmente devido sua capacidade em explorar um maior e mais profundo volume de solo (DORDAS; SIOULAS, 2008; CANAVAR *et al.*, 2014). Possui sistema radicular pivotante, bastante desenvolvido, podendo atingir até 100 cm de profundidade (ABUD *et al.*, 2010a).



Figura 2 – Folha do cártamo.

É uma herbácea de caule ereto, ramificado, com altura entre 30 e 150 cm, com ramificações em número bastante variado (ABUD *et al.*, 2010a; GIRARDI *et al.*, 2010; SANTOS; SILVA, 2015). Onde em cada ramificação pode haver o desenvolvimento de uma a cinco inflorescências em capítulos, que é característico da família Asteraceae (ABUD *et al.*, 2010b). Com cerca de 2,5 cm de diâmetro, geralmente são amarelas ou alaranjadas, cada fruto, do tipo aquênio produz de 15 a 30 sementes, que amadurecem aproximadamente quatro semanas após o término da floração (ABUD *et al.*, 2010a; OELKE *et al.*, 2011).

A propagação da espécie é sexuada e a planta produz uma grande quantidade de sementes, compostas por três partes principais: revestimento (pericarpo), embrião e cotilédones. (ABUD *et al.*, 2010a; KARAMI *et al.*, 2017). Suas sementes são do tipo

eurispérmica, pois apresenta formato irregular, com ápice achatado e base arredondada, com coloração branca amarelada quando seca e acinzentada quando hidratada. Possui germinação do tipo epígea-fanero cotiledonar, pois há a liberação dos cotilédones do tegumento da semente e conseqüentemente a emergência destas (ABUD *et al.*, 2010b).

Abud *et al.* (2010a) avaliando o efeito da variação do tamanho e peso das sementes na emergência e desenvolvimento de plântulas de cártamo, observaram que a variação do tamanho das sementes não influencia na emergência, velocidade e tempo médio de emergência das plântulas. O peso de mil sementes de cártamo foi em média de 33,75 g, o que permitiu inferir que um quilograma de sementes de cártamo contém aproximadamente 29.629 sementes (ABUD *et al.*, 2018b).

Embora o cártamo seja considerado tolerante à seca, pode mostrar redução na fotossíntese e expansão celular sob condições de estresse hídrico, o que leva a uma diminuição na altura da planta, número e área foliar e produção (SANTOS *et al.*, 2018).

2.3 Aspectos bromatológicos da cultura

O cártamo é uma planta promissora, com alto teor de óleo e proteína, que pode ser usado para consumo humano, para a indústria ou ainda para consumo animal (GALANT; SANTOS; SILVA, 2015). As sementes de cártamo possuem um teor de óleo que varia de 20 a 47% e 15 a 20% de proteína (CORLETO *et al.*, 2005). Além disso, sementes são ricas em minerais, aminoácidos, vitaminas, minerais e lipídeos, além de alto valor energético (cerca de 517 kcal) (TABELA 1) (UNIFESP, 2019).

Entretanto, condições edafoclimáticas como precipitação, temperatura média e disponibilidade de nutrientes podem influenciar as concentrações dos componentes das sementes de cártamo. A nutrição com enxofre, zinco e ferro aumentou cerca de 3,5 % e 4,5% o teor de óleo e proteína em sementes de cártamo (RAVI *et al.*, 2008).

2.4 Características e usos do óleo

O cártamo cultivado foi domesticado há muito tempo e é cultivado para a produção de óleo, portanto, foi submetido à seleção para maior teor de óleo de semente (SABZALIAN; SAEIDI; MIRLOHI, 2008). Sabzalian, Saeidi e Mirlohi (2008) avaliando o teor de óleo e a composição de ácidos graxos da cártamo cultivado e de acessos selvagens de *C. oxyacantha* e *C. lanatus* coletados em diferentes regiões do Irã, observaram que o teor de óleo de sementes

de *C. tinctorius* ($31,46 \pm 1,87\%$) foi significativamente maior que a de *C. oxyacantha* ($25,34 \pm 2,98\%$) e *C. lanatus* ($17,45 \pm 2,36\%$).

Tabela 1 – Componentes em 100 gramas de sementes de cártamo (*Carthamustinctorius*L.)

