

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI – UFVJM

FILIPE RODRIGUES VALERIANO

**MORFOANATOMIA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE SEMENTES
DE GERGELIM E CÁRTAMO**

DIAMANTINA - MG
2016

FILIPPE RODRIGUES VALERIANO

**MORFOANATOMIA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE SEMENTES
DE GERGELIM E CÁRTAMO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora
Prof.^a Dr.^a Marcela Carlota Nery

DIAMANTINA - MG
2016

FICHA CATALOGRAFICA

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

V163m Valeriano, Filipe Rodrigues
Morfoanatomia e composição centesimal de sementes de gergelim e
cártamo / Filipe Rodrigues Valeriano. – Diamantina, 2016.
82 p. : il.

Orientador: Marcela Carlota Nery

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Produção
Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Sesamum indicum. 2. Carthamus tinctorius. 3. Morfoanatomia.
4. Biometria. 5. Composição centesimal. I. Título. II. Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 631.521

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FILIPE RODRIGUES VALERIANO

**MORFOANATOMIA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE SEMENTES
DE GERGELIM E CÁRTAMO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 05 de agosto de 2016

Prof.^a Dr.^a Dayana Maria Teodoro Francino – DCBio/UFVJM

Prof.^a Dr.^a Nísia Andrade Vilela Dessimoni Pinto – Dnut/UFVJM

Prof.^a Dr.^a Marcela Carlota Nery – UFVJM
Presidente

DIAMANTINA - MG
2016

OFEREÇO

*A Deus, como oferta de amor, gratidão
E em reconhecimento de que nada tenho,
tudo é teu!*

DEDICO

*Aos meus pais, minha avó, meus tios,
meus irmãos, meus primos e amigos
queridos pelo carinho, incentivo e
estímulo para a conquista deste título.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por seu amor incondicional e cuidado em todos os dias da minha vida, pelo cumprimento de suas promessas, pela sua fidelidade, pela suas doces palavras que me sustentaram até os dias de hoje. Obrigado, SENHOR, toda honra e toda glória a ti;

Aos meus pais pelo amor, carinho, confiança e apoio de todos os dias. Sou grato a vocês por tudo que tenho e que sou. Amo vocês;

Aos meus amados irmãos Thiago, Otávio e Vinícius pelos momentos de felicidade que vivemos, pelo carinho e por toda alegria de estarmos juntos;

À minha amada avó Conceição pelo amor, orações, carinho, pelo exemplo de vida, por tudo. Às minhas tias Elisângela, Aparecida e Carmen por todo carinho, apoio, amor e confiança. Vocês me dão força para prosseguir. Aos meus tios Wanuci e Neuci por toda atenção, apoio e carinho. A todos os meus primos e primas, por sempre estarem ao meu lado nesta caminhada. Amo todos vocês;

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela oportunidade de realização do curso;

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa de estudo e recurso financeiro;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa – Algodão), em especial, à pesquisadora Nair Helena pelo fornecimento dos lotes de sementes de gergelim, possibilitando a pesquisa;

À professora Marcela (UFVJM), todo meu apreço e carinho pela oportunidade e por sua valiosa orientação, paciência e total apoio para a realização e conclusão desta dissertação;

À Prof.^a Dayana (UFVJM), por tornar possível a realização de parte do experimento e por ter prontamente atendido ao convite de participação da banca de defesa;

À Prof.^a Nísia (UFVJM), pela disposição, ensinamento, sugestões e paciência para a realização de parte deste trabalho e por aceitar participar da banca de avaliação;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela contribuição à minha formação acadêmica;

A todos responsáveis pelos laboratórios de Anatomia Vegetal, Biomassas do Cerrado, Microbiologia do solo, Fitopatologia e Lipemvale, por contribuir e possibilitar que este trabalho fosse realizado;

A todos os membros do NES (UFVJM), em especial, Amanda, Adriana, Ivana e Mahany pelo companheirismo, força e carinho que me ajudaram a cada dia seguir em frente;

Aos colegas do mestrado, pela consideração e amizade compartilhando as alegrias e dificuldades;

A Dona Helena e toda sua família, a minha gratidão pelo carinho, apoio e pela recepção amorosa que me concedem em Couto, por estarem sempre ao meu lado;

Aos amigos que fiz, especialmente, Luana, Daniel, Tutah, Edmara, Ana Flávia, Kamila, Letícia, Débora e Fabiane, pelos grandes momentos que vivemos, pelos laços afetivos que criamos, por tornarem essa caminhada mais branda. Obrigado por esses anos que levarei para sempre comigo.

Obrigado a todos pela torcida e incentivo.

RESUMO

VALERIANO, F.R. **MORFOANATOMIA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE SEMENTES DE GERGELIM E CÁRTAMO**. 2016. 82p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

Objetivou-se com este trabalho realizar o estudo anatômico e determinar a composição centesimal das sementes de gergelim e cártamo, visando identificar as estruturas e constituintes presentes. Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia, no Laboratório de Biomassas do Cerrado do Departamento de Nutrição e no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Diamantina, MG. Foram utilizadas sementes de gergelim das cultivares CNPA G2 (lote 1) da safra 2010, CNPA G3 (lote 2) da safra 2010, CNPA G4 (lote 3) da safra 2014 e BRS Seda (lote 4) da safra 2015, fornecidas pela Embrapa Algodão – Paraíba e grãos de cártamo adquiridos da empresa Terra dos Pássaros, safra 2015. Para a caracterização dos perfis de lotes de gergelim e cártamo, foram analisadas as variáveis grau de umidade, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade, emergência, estande inicial, índice de velocidade de emergência. Para averiguar a qualidade sanitária dos lotes, realizou-se o teste de sanidade. Realizou-se também a determinação da composição centesimal das sementes de gergelim e cártamo. Para a caracterização morfológica de semente e plântulas foram avaliados os aspectos biométricos e analisadas as características de suas estruturas. Além disso, realizaram-se os estudos de análise de imagem de sementes, a caracterização anatômica. Além disso, realizaram-se os estudos de análise de imagem com auxílio do sistema SAS e a caracterização anatômica. Conclui-se que os lotes de sementes de gergelim apresentaram qualidade fisiológica semelhante e que parte da qualidade fisiológica pode ter sido afetada pela presença de patógenos nos lotes. A composição centesimal permitiu confirmar a espécie como oleaginosa. A análise de imagem permitiu verificar características para a distinção entre os lotes de sementes de gergelim. As análises anatômicas entre os lotes foram semelhantes. Verificou-se que a baixa taxa de germinação de grãos de cártamo deve-se à qualidade sanitária. Verificou-se que os grãos de cártamo são ricos em fibras.

Palavras-chave: *Sesamum indicum*, *Carthamus tinctorius*, morfoanatomia, biometria, composição centesimal.

ABSTRACT

VALERIANO, FILIPE RODRIGUES. **MORPHOANATOMY AND COMPOSITION CENTESIMAL OF SESAME SEEDS AND SAFFLOWER.** 2016. 81p. Dissertation (Masters in Vegetable Production) – Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valley, Diamantina, 2016.

The objective of this work was to perform an anatomical study and to determine the centesimal composition of sesame and safflower seeds, aiming to identify the structures and constituents present. The work was carried out in the Seed Laboratory of the Agronomy Department, in the Cerrado Biomass Laboratory of the Department of Nutrition and in the Laboratory of Plant Anatomy of the Department of Biological Sciences of the Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys - UFVJM, Diamantina, MG. Seeds of CNPA G2 (lot 1) from the 2010 crop, CNPA G3 (lot 2) from the 2010 crop, CNPA G4 (lot 3) from the 2014 crop and BRS Silk (lot 4) from the 2015 harvest were used, provided by Embrapa Algodão – Paraíba and safflower grains purchased from the company Terra dos Pássaros, harvest 2015. To characterize sesame and safflower seedlings, analysis was conducted for the variables moisture level, germination, first germination count, speed index, emergence, initial booth, emergence speed index. In order to ascertain the sanitary quality of the lots, a sanitary test was performed. The determination of the centesimal composition of the sesame and safflower seeds was also carried out. For the morphological characterization of seed and seedlings the biometric aspects were evaluated and the characteristics of their structures were analyzed. In addition, the studies of seed image analysis, the anatomical characterization, were carried out. In addition, the studies of image analysis were carried out with the help of the SAS System and the anatomical characterization. It was concluded that the sesame seed lots presented similar physiological quality and that part of the physiological quality may have been affected by the presence of pathogens in the lots. The centesimal composition confirmed the species as oleaginous. The image analysis allowed to verify characteristics for the distinction between the lots of sesame seeds. Anatomical analyzes between batches were similar. It was verified that the low rate of germination of safflower grains is due to sanitary quality. It has been found that safflower grains are high in fiber.

Keywords: *Sesamum indicum*, *Carthamus tinctorius*, morphoanatomy, biometrics, chemical composition.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO I.		Pág.
Figura 1	Plântula normal de gergelim. UFVJM, Diamantina, 2016.....	34
Figura 2	Aspectos externos das sementes de gergelim (A) e observação da linha que se estende do hilo a extremidade micropilar (B). Vista frontal do hilo - seta (C). Vista Frontal da micrópila - seta (D). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	40
Figura 3	Varição visual de cores do tegumento de sementes encontradas em cultivares de gergelim. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	42
Figura 4	Fotomicrografia de seção transversal do tegumento de sementes de gergelim evidenciando duas regiões distintas (testa e tegma). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	45
Figura 5	Fotomicrografia de seção transversal do tegumento de sementes de gergelim evidenciando a variação no tamanho da célula - A. Tegumento externo apresentando os dois tipos de divisão celular (seta com preenchimento: divisões anticlinal e seta sem preenchimento: periclinal) - B. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	45
Figura 6	Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando os cotilédones de sementes de gergelim (seta: células retangulares; pr : parênquima) - A. Cotilédones circular ocupando o maior volume da semente - B. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	46
Figura 7	Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando o tecido meristemático de sementes de <i>Sesamum indicum</i> (seta: células ovaladas com tamanhos diferentes contendo no interior grânulos de amido; p : procâmbio).UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	47
Figura 8	Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando o tecido meristemático e os feixe vasculares de sementes de <i>Sesamum indicum</i> (seta com preenchimento: feixes vasculares e seta sem preenchimento: tecido meristemático) UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	47
Figura 9	Fotomicrografia de seções longitudinais do eixo embrionário de sementes de <i>Sesamum indicum</i> (Mf: meristema fundamental, Ma: meristema apical, C: córtex, Co: coifa, P: procâmbio, Pd: protoderme). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	48

ARTIGO CIENTÍFICO II.

Figura 1	Plântula normal de cártamo (A) e plântula anormal infeccionadas com danos na radícula (B). UFVJM, Diamantina, 2016.....	65
Figura 2	Aspectos externos dos grãos de cártamo secos (A) e hidratados (D). Base arredonda com a vista frontal do hilo em grãos secos (seta preenchida) (B) e hidratados (seta sem preenchimento) (E). Ápice achatado evidenciando a micrópila em grãos secos (seta preenchida) (C) e hidratados (seta sem preenchimento) (F). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	71
Figura 3	Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando as regiões em que se encontram a micrópila (Mi), a rafe (Rf) e o hilo (Hi) em grãos de cártamo. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	71
Figura 4	Grãos de cártamo com casca (A) e sem casca (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	72
Figura 5	Fotomicrografia de seções longitudinais do tegumento de grãos de cártamo (ext = exotesta; ent = endotesta; eg = endotégmen; en = endosperma). Setas: Compostos fenólicos (A). Fotomicrografia de seções longitudinais do tegumento de grãos de cártamo (ext = exotesta; ent = endotesta; eg = endotégmen; en = endosperma. Setas sem preenchimento: compostos fenólicos (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	74
Figura 6	Fotomicrografia de seções longitudinais do tegumento de grãos de cártamo evidenciando paredes anticlinais onduladas (A). Fotomicrografia de seções longitudinais do tegumento de grãos de cártamo evidenciando compostos fenólicos (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	75
Figura 7	Fotomicrografia de seção longitudinal da estrutura de grãos de cártamo (Hi = hilo; To = tegumento; Mi = Micrópila; En = endosperma; Co = cotilédones). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	75
Figura 8	Fotomicrografia de seção longitudinal do embrião (Em) e cotilédones (Co) (A). Fotomicrografia de seção longitudinal apresentando as estruturas do embrião do grão de cártamo (Fv = feixe vascular; Hp = hipocótilo) (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016 (B).....	76
Figura 9	Fotomicrografia de seção longitudinal apresentando o cotilédone (Co) do grão de cártamo (A). Fotomicrografia de seção longitudinal apresentando a protoderme (Pt) e grânulos de amido (Seta) no tecido parenquimático (Pr) do grão de cártamo (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	77
Figura 10	Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando o tecido meristemático de grãos de cártamo (P: procâmbio).UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	77

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO I.	Pág.
<p>Tabela 1 Resultados do grau de Umidade – U (%); teste de germinação – G(%); primeira contagem da germinação – PC (%); índice de velocidade de germinação – IVG; emergência – E (%); estande inicial – EI (%); índice de velocidade de emergência – IVE e peso de mil sementes – PMS (g); de quatro lotes de sementes de gergelim para a caracterização dos lotes. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....</p>	32
<p>Tabela 2 Resultados do comprimento do hipocótilo – HP (mm); cotilédones – CD (mm); raiz primária – RP (mm) e matéria fresca – MF (g); de quatro lotes de sementes de gergelim obtidos a partir das plântulas normais do teste de germinação. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....</p>	34
<p>Tabela 3 Porcentagem (%) de incidência de fungos nos lotes de sementes de gergelim em estudo. UFVJM, Diamantina, MG, 2016.....</p>	35
<p>Tabela 4 Composição centesimal média em base seca (%) de sementes de quatro lotes de gergelim quanto ao grau de umidade – U (%); massa seca – MS (%); extrato etéreo – EE (%), proteína bruta – PB (%); fibra bruta – FB (%), cinzas – CZ (%), carboidratos – CARB e energia – ENERG. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....</p>	37
<p>Tabela 5 Composição centesimal média em base seca (%) de sementes de quatro lotes de gergelim quanto ao potencial hidrogeniônico – pH; sólidos solúveis totais (°Brix); acidez total titulável (g/100 ml); açúcares totais (%); açúcares não redutores (%); açúcares redutores (%) e amido(%). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....</p>	39
<p>Tabela 6 Resultados da biometria das sementes de quatro lotes de gergelim quanto ao comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....</p>	41
<p>Tabela 7 Variáveis obtidas pela análise de imagem de sementes de gergelim, como Brilho – BR; amarelo – AM; azul – AZ; cinza escuro – CE; laranja – LJ; intensidade – IT; saturação – ST; área – AR; área convexa – AC; circularidade – CR e perímetro – PR . UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....</p>	43

ARTIGO CIENTÍFICO II.

Tabela 1	Resultados do grau de umidade – U (%); teste de germinação – G(%); primeira contagem da germinação – PC (%); índice de velocidade de germinação – IVG; emergência – E (%); estande inicial – EI (%); índice de velocidade de emergência – IVE e peso de mil sementes – PMS (g); de grãos de cártamo para a caracterização do lote . UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	43
Tabela 2	Resultados do comprimento do hipocótilo (cm); cotilédones (cm); raiz primária (cm) e matéria fresca (g); de grãos de cártamo obtidos a partir das plântulas normais do teste de germinação. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	65
Tabela 3	Porcentagem (%) de incidência de fungos no lote de grãos de cártamo em estudo. UFVJM, Diamantina, MG, 2016.....	66
Tabela 4	Composição centesimal média em base seca (%) de grãos de cártamo quanto ao grau de umidade – U (%); massa seca – MS (%); extrato etéreo – EE (%), proteína bruta – PB (%); fibra bruta – FB (%), cinzas – CZ (%), carboidratos – CARB e energia – ENERG. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	68
Tabela 5	Composição centesimal média em base seca (%) de grãos de cártamo quanto ao potencial hidrogeniônico – pH; sólidos solúveis totais (°Brix); acidez total titulável (g/100 ml); açúcares totais (%); açúcares não redutores (%); açúcares redutores (%) e amido (%). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	69
Tabela 6	Resultados da biometria de grão de cártamo quando ao comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	71
Tabela 7	Variáveis obtidas pela análise de imagem em grãos cártamo, como Brilho – BR; amarelo – AM; laranja – LJ; preto – PR; intensidade – IT; saturação – ST; área – AR; circularidade – CR e perímetro – PR . UFVJM, Diamantina, MG. 2016.....	72

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	v
INTRODUÇÃO GERAL.....	08
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
ARTIGO CIENTIFICO I.....	21
1 Resumo.....	22
2 Abstract.....	24
3 Introdução.....	26
4 Material e métodos.....	28
5 Resultados e discussão.....	32
6 Conclusão.....	48
8 Referências.....	49
ARTIGO CIENTIFICO II.....	56
1 Resumo.....	57
2 Abstract.....	58
3 Introdução.....	59
4 Material e métodos.....	60
5 Resultados e discussão.....	64
6 Conclusões.....	78
8 Referências.....	78

INTRODUÇÃO GERAL

Transformações na matriz energética brasileira têm promovido mudanças nos âmbitos da pesquisa e desenvolvimento de fontes inovadoras de combustíveis, além de alterar a produção daquelas já consolidadas no país como carvão, petróleo e gás natural (Gonçalves, 2010). Além disso, a crescente demanda, a alta volatilidade do mercado mundial, a oscilação dos preços do mercado interno, a grave poluição ocasionada pela produção e extração de petróleo e a crescente preocupação com ambiente têm sido pauta em órgãos internacionais para busca e geração de programas com enfoque de desenvolver fontes alternativas.

Estudos de fontes alternativas aos derivados de petróleo, como o biodiesel, têm sido realizados em vários centros de pesquisa do mundo (Trzeciak *et al.* 2008). O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis que pode ser obtido por diferentes processos, como o craqueamento, a esterificação ou pela transesterificação (MME, 2005) e tem sido considerado uma solução viável e de grande potencial na substituição dos combustíveis fósseis derivados de petróleo, por ser originado de fontes renováveis de energia (Oliveira, 2009).

No Brasil, o incentivo para a utilização de biodiesel é fomentado por projetos e programas do Governo Federal como o Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel (PNPB), que foi criado em 2005 como uma medida inovadora para impulsionar a produção e uso desse combustível no país (Ubrabio & FGV, 2010). Em 2005, com a promulgação da Lei número 11.097/2005, passou a ser obrigatória, em todo o território nacional, a mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo a partir do ano de 2008. A partir do ano de 2012, o PNPB determinou a adição crescente de óleos de origem vegetal ao diesel comum, quando previu uma proporção de 5% conforme a Resolução CNPE nº 6 de 16/09/2009 (MME, 2009). No ano de 2015, a produção nacional de biodiesel atingiu em torno de 3,94 bilhões de litros, havendo um incremento de 15% em relação à produção de 2014. A Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove) enfatiza que esta produção obtida irá manter o Brasil como o segundo maior produtor de biodiesel no ranking mundial, atrás apenas dos Estados Unidos (EUA). Esta posição é um reflexo motivado especialmente pela mudança ocorrida na legislação em novembro de 2014, que se refere a uma elevação de por volta de 7% da mistura de biodiesel ao óleo diesel (Brasil, 2014). Também foi verificada uma redução de cerca de 38% da importação de diesel fóssil quando comparado ao ano de

2014 (Globo, 2016). A partir do ano de 2016, foi aprovada, pelo Plenário da Câmara, a proposta (PL 3834/15) que aumenta o percentual de biodiesel adicionado ao óleo diesel vendido ao consumidor final. A Lei nº 13.263 altera a Lei nº 13.033/2014, dispondo sobre o aumento dos percentuais de adição de biodiesel em 8% em todo território nacional, havendo um aumento obrigatório de até 10% após 36 meses da data de promulgação desta lei (Brasil, 2016).

A utilização dos óleos vegetais no Brasil tem um futuro promissor para este cenário agrícola nacional (Venturoso, 2012), e a grande gama de culturas com boas perspectivas têm sido alvo de investimentos para diversas pesquisas com o objetivo de impulsionar o agronegócio dos biocombustíveis (Ubrabio & FGV, 2010). As culturas agroenergéticas têm grande importância no país (Cruz, 2013); atualmente a principal matéria prima é óleo de soja, representando 80% a 85% da produção biodiesel (MME-NP, 2015). A razão por que a soja responde pela maior parcela de matéria prima para a produção de biodiesel deve-se à crescente demanda de farelo proteico, sendo a extração do óleo uma consequência desta demanda. Além disso, a soja possui uma cadeia produtiva bem estruturada e conta com tecnologia moderna e bem definida oferecendo um rápido retorno do investimento e resultando na garantia de comercialização a preços compensadores (Agnol, 2007).

Para incentivar a diversificação da produção de oleaginosas, tais como a mamona e o próprio gergelim - 50% dele se tornam óleo quando processado, o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) criou um fator de multiplicação nas compras dessas culturas no âmbito do PNPB. Com essa medida, um produtor de biodiesel que adquirisse, por exemplo, 10 toneladas de gergelim da agricultura familiar, receberia um benefício fiscal - 9,25% de PIS/Cofins - equivalente à compra de 15 toneladas. A partir dessa mudança, as compras de gergelim pelo PNPB saltaram de apenas 138 toneladas em 2009 para 1,7 mil toneladas em 2010; em 2011, a previsão era de 2 mil toneladas (Mendes, 2011). Assim, culturas como a do gergelim e a do cártamo, de pouca expressão no agronegócio (Ubrabio & FGV, 2010), passaram a ser consideradas uma alternativa importante para produção de biodiesel no país (Mendes, 2011; Cardoso *et al.* 2015).

O gergelim (*Sesamum indicum*, L.) pertence à família *Pedaliaceae*, que é constituída por 16 gêneros e 60 espécies encontradas em áreas tropicais e subtropicais (Caldwell, 1958). Essa é uma das espécies oleaginosa mais antiga conhecida em uso

pelo homem, havendo registros arqueológicos que indicam seu uso há mais de 5.000 anos na Índia (Were et al. 2006).

A safra do gergelim se espalhou pelo planeta e atualmente esta cultura ocupa a 9ª posição como mais plantada no mundo entre as 13 oleaginosas que constituem 90% da produção mundial (Adeola et al. 2010). Ainda que sua exploração venha acontecendo há mais de 60 anos, não se sabe ao certo qual o seu local de origem. Acredita-se que sua origem esteja situada entre a Ásia, que apresenta um número grande de variedades das espécies cultivadas, e a África, onde se encontra concentrada a grande maioria das espécies silvestres do gênero *Sesamum* (Arriel et al. 2006; Beltrão et al. 2001). O gergelim é listado, no local, como uma das primeiras culturas utilizadas para a produção de petróleo (Anilakumar, 2010).

O gergelim é cultivado em 77 países, especialmente nos continentes Asiático e Africano. Essa planta é bem adaptada às condições semiáridas de diversas partes do mundo, tendo grande importância econômica e social, sendo sua produção proveniente principalmente de pequenos e médios agricultores (Embrapa, 2004).

