

NATASHA BARCHINSKI GALANT

PROFUNDIDADES DE SEMEADURA NA EMERGÊNCIA DE CÁRTAMO
(*Carthamus tinctorius* L.)

CASCVEL
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2017

NATASHA BARCHINSKI GALANT

PROFUNDIDADES DE SEMEADURA NA EMERGÊNCIA DE CÁRTAMO
(*Carthamus tinctorius* L.)

Projeto de dissertação apresentado à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Reginaldo Ferreira Santos

COORIENTADOR: Deonir Secco

COORIENTADOR: Claudio Yuji Tsutsumi

CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada por Rosângela A. A. Silva – CRB 9ª/1810

G144p Galant, Natasha Barchinski
Profundidade de semeadura na emergência de cártamo
(*Carthamus tinctorius L.*) / Natasha Barchinski Galant. — Cascavel –
PR: UNIOESTE, 2017. — 77 p.: il.

Orientador: Reginaldo Ferreira Santos
Coorientador: Deonir Secco
Coorientador: Claudio Yuyi Tsutsumi

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, Campus de Cascavel, 2017
Programa de pós-graduação em engenharia de energia na
agricultura - PPGEA

Bibliografia

1. Energia - Fontes alternativas. 2. Sementes oleaginosas. 3.
Germinação. I. Universidade Estadual do Oeste do Oeste Paraná. II.
Titulo.

CDD 20.ed. 621.47

NATASHA BARCHINSKI GALANT

Profundidades de semeadura na emergência de cártamo (*Carthamus tinctoris* L.)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Biocombustíveis, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



Reginaldo Ferreira Santos
Orientador(a) - Reginaldo Ferreira Santos

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Luciene Kazue Tokura
Luciene Kazue Tokura

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Augustinho Borsoi
Augustinho Borsoi

Faculdade Assis Gurgacz (FAG)

Cascavel, 13 de março de 2017

*“ Ainda se vier, noites traiçoeiras,
Se a cruz pesada for, Cristo estará comigo.
O mundo pode até fazer você chorar,
Mas Deus te quer sorrindo...”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ser o meu sustento nestes dois anos de mestrado.

Agradeço a minha mãe, Jucélia Rosane Rodrigues Barchinski, por todo o apoio e incentivo para mais esta etapa na minha vida.

Ao meu esposo, Maikon Lucian Lenz, que me ouviu por diversas vezes e sempre foi meu porto seguro, me ajudando neste período.

Ao meu orientador e amigo Reginaldo Ferreira Santos, que foi bondoso, conselheiro, paciente e um ótimo orientador.

Ao meu pai, Sergio Galant pelo apoio.

Ao meu professor e amigo Deonir Secco, pelas maravilhosas aulas ministradas, pelos bons conselhos e pelas boas conversas.

Ao meu professor e amigo Flávio Gurgacz, sem ele nada disso seria possível.

Ao meu amigo e bolsista de PIBIC Fernando Kaiser, por toda ajuda nos experimentos, pela amizade e boa vontade.

A minha amiga e professora Luciene Tokura, que compartilhou comigo seus conhecimentos.

Aos professores do Programa de Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura, que agregaram conhecimento nesta trajetória.

Ao Sr. Dário, que esteve sempre disposto para me ajudar nos experimentos.

Ao Iapar e ao professor Luiz Antônio Zanão Júnior, que me forneceram análises de solos solicitadas.

As financiadoras Fundação Araucária e CAPES, que concederam a bolsa de estudos fazendo parte fundamental deste projeto.

Ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) pelo fornecimento dos dados.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, que mantém este programa de mestrado oportunizando incentivo à ciência e ao conhecimento.

Por fim de uma maneira simples e honesta, a todos que me ajudaram direta ou indiretamente neste processo, recebam meu muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema explicando a trajetória a ser tomada dependendo da classe da cultura escolhida para a produção de biocombustível.	7
Figura 2. Esquema representativo das unidades experimentais.	22
Figura 3. Experimento montado em ambiente protegido.	22
Figura 4. Condições ambientais da estufa durante os 31 dias de experimento, seguindo com médias de temperatura e umidade relativa e precipitações.	23
Figura 5. Curva de retenção de água no solo, realizada pelo software SWRC Fit.	25
Figura 6. Representação do experimento em campo, em que cada bloco conteve 6 profundidades para cada genótipo.	26
Figura 7. Experimento montado em campo.	26
Figura 8. Leitura diária dos tensiômetros, juntamente com a evaporação do mini tanque e as precipitações.	27
Figura 9. Condições ambientais durante o experimento, demonstrando a temperatura média, umidade relativa do ar e precipitações.	27
Figura 10. Porcentagem de emergência dos quatro genótipos de cártamo em função das cinco profundidades de sementeiras, em ambiente protegido.	33
Figura 11. Índice de velocidade de emergência (IVE) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de sementeiras, em ambiente protegido.	36
Figura 12. Velocidade média de emergência (VME) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de sementeiras.	37
Figura 13. Porcentagem de emergência (E) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de sementeiras em campo.	43
Figura 14. Índice de Velocidade de Emergência (IVE) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de sementeiras.	44
Figura 15. Tempo médio de emergência (TME) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de sementeiras.	46
Figura 16. Velocidade média de emergência (VME) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de sementeiras.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise química do solo na camada de 0 – 0,2 m.....	25
Tabela 2. Valores médios para a porcentagem de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME).	30
Tabela 3. Valores médios de Porcentagem de emergência (E), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Tempo médio de Emergência (TME) e Velocidade Média de Emergência (VME) para as profundidades estudadas.	32
Tabela 4. Médias das características morfológicas da altura da planta (AP), comprimento de caule (CR), diâmetro de caule (DC), massa fresca da planta (MFP), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da planta (MSP), para os genótipos.	38
Tabela 5. Médias das características morfológicas, altura da planta (AP), comprimento de caule (CR), diâmetro de caule (DC), massa fresca da planta (MFP), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da planta (MSP), para as profundidades.	39
Tabela 6. Valores médios para a porcentagem de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME), para os genótipos.	40
Tabela 7. Valores médios para a porcentagem de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME), para as profundidades.	41
Tabela 8. Médias para os dados morfológicos, altura da planta (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro de caule (DC), massa fresca da planta (MFP), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da planta (MSP), para os genótipos.	48
Tabela 9. Médias para os dados morfológicos, altura da planta (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro de caule (DC), massa fresca da planta (MFP), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da planta (MSP), para as profundidades.	49

GALANT, Natasha Barchinski, Ma. Unioeste, Março, 2017. **Profundidades de sementeira na emergência de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)**. Reginaldo Ferreira Santos. Coorientadores: Deonir Secco, Claudio Yuji Tsutsumi.

RESUMO

Há uma procura por energias alternativas, principalmente para a substituição dos combustíveis fósseis. Neste sentido existem diversas opções, como energia fotovoltaica, eólica, geotérmica, hidráulica e uso de culturas energéticas. Quanto a isso existe uma cultura nova no mercado o cártamo que tem alto teor de óleo em suas sementes. O seu óleo é rico em ácidos oleico e linoleico e pode ser aproveitado com fim terapêutico, alimentício e ainda ser usado para a produção de biocombustíveis. Embora seja uma planta conhecida há muitos anos pelas civilizações antigas, não existem muitos estudos sobre sua fisiologia principalmente no que se refere a testes germinativos. Com este fim, este trabalho tem como objetivo avaliar a germinação de quatro diferentes genótipos de cártamo em seis profundidades de sementeira. O experimento foi realizado no campo experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Cascavel, sendo dividido em duas etapas: em ambiente protegido e a campo. Em ambiente protegido as unidades experimentais constituíam-se de vasos com diâmetro de 0,10 m e com 0,20 m de altura, mantendo lamina de água 0,05 m. Utilizando 10 sementes por vaso, sendo preenchidos com substrato composto com vermiculita e macronutrientes. Para o campo, as unidades experimentais foram divididas em 3 blocos, nestes blocos constituíam-se de linhas com 1,50 m, alocadas com 30 sementes espaçadas em 0,05 m, com espaçamento entre linhas de 0,30 m, totalizando blocos de 6 m por 1,8 m. Para as análises fora realizado um fatorial de 5x4, com quatro repetições sendo 5 profundidades (0,02, 0,04, 0,06, 0,08 e 0,10 m) e 4 genótipos. Tendo analisados porcentagem, índice de velocidade, tempo médio e velocidade média de emergência e características morfométricas da planta. Altas taxas de emergência foram observadas para as menores profundidades de sementeira, tendo variação de 60 a 80%. Nas maiores profundidades as médias ficaram abaixo de 50%. Na profundidade de 0 m não houve emergência para ambos os locais. Para o IVE as médias variaram de 0,47 a 1,34 sementes por dia para o ambiente protegido e 2,26 para 16,42 sementes por dia para o experimento em campo. Para os genótipos o IMA-2103 68% e 60%, para ambiente protegido e campo. O IVE ficou em 1,12 e 9,69 sementes ao dia. Sendo assim para ambos os locais o genótipo IMA-2103 teve o melhor desempenho para os índices avaliados. As profundidades indicadas para plantio são 2 e 4cm.

PALAVRAS – CHAVE: genótipos; germinação; cultura energética.

GALANT, Natasha Barchinski, Ms. Unioeste, March, 2017. **Sowing depths in emergence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) emergence.** Reginaldo Ferreira Santos. Coorientadores: Deonir Secco, Claudio Yuji Tsutsumi.

ABSTRACT

There is a demand for alternative energies, especially for a substitution of the fossil fuels. In this sense there are several options, such as photovoltaic, wind, geothermal, hydraulic and energy crops. The safflower, a new culture in the market that has high oil content in its seeds. Its oil is rich in oleic and linoleic oxides and can be approved for therapeutic purposes, food and still be used for a biofuel production. Although a plant known for many years by ancient civilizations, there are not many studies on its physiology especially with regard to germinative tests. For this purpose, this work aims to evaluate the germination of four different types of safflower at six seeding depths. The experiment was carried out in the experimental field of the Western Paraná State University, in Cascavel, being divided in two stages: in protected environment and field. In protected environment the experimental units were constituted of vessels with diameter of 0.10 m and with 0.20 m of height, maintaining 0.05 m of water sheet. Using 10 seeds per pot, being filled with substrate composed of vermiculite and macronutrients. For the field, the experimental units were divided into 3 blocks consisting of lines with 1.50 m, with 30 seeds spaced at 0.05 m, with 0.30 m of spacing between rows, totaling 6.0 m by 1.8 m blocks. In the analyzes, a 5x4 factorial was performed, with four replicates of 5 depths (0.02, 0.04, 0.06, 0.08 and 0.10 m) and 4 genotypes. Having analyzed the percentage, speed index, mean time, means of emergence and morphometric characteristics of the plant. High emergence rates were observed for smaller seeding depths, ranging from 60 to 80%. At the deepest seedings, the averages were below 50%. At the depth of 0 m there was no emergency for both sites. For IVE the averages ranged from 0.47 to 1.34 seeds per day for the protected environment and 2.26 to 16.42 seeds per day for the field experiment. For genotypes the IMA-2103 68% and 60%, for protected environment and field. The IVE was 1.12 and 9.69 seeds per day. Thus, for both sites, the IMA-2103 had the best performance for the indices evaluated. The depths indicated for planting are 2 and 4cm.