Minerais (g)			
Ca	78	Na	3
Fe	4.9	Zn	5.05
Mg	353	Cu	1.747
P	644	Mn	2.014
K	687		
Lipídios (g)			
Gorduras saturadas	3,682	Ácido graxo oléico	0,037
ácido graxo mirístico	0,035	Gorduras poliinsaturadas	4,806
Ácido graxo palmítico	2,574	Ácido graxo linoléico	28,22
Ácido graxo esteárico	0,921	Ácido graxo linolênico	28,084
Gorduras monoinsaturadas	4,848		
Vitaminas (g)			
Tiamina			1,163
Riboflavina			0,415
Niacina			2,284
Ácido Pantotênico			4,03
Vitamina B6			1,17
Ácido fólico			0,00016
Vitamina A			0,000003
Aminoácidos (g)			
Triptofano	0,183	Valina	1,025
Treonina	0,586	Arginina	1,749
Isoleucina Leucina	0,717	Histidina	0,452
Leucina	1,154	Alanina	0,772
Lisina	0,534	Aspartato	1,807
Metionina	0,284	Glutamato	3,699
Cisteína	0,11	Glicina	1,01
Fenilalanina	0,806	Prolina	0,726
Tirosina	0,531	Serina	0,812

Fonte: Adaptado de UNIFESP (2019).

Tradicionalmente, o óleo de cártamo é extraído com o auxílio de prensas do tipo expeller (método mecânico para extrair o óleo das matérias-primas espremendo-as sob alta pressão em uma única etapa) após as sementes serem torradas nas temperaturas apropriadas (SEIFI *et al.*, 2010). O óleo de cártamo é rico em ácidos graxos (oleico e linoleico), que

desempenham papéis importantes na redução dos níveis de colesterol no sangue e na vantagem à saúde humana (SHAHROKHANIA; SEPASKHAH, 2016). O óleo das sementes apresenta altos teores de ácido linoleico (70%) (mais alto que o milho, soja, algodão, amendoim ou azeite) e oléico (20%) e baixa porcentagem de ácido linolênico (3%) (OELKE *et al.*, 2011; ARIEL, 2017).

Variedades com alto teor de ácido oleico podem servir como um óleo de cozinha estável ao calor, é considerado um óleo de secagem ou semi-secagem usado na fabricação de tintas e outros revestimentos de superfície, esse óleo também pode ser usado como substituto do combustível diesel (OELKE *et al.*, 2011).

Além disso, a composição do óleo estimulou novos estudos que demonstraram que a suplementação alimentar com óleo de cártamo teve efeito positivo no perfil lipídico, com papel antiaterogênico (SANTANA *et al.*, 2017). Campanella *et al.* (2014) avaliando ratos que receberam suplementação alimentar com óleo de cártamo a 24% por 30 dias, observaram uma redução no consumo alimentar, aumento na concentração de HDL (colesterol bom), sem influenciar nas demais concentrações do perfil lipídico e da glicemia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Campo experimental

O trabalho foi realizado entre agosto de 2017 a fevereiro de 2018. A cultura foi conduzida nos viveiros (sombrite 50%) do Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias (CPCA) no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), no município de Montes Claros, Minas Gerais (latitude 16°40'59,7'' S, longitude 43°50'21,9'' W, altitude 680 m). De acordo com a classificação climática Köppen (ALVARES et al., 2013) é uma área de clima seco tropical, com precipitação anual entre 1000 - 1300 mm, com inverno seco e temperatura média de 23,1°C.

Tabela 2 – Distribuição dos 19 genótipos de cártamo (*Carthamus tinctorius*) nos tratamentos.

Tratamento	Genótipo	Tratamento	Genótipo
1	04	11	73
2	07	12	77
3	08	13	88
4	09	14	119
5	30	15	132
6	32	16	133
7	50	17	135
8	54	18	139
9	63	19	211
10	65		

3.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 19 tratamentos (onde cada genótipo foi considerado como um tratamento) e 16 repetições (cada vaso foi considerado uma repetição). Os genótipos (Tabela 2) foram aleatorizados nos dois viveiros, sendo que um ficou com nove genótipos e o segundo com dez genótipos.



Figura 3 – Preparo de solo e enchimento dos vasos.