No melhoramento genético, o gergelim possui algumas características importantes, tais como a boa tolerância à seca e o desenvolvimento adequado nos mais diferentes tipos de solos. É ideal para consorciar com outras culturas, e é cultivado preferencialmente por pequenos produtores (Cagran, 2006). A produção mundial está estimada em 4,16 milhões de toneladas, obtidas em 8,05 milhões de hectares e com uma produtividade de 5176 Kg/ha. A Índia e Myanmar são responsáveis por 49% da produção mundial segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2012). O Brasil ainda se caracteriza como um pequeno produtor, com uma produção entre 5000 e 6000 toneladas, obtidas em uma área ainda considerada pequena, que varia entre 7000 a 9000 hectares, com produtividade alcançada de 640 Kg/ha (FAO, 2012).

O gergelim é uma planta herbácea, autógama, anual ou perene. Dependendo da cultivar a altura varia de 0,5m a 3,0m com razoável nível de heterofilia, folhas pecioladas, pubescentes, flores completas e axilares, gamopétalas e zigomorfas. O caule é ereto, com ou sem ramificações e os frutos são cápsulas pilosas com deiscência loculicida; esses variam de tamanho entre 2,0 cm e 8,0 cm e de comprimento e diâmetro, de 0,5cm a 2,0 cm (Saydut et al. 2008; Oliveira & Costa, 2009). O cultivo dessa oleaginosa prospera em regiões de alta temperatura, baixa altitude e iluminação solar abundante (Beltrão, 2001). A temperatura considerada ideal para seu cultivo gira

em torno de 20°C e 35°C. Seu cultivo é restrito a solos com textura argilosa, ocorrendo o melhor desempenho da cultura naqueles classificados como solos de textura média e que sejam bem drenados (Misganaw et al. 2015).

As sementes de gergelim apresentam coloração variando entre o branco, cremoso e escuro, atingindo tamanhos diminutos e possuindo formas achatadas (Queiroga *et al.* 2010). Possuem maior teor de óleo do que a maioria das sementes oleaginosas conhecidas (Hwang, 2005); além disso, apresentam alto teor proteico e seu óleo não rancifica com facilidade devido a componentes que lhe propiciam alta estabilidade química (Embrapa, 2004). A semente possui entre 40% a 60% de óleo, com quase iguais níveis de oleico (intervalo de 33% a 50%, tipicamente 41%) e linoleico (intervalo 33% a 50%, tipicamente 43%) e algum ácido palmítico (intervalo de 7% a 12%, normalmente de 9%) e esteárico (intervalo de 3% a 6%, tipicamente 6%) (Gunstone, 2005). Suas sementes oferecem uma grande diversidade para utilização, visto que são direcionadas para uso humano na alimentação, assim como para a extração de óleo vegetal (Beltrão et al. 1994).

O gergelim já vem sendo cultivado no Brasil há mais de 40 anos, principalmente em regiões do Centro-Sul, como nos estados de São Paulo, Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais. Na região Nordeste é plantado, tradicionalmente, em pequenas áreas chamadas terreiros, sendo a sua aplicação destinada à alimentação e como produto medicinal, além de uma pequena parcela de exploração do óleo ser destinada à fabricação de margarinas, cosméticos, perfumes, sabão, tintas, remédios e lubrificantes. Além disso, a torta, resíduo da prensagem das sementes, contém cerca de 40% de proteínas e 13% de resíduo mineral, constituindo um bom concentrado para a alimentação animal, especialmente para bovinos, suínos e aves (Embrapa, 1986). A área de produção no país era de 22 mil hectares, alcançando uma produção de 13 mil toneladas, e São Paulo tinha o principal cultivo comercial (Magalhães *et al.* 2010). Atualmente, o maior produtor nacional de gergelim é o município de Canarana, Bahia, alcançando uma área de produção de 20 mil hectares na safra de 2015.

No Brasil, as cultivares comerciais disponíveis são as CNPA G2, CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda, viabilizadas pelo programa de melhoramento genético do gergelim da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB, (Beltrão et al. 1994; Embrapa, 2000; Arriel et al. 2009). A maioria das cultivares brasileiras apresenta ramificações e sementes de cor creme; além disso, são as mais empregadas em cultivos (Embrapa, 2000).

Uma outra espécie com potencial de utilização para produção de biodiesel é o cártamo. O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) pertence à família *Asteraceae*. É uma planta anual originária da Ásia e África (Costa et al. 2015). Considerada uma cultura de multiuso, sua versatilidade de propriedades faz com que essa cultura apresente um alto valor econômico (Beltrão, 2011) (Abud et al. 2010).

É considerada como uma das mais antigas culturas da humanidade, havendo registros de seu cultivo na Ásia antes da Era Cristã. Historicamente, foi usada como corante de tecelagem e o óleo, na indústria de tintas (Lima, 2014).

O cártamo é usado principalmente para a extração de óleo comestível, que é rico em ácidos oleico e linoleico (Bras, 2011). Seu óleo, que é rico em ácidos graxos poli-insaturados e monoinsaturados, é obtido diretamente de suas sementes. A obtenção do óleo faz desta uma cultura das muito apreciadas no Oriente (Polunin, 1991). Essa espécie se destaca entre as oleaginosas devido ao elevado teor de óleo (32% a 40%), com 70 % de ácido linoleico e 30% de ácido oleico, ideais para a produção de biodiesel (Vivas, 2002; Oplinger *et al.* 2010). O biodiesel, produzido a partir do óleo de suas sementes, possui propriedades importantes de densidade, viscosidade cinemática, ponto de inflamação, número de iodo, número de neutralização, ponto de fluidez, ponto de turvação e número de cetano, parâmetros que se enquadram nas normas internacionais para o uso (Hamamci et al. 2010).

A espécie tem sido usada nas áreas medicinal e farmacêutica, na parte ornamental, como flores de corte (Bradley et al. 1999; Oelke et al. 1992), indústrias de cosméticos, de especiarias, de forragem, de alpiste e alimentação de ruminantes, como o uso da torta de cártamo após a extração do óleo (Lima, 2014).

O cártamo é uma planta herbácea que possui diversas ramificações classificadas como primárias, secundárias e terciárias, nas quais surge uma inflorescência que é denominada capítulo (Sigh & Nimbkar, 2007). Possui brácteas involúcras externas verdes e receptáculo floral com escamas densas. A cultura apresenta um ciclo que varia normalmente, de 110 a 150 dias, podendo este intervalo ser antecedido ou prolongado dependendo do genótipo e de condições ambientais. O alongamento do caule e as ramificações são as fases de maior intensidade de crescimento da planta e têm duração em torno de 6 a 8 semanas. O início do florescimento se dá em torno de 60 a 100 dias e a maturidade fisiológica ocorre de 4 a 6 semanas após o início da floração. O ponto ideal para colheita se dá entre 2 e 3 semanas após a maturidade, quando as plantas se encontram completamente senescidas, apresentando coloração marrom das folhas e

capítulos. Nessa fase, a umidade das sementes é de aproximadamente 10% (Emongor, 2010).

A disseminação dessa espécie é realizada por sementes, as quais são utilizadas como matéria-prima para extração de óleo, que possui excelente qualidade (Vivas, 2002). A espécie tem alto potencial para o cultivo em regiões semiáridas, o que está ligado à sua resistência à escassez de água, às altas temperaturas, à baixa umidade relativa do ar e a sua capacidade de adaptação a diferentes condições de solo (Dantas et al. 2011).

As cultivares de cártamo foram desenvolvidas tanto para fins ornamentais como para a produção de óleo. Na Europa, as cultivares *Carthamus Oranje*, *Donkeoranje Select* e *Carthamus Summersun* são cultivadas com finalidade ornamental. Nas regiões da América do Sul, Argentina e México, os genótipos selecionados são cultivados pelo potencial oleico (Ambrosano, 2012).

No Brasil, são cultivadas três cultivares para ornamentação: *Lasting Orange*, *Lasting White* e *Lasting Yellow*. Essas cultivares são descritas como anuais, podendo ser semeadas o ano todo e colhidas aos 90 dias após a semeadura. Atingem altura de 80 a 90 cm e as flores medem cerca 3,5 cm de diâmetro. A temperatura citada para cultivo é de 20 °C e o período de emergência varia de sete a dez dias (Oliveira, 2007).

O cultivo do cártamo é ainda considerado pequeno, sendo concentrado, na grande maioria, em pequenas propriedades para uso exclusivo do produtor. Estima-se em torno de 0,1% do total da produção agrícola mundial. A produção mundial de cártamo atinge cerca de 0,6 milhões de toneladas grãos por ano, havendo uma área de produção pequena, em torno de 0,85 milhões de hectares (Mihaela et al. 2013; Lima, 2014). Como já observado, a produção de cártamo ainda é pequena; consegue-se obter, em condições tecnológicas adequadas, uma produção de 1.000 – 1.200 Kg/ha (Olteanu 2009).

Estudos sobre as sementes de cártamo têm evidenciado a tolerância da cultura à salinidade (Siddiqi et al. 2007), assim como tem sido abordada a morfologia das sementes e plântulas, em trabalho realizado por Abud et al. (2010). Atualmente, esta cultura é cultivada em mais de 30 países, como Índia, México e EUA, contribuindo com cerca de 70% da produção mundial de óleo de cártamo (Harrathi et al. 2012).

Dentro do contexto da cadeia produtiva, para viabilizar o efetivo emprego destas culturas (gergelim e cártamo) pelo produtor, é de fundamental importância dotar-se de sementes de boa qualidade para assegurar a adequada população de plantas sobre uma

ampla variação de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência e possibilitar aumento na produção, efetivando o sucesso da cultura.

No processo de produção de sementes, a análise de sementes é um instrumento imprescindível para a determinação da qualidade de sementes e vem sendo cada vez mais aperfeiçoada para o fornecimento de informações a fim de evitar riscos e servir de guia para o setor agrícola (Biol, 2009). Esse procedimento tem como finalidade atender às principais requisições e exigências para a comercialização de sementes, assim como garantir padrões de qualidade da produção.

Existem duas maneiras de determinar a qualidade das sementes: por meio do seu poder germinativo e por aferição do seu vigor. O poder germinativo é expresso pela capacidade de germinação das sementes em condições adequadas. Por sua vez, o vigor indica a capacidade da planta em resistir a estresses ambientais e a sua capacidade de se manter viável durante o armazenamento (Vieira & Rava, 2000).

Além desses, o estudo dos aspectos morfoanatômicos de sementes é uma importante ferramenta para a análise de qualidade para agricultura (Oliveira, 1999; Silva & Paoli, 2000), uma vez que possibilita a compreensão de vários fenômenos ligados ao comportamento dessas espécies, como seus processos fisiológicos – germinação - (Garcia, 2006). No que diz respeito às sementes, os estudos das características internas apresentam grande importância na taxonomia, pois são de maior interesse na classificação, permitindo a identificação e a descrição em relação à presença ou à ausência de endosperma, forma e posição do embrião, número de cotilédones. Além disso, as características externas, assim como as internas, são bases consideradas bastantes seguras para identificação, pois suas estruturas são pouco modificadas pelas condições do ambiente (Cunha, 2003).

Apesar de serem formadas basicamente por embrião, tecidos de reserva e envoltório, na natureza, diversos fatores contribuem para que haja desenvolvimento diferenciado dos componentes das sementes, variando entre espécies e até dentro da própria espécie, através da cor, da forma e do tamanho (Abud et al. 2010).

Ferreira (2001) salienta a importância dos estudos morfológicos em sementes quando se aborda a área de ecologia ambiental, tendo em vista que estes feitos são bastante úteis para a conservação e manejo do ambiente. O referido autor enfatiza que os estudos da morfologia das espécies são de grande utilidade na parte laboratorial, uma vez que auxiliam na realização dos estudos da qualidade fisiológica de sementes e na

correta interpretação de testes, como os testes de germinação para analistas e tecnologistas de sementes.

Os estudos da morfologia interna e externa de sementes se tornam interessantes para auxiliar na identificação das espécies e importantes no planejamento para o seu beneficiamento. Fornecem conhecimentos prévios sobre a germinação das sementes e permitem caracterizar os aspectos sobre dormências causadas por tegumentos impermeáveis, bem como entender aquelas causadas pela imaturidade do embrião (Moraes, 2007).

Segundo Abud (2010), os estudos dos aspectos morfológicos da germinação contribuem para a propagação das espécies, pois abordam a classificação da germinação em relação à posição dos cotilédones e auxiliam na interpretação e padronização dos testes de germinação, bem como permitem a identificação das espécies em campo. A morfologia de plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento serve de subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental para o processo de estabelecimento das plantas em condições naturais (Beltrati, 1995). O estudo morfológico das sementes e plântulas, além de fornecer informações sobre a germinação, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura, auxilia em trabalhos de análise do ciclo vegetativo das espécies, fornecendo subsídios para a sua correta identificação. Com base nas ilustrações obtidas, pode-se facilitar e padronizar a identificação (Silva et al. 1995).

Diante do exposto, objetivou-se com essa pesquisa realizar o estudo anatômico e determinar a composição centesimal das sementes de gergelim e cártamo, visando identificar as estruturas e constituintes presentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abud, H. F.; Gonçalves, N. R.; Reis, R. G. E.; Gallão, M. I.; Innecco, R. Morfologia de Sementes e Plântulas de Cártamos. **Revista Ciência Agronômica**. vol. 41, nº2. 2010.

Adeola, Y. B., Augusta, C. O. and Oladejo, T. A. Proximate and mineral composition of whole and dehulled Nigerian sesame seed. *African Journal of Food Science and Technology*. 2010.

Agnol, A. D. Por que fazemos biodiesel de soja. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/convidado/porque-fazemos-biodiesel-de-soja.htm>>. Acesso em: 29/08/2016.

Ambrosano, L. **Avaliação de plantas oleaginosas potenciais para cultivo de safrinha**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

Anilakumar, K. R.; Pal, A.; Khanum, F.; Bawa, A. S. Nutritional, Medicinal and Industrial Uses of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seeds - An Overview. **Agricultura e Conspectus Scientificus** (ACS), vol.75 nº4. 2010.

Arriel, N. H. C.; Mauro, A. O. D.; Mauro, S. M. Z. D.; Bakke, O. A.; Undêatrevisoli, S. H.; Costa, M. M.; Capeloto, A.; Corrado, A. R. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim usando marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.41, n.5, p.801-809, 2006.

Arriel, N. H. C.; N. H. C.; Gondim, T. M. S.; Firmino, P. T.; Beltrão, N. E. M.; Vasconcelos, R. A.; Costa, I. L.; Silveira, N. A.; Sousa, S. L.; Dantas, Batista, E. S.; Pereira, J. R. Gergelim BRS Seda. 3. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, não paginado. 2009. Disponível em: Acesso em: <<https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/579013/gergelim-brs-seda>>. 07 jul. 2016.

Beltrão, N. E. de M.; Freire, E. C. Cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) no nordeste do Brasil. Campina Grande: Embrapa-Cnpa, Circular Técnica, 12. 19p. 1986.

Beltrão, N. E. de M.; Freire, E. C.; Lima, E. F. Gergelim cultura no trópico semi-árido nordestino. Campina Grande: Embrapa-Cnpa, Circular Técnica, 18. 52p. 1994.

Beltrão, N. E. M; Souza, J. G; Pereira, J. R. Fitologia **In: O Agronegócio do gergelim no Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Algodão/Campina Grande, 348p, 2001.

Beltrati, C. M. **Morfologia e anatomia de sementes**. In: Curso de Pós- Graduação em Ciências Biológicas (Área de Biologia Vegetal). Apostila. Rio Claro: Departamento de Botânica / Instituto de Biociências /UNESP, 98 p.1995.

Bradley, V. L.; *et al.* Evaluation of safflower germplasm for ornamental use. **In: Perspectives on new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, p. 433-435. 1999.

Brás, P. **Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Zootecnia, Nova Odessa. 2011.

Brasil. *Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em: 20 abril. 2016.

Brasil. *Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014*. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13033.htm>. 2014. Acesso em: 20 abril. 2016.

Brasil. *Lei nº 13.263, de 23 de março de 2016*. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13263.htm>. Acesso em: 20 abril. 2016.

Cagran, M. I. Selection and morphological characterization of induced determinate mutants in sesame. *Field Crops Research*, Holanda, v.96, p.19-24. 2005.

Caldwell, R. W. Sesame meal. **In:** ALTSCHUL, A.M. *Processed protein foodstuffs*. New York: Academix, p. 535-556. 1958.

Cardoso, P. C.; Granato, J. A.; Júnior, H. Z. Características Fitotécnicas de Culturas Agroenergéticas de Outono-Inverno, Cultivadas em Sistema de Rotação e Sucessão, na Safra. **IX Worksho Agroenergia**. Ribeirão Preto – SP. 2015.

Costa, D. S. **Produtividade de Genótipos de Gergelim sob a influência de fitoestimulante**. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2015.

Cruz, S. M. **Testes de Vigor para Avaliação da Qualidade de Sementes de Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 2013.

Cunha, M. C. L.; Ferreira, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith - Cumaru - Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.89-96, 2003.

Dantas, C. V. S.; *et al.* Influência da sanidade e deficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.33 nº.3 Londrina 2011.

Embrapa-Cnpa. Brs 196 (CNPA G4) – Nova cultivar de gergelim e seu sistema de cultivo. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, Folder informativo. 2000.

Emongor, E. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the underutilized and neglected crop: a review. *Asian J. Plant Science.*, 9 (6): 299-306. 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2012) FAOSTAT Production Crops. [on-line]. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/#DOWNLOAD>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

Ferreira, R. A.; Davide, A. C.; Tonetti, O. A. O. Morfologia de sementes e plântulas de pau-terra (*Qualea grandiflora* Mart. - Vochysiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 116 - 122, 2001.

Garcia, L. C.; Nogueira, A. C.; Alquini, Y. Aspectos Morfo-Anatômicos de Sementes de *Podocarpus Lambertii* Klotz. E *Podocarpus sellowii* Klotz – Podocarpaceae. **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 28, nº 3, p. 129-134, 2006.

Globo. Produção de biodiesel cresce 15% no Brasil em 2015, aponta Abiove. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/02/producao-de-biodiesel-cresce-15-no-brasil-em-2015-aponta-abiove.html>>. Acesso em: 04 abril. 2016.

Gonçalves, F. dos S. Petróleo e Combustíveis Industriais: Mercado e Aplicações. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35181/000792972.pdf?...1>>. Acessado em: 20 abril. 2016.

Gunstone, Frank D. Vegetable Oils. In: Shahidi, Fereidoon. *Bailey's Industrial Oil & Fat Products: Edible Oil & Fat Products Chemistry, Properties & Health Effects*. 6 ed. New Jersey: **Wiley Interscience**. v.1. Cap. 6, p. 213-268. 2005.

Harrathi, J. *et al.* Effect of salt stress on growth, fatty acids and essential oils in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Acta Physiology Plant**, v. 34, p. 129-137, 2012.

Hwang, L. S. Vegetable Oils (ed) in *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 6th Edition, Vol.1. Edited by Fereidoon Shahidi. John Wiley & Sons, Inc. p1178. 2005.

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

Magalhães, I. D.; Costa, F. E.; Alves, G. M. R.; Almeida, A. E. S.; Silva, S. D.; Soares, C. S. Produção de Gergelim Orgânico Sob Condições Semiáridas. **In: IV Congresso Brasileiro de Mamona & I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas**, João Pessoa-PB. Campina grande: Embrapa Algodão, p. 749-754. 2010.

Mendes, L. H. Com Demanda maior, Produção de Gergelim ganha Fôlego no País. 2011. Disponível em: <<http://www4.seagri.ba.gov.br/noticias.asp?prt=true&qact=view¬id=24396>>. Acesso em: 07 maio de 2015.

Mihaela, P. *et al.* Perspectives of safflower oil as biodiesel source for South Eastern Europe (comparative study: Safflower, soybean and rapeseed). *Fuel*, v. 111, p. 114–119, 2013.

Misganaw, M.; Mekbib, F.; E Wakjira, A.; Genotype x environment interaction on sesame (*Sesamum indicum* L.). *Seed Yield.*, 10 (21), pp.2226–2239, 2015.

MME. Ministério de Minas e Energia e Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/perguntas.html2005>>. Acesso em: 07 maio de 2015.

MME. Ministério de Minas e Energia e Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução Nº 6, de 16 de setembro de 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139155/Resoluxo_6_CNPE.pdf/0ca20397-0145-4976-8945-dbab764d773c>. Acessado em: 07 maio de 2016.

MME-ANP, Ministério de Minas e Energia e Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. ANP realizará novo leilão de biodiesel. 2015. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/spg/noticias/destaque1/destaque_0085.html>. Acessado em: 22/04/2016.

Moraes, J. V. **Morfologia e Germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae – Faboideae)**. Dissertação: Mestre em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Jaboticabal – 2007.

Oelke, E. A.; *et al.* Safflower. *Alternative Field Crops Manual*, 1992.

Oliveira, D. M. T. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.3, p.413-147, 1999.

Oliveira, E. M.; Costa, C. C. Qualidade fisiológica de gergelim armazenado em diferentes condições de conservação. **Engenharia Ambiental**, v.6, n.3, p. 395-403, 2009.

Oliveira, G. G. ***Trichoderma spp.* no crescimento vegetal e no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum* e de patógenos em sementes de (*Carthamus tinctorius*)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 77 p. 2007.

Olteanu, P. Analysis of the Romanian biofuels industry under the current economic conditions using PESTEL. The ninth international conference ‘investments and economic recovery’. Romania, 2009.

Oplinger, E. S.; Putnam, D. H.; Kaminski, A. R.; Hanson, C. V.; Oelke, E. A.; Schulte, E. E.; Doll, J. D. *Sesame*. In: **Alternative Field Crops Manual**. Disponível: <www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sesame.html>. Acesso em: 20 abril. 2016.

Polunin, O. **Guía de campo de las flores de Europa**. Barcelona: Omega, p.538-541. 1991.

Queiroga, V. P.; Silva, O. R. R. F.; Almeida, F. A. C. Bancos comunitários de sementes das espécies cultivadas pelos agricultores familiares de São Francisco de Assis do Piauí. Campina Grande: Embrapa Algodão, 206 p. 2010.

Sayhdut, A.; Duz, M. Z.; Kaya, C.; Kafadar, A. B.; HamamciI, C. Transesterified sesame (*Sesamum indicum* L.) seed oil as a biodiesel fuel. **Biosource Technology**, v.99, i.14, p.6656-6660, 2008.

Siddiqi, E.; Ashraf, M.; Aisha, A. N. Variation in seeder germination and seedling growth in some diverse line of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under salt stress. **Pakistan Journal of Botany**. v. 39, n. 6, p. 1937- 1944, 2007.

Silva, L. L.; Paoli, A. A. S. Caracterização morfo-anatômica da semente de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.250-256, 2000.

Silva, L. M. M.; Matos, V. P.; Pereira, D. D.; Lima, A. A. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Duke (pau-serrote) e *Pterogyne nitens* Tul. (madeira-nova-do-brejo) – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.154-159, 1995.