KEYWORDS: genotype; germination; energy crop.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Culturas energéticas e seu papel na produção de biocombustíveis	4
2.2. Características da cultura do cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.).....	8
2.3. Qualidade das sementes.....	12
2.4. Teste de germinação.....	14
2.5. Profundidade de semeadura	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Localização do experimento.....	21
3.2. Descrição do experimento e delineamento experimental.....	21
3.2.1. Origem das sementes.....	21
3.2.2. Ambiente protegido.....	21
3.2.3. Em Campo.....	23
3.3. Avaliação das plantas de cártamo	28
3.4. Coleta de dados e análises estatísticas	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Ambiente controlado	30
4.2. Em campo	40
5. CONCLUSÕES.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

O incentivo para a obtenção de energias alternativas está relacionado com o aumento da população mundial e a crise energética. A solução está em produzir alternativas, viáveis energética e economicamente sustentáveis, que não prejudiquem o meio ambiente.

Esta energia limpa pode apresentar-se de diversas formas, como energia fotovoltaica, energia eólica, geotérmica, hidráulica, solar e através das biomassas. Esta última tem se desenvolvido muito nos últimos anos devido ao aumento da procura pelos biocombustíveis (LOURENÇO; JANUÁRIO, 2011). Para alguns autores, como Ferrari, Oliveira e Scabio (2005) e Schutz, Massuquetti e Alves (2013) este aumento se deve ao fato de fontes poluidoras, como os combustíveis fósseis, eliminarem gases responsáveis pelo efeito estufa.

As grandes motivações para a produção de biodiesel são os benefícios sociais e ambientais que o novo combustível pode trazer. Para o Brasil, por exemplo, um dos benefícios econômicos é a redução da importação de óleo diesel (LIMA, 2004). A redução da dependência do petróleo pode minimizar os efeitos dos gases de emissão veicular e reduzir o preço dos combustíveis fósseis (LEITE; LEAL, 2007; LOURENÇO; JANUÁRIO, 2011).

O biodiesel é então um substituto do óleo diesel, sendo ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos adquiridos a partir da reação de transesterificação de triglicerídeos. Essa reação consiste na reação de gorduras presentes nos óleos vegetais ou gorduras animais juntamente com o álcool em presença de um catalisador (FERRARI, OLIVEIRA E SCABIO, 2005; PINTO et al., 2005). Além do mais o Brasil, tem certa vantagem frente a outros países, pois possui diversas espécies oleaginosas possíveis de serem utilizadas como matéria prima para a produção de biodiesel (SANTOS; SILVA, 2015; FERRARI, OLIVEIRA E SCABIO, 2005). Ademais o biodiesel pode ser produzido com óleos de frituras e de gordura do sebo bovino, diminuindo os riscos de poluição ambiental (SUAREZ et al., 2007; COSTA NETO et al., 2000).

Com esta finalidade o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) se apresenta como alternativa para a produção de biodiesel em razão do potencial de produção de óleo de suas sementes que pode chegar a 45% (GUERRA; FUCHS, 2009; NOSHEEN et al., 2011) e por se adaptar a diversos climas e solos (SANTOS; SILVA, 2015; BAGHERI; SAM-DAILIRI, 2011; SOUZA, et al., 2010).

O cártamo tem origem provavelmente na Ásia e África (ASHRI; KNOWLES, 1960; DAJUE; MÜNDEL, 1996). A faixa de temperatura ideal para o cultivo dessa oleaginosa varia entre 20°C a 35°C (CORONADO, 2010), exigindo em média de 300 a 600 mm de chuva por ciclo vegetativo (EMONGOR, 2010), todavia a cultura suporta altos períodos de déficit hídrico. Sua produção varia de acordo com a disponibilidade de nutrientes e água, mas a média por hectare é de uma a três toneladas com a população de 180 a 250 mil plantas (ROCHA, 2005; VIVAS, 2002). Outra vantagem é que esta semente não possui dormência (DAJUE; MUNDEL, 1996)

Por mais que essa cultura seja resistente a longos períodos de estresse, tem a fase germinativa como a mais sensível, de acordo com Mohammed, Benbella e Talouizete (2002) a salinidade na germinação diminuiu a porcentagem e aumentou o tempo médio. Outro fato importante segundo Mündel et al. (2004), é a elevada variação de quantidade de semente postas a germinar, que deve ser de 10 a 45 kg ha⁻¹, dependendo da região, a fim de garantir a germinação.

Após a maturação, a semente passa por um período no qual o embrião permanece em latência. O ressurgimento dessas atividades recebe o nome de germinação e assim há um crescimento que abrange aumento em número e tamanho das células e diferenciação de tecidos (TOLEDO, 1977). Neste meio há o rompimento do tegumento da semente pela protrusão de uma das partes do embrião com posterior emergência da plântula no solo (BORGHETTI; FERREIRA, 2004; NASSIF et al., 1998).

A retomada do crescimento para a germinação da semente é dependente de muitos fatores internos e externos, entre os fatores externos três são particularmente importantes: água, oxigênio e temperatura (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001) e para determinar esses fatores tem-se utilizado os testes de germinação.

A fim de que se possa conhecer mais sobre a qualidade de diferentes lotes de sementes ou avaliar aspectos fisiológicos iniciais das culturas tem-se utilizado esses

testes que são opções rápidas e consiste em submeter as sementes a diversos fatores ambientais e verificar sua resposta, neste caso, pode-se observar as causas de dormência, conhecimentos morfológicos, acompanhar o desenvolvimento do embrião e da plântula, determinação de taxa de semeadura entre outros fatores (MATOS, 2009; (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; BASKIN; BASKIN, 1998). Há também os testes de vigor, que podem ser realizados juntamente com o teste de germinação em que este proporciona estimativa de desempenho das sementes (BHERING et al., 2003; MARCOS FILHO, 1999).

Dentre os fatores estudados para o teste de germinação, a profundidade de semeadura merece destaque pois a germinação precisa ser rápida e uniforme. Se a semeadura for muito profunda há dificuldade para emergência da plântula aumentando a possibilidade de patógenos atacarem a semente, no entanto, se a semeadura for muito rasa, fica à mercê de animais, danos devido a irrigação e exposição da raiz primária (CARDOSO et al., 2008; MARCOS-FILHO, 2005; MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999; JELLER; PEREZ, 1997).

Portanto a profundidade adequada precisa ser definida com clareza, principalmente para a cultura do cártamo que é nova no país e não se tem estudos adequados para este fim. A fim de proporcionar conhecimento sobre o cártamo nos estágios iniciais, este trabalho tem como objetivo avaliar a emergência de quatro genótipos em diferentes profundidades de semeadura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Culturas energéticas e seu papel na produção de biocombustíveis

A questão dos recursos energéticos é consenso mundial principalmente no que se refere a um contínuo suprimento de energia que pode propiciar um maior crescimento econômico e qualidade de vida, atingindo estudiosos, autoridades, empresários e consumidores. O crescimento da demanda de energia tem pressionado o desenvolvimento de novas tecnologias eficientes e a diversificação da fonte de suprimento, em particular as energias renováveis (MASIERO; LOPES, 2008).

A busca pelos biocombustíveis varia de um país para outro ao longo do tempo por diversas razões. Leite e Leal (2007) determinam que existem três razões principais: (1) diminuição da dependência do petróleo por razões de segurança de suprimento; (2) minimização dos efeitos das emissões veiculares na poluição local e (3) controle de concentração dos gases do efeito estufa. Já Lourenço e Januário (2011) afirmam que a busca se deve aos elevados preços dos combustíveis fósseis devido ao aumento do consumo, diminuição de reservas, preocupação mundial com a segurança energética e as alterações climáticas causadas pelo aumento das emissões de gases no efeito estufa.

O biodiesel reduz óxidos de enxofre proporcionalmente a quantidade misturada no óleo diesel. Outro ponto a ser considerado é que ocorre uma significativa diminuição das emissões de materiais particulados quando há mistura de 20% de biodiesel ao combustível fóssil. Ademais o uso desse tipo de combustível diminui as emissões de hidrocarbonetos poliaromáticos, responsáveis pelo desenvolvimento de vários tipos de câncer (BERMANN, 2008; KNOTHE, DUNN; BAGBY, 2003).

A produção de biodiesel no Brasil aconteceu na década de 70, após o advento do Proálcool, apesar de que o Brasil já utilizava o etanol como combustível desde a década de 20. Assim surgiram vários programas de desenvolvimento de energias renováveis, de economia de energia, incentivo ao uso de energia nuclear, do gás natural e do carvão mineral. A motivação do governo para lançar o Proálcool foi o peso do petróleo na balança de pagamento do país, que importava mais de 80% do que consumia (LEITE; LEAL, 2007).

Porém foi apenas em 2001 que o mercado de etanol, no Brasil, foi totalmente desregulamentado passando a valer a livre competição entre os produtores, assim o governo não mais estabelecia preços e cotas, já em 2002 começou uma nova elevação nos preços do petróleo o que alavancou novamente o interesse do carro a álcool. As montadoras de veículos passaram a trabalhar com o desenvolvimento do motor flexível ao combustível que poderia operar tanto com gasolina quanto com etanol, os chamados motores “flex” (*Flex Fuel Vehicle*). Em relação a situação atual brasileira pode-se afirmar de que a produção de etanol está consolidada podendo crescer mais na substituição da gasolina devido à volatilidade dos preços do petróleo (LEITE; LEAL, 2007).

Já a regulamentação brasileira para a produção e uso de biodiesel foi implementada a partir da Lei nº11.097 de 13 de janeiro de 2005 em que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e que rege vários dispositivos como alterações nas atribuições da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) na comercialização dos biocombustíveis. Com isso o Decreto nº5.448 de 20 de maio de 2005, regulamentou esta lei e fixou em 2% o percentual da mistura de biodiesel de caráter obrigatório autorizando maiores percentuais de mistura para uso de geradores, locomotivas, embarcações e frotas veiculares cativas (BERMANN, 2008).