3.3 Condução do experimento

Em cada vaso foram utilizados 14 L de substrato composto por latossolo vermelho e esterco de gado curtido, na proporção 3:1, além disso, para cada 50 litros de substrato foi adicionado 60 g de super fosfato simples e 20g do formulado N-P-K (5-20-5) (FIGURA 3). Devido a falta de informações sobre adubação para está cultura foi utilizado a recomendação para girassol, por pertencerem a mesma família (Asteraceae).

Foi semeado seis sementes de cártamo por vaso, cedidas pelo Instituto Mato-grossense de Algodão em parceria com Embrapa. Após a emergência e o estabelecimento da cultura foi realizado o desbaste permanecendo três plântulas por vaso. A irrigação foi realizada de forma manual com o auxílio de regadores de dois em dois dias. Em novembro de 2017 foi realizado aplicação de Dimexion a uma dosagem de 50ml para uma calda de 20l, adicionado 75ml de óleo vegetal agrícola a fim de controlar a infestação de *Tetranychusludeni D.* (acaros vermelho) e *aphis gossypii* (pulgão verde). A colheita foi realizada de forma manual, as sementes foram individualizadas por genótipos em sacos de papel craft e armazenadas em BOD a temperatura de 8°C e 13% de umidade.

3.4 Avaliações

Emergência (E)

A taxa de emergência foi avaliada diretamente nos vasos aos 10 e 20 dias após plantio.

Altura das plantas (AP)

Com 45 e 60 dias foi aferida a altura de plantas em metros com o auxílio de uma régua graduada, tomando-se como base a superfície do solo até o topo da panícula. As avaliações ocorreram até a estabilização do crescimento.

Número de capítulo (NC)

Foi realizado antes da colheita a contagem do número de capítulos por planta.

Proteína bruta (PB)

A análise de proteína bruta foi realizada no laboratório de Bromatologia do ICA/UFMG (FIGURA 4). O método adotado para quantificação da proteína bruta foi o proposto por Kjeldahl na Dinamarca em 1883, com suas três etapas distintas (digestão, destilação e titulação).

A digestão baseia-se no aquecimento da amostra com ácido sulfúrico até que os compostos orgânicos sejam oxidados, o N da proteína (orgânico) é reduzido e transformado em sulfato de amônia (inorgânico) que é uma substância estável (POMERANZ; MELOAN, 1978), porém não facilmente quantificável. Foi adicionado sulfato de potássio com a finalidade de elevar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico permitindo a decomposição da matéria orgânica, e um catalizador metálico que aumenta o poder de oxidação do meio. Posteriormente, foi adicionado hidróxido de sódio concentrado e a solução foi aquecida para a liberação da amônia em solução de ácido bórico, formando borato ácido de amônia que constitui forma quantificável do N. O borato de amônia formado foi titulado com uma solução padronizada de ácido clorídrico (HCl) (SOUZA *et al.*, 2016). Desta forma, com o auxílio das formulas que seguem a abaixo foi possível determinar o teor de nitrogênio total e proteína bruta.

$$\% \textit{ nitrogênio total} = \frac{V \times M \times f \times 0,014 \times 100}{p}$$

$$\% \textit{ proteína bruta} = \% \textit{ nitrogênio total} \times 6,25$$

Onde:

V = mililitros de solução de ácido clorídrico 0,1mol/L gastos na titulação, após a correção do branco;

M = molaridade teórica da solução de ácido clorídrico 0,1mol/L;

f = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1mol/L;

p = massa da amostra em gramas;



Figura 4 – Digestão e titulação de proteína bruta.

Extrato etéreo (EE)

A extração do óleo foi realizada no laboratório de Bromatologia do ICA/UFMG (figura 5) com o solvente éter etílico em um extrator Soxhlet, segundo a metodologia da AOCS para soja, devido a falta de informações para a cultura do cártamo (AOCS,1997).

As amostras foram pesadas e identificadas em papel filtro, dobrado de maneira a não ocorrer perda da amostra e colocado no interior de um cartucho. O cartucho foi introduzido no extrator Soxhlet de tal forma que o mesmo ficasse totalmente submerso em 100 ml de éter etílico durante a extração. Após 4 horas de extração, seguida de resfriamento, a solução foi levada a estufa a 80 °C e depois transferida para o dessecador com sílica gel até seu resfriamento à temperatura ambiente e, por fim, pesada. A porcentagem de óleo foi calculada multiplicando a massa do óleo por 100 e dividindo pelo peso inicial da amostra (grãos).