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

Trzeciak, M. B.; Neves, M. B.; Vinholes, P. S.; Villela, F. A. Utilização de Sementes de Espécies Oleaginosas para Produção de Biodiesel. **Informativo Abrates**. Vol. 18, nº 1,2,3 p. 030-038. 2008.

Ubrabio/FGV. O Biodiesel e sua contribuição ao desenvolvimento brasileiro. 2010. Disponível em: <http://www.ubrablo.com.br/sites/1700/1729/00000201.pdf>. Acesso em: 07 maio de 2016.

Venturoso, L. R. **Implicações da Inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* em Culturas Bioenergéticas**. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados. 2012.

Vivas, M. J. Culturas Alternativas - Cártamo, Sésamo e Camelina. **Melhoramento**, v.38, p.183-192, 2002.

Were, B. A.; Onkware, A. O.; Gudu, S.; Welander, M.; Carlsson, A. S. Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. **Science Direct**. Field Crops Research 97. 254–260. 2006.

ARTIGO CIENTÍFICO I

**ANATOMIA, MORFOLOGIA E ANÁLISE DE IMAGEM DE SEMENTES DE
GERGELIM**

RESUMO

VALERIANO, F.R. **ANATOMIA, MOFMRLOGIA E ANÁLISE DE IMAGEM DE SEMENTES DE GERGELIM**. 2016. 32p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

O gergelim (*Sesamum indicum L.*) tem sido considerado uma espécie de importante cultivo em função das boas perspectivas econômicas, destacando-se no cenário nacional pelo seu potencial para produção de biodiesel, pela alta qualidade do seu óleo comestível e pela sua aplicação em produtos alimentares e ração animal. Contudo, para viabilizar o efetivo emprego desta cultura pelo produtor, é de fundamental importância dotar-se de sementes de boa qualidade. Desta forma, para uma melhor compreensão das estruturas da semente e seus processos fisiológicos, este trabalho teve como objetivo descrever morfológica e anatomicamente, bem como promover os estudos de análise de imagem das sementes através do equipamento SAS[®] (Sistema de Análise de Sementes). Foram utilizadas sementes de gergelim das cultivares CNPA G2 (lote 1) da safra 2010, CNPA G3 (lote 2) da safra 2010, CNPA G4 (lote 3) da safra 2014 e BRS Seda (lote 4) da safra 2015. Para a caracterização do perfil dos lotes, determinou-se o grau de umidade, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade, emergência, estande inicial, índice de velocidade de emergência e sanidade. Foram realizadas a caracterização morfológica de semente e plântulas e a composição centesimal das sementes de gergelim. Além disso, realizaram-se os estudos de análise de imagem de sementes e a caracterização anatômica. Concluiu-se, quanto à caracterização morfológica das plantas, que a morfologia das sementes de gergelim em germinação é do tipo epígea, com emergência vertical ereta e plântula fanerocotiledonar, com folhas carnosas, hipocótilo verde esbranquiçado e uma radícula esbranquiçada. O peso de mil sementes permitiu classificar as sementes de gergelim como pequenas, apresentando comprimento entre 3,07 a 3,13 mm, largura entre 1,82 e 2,02 mm e espessura entre 0,78 e 0,83 mm. A composição centesimal das sementes se caracteriza pela presença de 34% a 48% de extrato etéreo. Com relação à caracterização morfoanatômicas das sementes, verificou-se pouca variabilidade na forma entre as sementes, com hilo e a micropila visíveis e a predominância da cor creme para as sementes dos lotes 1, 2 e 3 e da cor branca para o lote 4. A análise de imagem de sementes permitiu diferenciar os lotes, principalmente avaliando a área convexa e o perímetro. Para a caracterização anatômica, verificou-se que as sementes de gergelim

apresentam testa e tegma, dois cotilédones iguais volumosos cor branca e o seu embrião é composto de um eixo embrionário e cotilédones.

Palavras-chave: *Sesamum indicum*, morfoanatomia, biometria, composição centesimal.

ABSTRACT

VALERIANO, FILIPE RODRIGUES. **ANATOMY, MORPHOLOGY AND ANALYSIS OF SESAME SEEDS IMAGE**. 2016. 33p. Dissertation (Masters in Vegetable Production) – Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valley, Diamantina, 2016.

Sesame (*Sesamum indicum L.*) has been considered an important species of crop due to its good economic prospects, highlighting the national scene by its potential for biodiesel production, the high quality of its edible oil and its application in food products and animal feed. However, to ensure the effective use of this crop by the producer, it is of fundamental importance to provide good quality seeds. Thus, for a better understanding of seed structures and physiological processes, this study aimed to describe the morphological and anatomical characteristics, and promote image analysis studies of seeds through the equipment SAS[®] (Seed Analysis System). Seedlings of CNPA G2 (lot 1) from the 2010 crop, CNPA G3 (lot 2) from the 2010 crop, CNPA G4 (lot 3) from the 2014 crop and BRS Seda (lot 4) from the 2015 crop were used. For the characterization of the profile of the lots, the degree of humidity, germination, first germination count, speed index, emergence, initial stand, index of emergence speed and sanitary quality were determined. The morphological characterization of seed and seedlings and the centesimal composition of the sesame seeds were also carried out. In addition, the studies of seed image analysis and anatomical characterization were carried out. It is concluded that the morphology of the germinating sesame seeds is of the epigeal type, with erect vertical emergence and phanerocotonous seedling, with fleshy leaves, whitish green hypocotyl and a whitish radicle. The weight of one thousand seeds allowed to classify the sesame seeds as small, presenting the length between 3.07 and 3.13 mm, width between 1.82 and 2.02 mm and thickness between 0.78 and 0.83 mm. The centesimal composition of the seeds is characterized by the presence of 34% to 48% of ethereal extract. Regarding the morphological analysis of the seeds, there was little variability in the shape between the seeds, with visible wire and micropipette, and the predominance of cream color for the seeds of lots 1, 2 and 3 and of the white color for lot 4. The seed image analysis allowed to differentiate the lots, mainly evaluating the convex area and the perimeter. For the anatomical characterization, it was found that the sesame seeds present front and tegma, two equal

voluminous white cotyledons and its embryo consists of an embryonic axis and cotyledons.

Keywords: *Sesamum indicum*, Morphology, biometry, centesimal composition.

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Pedaliaceae, o gergelim *Sesamum indicum* L. é considerado uma espécie importante cujo cultivo concentra-se em regiões tropicais (Laurentin et al. 2014). Esta espécie vem sendo mencionada como a oleaginosa mais antiga em uso pela humanidade. Sua origem ainda é incerta, havendo relatos que indicam a África e a Ásia como seu centro de origem (Arriel et al. 2006). O seu uso é uma importante fonte de óleo comestível de alta qualidade para diferentes usos e é amplamente aplicado em produtos alimentares para a confecção de pães e ração animal. Também tem sido destinados para uso medicinal e farmacêutico, para produção de massas, doces, tortas, tintas, sabões e cosméticos (Lago et al. 2001; Ali et al. 2007).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), a produção de gergelim, nos últimos dez, anos tem alcançado uma média anual de quatro milhões de toneladas (Ali et al. 2007; FAO, 2013). Os principais produtores mundiais são compostos pela Myanmar, Índia, China, Etiópia e Nigéria. Na América Latina, a produção de gergelim é voltada para exportação e representa cerca de 10% do mercado internacional. Os principais países exportadores são o Paraguai, Guatemala, México, Bolívia e Venezuela (Laurentin et al. 2014; Nobre et al. 2013).

No Brasil, o cultivo do gergelim ainda é recente, sendo o país caracterizado como um pequeno produtor (Lima et al. 2011). Segundo Beltrão et al. (2010), sua produção é majoritariamente familiar e exerce uma importante função social. O maior produtor nacional de gergelim é o município de Canarana, estado da Bahia. Na safra de 2015, o município foi responsável pelo o cultivo de 20 mil hectares e conta com o aumento da área para a próxima safra a partir da abertura de exportações do produto. A produtividade do município tem alcançado de 200 a 1000 kg por hectare, contabilizando uma média de 500 kg/ha (Canarana News, 2015).

Em função das boas perspectivas econômicas e por ser uma cultura adaptada às condições edafoclimáticas e aos solos brasileiros (Beltrão et al. 2013), nos últimos anos, sua produção vem sendo estimulada através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). A diversificação do uso e o aumento do consumo acarretaram demandas por melhores informações, visando ao aumento da produção e à redução das importações (Lago et al. 2001; Beltrão et al. 2010).

Os estudos dos aspectos morfoanatômicos de sementes são uma importante ferramenta para a análise de qualidade para agricultura (Oliveira, 1999; Silva & Paoli

2000), uma vez que possibilitam a compreensão de vários fenômenos ligados ao comportamento dessas espécies, como seus processos fisiológicos e nas investigações sobre a taxonomia da espécie (Garcia, 2006).

Segundo Silva et al. (2008), o conhecimento sobre a morfologia interna e externa das sementes, juntamente com as observações do desenvolvimento das mudas, permitem a identificação das estruturas, agregando subsídios para a correta interpretação de testes de germinação, assim como a identificação e adequação de testes de qualidade fisiológica, dado que estes são baseados na presença e caracterização das estruturas essenciais, como raízes primárias e secundárias, epicótilo e hipocótilo, cotilédones, folhas primárias em plântulas (Brasil, 2009; Abreu et al. 2012).

Estes estudos morfológicos podem ajudar na área da tecnologia de sementes, uma vez que colaboram para o reconhecimento das espécies, pois enfatizam nos estádios iniciais da vida da planta, auxiliando na compreensão do desenvolvimento da espécie. Além disso, fornecem informações para a adequação de métodos de produção e o subsídio da produção de mudas, e permitem entender sobre o estabelecimento das plantas em condições adversas (Lima et al. 2010; Silva et al. 2015).

Além das noções sobre a estrutura, a composição centesimal das sementes tem sido relatada como um dos pré-requisitos para os estudos sobre o vigor, secagem e armazenamento destes. As sementes apresentam, em sua constituição, uma composição química bastante variável, sendo esta definida geneticamente e podendo em alguns casos ser influenciada pelas condições ambientais e tratos culturais (Martins et al. 2007). Estes constituintes caracterizam-se por apresentar dois grupos de componentes químicos: os que ocorrem normalmente como constituintes em todos os tecidos da planta e aqueles que são materiais de reserva. Dentre os componentes químicos presentes em uma semente, destacam-se as proteínas, lipídios e carboidratos. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento das sementes são influenciadas pelos teores dos compostos presentes e, de modo geral, quanto maior o teor de reservas nas sementes, maior será o vigor das plântulas originadas.

Além das informações supracitadas, o estudo, utilizando a análise de imagens é uma técnica que tem sido empregada em várias espécies e, por ser considerada segura, rápida, objetiva e pouco onerosa, tem se mostrado promissora e atualmente tem sido empregada em diversos meios industriais da cadeia produtiva de sementes. Sua aplicação consiste na captura de imagens a fim de gerar dados dimensionais, como o

comprimento e a área ou atributos como cor e textura, facilitando trabalhos na identificação de cultivares, na avaliação da qualidade fisiológica, danos mecânicos e na classificação das sementes quanto ao tamanho (Guimarães, 2010).

Além disso, a utilização do sistema de análise permite que as imagens obtidas sejam arquivadas para posterior uso a fim de promover, definir e padronizar critérios de avaliação mais precisos, rápidos e não subjetivos (Silva et al. 2014).

Com vista ao que foi exposto, objetivou-se desenvolver os estudos referentes aos aspectos morfoanatômicos, assim como analisar a composição centesimal e verificar os atributos físicos das sementes de gergelim. Para esse fim, utilizou-se da metodologia de análise de imagem através do equipamento SAS[®].

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia, no Laboratório de Biomassas do Cerrado do Departamento de Nutrição e no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Diamantina, MG. Foram utilizadas sementes de *Sesamum indicum* das cultivares CNPA G2 (lote 1) da safra 2010, CNPA G3 (lote 2) da safra 2010, CNPA G4 (lote 3) da safra 2014 e BRS Seda (lote 4) da safra 2015, fornecidas pela Embrapa Algodão - Paraíba.

Para a caracterização dos lotes, foram realizadas as seguintes determinações e testes:

O **grau de umidade** das sementes foi obtido através do método da estufa, a 105°C, por 24 horas. A determinação foi realizada com 4 repetições, com o peso da amostra de 4,5±0,5 g (Brasil, 2009).

O **teste de germinação** foi realizado segundo os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009), no qual foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, em gerbox com papel germitest, à temperatura de 20°C-30°C com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas ao 3º dia (**primeira contagem da germinação**) e ao 6º dia (contagem final). O **índice de velocidade de germinação** (IVG) foi obtido em conjunto com o teste de germinação, computando-se diariamente as sementes germinadas e calculando segundo Maguire (1962).

O **teste de emergência** de plântulas foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por lote. As sementes foram semeadas em caixas plásticas contendo terra e

areia na proporção 2:1, umedecida com água destilada. As caixas foram mantidas em sala de crescimento à temperatura de 25°C com fotoperíodo constante. As avaliações foram realizadas ao 3º dia para gergelim (**primeira contagem**), sendo o teste encerrado após a porcentagem de emergência estabilizar a sua instalação, avaliando o número de plântulas normais emergidas, o que ocorreu ao 6º dia. Para o **Índice de velocidade de emergência** (IVE), foi computado, diariamente, o número de plântulas emersas a partir do início da emergência e o cálculo foi realizado conforme Maguire (1962).

A **caracterização morfológica de plântulas** foi realizada em conjunto com o teste de germinação, utilizando quatro repetições de 50 sementes de cada lote. Na finalização do teste, foram selecionadas 10 plântulas normais para cada repetição e analisados o comprimento do hipocótilo, a cor do hipocótilo, o comprimento da radícula e as características da plúmula. A terminologia utilizada foi baseada nos trabalhos de Barroso (1999) e Beltrati (1995).

Para determinação do **Peso de mil sementes**, foram contadas oito repetições de 100 sementes de cada amostra, após o quê foi calculado o peso de cada repetição e determinados a variância e o desvio padrão (Brasil, 2009).

Realizou-se o teste de **sanidade** das sementes de gergelim pelo método do papel filtro, com o uso de 2,4-D. Foram utilizadas 200 sementes divididas em 4 repetições de 50 sementes, dispostas em gerbox sobre três folhas de papel filtro embebidas com ágar-água e 2,4-D a 1%, e 0,5% D.M.A, estando estes esterilizados. As sementes foram desinfestadas em álcool 70% e hipoclorito de sódio e lavadas em água esterelizada. Realizadas as montagens do teste, os gerbox foram mantidos em B.O.D a 20°C, com fotoperíodo de 12 horas, por 7 dias. Foi avaliada a presença e identificados os tipos de fungos nas sementes com auxílio de lupa e microscópio (Barnett & Hunte, 1976).

Para a **composição centesimal**, as sementes foram secas e trituradas em liquidificador, sendo as análises realizadas em triplicata para cada uma das seguintes determinações: umidade, massa seca, extrato etéreo, proteína bruta ou nitrogênio total, fibra bruta, cinzas, carboidrato, energia, pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, açúcares solúveis totais, redutores e não redutores e amido.

O **grau de umidade** foi obtido através do método da estufa, a 60°C, por 24 horas. A determinação foi realizada com 3 repetições, com o peso da amostra de 5,0 g. Em conjunto com o grau de umidade foi determinado o teor de massa seca.

Para o **extrato etéreo**, a determinação foi feita com solvente orgânico (éter etílico) segundo o método de (Aoac, 1990).

A determinação da **proteína bruta (N total)** foi baseada na determinação de nitrogênio total, pelo método de micro-Kjeldahl (Aoac, 1990), aplicando-se o fator 6,25 para o cálculo do teor de proteína bruta. A partir deste método determinou-se a porcentagem de massa seca.

Para **fibra bruta**, o material desengordurado foi digerido em ácido acético, ácido tricloroacético e ácido nítrico e levado para estufa a 105 +/- 3°C, por 24 horas. Por diferença entre o peso do conjunto e o peso do cadinho vazio foi expressa a quantidade de fibra bruta na amostra (Von de Kamer & Van Ginkel, 1952).

Para **cinzas**, foram pesadas aproximadamente 5,0 g da amostra em cadinho. Em seguida, estas foram carbonizadas e logo depois incineradas a 550°C em forno mufla até obter cinzas claras. Após, foram retiradas e mantidas em dessecador até esfriar e foram realizadas as devidas pesagens.

O **teor de carboidratos** foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens do grau de umidade, cinzas, fibra, proteínas e lipídeos.

O cálculo da **energia** foi feito a partir dos teores de proteínas, lipídios e carboidratos, levando em consideração os valores de conversão para carboidratos e proteína que equivalem a 4 kcal e lipídios 9kcal.

Para o **pH** foram pesadas 5g e estas, diluídas em 50 ml de água destilada e agitadas. Após decantar o líquido sobrenadante para outro frasco, foram realizadas as determinações.

Os **sólidos solúveis totais** foram determinados com auxílio do refratômetro manual.

A **acidez total titulável** foi obtida por titulação, segundo a técnica estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (1985)

Os **açúcares solúveis totais, redutores e não redutores** foram extraídos pelo método deLane-Enyon (Aoac, 1990) e determinados pela técnica de Somogy (1945), adaptada anteriormente por Nelson (1944).

Os **amidos** foram determinados pelo método de Somoghi – Nelson (1944).

Para a **caracterização morfológica** das sementes foram observadas as estruturas e características visuais das sementes (coloração). As sementes foram classificadas quanto ao seu formato e suas dimensões (biometria) foram calculadas em milímetros por meio do paquímetro digital. Para isso, foram medidas quatro repetições de 20 sementes de cada lote e calculada a média e desvio padrão. A cor das sementes foi determinada baseada na carta de cores de tecido vegetal (Munsell Color Charts, 1977).

Para os estudos de **análise de imagem de sementes** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote. Para a realização da captura da imagem, as sementes foram colocadas na bandeja de leitura. A captura das imagens foi realizada por uma câmera profissional de alta resolução contida dentro da câmara de captação do equipamento SAS. Após a prévia captura das imagens das sementes pelo SAS, estas foram analisadas pelo próprio equipamento que aferiu o brilho, a cor, a intensidade da cor, a saturação da cor, a área, a área convexa, a circularidade e o perímetro (Julião, 2014).

Para a **caracterização anatômica**, as sementes de gergelim foram seccionadas e mantidas em FAA70 (formaldeído, ácido acético e álcool etílico 70%). Em seguida, as sementes foram retiradas do FAA70 e conservadas em álcool 70% (Kraus *et al.* 1998), até o seu procedimento. Após este período, realizou-se a série etílica para a desidratação dos tecidos das sementes, que consistiu em banhos de álcool de duas horas nas concentrações de 70%, 80%, 90% e 95, seguido de um banho em álcool 100% /resina líquida (1:1), no qual as sementes ficaram em repouso por 24 horas. Seguidamente, as sementes foram mantidas em resina ativada. Após este processo, foi formado molde utilizando uma solução de resina pura com uma solução endurecedora. Os blocos foram retirados e colados sobre um suporte de madeira, depois foram fixadas no micrótomo rotativo manual e realizadas secções transversais e longitudinais, com 10 a 15 μ m de espessura. Os cortes obtidos foram aderidos em lâminas histológicas umedecidas com adesivo. Para cada cultivar foram montadas três lâminas, cada uma representando uma repetição e cada repetição foi composta por 15 cortes. Posteriormente, as lâminas foram coradas com Azul de Toluidina pH 4,0 (O'Brien & McCully, 1981), para caracterização estrutural. Lâminas permanentes foram montadas em resina sintética (Permount-Fisher). A captura de imagens e a documentação fotográfica foram realizadas em microscópio de luz equipado com sistema câmera digital acoplada.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR[®] (Ferreira, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o grau de umidade das sementes (Tabela 1) apresentaram diferença quanto aos lotes avaliados, sendo o lote 1 com grau de umidade inferior aos demais lotes. Na literatura são encontrados valores de grau de umidade para a cultura do gergelim inferior a 5%, desde quando as sementes são colhidas e convenientemente secas, sem que aconteçam grandes perdas em suas qualidades fisiológicas (Queiroga et al. 2007). Os referidos autores afirmam que a faixa ótima de grau de umidade para o armazenamento seguro em embalagem hermética deve ser inferior a 5%. Queiroga *et al.* (2010) observaram grau de umidade semelhantes para as cultivares BRS Seda (5,65%) e para CNPA G4 (6,37%). No ano de 2012, em estudos com sementes de gergelim submetidas a diferentes processos de despeliculação, os autores Queiroga et al. (2010) encontraram valores de grau de água variando entre 1,98% a 6,63%.

TABELA 1. Resultados do grau de Umidade – U (%); teste de germinação – G(%); primeira contagem da germinação – PC (%); índice de velocidade de germinação – IVG; emergência – E (%); estande inicial – EI (%); índice de velocidade de emergência – IVE e peso de mil sementes – PMS (g); de quatro lotes de sementes de gergelim para a caracterização dos lotes. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Lotes	Testes							
	U(%)	G(%)	PC(%)	IVG	E(%)	EI(%)	IVE	PMS(g)
1	2,22 C	89 A	43A	35,56A	90 A	44 A	14,0A	3,06B
2	4,86 B	81 A	35A	30,51A	93 A	36 A	14,0A	3,47A
3	6,48 A	89 A	44A	39,33A	93 A	34 A	14,0A	3,13B
4	5,71AB	83 A	35A	28,93A	94 A	43 A	13,0A	3,89A
CV(%)	9,48	14,28	17,51	20,63	3,71	13,48	3,79	3,89

Médias seguidas pela letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para os estudos da qualidade fisiológica, observou-se, pela porcentagem de plântulas normais obtidas nos testes de germinação, primeira contagem da germinação, IVG, emergência, estande inicial e IVE, que não houve diferenças significativas entre os

lotes de sementes de gergelim. Para o teste de germinação, todos os lotes avaliados para sementes de gergelim se encontram de acordo com a normativa nº 45 de 13 de setembro de 2013, que estabelece germinação mínima para sementes de S1 e S2 de 70% (Brasil, 2013).

A porcentagem do teste de germinação dos lotes de sementes de gergelim foi inferior à porcentagem do teste emergência. Um dos aspectos que pode ter afetado a germinação foi a qualidade sanitária dos lotes, observando-se maior porcentagem de plântulas anormais infeccionadas (dados não apresentados). Alguns patógenos presentes nas sementes se caracterizam por provocar efeitos danosos sobre a mesma. Como uma das consequências a estes efeitos, é observada a redução da porcentagem da germinação causando reflexos negativos quanto à classificação de lotes de sementes (Nunes, 2012).