Pelo fato do Brasil ser um país com grande extensão territorial que tem ótimas condições edafoclimáticas, apresenta grande capacidade para a produção de biomassa para fins alimentares, químicos e energéticos. Com isso a região semiárida pode adotar lavouras de culturas energéticas baseadas em sequeiro, como a mamona que se apresenta viável pois suporta o clima e a seca dessa região (LIMA, 2004). Mais recentemente estudos de Santos e Silva (2015) demonstram a possibilidade de adotar o cártamo para esta região seca. Além do mais a produção de biodiesel é estratégica para o Brasil, pois pode significar uma grande revolução no campo, principalmente no Norte, gerando emprego, renda e desenvolvimento para todo o país (LIMA, 2004).

Para a produção de biocombustíveis a partir de culturas com propriedades de interesse, tem-se estudado diversas culturas como as amiláceas, triticales (*Triticosecale Wittmack*) e centeio (*Secale cereale*), e as sacarinas, como a cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) e o sorgo (*Sorghum bicolor*), que podem produzir bio-etanol de primeira

geração, como pode ser observado na Figura 1. As que fornecem material lenho celulósicos, como a gramínea miscanto (*Miscanthus sp.*) e em estudo ainda o salgueiro (*Salix viminalis L.*) e o eucalipto (*Eucalyptus sp.*), que podem dar origem ao bio-etanol de segunda geração através dos processos químicos de transformação que visam liberar os açúcares dos constituintes das paredes celulares que posteriormente são submetidos a fermentação e destilação para a produção de bio-etanol de fato. Este material lenho celulósico pode ser submetido a diversas tecnologias de transformação que incluem a pirolise, gaseificação, liquefação e a combustão direta (LOURENÇO; JANUÁRIO, 2011; LEITE; LEAL, 2007).

O biodiesel é constituído de ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos, formados pela transesterificação de triglicerídeos com álcool de uma cadeia curta, metanol ou etanol (RINALDI et al., 2007). Pode ser obtido a partir de gorduras animais e resíduos industriais e domésticos ou a partir a extração de propriedades específicas de cada cultura, como o óleo de espécies oleaginosas (EXPEDITO, 2003; LOURENÇO; JANUÁRIO, 2011). Para que seja adequado para o uso no Brasil, o biodiesel deve atender às especificações contidas na resolução ANP 42 de 24/11/2004 da Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2004).

Difundido mundialmente tem-se como opção o uso de sementes oleaginosas que fornecem a matéria prima, o óleo, para a produção de biodiesel que é obtido a partir do processo de transesterificação. Dentre as culturas mais utilizadas tem-se a colza (*Brassica napus*), o girassol (*Helianthus annuus*), soja (*Glycine max*), mamona (*Ricinus communis L.*) e mais recentemente estudado o cártamo (*Carthamus tinctorius*) (COYLE, 2007).

Segundo Guerra e Fuchs (2010) o óleo vegetal, em estado natural, é pouco conhecido como combustível para motores, mas seu uso está se intensificando nos motores a diesel, desenvolvidos ou convertidos para este fim. Ao contrário da gasolina e o diesel, que são derivados do petróleo, os óleos vegetais são renováveis, podendo ser produzidos em vários países e sob as mais diversas condições. Conseqüentemente é um combustível de baixo custo, não é volátil e tem ponto de fulgor em torno de 200°C, não sendo inflamável e nem explosivo, podendo ser armazenado sem riscos por longos períodos, além de que é biodegradável não prejudicando a terra, o ar e nem a água.

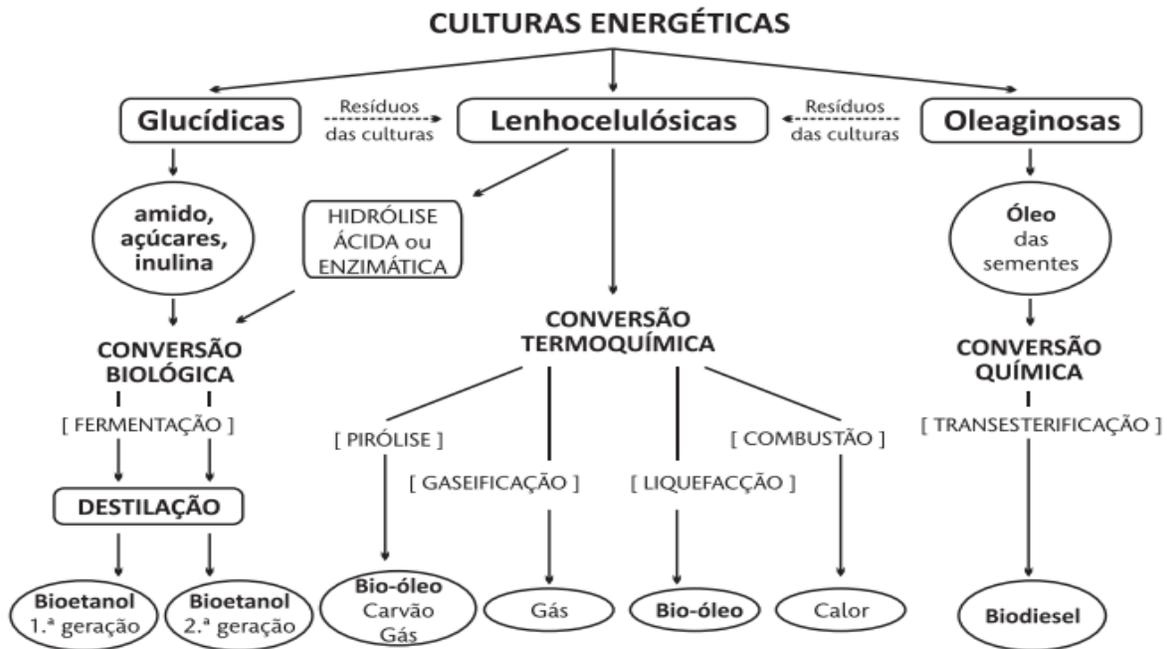


Figura 1: Esquema explicando a trajetória a ser tomada dependendo da classe da cultura escolhida para a produção de biocombustível.

Fonte: LOURENÇO; JANUÁRIO (2011).

A principal matéria prima para a produção de biodiesel no Brasil é a soja, a qual sua tecnologia de produção já é bem desenvolvida e ocupa quase 31 milhões de hectares no país (IBGE, 2014). A soja, segundo Leite e Leal (2007), é uma boa opção do ponto de vista econômico e de disponibilidade, porém é ruim quando se olha pelo balanço energético, ocupação de terras e da inclusão social. Porém todo país que inicia um programa de biocombustíveis baseia-se nas opções em pleno desenvolvimento comercial como é o caso da soja no Brasil.

No Brasil, a soja foi responsável por 69,2% das fontes oleaginosas utilizadas para a produção de biodiesel em 2014, seguido pelo sebo bovino com 17% (BRASIL - EPE, 2015). Porém tem-se buscado novas alternativas, principalmente as que se adaptam ao semiárido brasileiro, como óleos de amendoim (*Arachis hypogaea*), canola (*Brassica napus*), crambe (*Crambe abyssinica*), dendê (*Elaeis guineenses*), girassol (*Helianthus annuus*), pinhão manso (*Jatropha curcas*), mamona (*Ricinus communis*) e cártamo (*C. tinctorius*) (MOURAD, 2006; SLUSZZ; MACHADO, 2006). Nos casos mais simples os óleos vegetais são obtidos através do esmagamento de grãos e prensagem a frio em que os materiais suspensos são separados do óleo pela sedimentação. Na Tabela 1 tem-se

as estimativas do teor de óleo de algumas espécies cultivadas utilizadas para a produção de biocombustível (GUERRA; FUCHS, 2010).

Tabela 1. Estimativas do teor de óleo de espécies utilizadas para a produção de biocombustíveis

Espécie	Teor de óleo (%)	Espécie	Teor de óleo (%)
Algodão	15 – 25	Pinhão-manso	38 – 45
Soja	18 – 22	Dendê	45 – 50
Tungue	30 – 35	Canola	40 – 50
Linhaça	30 – 48	Mamona	40 – 50
Cártamo	35	Amendoim	40 – 50
Nabo forrageiro	35 – 50	Gergelim	50 – 55
Girassol	35 – 52	Babaçu	55 – 65

Fonte: Adaptado de GUERRA; FUCHS (2009).

Para este fim o cártamo (*Carthamus tinctorius* L) tem tido grande destaque entre as culturas pela adaptabilidade a diversas condições e pela qualidade do seu óleo (SOUZA et al., 2010). A quantidade de óleo varia de acordo com os a genéticas e as condições edafoclimáticas, assim Beraldo et al. (2009) encontraram cerca de 22%, enquanto Guerra e Fuchs (2009) e Nosheen et al. (2011) obtiveram valores de 35 e 45% respectivamente.

Segundo Medeiros (2011), o óleo de cártamo demonstrou boas condições para um bom rendimento à reação de transesterificação, conseqüentemente a relação sob a mistura ideal entre o biodiesel com o diesel de petróleo foi a B20 (20% de biodiesel e 80% de diesel) pois apresentou menor consumo, não demonstrou déficit de potência e sua fumaça foi menos fuliginosa.

2.2. Características da cultura do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)

O cártamo é cultivado há mais de dois mil anos, para diversos fins e hoje está presente em todos os continentes (SILVA, 2013), por mais que seja pouco difundida no Brasil. Possui alto valor econômico devido as diversas formas de utilização, tanto como

planta ornamental quanto o seu óleo que pode ser usado como óleo comestível ou óleo industrial, sua semente pode também ser utilizada na alimentação de pássaros, farelo na alimentação de ruminantes e pode também ser utilizado como planta medicinal (MÜNDEL et al., 2004; EKIN, 2005; SILVA et al., 2014).

Tem origem na Ásia e África, com prováveis centros de origens na Índia, Afeganistão e Etiópia (ASHRI; KNOWLES, 1960; DAJUE; MÜNDEL, 1996). Mas foi somente no século passado que ele começou a se expandir para o restante do mundo, devido a quantidade e qualidade do seu óleo valorizada para fins alimentares e industriais (SEHGAL; RAINA, 2005). Somente nos últimos anos que a cultura tem ganhado espaço em outros países (SILVA, 2013; SABZALIAN et al., 2009).