Figura 5 – Extração de óleo.

Estatística

Para as avaliações de emergência e teores de proteína bruta e extrato etéreo foram utilizadas apenas a comparação qualitativa das médias. Os dados obtidos na altura de planta e número de capítulo por planta foram submetidos à análise de variância, as médias foram agrupadas pelo teste de skott-knott a 5% de probabilidade utilizando o programa R-Studio.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os genótipos 07, 09 e 139 não germinaram sob as condições experimentais, enquanto que os genótipos 04, 08 e 54 necessitaram de mais de 10 dias para a emergência de ao menos uma plântula. Apenas os genótipos 63 e 122 emergiram mais de 50% aos 20 dias após a semeadura (TABELA 3).

Tabela 3 – Emergência de genótipos de cártamo (*Carthamus tinctorius*L.) aos 10 e 20 dias após semeadura em vaso de 14 L, Montes Claros, 2019

Genótipo	Dias após plantio	
	10	20
04	0	2
07	0	0
08	0	18
09	0	0
30	5	8
32	1	27
50	1	23
54	0	26
63	6	47
65	5	38
73	3	30
77	1	27
88	1	17
119	16	26
122	29	53
133	9	38
135	1	27
139	0	0
211	4	37

Menegaes *et al.*(2017) em um experimento com cártamo com diferentes substratos, em Santa Maria – RS, obtiveram um tempo médio de emergência entre 9,65 e 10,21 dias. Provavelmente, esta diferença está ligada a diferença climática das regiões, uma vez que na região deste estudo a temperatura média anual é em média 6 ° C maior do que na região onde Menegaes desenvolveu seus estudos. Entretanto, Montiel *et al.* (2017) avaliando a germinação das sementes de cártamo em diferentes temperaturas observaram que a maior velocidade de germinação se deu a 25°C. Segundo o autor, as temperaturas mais elevadas aceleraram as reações bioquímicas das sementes, fazendo com que elas germinem mais rápido em

comparação com as sementes a 15°C, condição sob a qual seus processos metabólicos são mais lentos e há uma conseqüente redução no índice de velocidade de germinação.

Tabela 04 – Análise de variância da altura de planta (cm) aos 45 (AP 45) e 60 (AP 60) dias após emergência e número de capítulos por planta (CP) em genótipos de cártamo (*CarthamustinctoniosL.*), Montes Claros, 2019

FV	GL	Quadrados médios		
		AP 45	AP 60	CP
TRATAMENTOS	15	263,667**	1474,0**	82,979**
RESÍDUO	144	28,261	93,8	3,581
TOTAL	159			
CV (%)		36,14	28,95	16,69

Nota: ** = significativo a 1 %.

As médias de altura de planta dos genótipos avaliados diferiram significativamente ($P \leq 0,01$) aos 45 e 60 dias após plantio (TABELA 3). O genótipo 77 obteve melhor média aos 45 dias (21,21 cm) enquanto que o genótipo 65 apresentou maior altura aos 60 dias (44,72 cm).

Tabela 05 – Médias da altura de planta (cm) de genótipos de cártamo (*CarthamustinctoniosL.*) aos 45 (AP 45) e 60 (AP 60) dias após plantio, Montes Claros, 2019

Genótipos	AP 45	AP 60
4		5.06 d
8	5.24 d	11.69 c
30	5.1 d	17.06 c
32	12.19 c	35.18 b
50	15.05 b	39.14 a
54	17.7 a	36.07 b
63	19.04 a	40.92 a
65	20.41 a	44.72 a
73	15.02 b	38.68 a
77	21.21 a	40.02 a
88	19.96 a	41.31 a
119	14.09 b	42.41 a
122	19.15 a	36.56 b
133	14.87 b	46.65 a
135	10.85 c	32.7 b
211	10.77 c	27.07 b

Nota: as médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de média de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Enquanto que o genótipo 04 além de não possuir nenhuma plântula aos 45 dias, apresentou menor altura aos 60 dias (5,06 cm). Os genótipos 54, 63, 65, 77, 88 e 122 foram estatisticamente ($P \leq 0,05$) melhores que os demais aos 45 dias após plantio e 50, 63, 65, 73,

77, 88, 119 aos 60 dias após plantio (TABELA 05). Os dados obtidos neste trabalho foram inferiores aos apresentados por Silva (2013) avaliando 20 acessos de cártamo em Botucatu-SP, que observaram uma variação de 65,31 cm a 131,07 cm nos acessos avaliados. Valores próximos aos observados por Gerhardt (2014) avaliando 16 acessos de cártamo em Botucatu-SP, 60 a 97 cm aos 150 dias após plantio. Possivelmente as avaliações ao final do cultivo proporcionaram um maior desenvolvimento as plantas apresentando esta variação entre os valores observados neste estudo e os contido na literatura.