O peso de mil sementes para os lotes de gergelim variou de 3,06g a 3,51g, o que classifica as sementes como pequenas e atende o mercado (Queiroga et al. 2010). De acordo com Brasil (2009), sementes pequenas são aquelas com um tamanho tal que o peso de mil sementes é menor do que 200g. Os valores encontrados diferiram estatisticamente entre si, sendo as sementes dos lotes 2 e 4 de peso de mil sementes superiores em relação aos lotes 1 e 3. Beltrão & Vieira (2001) reportam que o peso de 1.000 sementes pode ser influenciado pela proporção do teor de óleo da cultivar de gergelim em estudo e a sua massa. Além disso, a variação entre os lotes indica que há necessidade de uma classificação para comercialização, uma vez que o peso de mil sementes é utilizado para calcular a densidade de semeadura e o número de sementes por embalagem, oferecendo também informações do estado de maturidade e de sanidade (Brasil, 2009).

Visualizando a morfologia da germinação de sementes de gergelim em germinação, verificou-se que esta é do tipo epigea, com emergência vertical ereta e plântula fanerocotiledonar. Em geral, as plântulas de gergelim consideradas normais apresentam folhas cotiledonares carnosas, com coloração verde, medindo em torno de 4,85 mm (Figura1). Abaixo das folhas está o hipocótilo verde esbranquiçado, cilíndrico e glabro, com o comprimento médio de 10,87 mm, seguida pela radícula esbranquiçada e bem desenvolvida, com o comprimento de 33,92 mm.

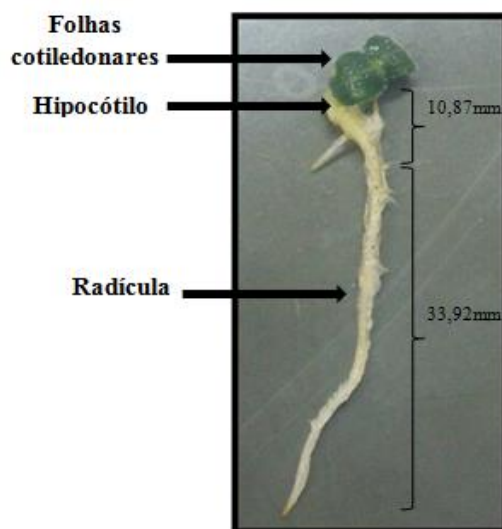


FIGURA 1. Plântula normal de gergelim. UFVJM, Diamantina, 2016.

As avaliações realizadas nas estruturas das plântulas normais de gergelim (Tabela 2) demonstraram que não houve diferença significativa entre os lotes para o comprimento do hipocótilo e a matéria fresca; no entanto, são observadas diferenças entre o comprimento do cotilédone e o sistema radicular, sendo o lote 2 de comprimento inferior para essas duas variáveis.

TABELA 2. Resultados do comprimento do hipocótilo – HP (mm); cotilédones – CD (mm); raiz primária – RP (mm) e matéria fresca – MF (g); de quatro lotes de sementes de gergelim obtidos a partir das plântulas normais do teste de germinação. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Biometria de Plântulas de Gergelim				
Lotes				
	HP(mm)	CD(mm)	RP(mm)	MF(g)
1	11,06 A	5,41 A	40,47 A	0,37 A
2	10,36 A	3,8 C	11,63 B	0,20 A
3	10,87 A	4,54 B	35,52 A	0,29 A
4	10,94 A	5,45 A	42,09 A	0,34 A
CV	36,55	25,46	33,92	30,82

Médias seguidas pela letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pelo teste de sanidade (Tabela 3) de sementes de gergelim, foi possível constatar a presença de fungos dos grupos *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Macrophomina sp.*, *Aspergillus sp.*, *Curvularia sp.*, *Cladosporium sp.*, e *Trichotheciium sp.*

TABELA 3. Porcentagem (%) de incidência de fungos nos lotes de sementes de gergelim em estudo. UFVJM, Diamantina, MG, 2016.

Incidência de Fungos (%)							
Lotes	<i>Alternaria sp</i>	<i>Aspergillus sp</i>	<i>Cladosporiumsp</i>	<i>Curvularia sp</i>	<i>Fusariumsp</i>	<i>Macrophominasp</i>	<i>Trichotheciiumsp</i>
1	10	8	0	0	8	12	2
2	8	2	0	2	12	10	8
3	16	8	2	2	14	10	2
4	12	14	4	0	12	2	6

Quanto à incidência de patógenos, é possível observar a predominância de algumas espécies como *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Macrophomina sp.*, *Aspergillus sp.*, e *Trichotheciium sp.*, as quais foram encontradas em todos os lotes estudados.

Faiad et al. (2002) avaliaram a qualidade sanitária de sementes de gergelim provenientes de várias regiões brasileiras e constataram a presença de 24 gêneros de fungos. Segundo os autores, a grande maioria dos fungos já foram relatados para as sementes de gergelim, e estes não têm sido listados como fungos de importância econômica para esta cultura. Entretanto, os autores destacam os do grupo *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.* e *Macrophomina sp.*, os quais podem causar sérios problemas para a cultura do gergelim.

Na literatura, relata-se a ocorrência de *Alternaria tenuis* em sementes de gergelim coletadas de diferentes regiões do Brasil. No entanto, os autores (Faiad, et al. 2002) afirmam que este patógeno é tido como fraco para a cultura e se distribui em diversos hospedeiros. Já a presença de *Alternaria sesami* pode causar sérios problemas que acarretarão em grandes prejuízos durante a germinação em condições controladas, como em casa de vegetação.

Espécies do gênero *Fusarium* têm sido consideradas patogênicas economicamente importantes para os cereais, podendo causar perdas substanciais em produtividade e na qualidade de sementes em diversas culturas agrícolas (Broders et al. 2007). Estes fungos

também têm sido listados como alguns dos responsáveis pela produção de metabólito secundário (micotoxinas), que podem apresentar sérios riscos a saúde humana. Algumas doenças humanas e de animais estão associados ao consumo de alimentos com altos níveis de fungos desses gêneros. Zearalenona é uma micotoxina de ocorrência natural que pode ser encontradas em diversas culturas, inclusive a do gergelim. Esta micotoxina é produzidas por *Fusarium spp.* cujo os níveis de umidade alto após a colheita favorece o crescimento do fungo e a produção da toxina (FIB, 2009).

Os fungos *Aspergillus sp.*, *Alternaria sp.* e *Fusarium sp.* foram listados na literatura como agentes que interferiram no processo de produção de mudas das espécies de *Schizolobium parahyba*, *Cedrela fissilis*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Sesbania virgata* (Cherobini, 2006).

Espécie de fungo do gênero *Alternaria* produzem cerca de 71 diferentes micotoxinas e fitotoxinas (Kwasna, 1992). Os metabólitos mais comuns são o alternariol, o alternariol metil éter, o altenueno e o ácido tenuazônico. Em dietas de aves contendo esses metabólitos, apenas o ácido tenuazônico induziu a mortalidade de embriões de frangos e morte de pintos de 1 dia (Davis et al. 1977; Glambrone et al. 1978). Além disso, Metabólitos de *Alternaria spp.* por exemplo, têm sido associados a síndrome conhecida como doença hemorrágica das aves (Griffin e Chu, 1983).

Segundo Nunes (2009), as principais micotoxinas que contaminam grãos e produtos alimentícios são a aflatoxina, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, os tricotecenos, as ocratoxinas e a zearalenona.

Já *Macrophomina* é uma espécie de patógenos associados às sementes que podem ser transmitidos para plântulas de diversas espécies, sendo responsável por causar a podridão, queima e morte de plântulas (Maciel, 2012).

O grau de umidade das amostras de sementes gergelim para a caracterização da composição centesimal (Tabela 4) foi semelhante entre os lotes. O mesmo pode ser observado para porcentagem de massa seca.

TABELA 4. Composição centesimal média em base seca (%) de sementes de quatro lotes de gergelim quanto ao grau de umidade – U (%); massa seca – MS (%); extrato etéreo – EE (%), proteína bruta – PB (%); fibra bruta – FB (%), cinzas – CZ (%), carboidratos – CARB e energia – ENERG. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Composição Centesimal								
Lotes	U(%)	MS(%)	EE(%)	PB(%)	FB(%)	CZ(%)	CARB(%)	ENERG (Kcal)
1	4,73 A	95,26 A	38,66 A	24,70 A	4,99 A	4,27 A	25,14 A	547,35 A
2	4,86 A	95,13 A	47,49 A	19,76 A	6,10 A	4,32 A	16,50 AB	572,55 A
3	4,40 A	95,55 A	48,38 A	22,16 A	7,04 A	5,14 A	11,70 B	571,00 A
4	4,63 A	95,33 A	45,20 A	23,27 A	7,42 A	4,56 A	13,83 B	555,19 A
CV(%)	9,31	0,46	13,59	14,1	17,71	17,02	24,94	5,67

Médias seguidas pela letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na caracterização da composição química das sementes de gergelim, observou-se que as sementes continham teores de extrato etéreo semelhante entre os lotes. Queiroga et al. (2010) reportam a composição para sementes de gergelim Preta, CNPA G4 e BRS Seda, com teor de extrato etéreo de 47,51% a 55,55%, e de proteína entre 20,03% a 27,42%, enquanto Hwang (2005), encontrou valores para o teor de óleo entre 35% a 57% e de proteína entre 17% a 30%, avaliando sementes de diferentes coloração. Os valores de extrato etéreo podem variar amplamente conforme a variedade usada, o seu local de origem, o estágio de maturação da planta, a época de colheita e o método de extração usado (Antoniassi et al. 2013).

Segundo Mazzani e Layrisse (1998), a quantidade de extrato etéreo é exigida em padrões mínimos para a comercialização de sementes de gergelim no mercado internacional e estes padrões devem estar em torno de 50%-52% em sementes cujo objetivo seja a produção de óleo bruto ou refinado.

Os valores de extrato etéreo encontrados neste estudo (38% a 48%) são consistentes em relação aos encontrados na literatura e confirmam o fato de a espécie ser descrita como oleaginosa. Espécies consideradas como oleaginosas apresentam valores semelhantes quando realizadas a composição centesimal. Cultivares de girassol apresentaram valores de extrato etéreo entre 35% a 40% (Brigante, 2013). Em sementes de crambe, Cruz (2013) obteve valores médios de 28% de extrato etéreo. Nery (2008) observou valores que variaram entre 30% a 43% para o nabo forrageiro.

Observa-se ainda que, além de extrato etéreo, as amostras continham 19% e 24% para os lotes avaliados. Esses valores altos de proteína bruta são justificados, uma vez que a metodologia utilizada permite que ocorra a extração do nitrogênio composto na matéria orgânica e outros compostos não proteicos (Silva & Queiroz, 2002).

Os valores encontrados para as fibras foram maiores que 4% para todos os lotes, não havendo diferença estatística entre eles. As fibras são compostas principalmente pela celulose, lignina e hemicelulose, responsáveis pela a estruturação dos vegetais (Sanchez *et al.* 2010).

Com relação dos valores de cinzas, estes ficaram entre 4,27% e 5,14%, Costa *et al.* (2007) encontraram valores de cinzas que variaram de 4,55% a 5,03%. Valores próximos aos encontrados neste estudo foram também reportados por autores como Feitosa *et al.* (2004) que encontraram uma média de 4,71% e Queiroga (2012) que encontrou valores entre 3,30% a 4,30%.

Observou-se variação no conteúdo de carboidratos das sementes, estando o lote 1 classificado como superior quando comparado aos lotes 3 e 4. Os carboidratos como a sacarose, glicose e frutose são compostos orgânicos definidos quimicamente como polioidroxialdeídos ou polioidroxicetonas de grande importância, visto que são fornecedores de energia e carbono na biossíntese de aminoácidos e são necessários para o metabolismo, crescimento e morfogênese das plantas (Brondani, *et al.* 2012). Nas sementes, este constituinte atua como fonte de reserva para o estabelecimento das plântulas (Furtado, 2014).

Os níveis de energia (lipídios, proteínas, carboidratos) foram semelhantes para todos os lotes de gergelim. A partir dos valores encontrados de energia, é possível considerar as sementes de gergelim como um alimento que possui um alto valor calórico, uma vez que o consumo de apenas 100g de sementes gergelim, ao serem metabolizadas pelo organismo, gera alta energia alimentar, sendo encontrados mais de 500 kcal, o que representa 25% em uma dieta considerada normal, cujo consumo é de 2.000 calorias diárias.

Nota-se, na Tabela 5, que o lote 1 teve um pH inferior aos demais lotes. A determinação do pH é considerada um parâmetro essencial na conservação de produtos agrícolas, visto que este é um fator importante na limitação do desenvolvimento de micro-organismos (Lemos *et al.* 2015).

Zambiasi (2015) também ressalta que a análise do pH é de grande importância, pois se trata de um teste que pode indicar o nível de deterioração dos grãos analisados.

Conforme relatado por Tillmann (2006), quando a semente ou grão embebe água, ocorre a liberação de açúcares, ácidos orgânicos e íons (inclusive H⁺) que contribuem para a acidificação do meio, provocando diminuição do pH, sendo que os produtos mais deteriorados possuirão maior lixiviação; os menos deteriorados, por sua vez, terão menor lixiviação.

TABELA 5. Composição centesimal média em base seca (%) de sementes de quatro lotes de gergelim quanto ao potencial hidrogeniônico – pH; sólidos solúveis totais (°Brix); acidez total titulável (g/100 ml); açúcares totais (%); açúcares não redutores (%); açúcares redutores (%) e amido(%). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Composição Centesimal							
Lotes							
	pH	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Acidez total titulável (g/100ml)	Açúcares Totais (%)	Açúcares não redutores (%)	Açúcares redutores (%)	Amido (%)
1	6,2B	11,11A	0,26A	3,53AB	2,73AB	0,80 B	20,2A
2	6,4A	10,78A	0,19A	8,82 A	7,97 A	0,84 B	18,3A
3	6,5A	12,01A	0,25A	1,84 B	1,32 B	0,32 C	13,0A
4	6,5A	12,14A	0,31A	8,02AB	5,69AB	2,33 A	9,54A
CV(%)	13,25	13,25	34,08	45,2	55,78	10,94	32,33

Médias seguidas pela letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na determinação do teor de sólidos solúveis (Brix°) e da acidez total titulável, verificou-se que os valores foram semelhantes para todos os lotes avaliados. Queiroga et al. (2012) relatam que as sementes de gergelim possuem, em sua pele ou casca, grande quantidade de ácido oxálico, que pode ter seu teor reduzido de 3% para 0,25% quando estas são submetidas ao descascamento. Os referidos autores (2010) também reportam que quando colhidas convenientemente, as sementes de gergelim podem apresentar uma acidez máxima de 1%.

Os lotes 2 e 3 de sementes de gergelim apresentaram diferença estatística para os teores de açúcares totais e açúcares não redutores (sacarose). A sacarose exerce um importante papel e é usada em sementes oleaginosas para a síntese de triglicerídeos e proteínas (Belwey & Black, 1994). Para os açúcares redutores, houve maior amplitude dos valores, sendo observada superioridade do lote 4 em acúmulo destes. Os lotes 1 e 2 se encontram como intermediários e o lote 3, como o de menor teor. A presença em grande quantidade de açúcares redutores pode causar alterações químicas em proteínas

(Murthy & Sun, 2000) e DNA (Lee & Cerami, 1998) por meio das reações de Amadori e Maillard.

Para o teor de amido, não foram verificadas diferenças significativas entre os lotes avaliados. Os amidos são compostos por polissacarídeos amilose e amilopectina, os quais são depositados em camadas concêntricas semicristalinas durante o processo de desenvolvimento das sementes, formando grânulos no interior dos amiloplastos (Furtado, 2014).

Com relação à caracterização morfoanatômica, as sementes de gergelim (Figura 2A) apresentam-se morfologicamente pequenas, achatadas, sem pelos, com o formato ovóide, sendo classificadas como estenospermicas, pois apresentam pouca variabilidade na forma entre as sementes (Oliveira et al., 2012). Em uma das faces, a semente apresenta uma linha (Figura 2B) que se estende desde o hilo até a extremidade micropilar. Em algumas sementes, observa-se a presença de estrias no tegumento.

O hilo e a micrópila são visíveis na semente, no entanto, o hilo (Figura 2C) é mais perceptível, estando a micrópila (Figura 2D) em tamanho menor e mais discreta. Ambas as estruturas se encontram na periferia da semente, porém opostas. De forma geral, o hilo se apresenta com sua forma arredondada e sua coloração pode ser variada entre tons mais claros e escuros. O mesmo é observado para a micrópila.

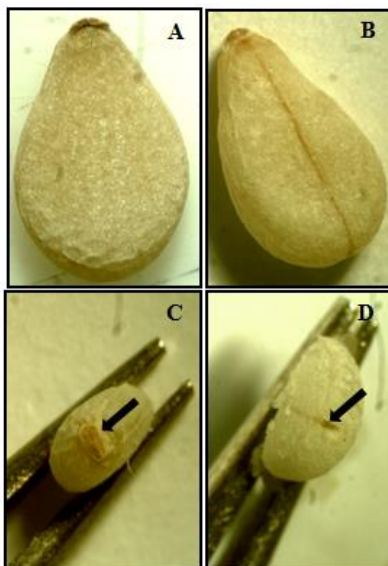


FIGURA 2. Aspectos externos das sementes de gergelim (A) e observação da linha que se estende do hilo a extremidade micropilar (B). Vista frontal do hilo - seta (C). Vista Frontal da micrópila - seta (D). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Os dados da avaliação biométrica das sementes dos quatro lotes avaliados se encontram na Tabela 6. Foi observado que, para todos os lotes avaliados, apresentaram dimensões semelhantes entre si quando se analisam as variáveis comprimento e espessura das sementes, obtendo-se médias entre 3,07mm a 3,17mm para o comprimento e 0,73mm a 0,83mm para espessura. No entanto, é observada variabilidade biométrica entre os lotes de gergelim quando analisamos a variável largura, sendo o lote 3 o que obteve largura superior em relação ao lote 1. Na literatura, são encontrados definições sobre o tamanho das sementes de gergelim, sendo consideradas de tamanho diminuto, com 2 a 4 mm de comprimento e até 2 mm de largura (Beltrão & Vieira, 2001). Os estudos biométricos apresentam uma grande importância, uma vez que as informações obtidas podem subsidiar outros estudos e direcionar trabalhos de espécies vegetais (Santos et al. 2015).

TABELA 6. Resultados da biometria das sementes de quatro lotes de gergelim quanto ao comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Biometria das sementes			
Lotes	Comprimento	Largura	Espessura
	1	3,07 A	1,87 B
2	3,17 A	2,02 AB	0,83 A
3	3,09 A	2,11 A	0,83 A
4	3,13 A	2,02 AB	0,78 A
CV(%)	6,97	9,11	18,26

Médias seguidas pela letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Entre os lotes avaliados, foi observada a predominância da cor creme para as sementes dos lotes 1, 2 e 3 e da cor branca para o lote 4 (Figura 3). A maioria das cultivares brasileiras apresenta sementes de cor creme, entretanto, entre as cultivares de gergelim disponíveis no mercado, pode ser encontrada uma variação na coloração das sementes, ocorrendo uma amplitude de cores entre branca a preta. Segundo Arriel et al. (2010), existe uma maior valorização no mercado comercial para aquelas cultivares de coloração branca e/ou creme, sendo mais restrita a demanda para cultivares de cor preta.

Na Figura 3 está representada a variação das cores observadas entre os lotes de sementes de gergelim, sendo constatada desde a coloração branca à coloração preta.



FIGURA 3. Variação visual de cores do tegumento de sementes encontradas em cultivares de gergelim. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Beltrão et al. (2013) também observaram variação na coloração de sementes de gergelim, encontrando tons de branco até preto e coloração, neste intervalo, de tons marrom, amarelo e verde-oliva.

No estudo de análise de imagem (Tabela 7) é verificado, a partir do Sistema de análise de sementes (SAS[®]), que o descritor brilho do tegumento foi semelhante para três lotes de sementes gergelim (1, 2 e 3) pertencentes ao mesmo grupo. Observa-se que somente o lote 4 diferiu dos demais, mostrando-se superior, com maior brilho em suas sementes. Menezes et al. (1997) relatam que o brilho do tegumento pode variar com o tempo de armazenamento e com a presença de terra ou pó aderidos à semente. A presença de brilho no tegumento apresenta vantagens para a semente. Além disso, o tegumento é uma estrutura que confere proteção à semente, e a presença de substâncias que conferem brilho indica uma maior proteção, podendo conferir resistência ao ataque de insetos e patógenos de sementes (Konzen, 2011).

TABELA 7. Variáveis obtidas pela análise de imagem de sementes de gergelim, como Brilho – BR; amarelo – AM; azul – AZ; cinza escuro – CE; laranja – LJ; intensidade – IT; saturação – ST; área – AR; área convexa – AC; circularidade – CR e perímetro – PR . UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Análise de Imagem											
Lotes	BR	AM	AZ	CE	LJ	IT	ST	AR	AC	CR	PR
1	0,52B	0,62 A	0,025AB	0,09A	0,20B	0,48B	0,22A	0,04B	0,04C	0,58B	0,85A
2	0,54B	0,63 A	0,025AB	0,10A	0,19B	0,49B	0,22A	0,04B	0,59A	0,86A	0,30C
3	0,53B	0,42 B	0,027A	0,09A	0,40A	0,47B	0,04B	0,58A	0,19B	0,86A	0,34B
4	0,60A	0,70 A	0,021B	0,10A	0,10B	0,55A	0,04B	0,58A	0,19B	0,86A	0,35B
CV(%)	3,43	9,59	8,66	7,56	21,91	3,8	5,77	1,08	1,1	1,07	2,01

Médias seguidas pela letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando foi avaliada a característica da cor com dominância amarela, pudemos observar que os lotes se separaram em dois grupos, tendo os lotes 1, 2 e 4 em comum a maior dominância da cor amarela. Pode ser observado, na tabela, que a cor do tegumento com dominância azul diferenciou estatisticamente apenas os lotes 3 e 4, sendo o lote 4 inferior ao 3 nesta característica. Já para a cor cinza escuro dos lotes de sementes, não houve diferença significativa. A análise para cor laranja diferenciou apenas o lote 3 em relação aos demais, sendo os lotes 1, 2 e 4 inferiores para esta característica.

Nesta Tabela, encontram-se também os valores para a intensidade da cor exibida nos quatro lotes em estudos, havendo uma menor ocorrência desta característica nos lotes 1, 2 e 3, sendo maior no lote 4. Guedes (2010) concluiu, em seu trabalho, que o valor da intensidade da cor da soja diminuiu com o tempo de armazenamento. Um dos aspectos que pode ter afetado a intensidade da cor nos lotes de sementes de gergelim é o tempo de armazenamento, visto que os lotes 1, 2 e 3 possuem maior tempo de armazenamento quando comparados ao lote 4, que é da safra de 2015.

O elemento saturação de cor possibilitou a distinção dos lotes, agrupando os lotes 1 e 2 como os maiores para essa característica.

As medidas para o descritor área dos 4 lotes obtiveram resultados maiores para os lotes 3 e 4 em comparação com os demais. Os valores para a área convexa

possibilitaram maior discriminação entre os lotes, agrupando o lote 2 como superior, 3 e 4 como intermediários e lote 1 como inferior.