Sua distribuição mundial atualmente é feita através dos bancos de germoplasmas espalhados pelo mundo, como no caso da Índia que possui o *Germplasm Manegement Unit* e tem média de 7.300 acessos de cártamo, nos EUA 2.300 acessos são guardados no *Western Regional Plant Introduction Station*, a China possui o *Safflower Research Group Beijing Botanical Garden*, terceiro maior banco de germoplasma mundial e no Brasil o cártamo é distribuído pelo Instituto Mato-grossense do Algodão, acessos estes que vieram dos EUA (SIGH; NIMBKAR, 2006; MÜNDEL; BERGMAN, 2009; SILVA, 2013).

O cártamo, conhecido popularmente como açafão ou açafão bastardo, tem como nome científico *Carthamus tinctorius*, em que “*carthamus*” vem do árabe “*kurthum*” que por sua vez vem do hebraico “*kartami*” que significa tingir. Na antiguidade ele era usado como chá medicinal e corante, porém perdeu seu mercado com o surgimento das anilinas. Há relatos de que foram encontradas guirlandas feitas de flores de cártamo na tumba de Tutancâmon (AHMED et al., 2007).

A Cultura pertence a ordem Synandrales, à família Asteraceae, a mesma do girassol (SEHGAL; RAINA, 2005), a subfamília Tubulifloras da tribo Cinereas do gênero *Carthamus* e espécie *tinctorius* (OMIDI et al., 2012). É uma herbácea, anual, de caule ereto, ramificado com altura oscilando entre 0,3 m e 1,50 m (DAJUE; MÜNDEL, 1996). Seu sistema radicular pivotante é bastante desenvolvido, pois sua raiz penetra profundamente o solo e pode atingir até 3 m de profundidade, demonstrando que essa cultura é capaz de suportar altos períodos sob estresse hídrico (OMIDI et al., 2012;

DAJUE; MÜNDEL, 1996). Autores como Santos e Silva (2015) e Silva (2013) afirmam que esta cultura, devido a estas características, pode ser uma boa opção para regiões semiáridas ou áridas.

Sua semente tem característica eurispérmica, pois tem o formato irregular com a base arredondada e o ápice achatado tendo normalmente 6,8mm de comprimento, 4,2mm de altura e 3,3mm de espessura. A coloração é branca amarelada quando seca e quando hidratada é acinzentada (ABUD et al., 2010a). Para Mündel et al. (2004) a taxa de germinação varia de uma a três semanas, dependendo da temperatura e umidade do solo. Já para Oelke et al. (1992) o intervalo é de 3 a 8 dias após a semeadura.

O cártamo apresenta o ciclo relativamente longo, que em períodos frios (ciclo do inverno) o cultivo pode demorar 240 dias, porém sob temperaturas mais elevadas seu ciclo pode durar de 110 a 150 dias (OELKE et al., 1992; CORLETO et al., 1997), em que a fase de floração dura de 14 a 21 dias (MÜNDEL et al., 2004). Já Herdrich (2001) afirma que o ciclo reprodutivo é de 130 a 140 dias, sendo possível duas colheitas durante o ano e Kaffka e Kearney (1998) observaram que na região do México o ciclo variou de 140 a 170 dias. Ainda segundo Coronado (2010) o ciclo desta oleaginosa depende do genótipo em que pode variar de 137 a 190 dias.

Possui diversas ramificações que são classificadas como primárias, secundárias e terciárias, no qual surge uma inflorescência denominada capítulo, este é influenciado pelo ambiente, genótipo ou o tipo de manejo (BELLÉ et al., 2012). Cada capítulo tem cerca de 30 ou mais sementes, que amadurece dentro de 30 a 35 dias da floração (MÜNDEL et al., 2004). Arantes (2011) colheu sementes de cártamo com 159 dias e sua produção média foi de 2,9 t ha⁻¹.

O interesse por essa cultura vem crescendo, pois o óleo produzido pela semente do cártamo é nutritivo e pode ser utilizado de diversas formas, possui cerca de 35% a 45% de óleo, (MORAIS, 2012; NOSHEEN et al., 2011), composto por ácidos insaturados oleico e linolênico e ácidos graxos saturados palmítico e esteárico (YEILAGHI et al., 2012).

Mundialmente a utilização do cártamo é como óleo comestível, em alguns casos é usado para óleo industrial, sua semente pode ser utilizada para alimentação de pássaros além de que a torta pode ser usada para alimentação de gados. Para as populações

antigas o cártamo estava estritamente relacionado a tintura de tecidos, devido a coloração de suas flores, e culinária (SALAMATI; ZEINALI, YOUSEFI, 2011; SHABANA et al., 2013).

Na Ásia as folhas novas de cártamo são utilizadas como salada, além de que na medicina tradicional chinesa utiliza-se para tratar doenças como a trombose cerebral, esterilidade masculina, reumatismo, bronquite, indução de parto e como chá tônico para revigorar a circulação e coração (OYEN; UMALI, 2007; EKIN, 2005). Pode ser utilizado também como composto para medicamento que funcionam sob dor e inchaço associados com traumas (OYEN; UMALI, 2007). Ainda relacionado a nutrição humana o cártamo tem alto teor oleico no seu óleo que é de fundamental importância para dietas de baixo consumo de triglicerídeos (DAJUE; MÜNDEL, 1996; FLYNN, 2001).

No que tange aos grupos químicos o cártamo contém óleos, proteínas, minerais, compostos fenólicos, flavonoides, alcaloides, ácidos carboxílicos, polissacáridos, esteróides e quinonas esses compostos têm diversas funções farmacológicas como ação na circulação, como anticoagulante, auxílio no sistema reprodutivo e gastrointestinal, antioxidante dentre outros efeitos (AL-SNAFI, 2015).

Além disso o teor linoleico facilita para fins industriais como para a preparação de vernizes, biodiesel e surfactantes. Outra característica é que esse óleo é muito estável em altas temperaturas e produz pouca fumaça durante a fritura (DAJUE; MÜNDEL, 1996; BERGMAN). No Canadá as indústrias tem investido em pesquisas para fins de cosméticos (MÜNDEL et al., 2004).

Quando usada como feno ou silagem, possui alto valor nutricional e rendimento similar ao da alfafa (SMITH, 1996). Segundo Corleto et al. (1997) no início do florescimento a matéria seca está em média de 16 a 20% chegando a 7mg ha^{-1} com cerca de 9% e 30% de proteína e fibra, respectivamente. Além do mais suas sementes são ricas em minerais como o zinco, cobre, manganês e ferro; e vitaminas como a tiamina e o β -caroteno; tocoferóis α , β e γ (CAMAS; CIRAK; ESENDAL, 2007). Referente a salinidade de seca, Lichston et al. (2010) observaram o potencial do que a cultura tem adaptações anatômicas contra perda de água como cutícula espessa e presença de mucilagem, é uma cultura apta ao cultivo em lavoura xerófila.

No que se refere a doenças o cártamo, é susceptível a diversos tipos de doenças seja de fungos, bactérias vírus ou estresses ambientais, são cerca de 57 agentes patogênicos. Dentre esses, a mancha *Alternaria carthami* e a murcha *Fusarium oxysporum* são os mais devastadores, podendo causar perdas de 13 a 49%. Porém, assim como em outros quesitos, o melhoramento do cártamo para resistência a doenças ainda é muito falível e não se tem novidade sobre alguma cultivar resistente (SINGH; NIMBKAR, 2006; MÜNDEL et al., 2004). Porém Mündel et al. (2004) indicam algumas alternativas para se realizar antes de plantar para evitar o aparecimento de doenças, como: escolher cultivares bem adaptadas, escolher sementes limpas e com aparência saudáveis, semear em solo bem preparado, não semear cártamo depois de cártamo, fertilizar e controlar ervas daninhas.

Contudo, mesmo que o cártamo seja uma planta produtiva e com alta capacidade de adaptação, ele ainda tem pouca expressão no mercado brasileiro. Isso pode ser devido à falta de conhecimento sobre a cultura, suas técnicas de cultivos ou sobre o seu mercado consumidor. Se comparado com outras culturas, o cártamo tem seu potencial pouco explorado, e para isso são necessários estudos relacionados com a fisiologia do cártamo, a fim de que, se possa investir em respostas da cultura aos fatores climáticos em diferentes regiões do país (BORTOLHEIRO, 2015).

2.3. Qualidade das sementes

A noção de “vigor” surgiu nos primórdios da humanidade, quando o homem percebeu que a partir de uma observação mais atenta em indivíduos da mesma espécie apresentam taxas de desenvolvimento diferentes, o que leva a uma classificação, como “fortes” ou “fracos”. De forma muito natural, a noção de “vigor”, relacionada à germinação, foi desenvolvida já que de uma amostra posta para germinar resultam em plântulas com diferenças marcantes quanto a velocidade de crescimento e desenvolvimento atingido (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

O teste de qualidade de sementes, ou de vigor, é uma forma rápida de denominar o potencial fisiológico das sementes (HOSOMI, 2009). Em programas de qualidade das sementeiras testes rápidos são ferramentas essenciais e por isso tem merecido atenção

dos tecnologistas, produtores e pesquisadores. Com isso há o refinamento de materiais que proporcionem maior segurança para os fins de semeadura e armazenamento (MCDONALD, 1998).

Para se determinar a qualidade de um lote de sementes pode-se também utilizar o teste de germinação, que determina o potencial germinativo das sementes para diversos fins (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), porém este apresenta algumas desvantagens como a demora do teste dependendo da cultura escolhida. O vigor é um atributo apenas de sementes capazes de germinar, então o teste de vigor é utilizado para avaliar um ou mais efeitos de deterioração sobre o potencial de desempenho de sementes (DELOUCHE, 2002).

Podem ser classificados como testes diretos e indiretos, bioquímicos e fisiológicos, para Delouche (2002) eles podem ser divididos em: testes que avaliam a danificação dos sistemas básicos biológicos/bioquímicos, como a degradação das membranas refletidas na condutividade, resistência e taxa de respiração. Para Pinã-Rodrigues, Figliolia e Peixoto (2004) um dos testes de vigor comumente empregado é o teste bioquímico de tetrazolio que reflete a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas no processo de respiração celular. Delouche (2002) ainda divide em testes que medem a velocidade e intensidade das atividades fisiológicas, como velocidade de germinação ou o comprimento de plântulas em um número específico de dias; e testes que medem mudanças na resistência ou tolerância a condições de estresse como o teste a frio para semente de milho, teste de envelhecimento acelerado, teste de areia e tijolo moído entre outros.