Para variável número de capítulos houve diferença estatística ($P \leq 0,05$) entre os genótipos, variando entre 4,2 (genótipo 04) e 19,8 (genótipo 133) (TABELA 06). Valores superiores aos observados por Gerhardt (2014) avaliando 16 acessos de cártamo em Botucatu-SP, com número de capítulos por planta entre 4 a 9. Enquanto que Zanotto (2015) obtiveram valores de médios próximos do observado entre 8,2 e 15,6 capítulos por planta, avaliando 12 diferentes genótipos.

Tabela 06 – Médias do número de capítulo por planta em genótipos de cártamo (*CarthamustinctoniosL.*), Montes Claros, 2019

Genótipos	Média
4	4.2 f
8	6.8 e
30	5.8 f
32	12.4 c
50	10.2 d
54	13 c
63	11.6 c
65	14.2 c
73	11.8 c
77	10.6 d
88	16.2 b
119	16 b
122	11.4 c
133	19.8 a
135	7.8 e
211	9.6 e

Nota: as médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de média de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Na tabela 07 são apresentados os teores de proteína bruta dos grãos dos genótipos avaliados, devido a quantidade de sementes produzidas por alguns genótipos não foi possível avaliar o teor de proteína bruta destes. Os genótipos avaliados apresentaram um baixo teor de proteína, variando entre 18,57% e 26,81%. Tais valores estão abaixo dos observados por Rech (2012) avaliando do desempenho do cártamo em diferentes épocas de semeadura em Dourados com médias próximas a 40 % de proteína bruta. Entretanto, Maziero (2019) avaliando diferentes cultivares de cártamo em Cascavel-PR, observaram teores de proteína variando entre 7,7 e 16,6%. A concentração de óleo e proteínas é herdada como uma característica quantitativa, influenciada pelo meio ambiente (WILCOX E GUODONG, 1997). Os teores de proteína nos grãos variaou em torno de 20%, já a torta das sementes possui de 35 a 45% de proteína e pode ser usada na alimentação de ruminantes e monogástricos, por não possuir fatores antinutritivos (EBRAHIMIAN; SOLEYMANI, 2013).

Tabela 07 – Teor de proteína bruta em grãos de genótipos de cártamo (*Carthamus tinctorius*L.), Montes Claros, 2019

Genótipo	Proteína bruta (%)
32	23,93
50	22,76
54	22,19
63	26,02
65	26,59
73	26,06
77	26,81
119	20,85
122	18,85
133	18,57
135	22,65
211	18,65

Na tabela 08 são apresentados os teores de extrato etéreo dos grãos dos genótipos avaliados, devido a baixa quantidade de sementes produzidas por alguns genótipos não foi possível avaliar o teor de extrato etéreo destes. Os teores de extrato etéreo variaram de 17,31 % (genótipo 133) a 24,97 % (genótipo 193). O conteúdo lipídico (extrato etéreo) foi relativamente alto, entretanto, inferior a valores observados na literatura. Abudet *al.* (2010b) verificaram, em sementes de cártamo, teores de lipídeos em torno de 40%, principal composto de reserva da semente, classificando-a como oleaginosa.

Tabela 08 – Teor de extrato etéreo em genótipos de cártamo (*Cathamus tinctorius*L.), Montes Claros, 2019

Genótipo	Extrato etéreo (%)
32	19,88
54	22,96
63	23,81
73	21,20
133	17,31
193	24,97
211	19,76

5 Conclusão

Os genótipos avaliados são promissores para uso no norte de Minas e a cultura possui características adaptativas para a região. Os genótipos 73 e 63 quando comparados aos demais, possui uma superioridade em suas características morfológicas e bromatológicas, podendo assim ser feitas novas pesquisas, a fim de obter um material genético com grande potencial para o semi-árido brasileiro. Novos estudos com foco na época de plantio e em cruzamentos destes genótipos são necessários.