Nota-se que os valores para circularidade dos lotes 2, 3 e 4 foram maiores, estando suas formas um tanto mais próximas de um círculo e/ou esfera, auxiliando na confecção de equipamentos de colheita, beneficiamento e armazenamento do produto (Firmino et al. 2010). A menor circularidade para o lote 1 pode estar relacionada com seu menor grau de umidade, em torno de 2,22%. Akitunde et al. (2005) avaliaram a circularidade de variedades de soja em função da variação do grau de umidade, estudando valores que foram de 6,25% até 11,60%, e concluíram que a circularidade aumentou à medida que o grau de umidade também aumentou, de 45,5% para 75,9%. A circularidade é considerada um dos principais parâmetros a serem definidos para o dimensionamento do tamanho da malha das peneiras em equipamentos destinados à separação e classificação de grãos e sementes (Corrêa & Silva, 2008).

A estimativa para o perímetro possibilitou verificar diferenças estatísticas entre os lotes, sendo o maior valor encontrado para o lote 1, seguido pelos lotes 3 e 4 como semelhantes e pelo lote 2 como inferior. Dentro da mesma espécie, podem ocorrer variações individuais da biometria durante o desenvolvimento das sementes, em função das condições ambientais e características genéticas, o que pode explicar variações observadas entre os lotes.

Não foram observadas diferenças anatômicas entre os lotes (cultivares) de gergelim estudado. A semente de gergelim madura pode ser classificada como bitegmentada, apresentando uma região externa e outra interna. O tegumento formado por uma superfície irregular e composto por duas regiões distintas: testa (tegumento externo) e tegma (tegumento interno) (Figura 4). A testa é constituída pela exotesta, que é formada por uma camada de célula epidérmicas diminutas apresentando células com o formato papilosa com parede celular fina. Jordaan (2010) estudando o desenvolvimento do tegumento em sementes de garra do diabo que pertence à mesma família do gergelim verificou que estas, quando maduras, continham um revestimento que consistia também de duas regiões, sendo uma externa e a outra região interna. O tegumento interno (tegma) apresenta uma maior quantidade de camadas celulares em relação à testa, sendo este formado por cerca de três a cinco camadas celulares, com o formato e tamanho variável. A espessura fina do tegumento não oferece alguma resistência mecânica às sementes.

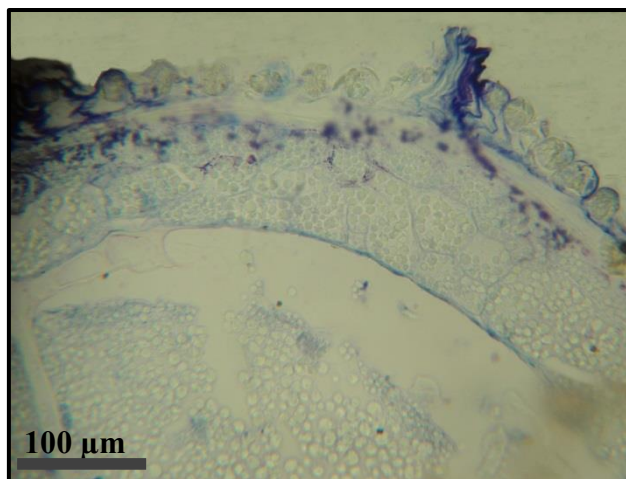


FIGURA 4. Fotomicrografia de seção transversal do tegumento de sementes de gergelim evidenciando duas regiões distintas (testa e tegma). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

As células do tegumento apresentam tamanho variável como observado na Figura 5A. É observado que as células epidérmicas da região mais externa do tegumento (Figura 5B) dividem-se de forma anticlinal que contribuem para o padrão irregular da superfície de sementes maduras. Em sementes de garra do diabo, o referido autor também verificou que as células epidérmicas se dividem anticlinalmente, e contribuem ainda mais para o padrão de superfície irregular das sementes maduras (Jordaan, 2010). Também são observadas divisões periclinais na camada mais externa (Figura 5B).

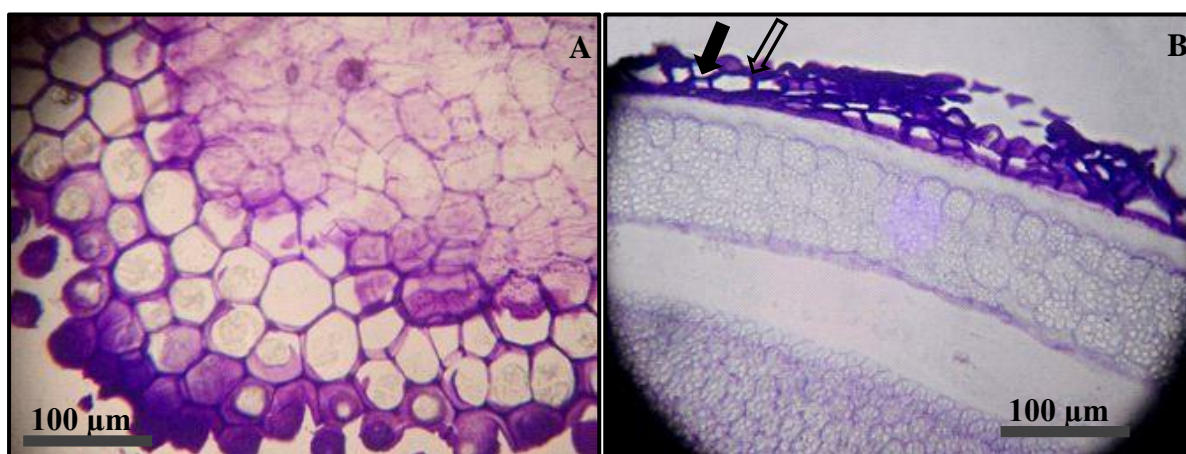


FIGURA 5. Fotomicrografia de seção transversal do tegumento de sementes de gergelim evidenciando a variação no tamanho da célula - A. Tegumento externo apresentando os dois tipos de divisão celular (seta com preenchimento: divisões anticlinal e seta sem preenchimento: periclinal) - B. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

São observados dois cotilédones iguais que estão envoltos por uma epiderme de células pequenas com o formato retangulares (Figura 6A). Os cotilédones se apresentam volumosos, opostos e espessos, caracterizando como uma massa homogênea, abundante, de cor branca com o contorno aproximadamente circular e ocupando o maior volume da semente (Figura 6B). Estes são comumente formados por tecidos parenquimáticos com células ricas em grânulos de amido e circundados por células de formato retangular com paredes finas (Figura 6A).

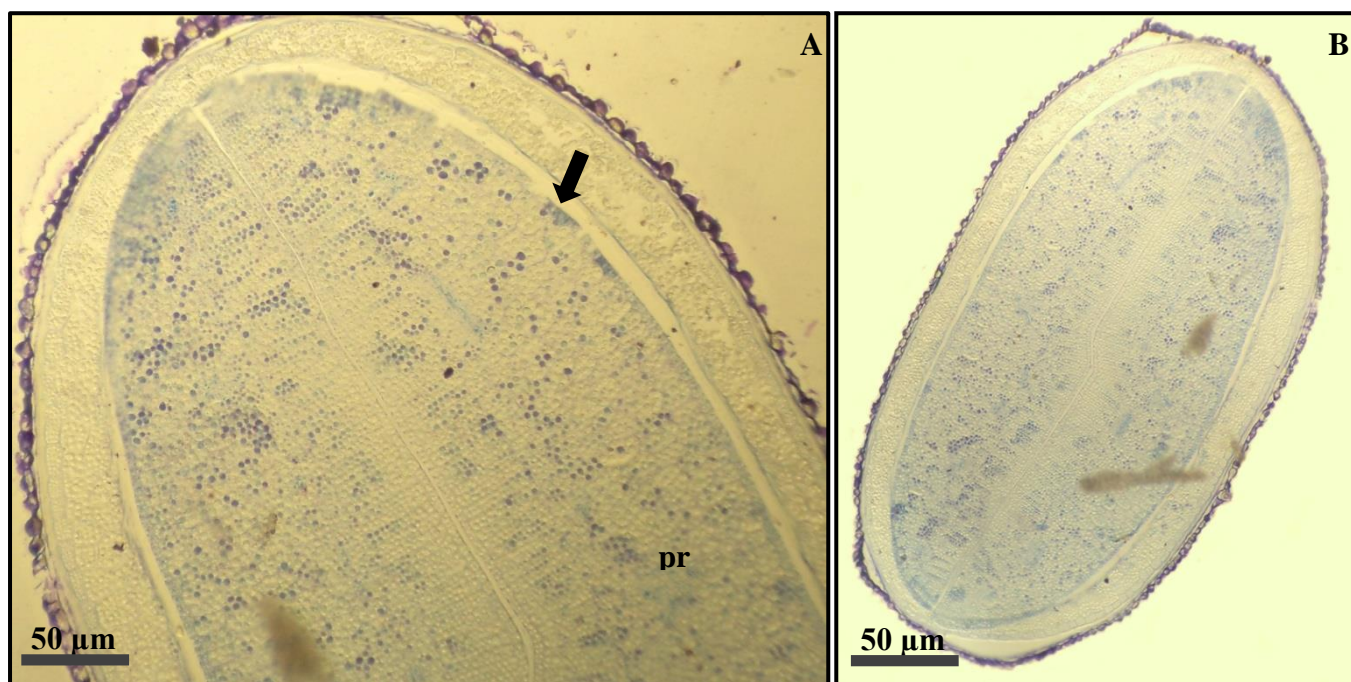


FIGURA 6. Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando os cotilédones de sementes de gergelim (seta: células retangulares; **pr**: parênquima) - A. Cotilédones circular ocupando o maior volume da semente – B. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Na figura 7, é possível observar células ovaladas com tamanhos diferentes com grânulos de amido e é verificado que a região central, com coloração mais escura, trata-se de feixes procambiais responsáveis pela a formação do cilindro vascular.

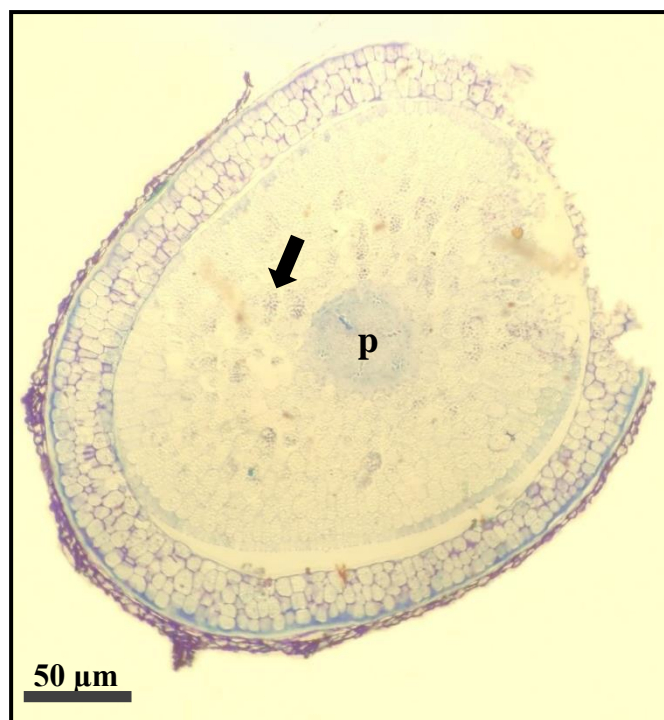


FIGURA 7. Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando o tecido meristemático de sementes de *Sesamum indicum* (seta: células ovaladas com tamanhos diferentes contendo, no interior, grânulos de amido; **p**: procâmbio).UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

A observação da figura 8 abaixo permitiu visualizar os feixes vasculares ramificados e abundantes a partir dos tecidos meristemáticos.



FIGURA 8. Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando o tecido meristemático e os feixes vasculares de sementes de *Sesamum indicum* (seta com preenchimento: feixes vasculares e seta sem preenchimento: tecido meristemático) UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

A protoderme é unisseriada com células retangulares. O procâmbio é constituído por células pequenas indiferenciadas com o formato quadrangular. O meristema fundamental cortical é composto por pequenas células de parede celular fina. Também é possível visualizar outras estruturas usuais como córtex, coifa e meristema apical, que também são constituídos por células pouco diferenciadas, relativamente pequenas com paredes delgadas (Figura 9).

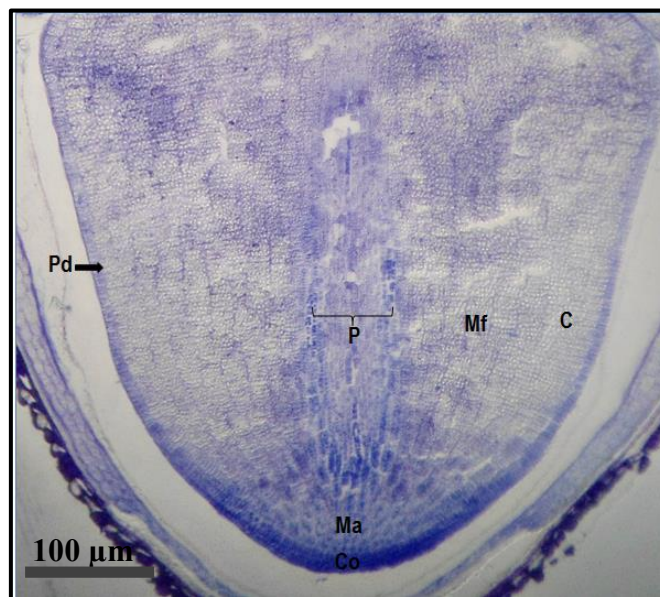


FIGURA 9. Fotomicrografia de seções longitudinais do eixo embrionário de sementes de *Sesamum indicum* (Mf: meristema fundamental, Ma: meristema apical, C: córtex, Co: coifa, P: procâmbio, Pd: protoderme). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

O conhecimento da estrutura da semente é importante, visto que suas características podem resultar no sucesso da sua germinação e estabelecimento da plântula (Puignau, 1996), além de relevância para diversas áreas de estudo (Souza, 2009), a avaliação da qualidade física e fisiológica dos lotes de sementes é viabilizada com o conhecimento destas estruturas (Brasil, 1980; Delouche et al, 1976).

4. CONCLUSÕES

Os lotes de sementes de gergelim apresentaram qualidade fisiológica semelhante e, parte da qualidade fisiológica, pode ter sido afetada pela presença de patógenos nos lotes.

A composição centesimal se caracteriza pela presença de elevados teores de extrato etéreo, o que permitiu confirmar a espécie como oleaginoso.

A análise de imagem permitiu verificar características para a distinção entre os lotes de sementes de gergelim, sendo a área convexa e o perímetro as principais características.

As análises anatômicas foram semelhantes para todos os lotes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, G. T. *et al.* Características físicas e estrutura de sementes e morfologia de plântulas de *flemingia macrophylla* (Willd.) Alston. **Revista Brasileira Sementes**. vol.34 no.4 Londrina. 2012.

Ali, M. O. *et al.* Study on mixed cropping mungbean with sesame at different seeding rates. **International Journal of Sustainable Crop Production**, v.2, n.5, p.74-77, 2007.

Arriel, N. H. C.; Mauro, A. O. D.; Mauro, S. M. Z. D.; Bakke, O. A.; Unêdatrevisoli, S. H.; Costa M. M.; Capeloto, A.; Corrado, A.R. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim 49 usando marcadores RAPD. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.5, p.801-809, 2006.

Arriel, N. H. C.; N. H. C.; Gondim, T. M. S.; Firmino, P. T.; Beltrão, N. E. M.; Vasconcelos, R. A.; Costa, I. L.; Silveira, N. A.; Sousa, S. L.; Dantas, Batista, E. S.; Pereira, J. R. Gergelim BRS Seda. 3. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009, não paginado. (Embrapa Algodão - Folder). Disponível em: Acesso em: 07 jul. 2016.

Association Of Official Analytical Chemists – AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists**. 12. ed. Washington, 1140p. 1990.

Barnett, H. L. & Barry, B. H. **Illustrated genera on imperfect fungi**. 2 ed., Burgess Publishing Company. 1976.

Barroso, G. M. *et al.* **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 443 p. 1999.

Beltrão, N. E. M. *et al.* O Gergelim e seu cultivo no semiárido Brasileiro. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2013.

Beltrão, N. E. M.; Vales, L. S.; Marques, L. F.; Cardoso, G. D.; Maracaja, P. B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v.5, n.5, p.67-73, 2010.

Beltrão, N. E. M.; Vieira, D. J. O Agronegócio do gergelim no Brasil. EMBRAPA Brasília: Informação Tecnológica, 348p. 2001.

Beltrati, C.M. **Morfologia e anatomia de sementes**. In: Curso de Pós- Graduação em Ciências Biológicas, Área de Biologia Vegetal. Apostila. Rio Claro: Departamento de Botânica / Instituto de Biociências /UNESP. 1995.

Bewley, J. D.; Black, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**: viability, dormancy and environmental control. Berlin: Springer-Verlag, 375 p. 1982.

Brasil. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de Sementes. Brasília. 2009.

Brasil. Ministério da Agricultura. Regras Para Análise de Sementes. Brasília, LANARV/SNAD/MA. 188p. 1980.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de **sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 365p. 2009.

Broders, K. D. et al. Evaluation of *Fusarium graminearum* associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 91, n. 3, p. 1155-1160, 2007.

Brasil. *Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013*. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2012/10/Instru%C3%A7%C3%A3o-Normativa-n%C2%BA-45-de-17-de-Setembro-de-2013-Padr%C3%B5es-de-Identidade-e-Qualidade-Prod-e-Comerc-de-Sementes-Grandes-Culturas-Republica%C3%A7%C3%A3o-DOU-20.09.13.pdf>>. Acesso em: 16 Set de 2016.

Brondani, G. E. et al. Determinação do teor de carboidratos em minicepas de *Eucalyptus benthamii*. **Journal of Biotechnology e and Biodiversity**. Vol. 3, N. 1: pp. 51-60, February, 2012.

Canarana é o maior produtor nacional de gergelim. Disponível em:<<http://canarananews.com.br/canarana-e-o-maior-produtor-nacional-de-gergelim/>>. Acessado em: julho de 2016.

Carvalho, J. E. U.; Nakagawa, J. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. FUNEP, Jaboticabal, 2000.

Cherobini, E. A. I. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.

Correa, P. C.; Silva, J. S. Estrutura, Composição e Propriedades dos Grãos. **In**: Juarez de Souza e Silva. (Org.). Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas. 2ed. Viçosa, MG.: Aprenda Fácil, p. 19-36. 2008.

Costa, M. L. M.; Gondim, T. M. S.; Araújo I. M. S.; Milani, M.; Sousa, J. S.; Feitosa, R. M. Características físico-químicas de sementes de genótipos de gergelim. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.867- 869. 2007.

Davis, N. D.; Diener, U. L.; Morgan-Jones, G. Tenuazonic acid production by *Alternaria alternata* and *Alternaria tenuissima* isolated from cotton. *Applied Environmental Microbiology*, v. 34, p. 155-157, 1977.

Delouche, L. C.; Stili, T. W.; Raspet, M. & Lienchard, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade de semente**. Brasília, AGIPLAN. 103p. 1976.

Faiad, M. G. R.; Wetzel, M. M. V. S.; Miranda, A. R. Ocorrência e sobrevivência de fungos em Germoplasma-Semente de Gergelim (*Sesamum indicum*). Embrapa. Brasília. 2002.

FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Statistical Data. [S.l.], 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 16 Set 2016.

Feitosa, R. M.; Gondim, T. M. de S.; Lima, E. M.; Costa, T. L.; Paixão, F. J. R. Avaliação de sementes de gergelim em diferentes tipos e períodos de armazenamento. **In:** Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 33. Conbea /Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 33. Campinas - SP: Embrapa Informática Agropecuária, (CD-Rom). 2004.

Ferreira, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA. (SISVAR 4. 1. pacote computacional). 2000.

Firmino, P. de T.; Souza, W. J. B. de; Silva, A. C.; Almeida, K. V. de; Teotônio, M. A.; Queiroga, V. de P. Estudo das sementes de gergelim BRS Seda orgânicas produzidas no sertão piauiense. **In:** Congresso Brasileiro de Mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia. Campina Grande: Embrapa Algodão, p.2084-2087. 2010.

Furtado, A. L. D. L. **Mobilização de reservas e prática de metabólitos durante a germinação da semente e o estabelecimento da plântula de moringa**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestais), Universidade Federal do Rio Grande, 2014.

Garcia, L. C.; Nogueira, A. C.; Alquini, Y. Aspectos Morfo-Anatômicos de Sementes de *Podocarpus Lambertii* Klotz. E *Podocarpus sellowii* Klotz – Podocarpaceae. **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 28, nº 3, p. 129-134, 2006.

Glambrone, J. J.; Davis, N. D.; Diener, U. L. Effects of tenuazonic acid on young chickens. *Poultry Science*, v. 57, p. 1.554-1.558, 1978.

Griffin, G.F., and F.S. Chu. Toxicity of the *Alternaria* metabolites alternariol, alternariol methyl ether, altenuene, and tenuazonic acid in the chicken embryo assay. *Applied and Environmental Microbiology* 46:1420-1422. 1983.

Guedes, M. A. **Características Física de grãos utilizando processamento digital de imagens**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

Guimarães, G. C. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café por meio de análise de imagens de plântulas. 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/924262/1/Avaliacaodaqualidadefisiologicadesementes.pdf>>. Acessado em: julho de 2016.

Hwang, L. S. Vegetable Oils (ed) in Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 6th Edition, Vol.1. Edited by Fereidoon Shahidi. John Wiley & Sons, Inc. p1178. 2005.

Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas:** métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3.ed. São Paulo, v.1, 533p. 1985.

Johansen, D. A. Plant microtechnique. New York: Mcgraw-Hill. 1940.

Jordaan, A. Seed coat development, anatomy and scanning electron microscopy of *Harpagophytum procumbens* (Devil's Claw), Pedaliaceae. **South African Journal of Botany**, v.77, no.2, April, p.404. 2011.

Julião, A. L. K. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho por meio da análise de imagem e testes de germinação e vigor.** Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília. 2014.

Kraus, J. E. et al. Astra blue and basic fuchsin double staining of plant materials. **Biot. Histochem.**, v. 73, n. 5, p. 235-243, 1998.

Konzen, E. R. **Análise Morfológica, Bioquímica e Genética do Brilho do Tegumento em Variedade de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2011.

Kwasna, H. Occurrence of *Alternaria* species in Poland, In: *Alternaria Biology, Plant Diseases, and Metabolites, Topics in Secondary Metabolism*, 3 (Eds. J. Chelkowski and A. Visconti), 301-336. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam. 1992.

Lago, E. P.; Pires, A. V.; Susin, I. et al. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção de leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.30, p.1544-1549, 2001.

Laurentin, H.; Benítez, T. Inheritance of seed coat color in sesame. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 4, p. 290-295, abr. 2014.

Lee, A.T.; Cerami, A. Non-enzymatic glycosylation of DNA by reducing sugars. In: Bayness, J.W.; Monnier, V.M. (Ed.). *The Maillard reaction in ageing, diabetes and nutrition*. New York: Alan R Liss, P. 291-299. 1989.