Costa et al. (2001) demonstram que a qualidade de sementes advindas de diferentes regiões tem sido comprometida em função dos índices de deterioração por umidade, lesão de percevejos, quebras, ruptura de tegumentos e danos mecânicos através dos poucos cuidados que são tomados no transporte. Para isso os testes de sementes são importantes, determinando a qualidade dos produtos que vão chegar ao consumidor.

Costa et al. (2003) avaliando o vigor em sementes de soja provam que sementes com 5% de lesões de percevejos não tiveram o vigor das sementes afetados, porém a partir de 6% começa a ocorrer um declínio significativo no vigor. Referente aos

patógenos, os resultados mostraram ligeira predominância de *Phomopsis spp*, no sul do Paraná e em Minas Gerais e de *Aspergillus spp*. tanto no sul do Paraná como no Rio Grande do Sul. Segundo os autores, os tais fungos não comprometeram a qualidade fisiológica nem o vigor das sementes de soja analisadas, pois os valores estavam dentro dos níveis tolerados.

Já Sako et al. (2001) desenvolveram um programa chamado "*Seed Vigor Imaging System*[®]" (SVIS) que faz a determinação do vigor de sementes de alface, especificamente. Mediante a análise computadorizada de imagens das plântulas o sistema permite efetuar análise diante o processamento e cálculos de índice de vigor e uniformidade de desenvolvimento. O sistema possui amplo potencial par a determinação do vigor com diferentes alternativas de aplicação e obtenção de informações, a grande vantagem é a rápida obtenção de dados precisos.

Posteriormente este programa foi adaptado para a avaliação do vigor da soja por Hoffmaster et al. (2003). Caldeira et al. (2014) tentaram utilizar este mesmo programa para analisar as plântulas de girassol, porém a análise computadorizada não apresentou resultados compatíveis com os demais testes utilizados, demonstrando que não foi possível, ainda, utilizar para esta cultura sem maiores adaptações.

Por fim, pode-se observar que os testes de vigor são comumente utilizados para a possível detecção de diferenças na qualidade fisiológica de lotes que apresentam poder germinativo semelhante e podem exibir comportamento distintos em condições de campos ou durante o armazenamento. Importante observar que o comportamento de lotes com capacidade germinativa parecida pode ser explicado pelo fato de que as primeiras alterações no processo bioquímico associado a deterioração acontece, normalmente, antes que se observe a germinação (RIBEIRO, 1999).

2.4. Teste de germinação

Para a determinação da qualidade de sementes utilizadas em plantios, os testes de germinação são uma rápida opção para esse tipo de análise, os resultados desses testes são utilizados para determinação de taxa de semeadura, comparação do valor de diferentes lotes e comercialização (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Além de que

podem ser usados como parâmetros da qualidade fisiológica de sementes, sendo o método mais utilizado para determinar a qualidade de um lote (PIÑA-RODRIGUES; FIGLIOLIA; PEIXOTO, 2004).

Muitas vezes há confusão entre os testes de germinação e teste de vigor em sementes, alguns autores defendem que há má qualidade nos testes germinativos e que os testes de vigor são mais interessantes (BHERING et al., 2003), porém os dois podem ser conduzidos juntos. Nesse contexto, os testes de vigor proporcionam estimativas de desempenho das sementes em campo ou armazenada, pode ser utilizado índice como o teste de envelhecimento acelerado, que avalia, de forma geral, o comportamento de semente (BHERING et al., 2003; MARCOS FILHO, 1999).

Já as análises de germinação são realizadas com o intuito de ampliar o conhecimento fisiológico, verificar as respostas a fatores ambientais, causas de dormência, conhecimentos morfológicos, acompanhamento do desenvolvimento do embrião e da plântula, verificar a maturação de sementes e do efeito do processamento e armazenamento sob qualidade de sementes (MATOS, 2009; BASKIN; BASKIN, 1998).

Os testes de germinação também podem ser utilizados para avaliar o potencial de um ou mais lotes de sementes em diferentes situações, das quais podem ser testados em campo ou em locais protegidos. Métodos de análises em ambientes controlados têm sido estudado e desenvolvido de modo a permitir as germinações de forma regular, rápida e completa das amostras escolhidas (BRASIL, 2009; PIÑA-RODRIGUES; FIGLIOLIA; PEIXOTO, 2004).

A germinação, fisiologicamente, pode ser um fenômeno biológico que é considerado como a retomada do crescimento do embrião, conseqüente rompimento do tegumento da semente pela protrusão de uma das partes do embrião de dentro dos envoltórios. Porém alguns tecnologistas de sementes consideram a germinação o emergir da plântula no solo ou a formação de uma plântula vigorosa no substrato utilizado. Nesse sentido também pode ser definida como emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a capacidade para dar origem a uma plântula normal sob condições ambientais favoráveis (BORGHETTI; FERREIRA, 2004; NASSIF; VIEIRA; FERNANDES, 1998).

Para que haja germinação as condições para o crescimento vegetal devem ser favoráveis e não podem apresentar algum tipo de dormência (CASTRO; BRADFORD; HILHORST, 2004), a primeira exigência é a água, que tem influência determinante sobre o processo. A absorção da água resulta em reidratação dos tecidos que conseqüentemente intensificam a respiração e todas as outras atividades metabólicas que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessário para a retomada do eixo embrionário, com a absorção da água ocorre também o aumento de volume da semente, provocando o rompimento do tegumento que facilita, posteriormente, a emergência do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O umedecimento, por sua vez, deve ocorrer de forma adequada ao tipo de substrato utilizado, pois materiais diferentes possuem determinadas características, assim não havendo disponibilidade hídrica suficiente, o processo germinativo pode ser seriamente prejudicado podendo ocorrer a morte do embrião (MARCOS FILHO, 2005).

A atividade respiratória, e tantos outros processos metabólicos, é rapidamente iniciada quando o conteúdo de água estiver em torno de 20% na semente (CASTRO; BRADFORD; HILHORST, 2004; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001). A intensificação de atividade respiratória é uma das alterações iniciais ocorridas após a embebição das sementes (BEWLEY, 1997), envolvendo a oxidação de matérias orgânicas na semente com formação de energia e de substância intermediárias necessárias aos processos anabólicos da germinação. Sendo assim, o oxigênio é outro fator de fundamental importância na fase germinativa, mesmo que as exigências das sementes sejam baixas quando comparada aos níveis que ocorre na atmosfera (CARVALHO, NAKAGAWA, 2000).

Tanto que o excesso de água do solo, seja por eventos naturais (solo compactado, chuvas intensas e inundações) ou por consequência do excesso de atividade agrícola (irrigação em excesso e camadas compactadas superficialmente, devido ao uso de máquinas) é o principal fator que afeta a germinação e o desenvolvimento de plantas, pois há um excesso de O_2 no solo (NOBRE et al., 2009).

O substrato constitui-se no suporte físico onde a semente é colocada e tem função de manter as condições adequadas para a germinação e desenvolvimento das plântulas. Por isso, diferentes substratos interferem na função da estrutura, aeração,

capacidade de retenção de água e propensão a infestação por patógenos podendo favorecer ou prejudicar a germinação de sementes (FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PIÑA-RODRIGUES, 1993). Portanto, o substrato utilizado deve ser adequado as exigências da germinação de cada espécie (BRASIL, 2009). Como regra geral, quando maior a área de contato entre a semente e o substrato umedecido, maior é a velocidade de absorção de água (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O fator temperatura também influencia a germinação de forma expressiva agindo sobre a velocidade de absorção de água e também nas reações bioquímicas, que determinam todo o processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Aguiar et al. (2005) trabalhando com as sementes de Pau-Brasil, testadas sobre sombreamento, verificam que as sementes não sofreram alteração na velocidade e porcentagem de germinação, segundo os autores, a plasticidade apresentada pela espécie é muito importante ecologicamente, pois podem germinar em qualquer situação de luz que se encontrar, ou seja, podem germinar em pleno sol, clareira ou sub-bosques. Já para Martuscello et al. (2009) a produtividade de capim-braquiária aumentou quando esteve sob sombreamento, pois aumentou o teor de clorofila e a altura, diante o alongamento do colmo e das folhas como forma de exposição a luz.

De acordo com Copeland e McDonald (1985) a temperatura ótima para a germinação da maioria das espécies está entre 15 e 30°C variando de no máximo 30 a 40°C. Já Raven et al. (2001) afirma que p mínimo para muitas espécies é de 0°C a 5°C, o máximo é de 45°C a 48°C e a fase ótima é de 25°C e 30°C. Além de que a semente quando exposta a condições climáticas desfavoráveis durante o desenvolvimento, pode ser atacado por um número de patógenos de origens fúngicas, bacterianas, virais e até de nematoides (COSTA et al., 2003). Segundo Athow e Laviolette (1973) esses microorganismos são responsáveis, na maioria dos casos, pela baixa germinação das sementes, principalmente em anos que ocorre muita chuva ou alta umidade entre a maturação e a colheita.

Há ainda os testes germinativos realizados em campo, onde são conduzidos em condições naturais e na época recomendada para a semeadura, em campo são avaliadas características envolvendo a plântula como: porcentagem de emergência, velocidade de emergência, altura ou comprimento, peso de massa fresca e seca (NAKAGAWA, 1994).

Pertinente aos testes de germinação com o cártamo tem-se o trabalho de Girard et al. (2010) onde observaram que a areia apresenta maior emergência de plântulas que quando comparada ao substrato de casca de arroz. Tem-se também o trabalho de Dantas et al. (2011) os quais analisaram o cártamo sob estresse salino, em que apesar de ser considerada uma planta resistente a diversos tipos de estresses não foi capaz de resistir as condições extremas estabelecidas, diminuindo cerca de 50% na sua germinação; estes mesmo autores observaram também que a salinidade retardou o índice de velocidade de germinação. Oba et al. (2015) observaram média de germinação para um lote de cártamo em 79%, conforme a disponibilidade hídrica aumentava mais rapidamente o germinava, isto porque quando há déficit hídrico há um prolongamento da fase II da germinação, causando retardamento desta.

2.5. Profundidade de sementeira

Para o sucesso total da germinação é necessário preocupar-se com diversos fatores como: o contato das sementes com o solo, deslocamento do ponto de sementeira, sementeira muito profunda, excesso de umidade, seca e perdas de sementes e plântulas para insetos e pássaros (DOUGHERTY, 1990). Independentemente do cultivo, a profundidade e a posição da sementeira devem ser adequadas para garantir a germinação, emergência e desenvolvimento das plântulas. Porém a profundidade é característica de cada espécie, e quando adequada propicia uniformidade de germinação e emergência (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999; SOUSA et al., 2007).