REFERÊNCIAS

- ABUD, H.F.; REIS, R. de G.E.; INNECCO, R.; BEZERRA, A.M.E. Emergência e desenvolvimento de plântulas de cártamos em função do tamanho das sementes. **Revista Ciências Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 95-99, jan./mar. 2010a.
- ABUD, H.F.; GONÇALVES, N.R.; REIS, R. de G.E.; GALLÃO, M.I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 259-265, abr./jun. 2010b.
- ALVES, J.L.R.; GOES, R.H. de T. e B. de; MARTINEZ, A.C.; NAKAMURA, A.Y.; GANDRA, J.R.; SOUZA, L.C.F. de. Ruminant parameters and ruminant degradability of feedlot sheep fed safflower grains. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 19, n. 3, p. 324-335, jul./set. 2018.
- ANICÉSIO, E.C.A. de; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A. da; PACHECO, A.B.; Nitrogen and potassium in safflower: chlorophyll index, biometric characteristics and water use efficiency. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 2, p. 424-433, abr./jul. 2018.
- BELLÉ, R.A.; MAINARDICÂMARA, J.C.C.; MELLO, J.B.; ZACHET, D. Abertura floral de *Dendranthemagrandiflora* Tzvelev. 'BronzeRepin' após armazenamento a frio seguido de "pulsing". **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 63-70, 2004.
- CORLETO, A.; CAZZATO, E.; LAUDADIO, V.; PETRERA, F. Evolution of biomass and quality of safflower during the reproductive stage for hay and ensiling purposes. In: Proceedings of the VIth International Safflower Conference, 6., Istanbul, 2005. Proceedings. Istanbul, Esendal, 2005.
- EBRAHIMIAN, A.; SOLEYMANI, A. Response of yield components, seed and oil yields of safflower to nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. **International journal of Agronomy and Plant Production**, v. 4, n. 5, 1029–1032, jan. 2013.
- EL-LATTIEF, E.A.A. Safflower yields and water use efficiency as affected by irrigation at different soil moisture depletion levels and plant population density under arid conditions. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 59, n. 11, p. 1545–1557, jan. 2013.
- EMONGOR, V. Safflower (*Carthamustinctorius* L.) the Underutilized and Neglected Crop: A Review. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 9; n. 6, p. 299-306, jan. 2010.
- GALANT, N.B.; SANTOS, R.F.; SILVA, M. de A. Melhoramento de cártamo (*Carthamustinctorius* L.). **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 1, p. 14-25, jan. 2015.
- GERHARDT, I.F.S. **Divergência genética entre acessos de cártamo (*Carthamustinctorius*)**. 2014. vi, 35 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2014.

KARAMI, S.; SABZALIAN, M.R.; KHORSANDI, L.; RAHIMMALEK, M. Safety Assessment of a New Pigmented Safflower Seed Coat (A82) by a Feeding Study on **Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 60, n. 1, p. 1-10, out. 2017.

MAZIERO, Claudia Luiza. Crescimento inicial e desempenho agrônômico de cultivares norte-americanas de cártamo. 2019. 47 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

MENEGAES, J.F.; NUNES, U.R.; BELLÉ, R.A.; LUDWIG, E.J.; SANGOI, P.R.; SPEROTTO, L. Germinação de sementes de *Carthamustinctorius* em diferentes substratos. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 6, n. 3, p. 22-30, Outubro, 2017.

MENEGAES, J.F.; LIDÓRIO, H.F.; BELLÉ, R.A.; LOPES, S.J.; BACKES, F.A.A.L.; NUNES, U.R. Post-harvest of safflower flower stems harvested at different times and submitted to different preservative solutions. **Ornamental Horticulture**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 87-96, jan./mar. 2019.

MONTIEL, C.B.; SANTOS, R.F. dos; SIMONETTI, A.P.M.M.; SECCO, D.; BUENO, P. Diferentes condições de temperatura na germinação de sementes de cártamo (*Carthamustinctorius*). **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 6, n. 5, p. 262-270, jan. 2017.

OELKE, E.A.; OPLINGER, E.S.; TEYNOR, T.M.; PUTNAM, D.H.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. **Safflower: alternative field crops manual**. Wisconsin: Cooperative Extension, 2011. Disponível em: <<https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower.html>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019.