Lemos, M. J.; Calixto, L. F. L.; Togashi, C. K.; Oliveira, S. M.; Pinho, T. P.; Melo, A. L. P.; Barbosa, M. I. M. J. Qualidade de ovos orgânicos produzidos no município de Seropédica - RJ. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 50-57, 2015.

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

Maciel, C. G. *Fusarium sambucinum* associado a sementes de *pinus elliottii*: patogenicidade, morfologia, filogenia molecular e controle. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

Maguire, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n. 1, p. 176-177, mar./abr. 1962.

Martins, M. T. C. S; Porto, N. A.; Canuto, M. F. S.; Bruno, R. L. A. Composição Química de Sementes de Espécies de Manihot Mill (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 621-623, jul. 2007.

Mazzani, H.; Layrisse, H. Características químicas del grano de cultivares de ajonjolí seleccionados de la colección venezolana de germoplasma. **Agronomía Tropical**. Maracay (Venezuela), v.48, n.1, p. 5-18. 1998.

Menezes, N.L. et al. Caracterização de vagens e sementes de soja. **Cienc. Rural** vol.27 no.3 Santa Maria July/Aug. 1997.

Munsell Color Charts. **Munsell color charts for plant tissues**. New York. 1977.

Murthy, U. M. N.; Sun, W. Q. Protein modification by Amadori and Maillard reactions during seed storage: roles of sugar hydrolysis and lipid peroxidation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.51, n.348, p.1221-1228, 2000. Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/54/384/1057>>. Acesso em: Acessado em: julho de 2016.

Nelson, N. A. Photometric adaptation of somogy method for the determination of glucose. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, v. 153, n.1,p. 375-384, jul. 1944.

Nery, M. C. **Colheita, Beneficiamento e Controle de Qualidade de Sementes de Nabo Forrageiro**. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras. 2008.

Nobre, D. A. C.; Salazar, A. H.; Junior, D.S.B. Potencial fisiológico de sementes de gergelim preto conforme posição na haste e regime de luz. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 2, p. 231-235, maio-agosto, 2013.

Nunes, I. L.; Magagnin, G.; Bertolim, T.E.; Furlong, E.B. Arroz comercializado na região sul do Brasil: aspectos micotóxicos e microscópicos. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. v.23, n.2, p.190-164, 2003.

Nunes. J. L. S. Tecnologia de Sementes – Patologia. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/sementes/TecnologiaSementes/Patologia.aspx>>. Acesso em: 16 Set de 2016.

O'brien, T. P.; McCully, M. E. **The study of plant structure principles and select methods**. Melbourne: Termarcaphi Pty, 45 p. 1981.

Oliveira, A. B.; Cassino, M. F.; Gurgel, E. S. C.; Souza, M. A. D.; Carmelino-Guerreiro, S.M.; Meira, R.M.S.A.; Mendonça, M.S. Morfoanatomia e histoquímica da semente de sororoca (*Phenakospermum guyanense* (Rich.) Endl. - Strelitziaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, 34:280 - 287. 2012.

Oliveira, D. M. T. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.3, p.413-147, 1999.

Panificação: Os ingredientes enriquecedores. REVISTA FIB - FOOD INGREDIENTS BRASIL. São Paulo: Editora FiHBA, n. 10, out./nov. 2009. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/90.pdf>>. Acesso em: 16 Set 2016.

Puignau, J.P.; CUNHA, R. da. Conservacion de germplasma vegetal. Montevideo: IICA-PROCISUR, 163p. (IICA.Dialogo,45). 1996.

Queiroga, V. P.; Arriel, N. H. C.; Beltrão, N. E. M.; Silva, O.R.R.F.; Gondim, T. M. S.; Firmino, P. T.; Cartaxo, W. V.; Silva, A. C.; Vale, D. G.; Nóbrega, D. A. Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semi-árida do Nordeste. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, p.11-51. (Documentos, 171). 2007.

Queiroga, V. P.; Freire, R. M. M.; Firmino, P. T.; Marinho, D. R. F.; Silva, A. C.; Barbosa, W. T.; Queiroga, D. A. N. Avaliação da qualidade das sementes de gergelim submetidas aos processos de despeliculação manual, físico e mecânico. **Rev Bras Prod Agroind.** 14:307–315. 2012.

Queiroga, V. P.; Silva, O. R. R. F.; Almeida, F. A. C. Bancos comunitários de sementes das espécies cultivadas pelos agricultores familiares de São Francisco de Assis do Piauí. Campina Grande: Embrapa Algodão, 206 p. 2010.

Sanchez, E. M. S.; Cavani, C. S.; Leal, C.V.; Sanchez, C. G. Compósito de resina de poliéster insaturado com bagaço de cana de açúcar: influência do tratamento das fibras nas propriedades. *Polímeros*, v.20, p.194, 2010.

Santos, E. A. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Sorocea muriculata* MIQ. (Moraceae) nativa do Acred, Brasil. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/biometria%20de%20frutos%20e%20sementes.pdf>>. Acessado em: julho de 2016.

SASS, J. E. Botanical microtechnique (2nd. ed.) Ames, Iowa State College Press, 228 p. 1951.

Silva, D. J.; Queiroz, A. C. de. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos 3. ed. Viçosa, MG: UFV. 235 p. 2002.

Silva, K. B.; Alves, E. U.; Bruno, R. L. A.; Matos, P. V.; Gonçalves, E. P. Morfologia de frutos, sementes, plântula e plantas de *Erythrina velutina* Willd. Leguminosae – Papilionideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 104-114, 2008.

Silva, L. L.; Paoli, A. A. S. Caracterização morfo-anatômica da semente de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.250-256, 2000.

Silva, V. N; Cícero, S. M. Análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**. 32: 145-151. 2014.

Somogy, M. A. New reagent for the determination of sugars. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, v. 160, n. 1, p. 601-668, jan. 1945.

Tillmann, M. A. A.; Miranda, D. M.; Análise de Sementes. **In:** Peske, S.T.; Lucca Filho, O.; Barros, A.C.S.A. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 2ed. Pelotas: Gráfica Sem Rival, v., p. 157-255. 2006.

Tunde-Akinntunde, T. Y.; Akintunde, B. O. Some physical properties of sesame seed. **Biosystems Engineering**, v.88, p.127-129, 2005.

Von de Kamer, S. B.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 19, n.4, p.239-251, July/Aug. 1952.

Zambiasi, C. N. Qualidade de grãos de feijão armazenados em diferentes condições de temperatura. 2006.

ARTIGO CIENTÍFICOII

**MORFOANATOMIA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL GRÃOS DE
CÁRTAMO**

RESUMO

VALERIANO, F.R. **ANATOMIA, MORFOLOGIA E ANÁLISE DE IMAGEM DE GRÃOS DE CÁRTAMO**, 2016. 27p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), pertencente à família Asteraceae, é uma planta anual, do tipo herbácea originária da Ásia e África. Muito apreciado no Oriente pelo óleo rico em ácidos graxos poli-insaturados e monoinsaturados obtido de suas sementes, esta espécie se destaca entre as oleaginosas devido ao elevado teor de óleo. Estudos sobre as sementes de cártamo ainda são incipientes. Dessa forma, para uma melhor compreensão das estruturas da semente e seus processos fisiológicos, esse trabalho teve como objetivo descrever o cártamo morfológica e anatomicamente, bem como promover os estudos de análise de imagem das sementes. Foram utilizados grãos de cártamo adquiridos da empresa Terra dos Pássaros, safra 2015, devido à dificuldade de obtenção de sementes. Para a caracterização do perfil dos lotes, realizou-se a determinação do grau de umidade, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade, emergência, estande inicial, índice de velocidade de emergência e sanidade. Foram realizadas a caracterização morfológica dos grãos e plântulas e a composição centesimal dos grãos de cártamo. Além disso, realizou-se a determinação do número de sementes sem “casca”, os estudos de análise de imagem de sementes, a caracterização anatômica e os estudos histoquímicos a fim de verificar a localização dos constituintes celulares. Os grãos de cártamo estavam com grau de umidade em torno 6 %. A porcentagem média de germinação foi de 64% e de emergência, 88%. A partir do peso de mil sementes (37,25g), os grãos de cártamo foram classificados como pequenos. Pelo teste de sanidade observou-se maior incidência de fungos patogênicos, como *Alternaria sp.* e *Fusarium sp.* O teor de extrato etéreo foi o principal composto encontrado nos grãos, em torno de 40%. Conclui-se que o grão de cártamo é tetragonal, eurispérmico, e sendo classificado como bitegmentado, com a testa lisa. O embrião é facilmente observado quando hidratado, sendo aclorofilado de coloração branca e os cotilédones são carnosos, planos, longos e de contorno aproximadamente circular. Foi verificada a presença de ligninas no tegumento e de lipídios nos grãos e nos cotilédones dos grãos.

Palavras-chave: *Carthamus tinctorius*; morfoanatomia; biometria; composição-centesimal.

ABSTRACT

VALERIANO, FILIPE RODRIGUES. **ANATOMY, MORPHOLOGY AND ANALYSIS OF SAFFLOWER GRAIN IMAGE**. 2016. 26p. Dissertation (Masters in Vegetable Production) – Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valley, Diamantina, 2016.

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), belongs to the Asteraceae family, it is an annual plant, herbaceous type native to Asia and Africa. Highly valued in the East for the oil rich in polyunsaturated and monounsaturated fatty acids obtained from its seeds, this species stands out among the oleaginous due to the high oil content. Studies on safflower seeds are still incipient. Thus, for a better understanding of the seed structures and their physiological processes, this work aimed to describe the morphological and anatomical safflower as well as to promote the studies of seed image analysis. Safflower grains purchased from the company Terra dos Pássaros, crop 2015, were used due to the difficulty of obtaining seeds. For the characterization of the lots profile, the determination of the degree of humidity, germination, first germination count, speed index, emergence, initial booth, emergence speed index and sanitary quality were analyzed. For the morphological characterization, analysis of the grains and seedlings and the centesimal composition of the safflower grains was carried out. In addition, the number of seeds without "peel" was determined, the studies of seed image analysis, the anatomical characterization and the histochemical studies were carried out in order to verify the location of the cellular constituents. Safflower grains had a moisture content of around 6%. The average percentage of germination was 64% and emergence, 88%. From the weight of one thousand seeds (37.25g), the safflower grains were classified as small. The sanitary quality test showed a higher incidence of pathogenic fungi such as *Alternaria sp.* and *Fusarium sp.* The content of ethereal extract was the main compound found in the grains, around 40%. It is concluded that the safflower grain is tetragonal, eurispermic, and being classified as bitegumentate, with a smooth front. The embryo is easily observed when hydrated, being white aclorophylate and the cotyledons are fleshy, flat, long and approximately circular in outline. The presence of lignins was verified in the integument and of lipids in the grains and the cotyledons of the grains.

Keywords: *Carthamus tinctorius*; morfoanatomy; Biometry; Centesimal composition.

1. INTRODUÇÃO

O *Carthamus tinctorius* L., conhecido comumente como cártamo, é uma espécie de planta anual, do tipo herbácea, que compõe a família das Asteraceae. Seu uso como um substituto menos oneroso do açafrão faz com que seja também chamado como açafroa, açafrão bastardo, açafrão de tintureiro, entre outros (Dajue & Mundel, 1996).

Originária da África e da Ásia é uma cultura com prováveis centros de distribuição a Índia, o Afeganistão e a Etiópia (Bortolheiro, 2015). É uma planta que apresenta haste central e ramificada, com variação no número de ramos (Mahasi et al. 2009), apresentando um receptáculo plano, coberto com pétalas, isomórficas com flores, todos os hermafroditas, com corolas tubulares de limbo pentaseptate. Os estames possuem filamentos com as anteras médias e sagitadas na base. As sementes são tetragonais, sem pelos, as folhas alternas são dentadas ou lobadas e os capítulos são grandes, solitários e localizados no ápice de ramos. As cores das flores podem ser amarelo, laranja, roxo ou branco (Bellé et al. 2012).

O cártamo possui vantagem devido a sua grande adaptabilidade a condições edafoclimáticas (Giayetto et al. 1999), como em regiões de solos com baixa fertilidade, clima diversificado e baixa taxa de umidade requerida. A soma desses fatores possibilita que esta espécie seja considerada como potencial para o cultivo em regiões de ambientes como semi-árido (Lima, 2014).

As sementes do cártamo possuem elevados teores de óleo (35% a 45%) de ótima qualidade tanto para consumo humano como para uso industrial. O óleo de cártamo apresenta altos teores de ácido oleico (70%-75%) e linoleico (70%-75%), sendo as cultivares comerciais classificadas em dois grupos (grupo oleico e linoleico) conforme a percentagem desses ácidos graxos (Handan et al. 2009).

Além disso, atualmente o cártamo tem sido alvo de estudos devido ao seu grande potencial para produção de biocombustíveis. A cultura já é amplamente cultivada com essa finalidade em muitos países como Índia, Estados Unidos e Japão, entre outros (Galant, 2015). No entanto, pesquisas estão sendo realizadas com o propósito de aumentar a produção e, conseqüentemente, o rendimento do seu óleo (Ullah; Bano, 2011; El-Lattief, 2012). Suas sementes também podem ser utilizadas para alimentação de pássaros, as plantas podem ser usadas na alimentação de ruminantes, cujo fornecimento poderá ser feito através de feno (Emongor, 2010; Danieli et al. 2011).

No Brasil, a cultura do cártamo foi introduzida pelo Instituto Mato-grossense de Algodão, e sua produção mundial para o ciclo agrícola de 2008/2009 foi de 650 milhões de toneladas (Galant, 2015). Consta seis cultivares de cártamo registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através do Registro Nacional de Cultivares (RNC), no intuito de habilitar a produção e comercialização no país (MAPA, 2012).

Muitos aspectos ainda são poucos explorados pela cultura, sendo necessário intensificar os estudos científicos sobre a espécie para que possa ser melhor aproveitada. Entre estes aspectos, os estudos morfológicos da germinação são importantes, pois contribuem para a propagação das espécies, abordam a classificação da germinação em relação à posição dos cotilédones e auxiliam na interpretação e padronização dos testes de germinação, bem como permitem a identificação das espécies em campo. A morfologia de plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento serve de subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental para o processo de estabelecimento das plantas em condições naturais (Beltrati, 1995).

Com vista ao que foi exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver os estudos referentes aos aspectos morfoanatômicos, assim como analisar a composição centesimal e verificar os atributos físicos das sementes de cártamo, que para este fim utilizou-se da metodologia de análise de imagem através do equipamento SAS[®].

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia, no Laboratório de Biomassas do Cerrado do Departamento de Nutrição e no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Diamantina, MG. Foram utilizados grãos de cártamo adquiridas da empresa Terra dos Pássaros, safra 2015. Assim, todos os estudos foram realizados utilizando os grãos.

Para a caracterização dos lotes, foram realizadas as seguintes determinações e testes:

O **grau de umidade** das sementes foi obtido através do método da estufa, a 105°C, por 24 horas. A determinação foi realizada com 4 repetições, com o peso da amostra de $4,5 \pm 0,5$ g (Brasil, 2009).

O **teste de germinação** foi realizado segundo os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009), no qual foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, em rolo com papel germitest, à temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas ao 4º dia (**primeira contagem da germinação**) e ao 14º dia (contagem final). O **índice de velocidade de germinação** (IVG) foi obtido em conjunto com o teste de germinação, computando-se diariamente as sementes germinadas e calculando segundo Maguire (1962).

O **teste de emergência** de plântulas foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por lote. As sementes foram semeadas em caixas plásticas contendo terra e areia na proporção 2:1, umedecida com água destilada. As caixas foram mantidas em sala de crescimento à temperatura de 25°C com fotoperíodo constante. As avaliações foram realizadas no 4º dia (**primeira contagem**), sendo o teste encerrado após a porcentagem de emergência estabilizar a sua instalação, avaliando o número de plântulas normais emergidas, que ocorreu ao 14º dia. Para o **Índice de velocidade de emergência** (IVE) foram computados, diariamente, o número de plântulas emersas a partir do início da emergência, e o cálculo foi realizado conforme Maguire (1962).

A **caracterização morfológica de plântulas** foi realizada em conjunto com o teste de germinação, utilizando quatro repetições de 50 sementes de cada lote. Na finalização do teste, foram selecionadas 10 plântulas normais para cada repetição e analisados o comprimento do hipocótilo, a cor do hipocótilo, o comprimento da radícula e as características da plúmula. A terminologia utilizada foi baseada nos trabalhos de Barroso (1999) e Beltrati (1995).

Para determinação do **Peso de mil sementes** foram contadas oito repetições de 100 sementes de cada amostra, após o quê foi calculado o peso de cada repetição e determinados a variância e o desvio padrão (Brasil, 2009).

Realizou-se o teste de **sanidade** em grãos de cártamo pelo método do papel filtro, com o uso de 2,4-D. Foram utilizadas 200 sementes divididas em 4 repetições de 50 sementes, dispostas em gerbox sobre três folhas de papel filtro embebidas com ágar-água e 2,4-D a 1%, e 0,5% D.M.A, estando estes esterilizados. As sementes foram desinfestadas em álcool 70% e hipoclorito de sódio e lavadas em água esterelizada. Realizadas as montagens do teste, os gerbox foram mantidos em B.O.D a 20°C, com fotoperíodo de 12 horas, por 7 dias. Foi avaliada a presença e identificados os tipos de fungos nas sementes com auxílio de lupa e microscópio (Barnett & Hunte, 1976).

Para a **composição centesimal**, as sementes foram secas e trituradas em liquidificador, sendo as análises realizadas em triplicata para cada uma das seguintes determinações: umidade, massa seca, extrato etéreo, proteína bruta ou nitrogênio total, fibra bruta, cinzas, carboidrato, energia, pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, açúcares solúveis totais, redutores e não redutores e amido.

O **grau de umidade** foi obtido através do método da estufa, a 60°C, por 24 horas. A determinação foi realizada com 3 repetições, com o peso da amostra de 5,0 g. Em conjunto com o grau de umidade foi determinado o teor de massa seca.

Para o **extrato etéreo**, a determinação foi feita com solvente orgânico (éter etílico) segundo o método de (Aoac, 1990).

A determinação da **proteína bruta (N total)** foi baseada na determinação de nitrogênio total, pelo método de micro-Kjeldahl (Aoac, 1990), aplicando-se o fator 6,25 para o cálculo do teor de proteína bruta. A partir deste método determinou-se a porcentagem de massa seca.

Para **fibra bruta**, o material desengordurado foi digerido em ácido acético, ácido tricloracético e ácido nítrico e levado para estufa a 105 +/- 3°C, por 24 horas. Por diferença entre o peso do conjunto e o peso do cadinho vazio foi expressa a quantidade de fibra bruta na amostra (Von de Kamer & Van Ginkel, 1952).

Para **cinzas**, foram pesadas aproximadamente 5,0 g da amostra em cadinho. Em seguida, estas foram carbonizadas e logo depois incineradas a 550°C em forno mufla até obter cinzas claras. Após, foram retiradas e mantidas em dessecador até esfriar e foram realizadas as devidas pesagens.

O **teor de carboidratos** foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens do grau de umidade, cinzas, fibra, proteínas e lipídeos.

O cálculo da **energia** foi feito a partir dos teores de proteínas, lipídios e carboidratos, levando em consideração os valores de conversão para carboidratos e proteína que equivalem a 4 kcal e lipídios 9kcal.

Para o **pH** foram pesadas 5g e estas, diluídas em 50 ml de água destilada e agitadas. Após decantar o líquido sobrenadante para outro frasco foram realizadas as determinações.

Os **sólidos solúveis totais** foram determinados com auxílio do refratômetro manual.

A **acidez total titulável** foi obtida por titulação, segundo a técnica estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (1985)

Os **açúcares solúveis totais, redutores e não redutores** foram extraídos pelo método de Lane-Enyon (Aoac, 1990) e determinados pela técnica de Somogy (1945), adaptada anteriormente por Nelson (1944).

Os **amidos** foram determinados pelo método de Somoghi – Nelson (1944).

Para a **caracterização morfológica** dos grãos foram observadas as estruturas e características visuais das sementes. Os grãos foram classificados quanto ao seu formato e foram calculadas suas dimensões (biometria) em milímetros por meio do paquímetro digital. Para isso foram medidas quatro repetições de 50 grãos de cada lote e calculada a média e desvio padrão.

A determinação do **número de sementes sem “casca”** foi realizado segundo Brasil (2009). Utilizou-se uma amostra de 90g de grãos de cártamo; em seguida realizou a separação da amostra, contando-se as sementes sem “casca” para compor a porção “Semente Pura”. O resultado é expresso em número de sementes sem “casca” ou com “casca” em relação ao peso da mostra de trabalho.

Para os estudos de **análise de imagem de sementes** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote. Para a realização da captura da imagem, as sementes foram colocadas na bandeja de leitura. A captura das imagens foi realizada por uma câmera profissional de alta resolução contida dentro da câmara de captação do equipamento SAS. Após a prévia captura das imagens das sementes pelo SAS, estas foram analisadas pelo próprio equipamento que aferiu o brilho, a cor, a intensidade da cor, a saturação da cor, a área, a área convexa, a circularidade e o perímetro (Julião, 2014).

Para a **caracterização anatômica**, as sementes de gergelim foram seccionadas e mantidas em FAA70 (formaldeído, ácido acético e álcool etílico 70%). Em seguida, as sementes foram retiradas do FAA70 e conservadas em álcool 70% (Kraus *et al.* 1998), até o seu procedimento. Após este período, realizou-se a série etflica para a desidratação dos tecidos das sementes, que consistiu em banhos de álcool de duas horas nas concentrações de 70%, 80%, 90% e 95, seguido de um banho em álcool 100% /resina líquida (1:1), no qual as sementes ficaram em repouso por 24 horas. Seguidamente, as sementes foram mantidas em resina ativada. Após este processo, foi formado molde utilizando uma solução de resina pura com uma solução endurecedora. Os blocos foram retirados e colados sobre um suporte de madeira, depois foram fixadas no micrótomo rotativo manual e realizadas secções transversais e longitudinais, com 10 a 15 μ m de espessura. Os cortes obtidos foram aderidos em lâminas histológicas umedecidas com

adesivo. Para cada cultivar foram montadas três lâminas, cada uma representando uma repetição e cada repetição foi composta por 15 cortes. Posteriormente, as lâminas foram coradas com Azul de Toluidina pH 4,0 (O'Brien & McCully, 1981), para caracterização estrutural. Lâminas permanentes foram montadas em resina sintética (Permount-Fisher). A captura de imagens e a documentação fotográfica foram realizadas em microscópio de luz equipado com sistema câmera digital acoplada.

Após ter sido realizado o levantamento de dados, estes foram tabulados e analisados quantitativamente e qualitativamente. Os resultados obtidos foram representados através da média e desvio padrão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grãos de cártamo apresentaram 6,13% de grau de umidade (Tabela 1). Girardi et al. (2013) encontraram grau de umidade entre 6,90% a 8,80% para os lotes de sementes de cártamo. Perrella (2011) relata que o grau de umidade recomendado para sementes oleaginosas deve estar entre 4% a 9%, uma vez que o grau de umidade seja superior ao considerado seguro, pode incentivar o processo respiratório das sementes, a mobilização de reservas e liberação de energia, acelerando a deterioração. A energia liberada nesse processo respiratório poderá faltar quando as sementes iniciarem o processo de germinação, prejudicando o estabelecimento de plântulas (Marcos Filho, 2005).