Para uma boa germinação, esta precisa ser rápida e uniforme, seguida por imediata emergência das plantas. Porém nem sempre se consegue esse resultado principalmente se a sementeira for muito profunda o que acaba dificultando a emergência de plântulas e aumentando o período de suscetibilidade a patógenos. Quanto maior o tempo de permanência nos estágios iniciais de desenvolvimento e demora de emergência do solo, mais vulnerável estará as condições adversas do meio (MARCOS-FILHO, 2005; MARTINS et al., 1999). Além de que Cardoso et al. (2008) afirmam que sementes muito profundas sofrem com a maior concentração de CO₂, acarretando efeito fitotóxicos, afetando tanto a porcentagem de germinação quanto a velocidade de

emergência. Em contrapartida a semente muito rasa pode facilitar ao ataque de predadores ou danos recorrentes de irrigação ou exposição e destruição da raiz primária (JELLER; PEREZ, 1997).

É importante lembrar que a emergência das plântulas não depende única e exclusivamente da energia contida no endosperma ou cotilédones, mas também da profundidade em que a semente é colocada (HACKBART; CORDAZZO, 2003). Tillmann et al. (1994) afirmam que a semente não deve ser muito profunda, pois o peso do material na semente constitui um fator físico inibidor da emergência de plântulas, principalmente em plântulas menos vigorosas. Schmidt (1974) afirma que a semente ideal é aquela que garanta a germinação homogênea das suas sementes e consequentemente rápida emergência das plântulas produzindo assim, mudas vigorosas. A recomendação para plantio, segundo Chapman e Allan (1989), é que a melhor profundidade para semente é de 2,5 a 3 vezes a maior dimensão da semente.

Visto que se a semente for reduzida, as sementes estão predispostas a qualquer variação ambiental, como déficit ou excesso hídrico ou térmico as quais podem dar origem a plântulas menos vigorosas (TILLMANN et al., 1994). Pode-se afirmar então que a semente mais profunda dificulta a emergência das plântulas, visto que o substrato funciona como barreira física (ROSA et al., 2009).

É observado uma tendência de redução do índice de emergência de acordo com a profundidade de semente, como demonstra Muniz Filho et al. (2004). Foi verificado que as diferentes profundidades de semente no picão preto (*Bidens alba*), não influenciaram significativamente na altura de planta e início do florescimento, porém a maior velocidade de emergência provém da menor profundidade de semente, segundo os autores, isso se deve pela menor barreira física imposta as sementes. Para Cardoso et al. (2008), a posição em que a semente é colocada para germinar é tão importante quanto a profundidade pois as sementes de mulungu (*Erythrina verna*) só se desenvolveram bem quando colocadas com o hilo para baixo, já que não houve necessidade de movimentos da radícula para se fixar no substrato uma vez que a mesma emerge próxima do hilo.

Silva et al. (2007) observaram que a semente na profundidade de 0 m e 0,06 m tiveram índices de emergência opostos, ou seja, enquanto o menor índice foi

encontrado para 0cm valores antagônicos foram observados para 0,06 m, os autores afirmam que o aumento de barreira física foi o fator determinante para o aumento do tempo médio de emergência e conseqüente diminuição da velocidade de emergência. Concordando com o trabalho anterior de Cardoso et al. (2008) em que observaram a diminuição da primeira contagem de emergência de acordo com o aumento da profundidade de semeadura, independentemente da posição que foram colocadas. Bem como com o trabalho de Santos et al. (2009).

Para a germinação da moringa (*Moringa oleífera*), Sousa et al. (2007), observaram que a profundidade de 0,02 m apresentou maior porcentagem e índice de velocidade de emergência e altura de planta, havendo redução de valores conforme se aumentou a profundidade do plantio, entretanto a massa seca da parte aérea não teve relação substancial com a profundidade de semeadura. Rodrigues et al. (2016) observaram que a emergência de plântulas de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.) são modificadas de acordo com as diferentes profundidades de semeadura em que a profundidade ideal fica entre 0,014 a 0,028 m.

Para Santos et al. (2015) a profundidade padrão para a semeadura da espécie de *Urochloa* é de 0,021 a 0,0367cm, resultando em maior acúmulo de fitomassa das plântulas. Silva e Cesarino (2016) recomendam para a produção de mudas de jutaí (*Himenaëa Oblongifolia*) a semeadura de até no máximo 0,04 m, pois mais profundas são inadequadas a esta espécie. Almeida et al. (2015) e Alves et al. (2014) observaram que conforme aumentou a profundidade de semeadura diminuiu a porcentagem germinativa, para o picão preto (*Bidens alba*) e sacambu (*Platymiscium floribundum* Vog), respectivamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente protegido e a campo na área experimental no campus da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, localizado na cidade de Cascavel, Paraná, Brasil tendo latitude 24°53'47"S e longitude 53°32'09"W. Situa-se no terceiro planalto do estado, na região oeste paranaense, com uma altitude média de 785 metros e uma área de 2.091 km².

3.2. Descrição do experimento e delineamento experimental

3.2.1. Origem das sementes

As sementes foram obtidas através do Instituto Agrônômico Paranaense (IAPAR) localizado em Cascavel – PR e através do Instituto Mato-grossense do Algodão, localizado em Cuiabá – MT.

3.2.2. Ambiente protegido

O experimento foi conduzido em estufa tipo túnel alto de polietileno de baixa densidade. As unidades experimentais foram constituídas de tubos de PVC de 0,1 m de diâmetro, com 0,20 m de altura, alojadas em bandejas medindo 0,08 m de altura, 0,31 m de largura e 0,46m de comprimento, conforme as Figuras 2 e 3. Para manter a umidade do solo foi realizada a manutenção de água na bandeja manualmente, mantendo, desde o início do experimento, uma lamina de água de 0,05 m.

Para o preenchimento dos tubos foi utilizado substrato comercial da marca MecPlant, composto por vermiculita, casca de pinus, corretivos de acidez e macro nutrientes, sendo um condicionador de solo classificado como "F". Além de que tem capacidade de retenção de água em 60%, capacidade de troca catiônica de 200 mmol c/Kg e tem sua umidade máxima em torno de 60%.

O experimento foi inteiramente casualizado, sendo realizado sorteio para a disposição das profundidades e os genótipos. A semeadura foi realizada com dez semente em cada tubo, com seis profundidades: 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10 m, e quatro genótipos: IAPAR, IMA-2103, IMA-2232 e IMA-4409, com 4 repetições. O experimento foi implantado no dia 10 de maio, após 16 dias as plantas foram raleadas deixando três plantas por vaso para que elas se desenvolvessem até o 31º dia. O delineamento utilizado foi em totalmente casualizados em esquema fatorial de 5x4, com 5 profundidades de semeadura, 4 genótipos e 4 repetições.

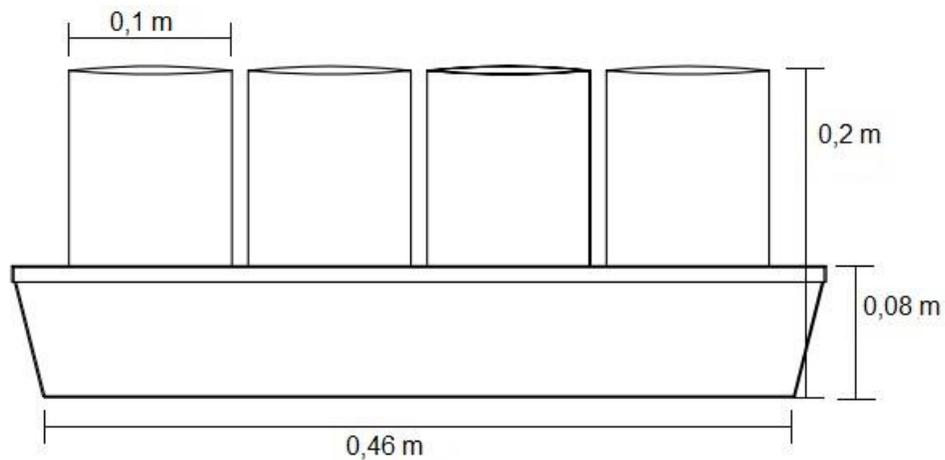


Figura 2. Esquema representativo das unidades experimentais.



Figura 3. Experimento montado em ambiente protegido.

As condições microclimáticas de temperatura e umidade relativa do ar foram observadas com um termo higrômetro, sendo realizadas leituras diárias que seguem representadas na Figura 4.

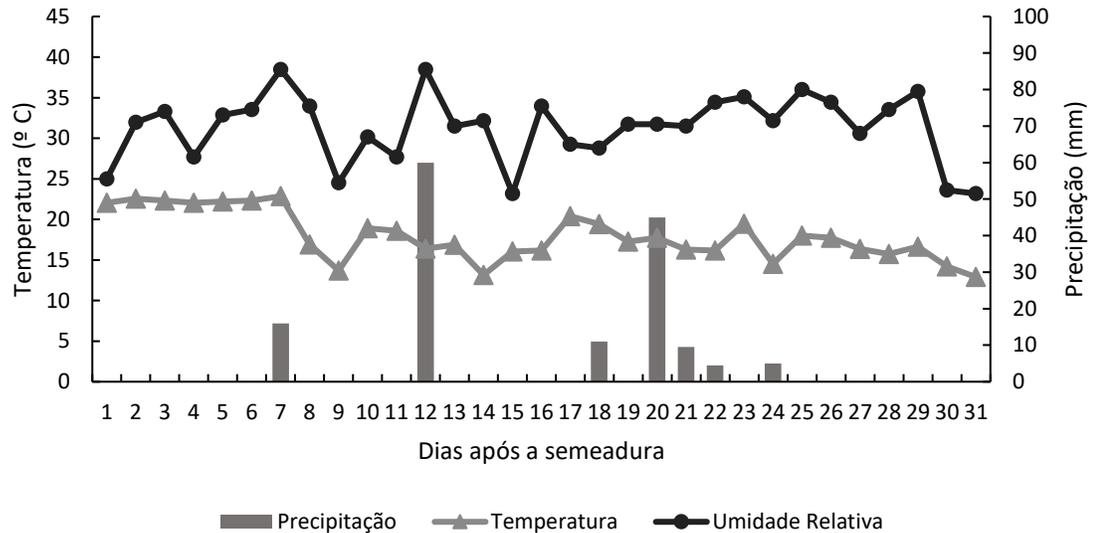


Figura 4. Condições ambientais da estufa durante os 31 dias de experimento, seguindo com médias de temperatura e umidade relativa e precipitações.