RAVI, S.; CHANNAL, H.T.; HEBSUR, N.S.; PATIL, B.N.; DHARMATTI, P.R. Effect of Sulphur, Zinc and Iron Nutrition on Growth, Yield, Nutrient Uptake and Quality of Safflower (*Carthamustinctorius* L.). **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Dharwad, v. 21, n. 3, p. 382-385, jan. 2008.

RECH, Jerusa. Desempenho agrônômico do cártamo (*Carthamustinctorius* L.) em função da época de semeadura e do controle químico da mancha de alternaria. 2012. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2012.

ROCHA, Edileusa Kersting da. Fenology and quality of *carthamustinctorius* l. in different populations and periods of cultivation. 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SÁNCHEZ, D.G.R.; CORONA, J.S.S.; GRAZA, H.M.Q.; MASCORRO, A.G.; VIRAMONTES, U.F. Secuencias de cultivo alternativas para incrementar el potencial forrajero y productividad del agua. **Revista mexicana de ciencias pecuarias**, Mérida, v.8, n. 4, p. 397-406, out./dez. 2017.

SANTANA, L.F.; DUTRA, T. da S.; SOUZA, M.A. de; FREITAS, K. de C.; OESTERREICH, S.A.; KASSUYA, C.A.L.; SOARES, F.L.P. Safflower Oil (*Carthamustinctorius* L.) Intake Increases Total Cholesterol and LDL-cholesterol Levels in an

Experimental Model of Metabolic Syndrome. **Revista Internacional de Ciências Cardiovasculares**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 6, p. 476-483, set. 2017.

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

SANTOS, R.F.; BASSEGIO, D.; SARTORI, M.M.P.; ZANNOTO, M.D.; SILVA, M. de A. (2018). Safflower (*Carthamustinctorius* L.) yield as affected by nitrogen fertilization and different water regimes. **Acta Agronômica**, Palmira, v. 67, n. 2, p. 264-269, abr./jun. 2018.

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

SEHGAL, D.; RAINA, S.N.; DEVARUMATHA, R.M.; SASANUMA, T.; SASAKUMA, T. Nuclear DNA assay in solving issues related to ancestry of the domesticated diploid safflower (*Carthamustinctorius* L.) and the polyploid (*Carthamus*) taxa, and phylogenetic and genomic relationships in the genus *Carthamus* L. (Asteraceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 53, n. 3, p. 631-644, dez. 2009.

SEIFI, M.R.; ALIMARDANI, R.; AKRAM, A.; ASAKEREH, A. Moisture-Depend Physical Properties of Safflower (Goldasht). **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 2, n. 6, p. 340-345, nov. 2010.

SILVA, C.J. da. **Caracterização agronômica e divergência genética de acessos de cártamo**. 2013. vii , 51 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2013.

SOUZA, M.A. de; DETMANN, E.; FRANCO, M. de O.; BATISTA, E.D.; ROCHA, G.C.; VALADARES FILHO, S. de C.; SALIBA, E. de O.S. Estudo colaborativo para avaliação dos teores de proteína bruta em alimentos utilizando o método de Kjeldhal. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.17, n. 4, p. 696-709, out./dez. 2016.

ULLAH, F.; BANO, A. Effect of plant growth regulators on oil yield and biodiesel production of safflower (*Carthamustinctorius* L.). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 27-31, abr. 2011.

UNIFESP - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. Escola Paulista de Medicina. Departamento de Informática em Saúde. **Tabela de composição Química dos Alimentos (TABNUT)**. Disponível em: <<https://tabnut.dis.epm.br/alimento/12021/semente-de-cartamo-seca>>. Acesso em: 11 set. 2019.

WILCOX, J.R.; GUODONG, Z. Relationship between seed yield and seed protein in determinate and indeterminate soybean populations. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 361-364, 1997.

ZOZ, T.; ZANOTTO, M.D.; SILVA, C.J.; TOPPA, E.V.B.; PIVETTA, L.G.; GERHARDT, I.F.S. Correlação genética, fenotípica e ambiental em Cártamo. V Congresso Brasileiro de

Mamona/II Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas & I Fórum Capixaba de Pinhão Manso. Desafios e Oportunidades: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2012. p. 365.