TABELA 1. Resultados do grau de umidade – U (%); teste de germinação – G(%); primeira contagem da germinação – PC (%); índice de velocidade de germinação – IVG; emergência – E (%); estande inicial – EI (%); índice de velocidade de emergência – IVE e peso de mil sementes – PMS (g); de grãos de cártamo para a caracterização do lote . UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Lote	Testes							
	U(%)	G (%)	PC(%)	IVG	E(%)	EI(%)	IVE	PMS(g)
Cártamo	6,13	64	61	35,89	88	84	18,43	37,2
Desvio Padrão	±0,49	±6,73	±11,1	±6,30	±4,43	±5,74	±1,29	±0,11

A porcentagem média de germinação foi de 64%. Esta baixa taxa de germinação pode estar relacionada à qualidade sanitária deste lote, uma vez que patógenos associados às sementes podem comprometer consideravelmente o seu desempenho germinativo (Medeiros et al. 2013). Durante o teste de germinação, foi observada presença de patógenos nos grãos de cártamo e o desenvolvimento de plântulas anormais infeccionadas (Figura 1). Outro fator importante a considerar são as finalidades da utilização de grãos comerciais, os quais são produzidos a fim de serem destinados para o consumo através da alimentação ou na utilização industrial; desta forma, são produzidos com qualidade levando em consideração suas propriedades físicos-químicas, o que justifica sua baixa qualidade fisiológica (Paes, 2006). Para os dados referentes à primeira contagem e ao índice de velocidade de germinação, registrou-se um percentual de 61% e valor de 35,88, respectivamente. O teste de primeira contagem apresentou comportamento semelhante ao observado para a germinação, obtendo-se valores próximos.

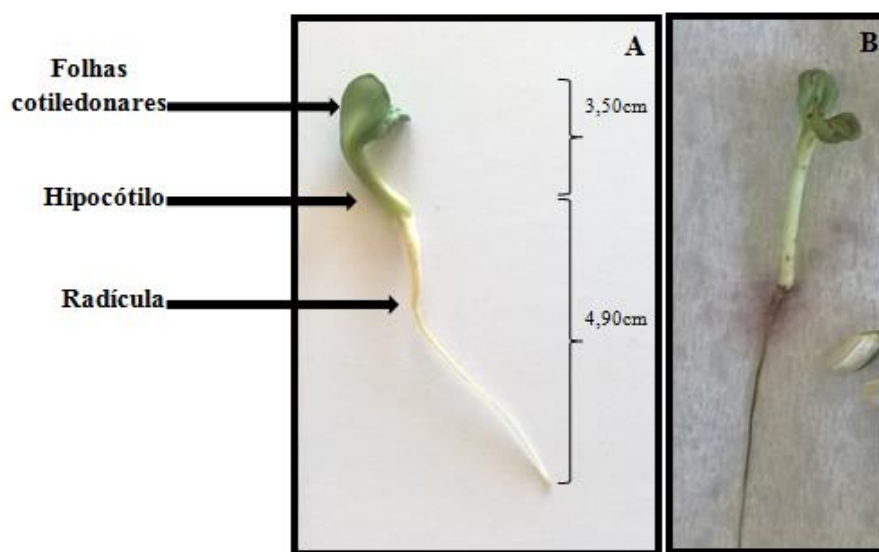


FIGURA 1. Plântula normal de cártamo (A) e plântula anormal infeccionadas com danos na radícula (B). UFVJM, Diamantina, 2016.

Observou-se que a porcentagem do teste emergência foi superior em relação ao teste de germinação. Estes resultados podem ser explicados pela qualidade sanitária anteriormente citada no texto, que promoveu alto índice de plântulas anormais infeccionadas no teste de germinação (dados não informados), acima de 29%. Vale ressaltar que, ao realizar o teste emergência utilizando solo, as plântulas liberam o tegumento que pode estar infectado, diminuindo assim a deterioração e reduzindo as

chances de plântulas anormais infectadas (Goulart, 1997). O estande inicial, IVE e emergência apresentaram médias em torno de 84%, 18,43 e 88% respectivamente.

As plântulas normais de cártamo (Tabela 2), ao final do teste de germinação, apresentavam comprimento para o hipocótilo de 3,50 cm a 6,50 cm, radícula entre 1,30 cm a 8,00 cm, os cotilédones mediram entre 0,70 cm a 3,10 cm e para a massa fresca observou-se acúmulo entre 2,25g e 2,59g.

TABELA 2. Resultados do comprimento do hipocótilo (cm); cotilédones (cm); raiz primária (cm) e matéria fresca (g); de grãos de cártamo obtidos a partir das plântulas normais do teste de germinação. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Biometria das Plântulas de Cártamo				
Parâmetro	Hipocótilo	Radícula	Cotilédone	Massa Fresca
Média	4,73	3,86	1,49	2,46
Máximo	6,50	8,00	3,10	2,59
Mínimo	3,50	1,30	0,70	2,25
Desvio Padrão	±0,73	±1,30	±0,50	±0,14

O peso de mil sementes para os grãos de cártamo obteve uma média de 37,25 g, valor próximo ao encontrado por Abud et al (2010), que foi em torno de 33,75 g. Marcos Filho (2005) reporta que o teor de água acaba interferindo no peso das sementes, e esta variação está relacionada com as condições em que a colheita foi realizada, com a idade e o grau de maturação das sementes. A partir do que foi reportado por Brasil (2009), os grãos deste lote podem ser classificados como pequenos, uma vez que o peso de mil sementes foi inferior a 200g.

Pelo teste de sanidade (Tabela 3) de grãos de cártamo, foi possível constatar a maior incidência de fungos considerados com grande potencial patogênico, como o *Alternaria sp.* e *Fusarium sp.* Altos níveis de *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.*, e *Fusarium sp.*, foram observados infectando sementes de cártamo colhidas em diferentes épocas (Girardi et al. 2013). A literatura reporta que fungos do gênero *Alternaria spp.* e *Fusarium sp.* são agentes causais da podridão das raízes e manchas foliares em várias culturas agrícolas (Trigo et al. 1997).

TABELA 3. Porcentagem (%) de incidência de fungos no lote de grãos de cártamo em estudo. UFVJM, Diamantina, MG, 2016.

Lotes	Incidência (%)			
	<i>Alternaria sp.</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Quetomio sp.</i>
Cártamo	8	1	7	2

Pontin (2011) também observou a presença de *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.* e *Fusarium sp.* além de outros gêneros que foram encontrados nas sementes de cártamo.

O autor reporta que *Alternaria carthami* e *A. helianthi* são as principais espécies de patógenos que causam tombamento de plântulas ou infecções sistêmicas a plantas, podendo estar associadas às sementes.

Araújo (2013) informa que *Aspergillus* é um fungo típico de armazenamento que afeta sementes, uma vez que sob essas condições, podem causar apodrecimentos das sementes, assim como não germinar ou originar plântulas anormais e inviáveis. A ocorrência deste fungo deve então ser levada em consideração pelos produtores de mudas, pois, constatando incidências elevadas de *Aspergillus* nas sementes, corre-se o risco de perda do material propagativo da planta.

Apha (2001) cita os gêneros *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* e *Fusarium spp.* como os mais frequentemente associados com micotoxinas que ocorrem naturalmente em cereais, grãos e sementes em níveis que tornam os alimentos impróprios para o consumo. Em estudo realizado por Nunes *et al.* (2003), verificou-se a ocorrência de micotoxinas em 56 amostras de arroz para o consumo humano, entre os gêneros mais frequentes destaca-se o *Aspergillus*.

Mascarenhas *et al.* (1995) afirmam que *Fusarium spp.* está associado a podridões de sementes e que o fungo ocorreu com maior incidência nas sementes de soja. Várias espécies de *Fusarium* poderiam estar associadas às sementes de soja, e esses fungos podem causar a morte da semente, mesmo antes da emissão da radícula (França neto & Henning, 1984).

A presença *Quetomio sp.* tem sido listado em algumas espécies olerícolas como em sementes de pepino (Mota, *et al.* 2010) e em sementes de urucum (Rey, *et al.* 2010).

Observou-se, a partir da composição centesimal para os grãos de cártamo, que estes possuíam em torno de 5% de grau de umidade e teores de massa seca em torno de 94% (Tabela 4). A massa seca representa a fração do material livre da umidade e onde estão contidos os nutrientes como carboidratos, proteínas e lipídeos, entre outros.

O conteúdo lipídico (Extrato etéreo) é relativamente alto em grãos de cártamo e se encontra dentro do que é relatado na literatura, em torno de 41,84%. Arantes (2011) encontrou teores de óleo nos grãos de cártamo em torno de 24%. Abud et al. (2010) verificaram, em sementes de cártamo, teores de lipídeos em torno de 40%, principal composto de reserva da semente, classificando-a como oleaginosa. Oelke et al. (1992) reportam que o rendimento de óleo pode ser extremamente variável, sendo encontrados teores entre 37,8% e 41,0% em diferentes variedades de cártamo. Os lipídeos constituem uma forma importante de reservas para as sementes, geralmente na forma de trigliceróis, havendo ocorrência também na forma de glicolipídeos e fosfolipídeos (Abud, 2010).

TABELA 4. Composição centesimal média em base seca (%) de grãos de cártamo quanto ao grau de umidade – U (%); massa seca – MS (%); extrato etéreo – EE (%), proteína bruta – PB (%); fibra bruta – FB (%), cinzas – CZ (%), carboidratos – CARB e energia – ENERG. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Composição Centesimal								
Lote	U(%)	MS(%)	EE(%)	PB(%)	FB(%)	CZ(%)	CARB(%)	ENERG(kcal)
	Cártamo	5,09	94,91	41,84	12,51	27,09	3,14	10,33
Desvio Padrão	±0,06	± 0,06	± 1,86	± 0,56	± 1,86	± 0,32		

Quanto à proteína, o resultado obtido neste trabalho (12,5%) diferencia daqueles observado por Abud et al. (2010), que encontraram 36% de proteína em sementes de cártamo. Brás (2001), estudando a composição nutricional de torta de cártamo obtida após a prensagem dos grãos, concluiu que o conteúdo protéico é relativamente alto, alcançado uma porcentagem de 22,36%. As sementes são consideradas importantes fontes de proteínas, armazenando as proteínas em sua forma concentrada. Sasaki (2008)

ressalta que os constituintes das sementes são determinados geneticamente, mas a quantidade relativa destes constituintes às vezes é dependente de fatores ambientais.

Em relação aos demais constituintes determinados, como as fibras, observou-se que estes apresentaram valores de 27,09%. Os grãos de cártamo possuem uma casca externa grossa, que envolve todo o grão, podendo ser este um dos aspectos para se explicar o alto teor de fibras encontrado. Carlson & Tookey (1983); Heller (1996) observaram altos teores de fibra em grãos e torta de pinhão-manso e cambre, associando estes valores à presença de uma casca externa rica em fibras. Teores de fibra bruta encontrados em grãos de cambre variaram quando se determinava o teor para o grão inteiro (14,3%), para grãos descascados (3,6%) e para a casca (22,1%), concluindo que a estrutura externa do grão acumulava grande quantidade de fibra.

O teor de cinzas nos grãos de cártamo foi de 3,14%. A determinação do teor de cinzas tem um papel fundamental, uma vez que nela estão contidos todos os minerais que constituem o produto estudado (Bolzan, 2013) e é fundamental para a rotulagem nutricional (Couto et al. 2013).

O conteúdo de carboidratos encontrado foi de 10,33%. Os carboidratos, de forma geral, são compostos de dupla função (aldeído e álcool ou cetona e álcool) e têm como uma das principais funções a geração de energia (Bolzan, 2013). A partir do valor encontrado para energia, 476,92 Kcal, é possível considerar os grãos de cártamo como um produto altamente calórico.

O valor de pH médio para os extratos de grãos foi na faixa de 6,03. Os valores de sólidos solúveis encontraram-se em torno de 5,86 (°Brix). Os valores de pH e sólidos solúveis estão relacionados com as características de cada material estudado (Carvalho et al. 2011). O valor de acidez total titulável foi de 0,1.

TABELA 5. Composição centesimal média em base seca (%) de grãos de cártamo quanto ao potencial hidrogeniônico – pH; sólidos solúveis totais (°Brix); acidez total titulável (g/100 ml); açúcares totais (%); açúcares não redutores (%); açúcares redutores (%) e amido (%). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Composição Centesimal							
Lote							
	PH	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Acidez total titulável (g/100ml)	Açúcares totais (%)	Açúcares não redutores (%)	Açúcares redutores (%)	Amido (%)
Cártamo	6,03	5,86	0,1	0,33	0,24	0,09	2,07
Desvio Padrão	±0,08	±0,64	±0,01	±0,13	±0,12	±0,03	±1,65

Observa-se que os grãos continham baixos teores de açúcares, aproximadamente 0,33% de açúcares totais, 0,24% de açúcares não redutores e 0,09% de açúcares redutores. Teores de açúcares redutores (glicose e frutose) são quase inexpressíveis, visto que, em sementes maduras, eles são virtualmente ausentes, ocorrendo mais abundância de açúcares solúveis como a sacarose (Castro et al. 2004).

Com relação ao teor de amido, foram observados valores, em média, de 2,07%. As sementes oleaginosas em desenvolvimento acumulam amido em seus constituintes (tecidos), que em seguida serão mobilizados para que ocorra a síntese de triglicerídeos (Bewley & Black, 1994).

A partir das características morfológicas, o grão de cártamo é tetragonal, sem pelos e pode ser classificado como eurispérmico devido ao seu formato irregular, apresentando um ápice achatado e base arredondada. A sua coloração é variável, conforme o estado de hidratação em que as sementes se encontram, apresentando coloração branca amarelada a acinzentada quando secas e marrom quando estão hidratadas (Figura 2A e 2D).

O hilo e a micrópila são bastante visíveis, estando sempre voltados para a mesma borda, fato este evidenciado por Abud et al (2010). Ambas as estruturas encontram-se em regiões opostas, sendo o hilo localizado na região basal e apresentando o formato arredondado de coloração acinzentada (Figura 2B e 2E), ao passo que a micrópila apresenta um tamanho menor, estando discreta, com o formato circular e situa-se na região apical da semente (Figura 2C e 2F). A rafe não se encontra

visível no grão; no entanto, ao se realizarem cortes anatômicos, foi possível visualizar que está se encontra presente (Figura 3).

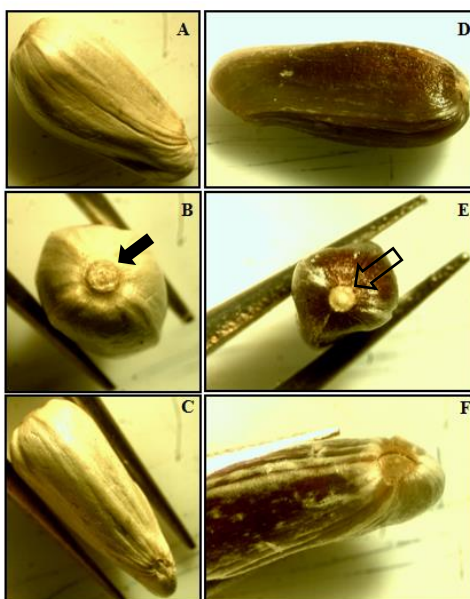


Figura 2. Aspectos externos dos grãos de cártamo secos (A) e hidratados (D). Base arredonda com a vista frontal do hilo em grãos secos (seta preenchida) (B) e hidratados (seja sem preenchimento) (E). Ápice achatado evidenciando a micrópila em grãos secos (seta preenchida) (C) e hidratados (seta sem preenchimento) (F). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

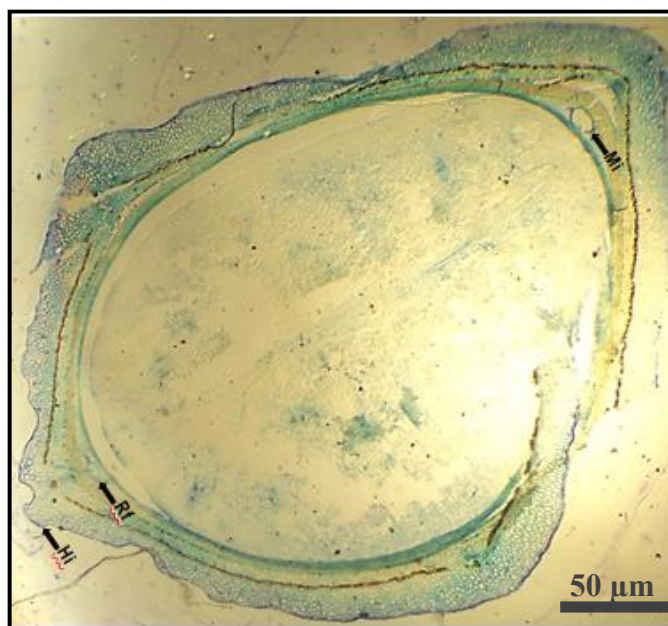


Figura 3 - Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando as regiões em que se encontram a micrópila (Mi), a rafe (Rf) e o hilo (Hi) em grãos de cártamo. UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Na caracterização biométrica de grãos de cártamo (Tabela 6), verificou-se que os grãos possuem dimensões médias de 8,18 mm de comprimento, 3,61 mm de largura e 3,18 mm de espessura. Abud et al. (2010) verificaram dimensões aproximadas daquelas encontradas para as sementes de cártamo, observando dimensões entre 5,56 e 7,78 mm de comprimento, de 3,59 a 4,91 mm de largura e de 2,78 a 3,98 mm de espessura.

TABELA 6. Resultados da biometria de grão de cártamo quando ao comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Biometria			
Parâmetro	Comprimento	Largura	Espessura
Média	8,18	3,61	3,18
Máximo	8,85	4,31	3,82
Mínimo	6,69	3,15	2,54
Desvio Padrão	0,4	0,28	0,24

Foi verificada, no lote de cártamo, a presença de grãos com casca e sem casca (Figura 4); para isso procedeu-se ao teste de número de sementes sem “casca” e número de sementes com “casca”. A partir da análise, foi verificado que o lote apresentou 158 grãos sem casca (amostra de 90g). Souza (2007) reporta que, em sementes de arroz, a retirada de casca se deve à má regulagem do cilindro da colheitadeira no momento da colheita e, posteriormente, na passagem pelo equipamento de secagem e nos transportadores.



Figura 4. Grãos de cártamo com casca (A) e sem casca (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Na Tabela 7, podem ser observadas as variáveis analisadas pelo Sistema de Análise de Sementes (SAS[®]), com suas respectivas médias e desvios padrão. Para o brilho do tegumento, observou-se uma média de 0,32. O conhecimento sobre o brilho do tegumento se torna importante, visto que fornece informações para complementar a caracterização de cultivares da espécie em estudo. Em grãos de feijão, por exemplo, são observadas variações quanto o brilho, classificadas quanto ao grau de intensidade (brilhante, médio e opaco). Além disso, o brilho do tegumento é uma característica avaliada na seleção e no lançamento de cultivares e apresenta importantes implicações para a produção, armazenamento e consumo do feijoeiro (Konzen, 2011).

A cor dos grãos também foi avaliada, observando valores médios de 0,73 para cor amarelo, 0,02 para a cor laranja e 0,23 para o preto. Na análise de sementes, variações como a coloração do tegumento apresentam importância, sendo considerada um dos descritores morfológicos usados quando se submete uma cultivar à proteção. Outro parâmetro importante reportado na literatura é a correlação entre a qualidade fisiológica das sementes e a coloração do tegumento.

TABELA 7. Variáveis obtidas pela análise de imagem em grãos cártamo, como Brilho – BR; amarelo – AM; laranja – LJ; preto – PR; intensidade – IT; saturação – ST; área – AR; circularidade – CR e perímetro – PR . UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Análise de Imagem									
Lote	BR	AM	LJ	PR	IT	ST	AR	CR	PR
	Cártamo	0,32	0,73	0,02	0,23	0,27	0,42	0,24	0,46
Desvio Padrão	±0,01	±0,03	±0,01	±0,02	±0,01	±0,01	±0,01	±0,01	±0,04

Para os parâmetros intensidade e saturação da cor exibida em grãos de cártamo, verificaram-se valores médios de 0,27 e 0,42. Estudos com a intensidade da cor têm sido importantes para compreender a presença de certos compostos em grãos de algumas culturas, como em grãos de milho, relacionando a intensidade de cor dos grãos com o perfil de carotenos pró-vitamina A (Rios et al. 2007).

Foi verificado que a área do grão obteve valores de 0,24 e a circularidade, de 0,46. A circularidade é considerada um dos principais parâmetros a serem definidos

spara o dimensionamento do tamanho da malha das peneiras em equipamentos destinados a separação e classificação de grãos e sementes (Corrêa & Silva, 2008). O valor médio para o grão em relação ao seu perímetro foi de 2,12. Bothona et al. (1999) reportam a importância dos estudos sobre o tamanho e forma de grãos, que podem auxiliar no melhoramento genético da qualidade física, como em grãos de aveia.

Quanto às características anatômicas dos grãos maduros de cártamo, é classificada como bitementada, sendo constituída pelos dois tegumentos (testa e tégma). O grão apresenta a testa lisa e em seção longitudinal; a testa é formada por um tecido chamado de exotesta, que apresenta em torno de sete a 25 camadas de células multisseriadas, com o formato buliforme com parede celular espessa, estando algumas células comprimidas e alongadas, de parede celular delgada e alguma células apresentando conteúdo de composto fenólico (Figura 5A). Abaixo dessa camada são formadas fileiras de fibras chamadas de endotesta que são constituídas em média, por cinco a sete carreiras de células espessa de formato ovóide e isodiamétrico, que adquirem um formato alongado com tamanhos variados e intimamente unidas, formando uma camada compacta sem espaços intercelulares e contínua. A tégma é menor que o tegumento externo, com duas a oito camadas de células de tamanho variado e a maior parte do seu tecido é composta por células arredondadas (Figura 5B).