3.2.3. Em Campo

O experimento foi conduzido à campo em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (EMBRAPA, 2014). Antes da utilização do solo, este foi preparado com a limpeza do terreno com máquina, e depois a limpeza manual de possíveis ervas daninhas existentes, não sendo realizada nenhuma adubação mineral. Na Figura 5, tem-se a curva de retenção de água no solo, realizada utilizando amostras coletadas nos três blocos em três diferentes pontos em cada bloco, na camada de 0 a 0,20 m, e posteriormente colocada na Câmara de pressão de Richard, que simula uma tensão determinada na amostra de solo e subsequentemente por diferença de peso determina-se o conteúdo de água relacionada a tensão aplicada.

Seguindo a metodologia da EMBRAPA (1997) em que consiste em utilizar uma placa de cerâmica de 1 bar para as baixas tensões de 0,01 a 0,1 MPa e uma de 15 bars para as tensões de 0,5 e 1,5 MPa, distribuindo os anéis de coleta de solo na placa,

adicionando água placa de cerâmica, até que o nível desta fique bem próximo da borda do anel deixando as amostras nessa condição por 24h para a saturação do solo. Após esse período inclinar levemente a placa, a fim de eliminar o excesso de água e colocar no aparelho extrator de Richards.

Deve-se apertar bem os parafusos e abrir os reguladores de pressão, gradativamente até que o manômetro acuse a pressão desejada, neste caso de 10, 40, 60, 80, 100, 300, 700, 1.000, 5.000, 10.000 e 15.000 Kpa. A cada tensão aplicada (sempre na ordem crescente), retira-se a amostra da câmara após cessar a drenagem do excedente de umidade (equilíbrio entre a tensão aplicada e a umidade relacionada). Pesam-se as amostras, voltando-as para a câmara de pressão, ajustando-se o ponto de tensão seguinte. Ao final de todas as tensões aplicadas, têm-se as umidades. No final de todas as tensões, as amostras são levadas para a estufa a 105 °C por cerca de 48 horas para a determinação da densidade aparente e peso seco da amostra de solo. Ao final utiliza-se o cálculo para a determinação de água no solo:

$$Umidade = 100 \frac{a-b}{b} \quad (1)$$

Em que:

a: peso da amostra após ser submetida à pressão utilizada

b: peso da amostra seca a 105°C

A curva de retenção é a expressão entre o potencial matricial e o conteúdo de umidade do solo a base de massa ou volume (GUBIANI et al., 2012). Esta curva é um importante indicador de qualidade física do solo e está diretamente relacionada ao desenvolvimento das plantas (DEBNATH et al., 2012). Já na Tabela 1, pode-se observar a análise química do solo.

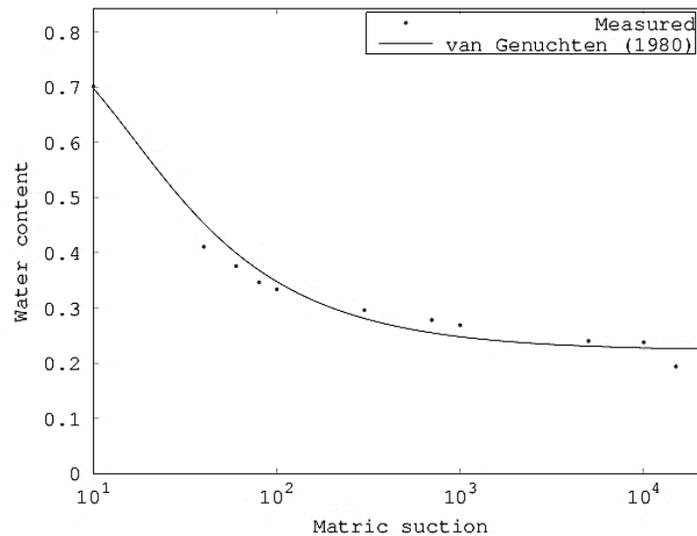


Figura 5. Curva de retenção de água no solo, realizada pelo software SWRC Fit. Fonte: Seki (2007).

Tabela 1. Resultados da análise química do solo na camada de 0 – 0,2 m.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
(CaCl ₂)	(Mg/dm ³)	----- cmol _c /dm ³ -----							
5,33	5,18	0,17	5,67	2,24	0	3,19	8,08	8,08	12

SB: soma de bases K+Ca+Mg, t: CTC efetiva e T: CTC a PH 7,0.
Fonte: Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR (2016).

As unidades experimentais constituíram linhas de 1,5 m, para cada genótipo, com espaçamento entre linhas de 0,3 m, e espaçamento entre semente de 0,05 m totalizando um bloco de 6,0 m por 1,8 m, conforme pode ser observado nas Figuras 6 e 7, assim foram feitos três blocos casualizados, em que em cada bloco é possível observar as 6 profundidades, com os 4 genótipos.

Para a semeadura foram utilizadas 30 sementes por linha, colocadas as 0,05 m de distância, nas cinco profundidades: 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10 mm, para os quatro genótipos: IAPAR, IMA-2103, IMA-2232 e IMA-4409. A implantação desta segunda etapa se fez no dia 14 de setembro, e foi conduzida até que as plantas completassem 31 dias. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial de 5x4, com 5 profundidades de semeadura, 4 genótipos e 4 repetições.

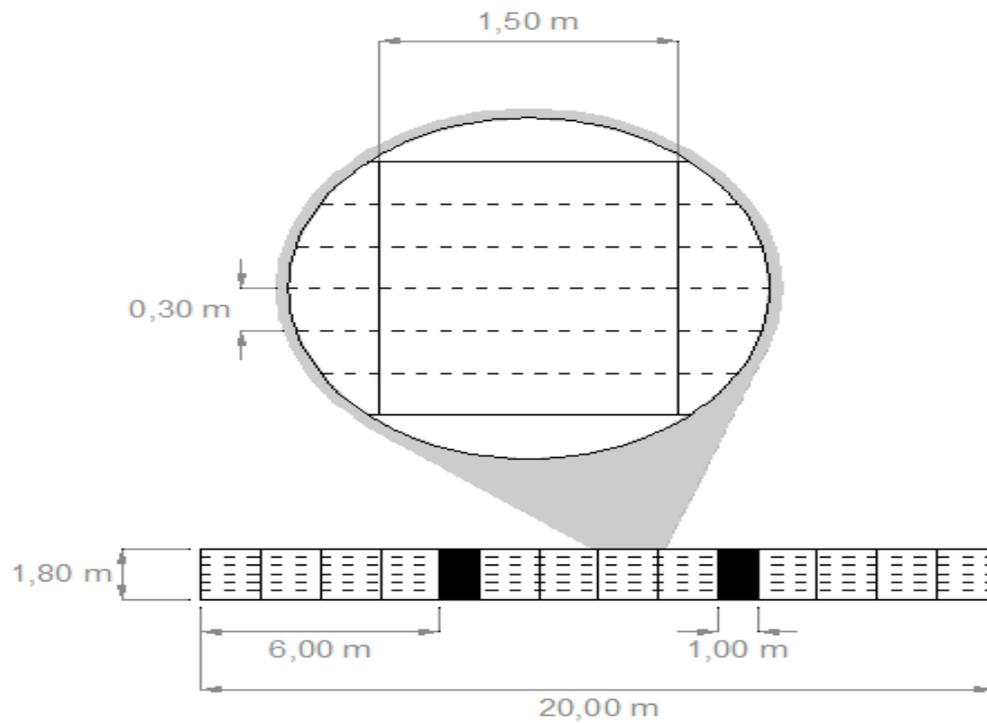


Figura 6. Representação do experimento em campo, em que cada bloco conteve 6 profundidades para cada genótipo.



Figura 7. Experimento montado em campo.

Para a reposição de água no solo, foi considerada as determinações da evaporação através de um mini tanque evaporímetro e a irrigação foi realizada com sistema de gotejamento. Na primeira semana a irrigação foi diária, já na semana

subsequente a frequência foi de dois dias e a partir da terceira semana até o período final experimental a frequência de irrigação passou a ser de três dias. Para o acompanhamento da tensão de água no solo foram instalados seis tensiômetros de forma aleatória, com leitura diária as 17h. Na Figura 8 é possível observar o comportamento da umidade do solo ao longo do período experimental.

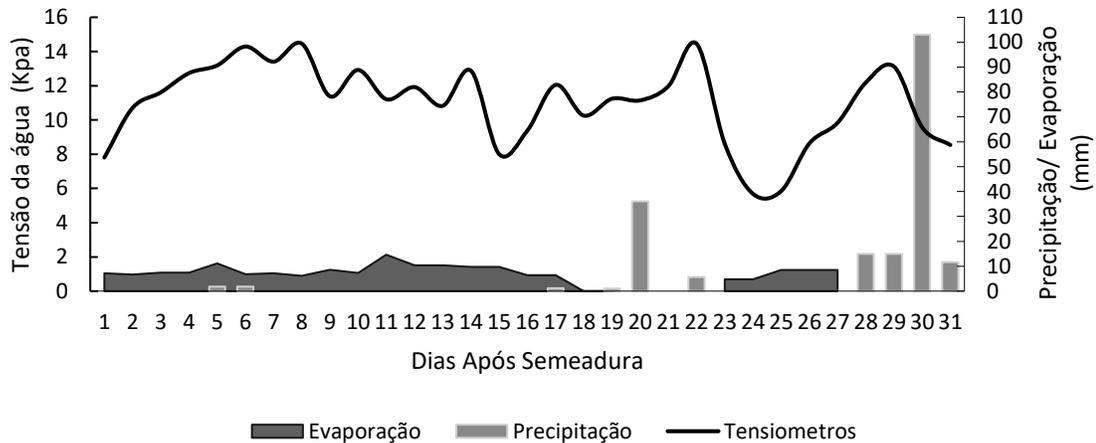


Figura 8. Leitura diária dos tensiômetros, juntamente com a evaporação do mini tanque e as precipitações.

As informações meteorológicas de temperatura, umidade relativa do ar e precipitações foram disponibilizadas pelo SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), durante período de coleta e seguem representadas na Figura 9.