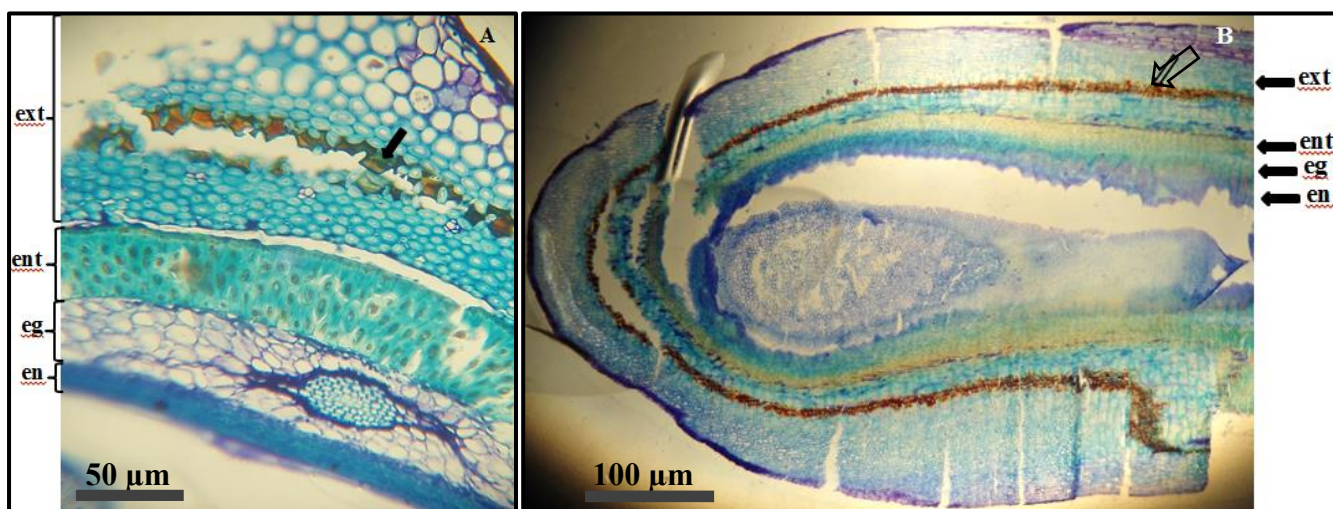


Figura 5. Fotomicrografia de seções longitudinais do tegumento de grãos de cártamo (ext = exotesta; ent = endotesta; eg = endotégmen; en = endosperma). Seta: Compostos fenólicos (A). Fotomicrografia de seções longitudinais do tegumento de grãos de cártamo (ext = exotesta; ent = endotesta; eg = endotégmen; en = endosperma. Seta sem preenchimento: compostos fenólicos (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

A análise da superfície das células da epiderme externa do tegumento ao microscópio revelou que as espécies apresentam parede anticlinal ondulada (Figura 6A) e a presença de compostos fenólicos (Figura 6B).

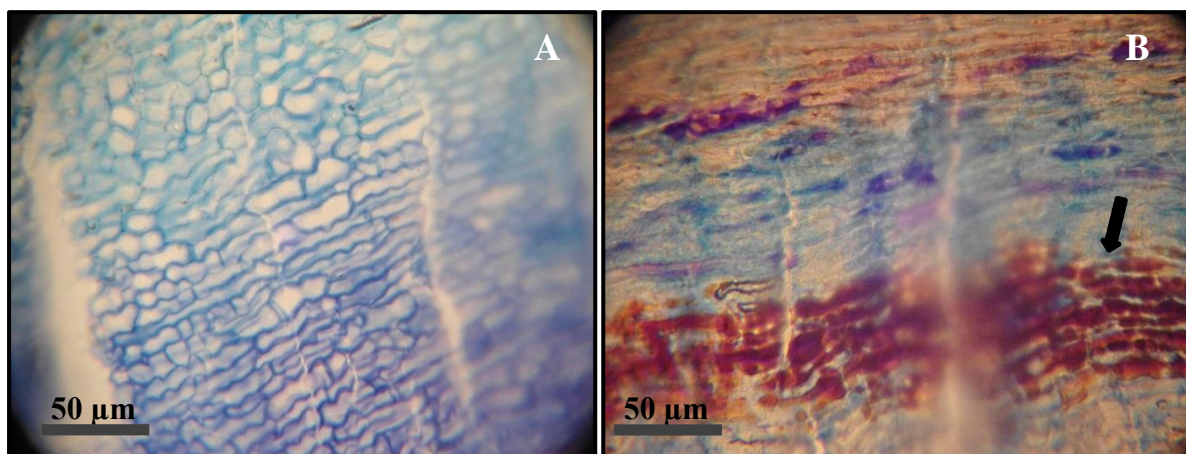


Figura 6. Fotomicrografia de seções longitudinais do tegumento de grãos de cártamo evidenciando paredes anticlinais onduladas (A). Fotomicrografia de seções longitudinais do tegumento de grãos de cártamo evidenciando compostos fenólicos (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

A semente é classificada como exalbuminosa, apresentando vestígios do endosperma, que é formado por uma massa celular comprimida entre o tegumento e os cotilédones (Figura 7). É possível visualizar a estrutura do hilo e da micrópila.

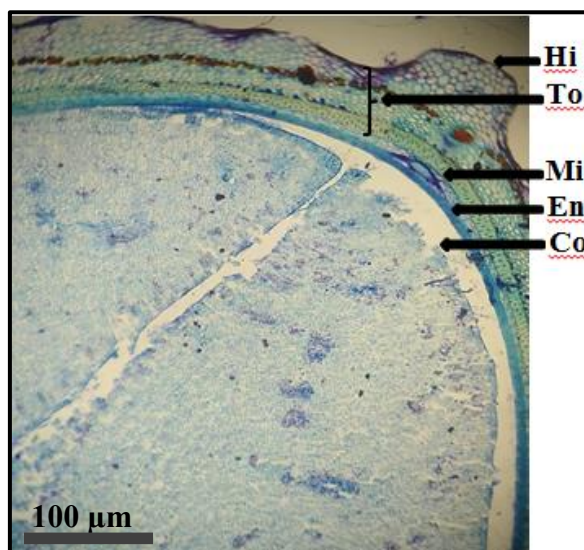


Figura 7. Fotomicrografia de seção longitudinal da estrutura de grãos de cártamo (Hi = hilo; To = tegumento; Mi = Micrópila; En = endosperma; Co = cotilédones). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

O embrião é facilmente observado quando hidratado, sendo acolorofilado de coloração branca e ocupando uma posição axial no eixo central da semente (Barroso, 1999). É formado por um tecido pouco diferenciado, sendo possível observar feixe vascular que está unido ao hipocótilo que se encontra longo e cônico. Suas células são ricas em grãos de amido dispostos em tecido parenquimático (Figura 8).

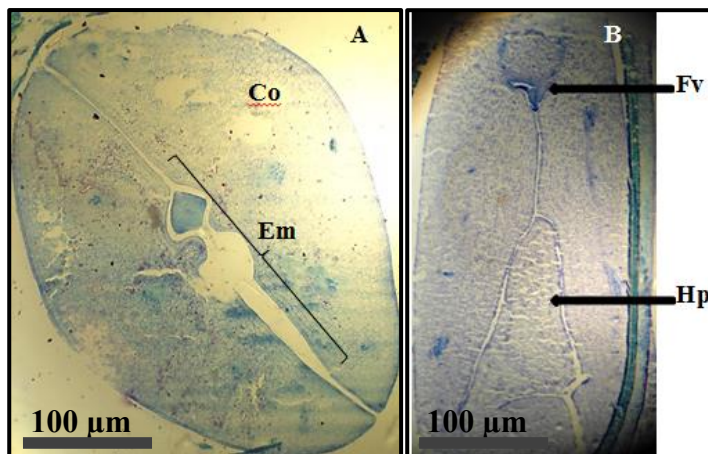


Figura 8. Fotomicrografia de seção longitudinal do embrião (Em) e cotilédones (Co) (A). Fotomicrografia de seção longitudinal apresentando as estruturas do embrião do grão de cártamo (Fv = feixe vascular; Hp = hipocótilo) (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016 (B).

Os cotilédones são carnosos, planos, longos, de contorno aproximadamente circular (Figura 9A), constituídos de tecido parenquimático abundante em reserva de amido em forma de grânulos (Figura 9B). Estão envoltos por uma protoderme formada por células retangulares, pequenas ou ligeiramente alongadas no sentido radial. A semente apresenta tecido de reserva cotiledonar, de coloração amarelada e consistência firme (Figura 9B).

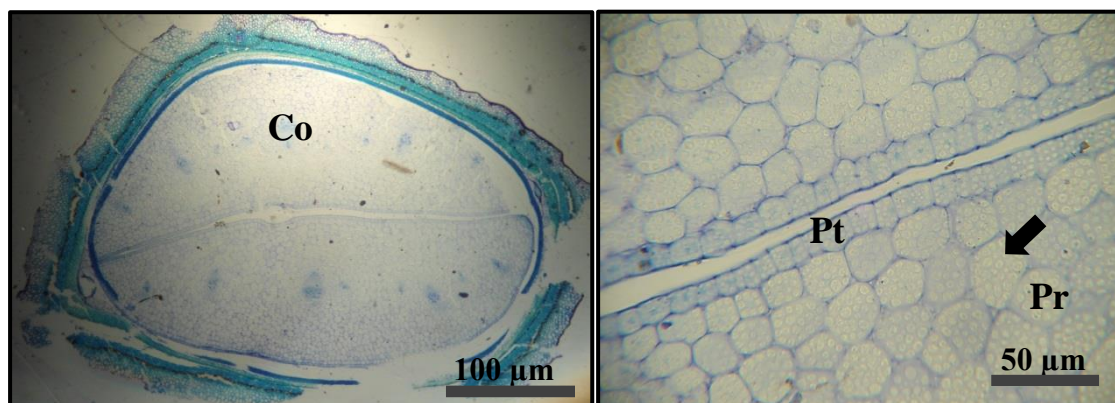


Figura 9. Fotomicrografia de seção longitudinal apresentando o cotilédone (Co) do grão de cártamo (A). Fotomicrografia de seção longitudinal apresentando a protoderme (Pt) e grânulos de amido (Seta) no tecido parenquimático (Pr) do grão de cártamo (B). UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

Na figura 10, é possível observar células ovaladas com tamanho diferentes. É verificado que a região central trata-se de feixes procambiais responsáveis pela formação do cilindro vascular.

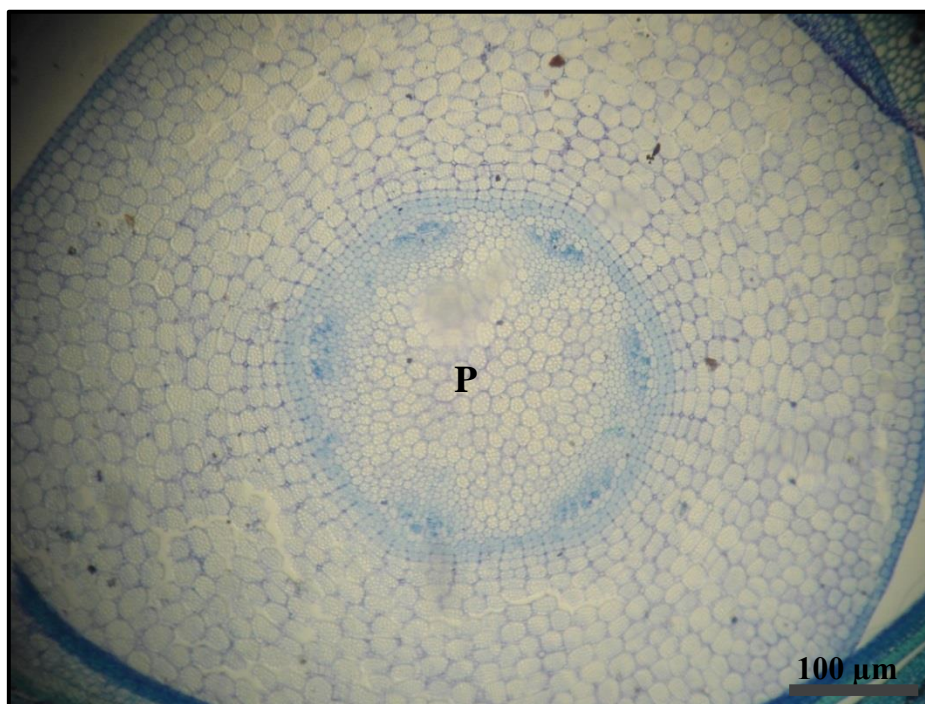


Figura 10. Fotomicrografia de seção longitudinal evidenciando o tecido meristemático de grãos de cártamo (P: procâmbio).UFVJM, Diamantina, MG. 2016.

O conhecimento da estrutura da semente é importante, visto que suas características podem resultar no sucesso da sua germinação e estabelecimento da plântula (Puignau, 1996), além de relevância para diversas áreas de estudo (Souza, 2009), a avaliação da qualidade física e fisiológica dos lotes de sementes é viabilizada com o conhecimento destas estruturas (Brasil, 1980; Delouche et al, 1976).

6. CONCLUSÕES

Os lotes de grãos de cártamo apresentaram qualidade fisiológica baixa, podendo estar relacionada à qualidade sanitária.

A composição centesimal se caracteriza pela presença de elevados teores de extrato etéreo, o que permitiu confirmar a espécie como oleaginosa.

Verificou-se que os grãos de cártamo são ricos em fibras, associando o maior acúmulo devido a presença de uma casca externa.

Os grãos de cártamo apresentam-se como pequenos, tetragonais, eurispérmicos e com o ápice achatado.

As características anatômicas permitiram verificar que os grãos maduros são bitementadas, com uma camada externa maior (testa) em relação à camada interna (tegma).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abud, H. F.; Gonçalves, N. R.; Reis, R. G. E.; Galão, M. I.; Innecco, R. Morfologia de Sementes e Plântulas de Cártamos. **Revista Ciência Agronômica**. vol. 41, nº2. 2010.

Appezato-da-Glória, Beatriz; Carmello-Guerreiro, Sandra Maria (edit.). **Anatomia Vegetal**. il. Viçosa-MG: Editora Universidade Federal de Viçosa. 438p. 2003.

Association Of Official Analytical Chemists – AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists**.12. ed. Washington, 1140p. 1990.

Barroso, G. M.; Morim, M. P.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 443p. 1999.

Belle, R. A; Rocha, E. K; Backes, F. A. A. L; Neuhaus, M; Schawab, N. T. Cártamo cultivado em diferentes épocas de semeadura e densidades de plantas. **Ciência Rural**, v.42, n.12, 2145-2152. 2012.

Beltrati, C.M. **Morfologia e anatomia de sementes**. In: CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, ÁREA DE BIOLOGIA VEGETAL. Apostila. Rio Claro: Departamento de Botânica / Instituto de Biociências /UNESP, 98p. 1995.

Bolzan, R. C. Bromatologia. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/cafw/tecnico_agroindustria/bromatologia.pdf>. Acessado em: Julho de 2016.

Bortolheiro, F. P. A. **Caracterização de linhagem de cártamo (*Carthamus tictorius* L.) em condições de deficiência hídrica e reidratação.** Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho. São Paulo. 2015.

Bothona, C. R. A.; Milach, S. C. K.; Thomé, G. H.; Cabral, C. B.; Tisian, L. M.; MELLOS, G. O. Critérios para avaliação da morfologia do grão de aveia para o melhoramento genético da qualidade física. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 613-618, 1999.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 365p. 2009.

Brasil. Ministério da Agricultura. **Regras Para Análise de Sementes.** Brasília, LANARV/SNAD/MA. 188p. 1980.

Carlson, K. D.; Tookey, H. L. Crambe meal as a protein source for feeds. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.60, p.1979-1985, 1983.

Carvalho, W. T. et al. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. **Pesquisa Agropecuária Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 422-429, jul./set. 2011.

Castro, H. G. *et al.* Teor e composição do óleo essencial de cinco acessos de mentrasto. **Química Nova**, v. 27, n. 01, p. 55-57, 2004c.

Correa, P. C.; Silva, J. S. Estrutura, Composição e Propriedades dos Grãos. In: Juarez de Souza e Silva. (Org.). **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas.** 2ed. Viçosa, MG.: Aprenda Fácil, p. 19-36. 2008.

Copeland, L. O.; McDonald, M.B. **Principles of seed science and technology.** New York: MacmillanPublishingCompany, p. 34-145, 1985.

Dajue, L; Mundel, H. H. **Safflower (*Cartamus tinctorius* L.).** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crop. IPGRI: International Plant Genetic Resource Institute. Rome, 81p. 1996.

Danieli, P. P.; Primi, R.; Ronchi, B.; Ruggeri R.; Rossini, F.; Puglia, S.; Cereti, C. F. The potential role of spineless safflower (*Carthamustinctorius* L.var. *inermes*) as fodder crop in central Italy. **Italian Journal of Agronomy**, v. 6, n. 1, p. 19-22, 2011.

Delouche, L. C.; Stili, T. W.; Raspet, M. & Lienchard, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade de semente.** Brasília, AGIPLAN. 103p. 1976.

El-Lattief, E. A. Evaluation of 25 safflower genotypes for seed and oil yields under arid environment in upper Egypt. **Asian Journal of Crop Science**, Pakistan, v. 4, n. 2, p. 72-79, 2012.

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

Figueiredo, A.C.S. et al. Histoquímica e Cotoquímica em Plantas: Princípios e Protocolos. Disponível em: <<http://cbv.fc.ul.pt/HistoquimicaPP.pdf>>. Acessado em: 27 de Julho.

Fornazieri Junior. **Mamona: uma rica fonte de óleo e de divisas**. São Paulo: Ícone., p.63. 1986.

Galant, N. B.; Santos, R. F.; Silva, M. A. Melhoramento de cártamo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 14-25, 2015.

Giayetto, O., Fernandez, E.M., Asnal, W.E., Cerioni, G.A. and Cholaky, L. Comportamiento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la region de Rio Cuarto. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales. 1999.

Girardi, L. B; Lazarotto, M; Durigon, M. R; Pedroso, D.C; Muller, J; Muniz, M.F.B. Envelhecimento acelerado em sementes de cártamo accelerate ageing in safflower seeds. **Revista da FZVA - Uruguaiana**, v.19, n.1, p.43-54. 2013.

Girardi. L.B. et al. Qualidade de sementes de cártamo colhidas em diferentes períodos de maturação. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 11, Supl. 1, p. S67-S73, 2013.

Goulart, A.C.P. Fungos em Sementes de soja: Detecção e importância. Embrapa, 1997. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39079/1/doc-11-97.pdf>>. Acessado em: Julho de 2016.

Heller, J. **Physical nut (Jatropha curcas L.): promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 66p. 1996.

Hwang, L.S. Sesameoil. In: Shahidi, F. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. v.2, 6.ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 3616p. 2005.

Kelly, F. A.; GEORDE, R.A.T. **Encyclopaedia of seed production of world crops**.England, 403p. 1998.

Konzen, E.R. Análise morfológica, bioquímica e genética do brilho do tegumento em variedades de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Disponível em: <<http://biblioteca.versila.com/2373140/analise-morfologica-bioquimica-e-genetica-do-brilho-do-tegumento-em-variedades-de-feijoeiro-phaseolus-vulgaris-l-morphological-biochemical-and-genetic-analysis-of-seed-coat-shininess-in-common-bean-varieties-phaseolus-vulgaris-l>>. Acessado em: Julho de 2016.

Maguire, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n. 1, p. 176-177, mar./abr. 1962.

Mahasi, M. J., Wachira, F. N., Pathak, R. S. and Riungu T. C. Genetic polymorphism in exotic safflower (*Carthamus tinctorious* L.) using RAPD markers. **J. Plant Bre. and Crop Sci.**, 1: 8-12. 2009.

Marcos Filho, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495p. 2005.

Medeiros, P. T. **Viabilidade técnica do biodiesel metílico do óleo de duas variedades de *Carthamus tinctorius* L. como substituto do diesel de petróleo**. Tese (Mestrado em Química) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

Nazário, P. **Dormência em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): Uma abordagem anatômica, histoquímica e fisiológica**. Tese de Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais. Instituto Nacional de Pesquisas as Amazônia. Manaus, 2011.

Nelson, N. A. Photometric adaptation of somogy method for the determination of glucose. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, v. 153, n.1, p. 375-384, jul. 1944.

O'Brien, P. P; McCully, M. E. The study of plants structure principles and select methods. Thermacarphi Pty. Ltda, Melbourne-Austrália, p.45. 1981.

Oelke, E.A.; et al. Safflower. Alternative Field Crops Manual, 1992.

Oliveira, A. S. **Características Agronômicas e Qualidade de Sementes de Nabo Forrageiro em Função da Densidade de Semeadura e do Espaçamento**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras. 2009.

Oliveira, A.B.; Cassino, M.F.; Gurgel, E.S.C.; Souza, M.A.D.; Carmello-Guerreiro, S.M.; Meira, R.M.S.A. & Mendonça, M.S. Morfoanatomia e histoquímica da semente de sororoca (*Phenakospermum guyannense* (Rich.) Endl. – Strelitziaceae). **Revista Brasileira de Sementes** 34: 280-287. 2012.

Oliveira, D. M. T. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.3, p.413-447, 1999.

Pontim, B.C.A. **Controle de patógenos associados às, sementes de canolas, cártamo, colza e crambe**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados. 2011.

Puignau, J. P.; Cunha, R. da. Conservacion de germplasma vegetal. Montevideo: IICA-PROCISUR, 163p. (IICA.Dialogo,45). 1996.

Queiroga, V. P.; Firmino, P. T.; Freire, R. M. M.; Silva, A. C.; Borba, F. G.; Almeida, K. V.; Sousa, W. J. B.; Jerônimo, J. F. Composição Mineral de Sementes de Gergelim em Diferentes Cores. **In:** Congresso Brasileiro de Mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas energéticas. 2010.

Registro Nacional de Cultivares – RNC. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares>>. Acessado em: Julho de 2016.

Rios, S.A. et al. Influência da cor no perfil de carotenoides de grãos de milho para geração de cultivares biofortificados. Embrapa. 2007.

Sasaki, M. **Lipídios, carboidratos e proteínas de sementes de leguminosas do cerrado.** Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

SASS, J. E. 1951. Botanical microtechnique (2nd. ed.) Ames, Iowa State College Press, 228 p.

Saydut, A.; Duz, M. Z.; Kaya, C.; Kafadar, A. B.; Hamamci, C. Transesterified sesame (*Sesamum indicum* L.) seed oil as a biodiesel fuel. **Biosource Technology**, v.99, i.14, p.6656-6660, 2008.

Silva, L. L.; Paoli, A. A. S. Caracterização morfo-anatômica da semente de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.250-256, 2000.

Silva, R.A.L. et al. Análise histoquímica em sementes de ingá (*Ingacinnamomea Spruceex Benth*). In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves – RS. 2012.

Somogy, M. A. New reagent for the determination of sugars. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, v. 160, n. 1, p. 601-668, jan. 1945.

Souza, L.C.D. Yamashita, M.A.C.C. Qualidade de sementes de arroz utilizadas no norte de Mato Grosso. **Rev. bras. Sementes**. vol.29 no.2 Londrina Aug. 2007.

Trigo, M. F. O. O.; Trigo, L. F. N.; Pierobom, C. R. Fungos associados às sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, PR. v. 19, n. 2, p. 213-217 – 1997.

Ullah, F.; Bano. A. Effect of plant growth regulators on oil yield and biodiesel production of safflower (*Carthamus tictorius* L.). **Brazilian Society of Plant Physiology**, Rio Claro, v. 21, n. 1, p. 27- 31, 2011.

Von de Kamer, S. B.; Van Ginkel, L. Rapid determination of crude fiber in cereal. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 19, n.4, p.239-251, July/Aug. 1952.