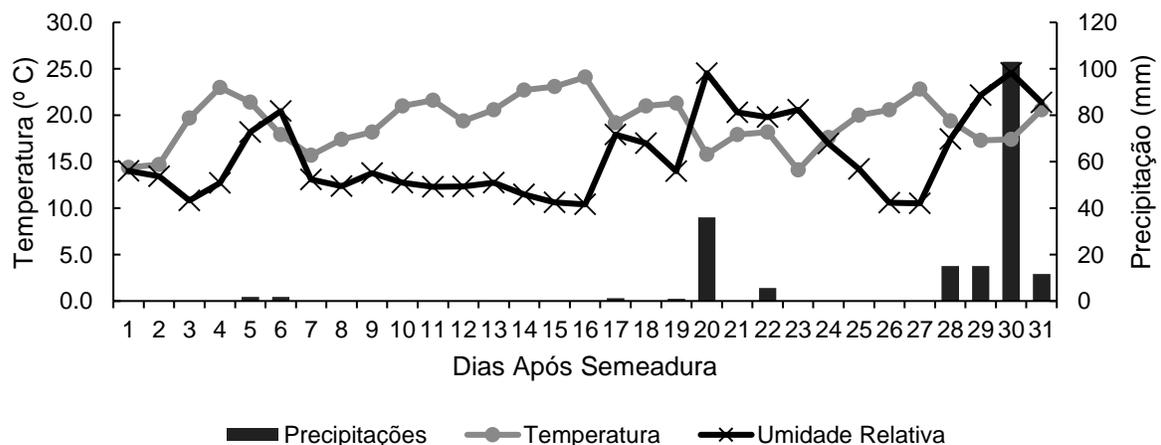


Figura 9. Condições ambientais durante o experimento, demonstrando a temperatura média, umidade relativa do ar e precipitações. Fonte: SIMEPAR, 2016.

3.3. Avaliação das plantas de cártamo

Os dados analisados para o ambiente protegido e o campo foram: porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de germinação, velocidade média de emergência, massa fresca e seca das plantas, comprimento de raiz e planta, diâmetro do caule.

- **Porcentagem de emergência (E):** expressa em porcentagem (%).

$$E = \frac{\text{n}^\circ \text{ de sementes emergidas}}{\text{total de sementes}} \times 100 \quad (2)$$

- **Índice de velocidade de emergência (IVE):** o qual foi proposto por Maguire (1962), expressa em sementes dia⁻¹.

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (3)$$

Em que:

E₁, E₂... E_n: número de plântulas normais contabilizadas, na primeira, segunda e última contagem.

N₁, N₂... N_n: número de dias da semeadura, na primeira, segunda e última.

- **Tempo médio de emergência (TME):** de acordo com Laboriau e Valadares (1976), expressa em dias.

$$TMG = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i} \quad (4)$$

Em que:

n_i = número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem;

t_i = tempo decorrido entre o início da germinação e a i-ésima contagem.

- **Velocidade média de emergência (VME):** expressa em dias⁻¹, de Carvalho e Carvalho (2009)

$$VME = \frac{1}{t} \quad (5)$$

Em que:

t = tempo médio de emergência.

- **Dados morfométricos:** para a coleta em estufa foram utilizadas 1 planta por vaso e para as análises em campo foram coletadas 4 amostras por linha, ou seja, em cada bloco foram coletadas 80 plantas.

Para a realização das medições de comprimento de planta e raiz se utilizou de escalímetro e para diâmetro de caule aferiu-se com paquímetro digital. As plantas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente etiquetados, para posterior pesagem em balança de precisão de 0,001 g para a determinação de massa fresca e para a massa seca foram acondicionadas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 72h seguida de posterior pesagem.

3.4. Coleta de dados e análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA e quando significativo foi realizado a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade realizada com o auxílio do software SISVAR® (FERREIRA, 2011).

Para o experimento em estufa os dados de emergência foram coletados até o 13º dia e em campo até o 16º dia em que houve estabilização das emergências. Ao 31º dia as plantas foram colhidas para a realização das demais análises pertinentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ambiente controlado

Não houve interação entre os fatores profundidade e genótipo para as variáveis resposta: emergência, índice de velocidade, tempo médio e velocidade média de emergência. Por este motivo, foi estudado o efeito isolado da profundidade e do genótipo para estas variáveis, como pode ser observado na Tabela 2 e 3. Visto que as interações entre genótipos e profundidades não se apresentaram significativas de modo geral, devem ser avaliadas profundamente e individualmente de acordo com Perecin e Cargnelutti Filho (2008), e neste caso houveram resultados representativos como pode ser observado a seguir.

Na Tabela 2 pode ser observado a porcentagem, índice de velocidade, tempo médio e velocidade média de emergência em função dos genótipos. O genótipo IMA-2103 apresentou a maior porcentagem de emergência com 68%, não diferindo estatisticamente do IMA-2232 e ao IMA-4409, diferenciando apenas do IAPAR que obteve 42% de grãos emergidos, corroborando com Balashahri et al. (2013).

Tabela 2. Valores médios para a porcentagem de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME).

Genótipo	E (%)	IVE (sementes dia ⁻¹)	TME (dias)	VME (dias ⁻¹)
IAPAR	42 b	0,54 c	0,79	1,18 b
IMA-2103	68 a	1,12 a	0,68	1,54 a
IMA-2232	62,5 a	0,98 ab	0,74	1,39 ab
IMA-4409	57 a	0,84 b	0,69	1,32 ab
DMS	14,94	0,22	0,15	0,25
CV (%)	31,16	30,84	26,07	22,32
F	< 0,01**	< 0,01**	0,25 ^{ns}	< 0,01**

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade | *Significativo a 1% de probabilidade | **Significativo a 5% de probabilidade |^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Referente ao índice de velocidade de emergência é possível observar que o IMA-2103 teve a maior média com 1,12 sementes ao dia, sendo estatisticamente diferente dos demais, com exceção do Ima-2232. A velocidade média de emergência foi maior também para o IMA-2103 (1,54 dias), sendo que se diferenciou apenas do IAPAR que apresentou média de 1,18 dias, o tempo médio de emergência não mostrou diferenças entre as médias dos genótipos.

A importância de avaliar diferentes lotes, variedades ou genótipos em laboratório é dispor de um padrão germinativo para cada espécie uma vez que cada uma tem características diversas tanto para o comportamento fisiológico quanto para o germinativo. Assim pode-se contribuir para a geração de métodos para a padronização de testes de vigor e germinação (WIELEWICKI et al., 2006; ABDO; PAULA, 2006). Além do mais valores baixos de germinação (inferior a 47%), podem indicar deterioração das sementes de cártamo (OBA et al., 2015), como é possível observar para o genótipo IAPAR, o que indica a possibilidade de sementes deterioradas para este lote.

Nota-se que os diferentes níveis de profundidades influenciaram significativamente a porcentagem de emergência, como pode ser observado na Tabela 3, em que a profundidade de 0,10 m teve 34,37% das sementes emergidas contrapondo a menor profundidade (0,02 m) que teve 74,37% das sementes emergidas independentemente dos genótipos utilizados, corroborando com Dantas et al. (2011) que obtiveram médias de 70% para a germinação de cártamo. Pelos resultados é possível afirmar que o cártamo se adapta melhor as condições proporcionadas por sementeiras mais próximas da superfície.

De acordo com Santos et al. (2009) para que as sementes possam se desenvolver rapidamente, além da profundidade a posição destas também são importantes. Como no caso da cedro-cetim (*Cedrela fissilis* L.), que a emergência proporcionou melhor resposta quando foram semeadas com o hilo voltado para baixo a 2,2 cm, proporcionando 67% de emergência, já as sementes com hilo para o lado germinaram apenas 32%, na mesma profundidade. Almeida et al. (2015) observaram que o picão preto (*Bidens alba*) tem melhor desenvolvimento para a profundidade de 0 e 0,02 m, visto que conforme aumentou a profundidade diminuiu a porcentagem germinativa,

assim como para este estudo. Em estudos similares, Alves et al. (2014) verificaram que o aumento da profundidade de semeadura, também, diminuiu a porcentagem de emergência.

Tabela 3. Valores médios de Porcentagem de emergência (E), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Tempo médio de Emergência (TME) e Velocidade Média de Emergência (VME) para as profundidades estudadas.

Profundidade (cm)	E (%)	IVE (semente dia ⁻¹)	TME (dias)	VME (dias ⁻¹)
0,02	74,37 c	1,34 D	0,61 a	1,67 C
0,04	60,62 bc	1 C	0,73 ab	1,44 Bc
0,06	61,87 bc	0,86 Bc	0,71 ab	1,42 Bc
0,08	55,62 b	0,68 Ab	0,83 b	1,24 Ab
0,10	34,37 a	0,47 A	0,75 ab	1,02 A
DMS	17,78	0,26	0,18	0,3
CV (%)	31,16	30,84	26,07	22,32
F	< 0,01**	< 0,01**	0,03 *	< 0,01**

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade | *Significativo a 1% de probabilidade | **Significativo a 5% de probabilidade |^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Considerando os valores do índice de velocidade de emergência (IVE), Tabela 3, tem-se o maior número de sementes por dia para a menor profundidade (0,02 m) com 1,34 sementes ao dia seguido pela profundidade de 0,04 m com 1 semente ao dia, em que a maior profundidade (0,10 m) obteve médias de 0,47 sementes dia⁻¹, opondo-se ao trabalho de Abud et al. (2010b) que não obteve diferença significativa para a porcentagem, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência de cártamo. Outro fator significativo para este fato é que quanto maior a amostragem de sementes colocadas para germinar, maior foi o IVE.

Para Cardoso et al. (2008) a redução do IVE ocorre em virtude de nas maiores profundidades existir maior concentração de CO₂ fomentando assim efeitos fitotóxicos. Corroborando com Souza et al. (2011) que obteve médias para “mata-pasto” (*Sida rhombifolia*) de 1,78, 0,83, 0,36, 0,83 sementes dias⁻¹ para 0,02 0,03 0,04 e 0,05 m de profundidade, respectivamente. Santos et al. (2015) observaram que sementes de *Brachiaria (Urochloa)* quando semeadas a 0,268, 0,374 e 0,371 m apresentaram maiores

valores para o índice de velocidade de emergência já as sementes em 0,08 m não apresentaram emergência, o que sugere inviabilidade da espécie nessa profundidade de semeadura.

Levando em conta o tempo médio, as sementes que emergiram mais rapidamente foram na profundidade de 0,02 m com média de 0,61 dias. A velocidade média, conseqüentemente, também foi maior para a profundidade 0,02 m, com 1,67 dias⁻¹, ou seja, tendo a emergência mais rápida quando comparada com as demais profundidades apresentadas neste estudo.

Na Figura 10 está representada a porcentagem de emergência dos quatro genótipos nas cinco profundidades avaliadas, que como mencionado anteriormente não houve interação generalizada entre os fatores, mas houve quando avaliadas individualmente.

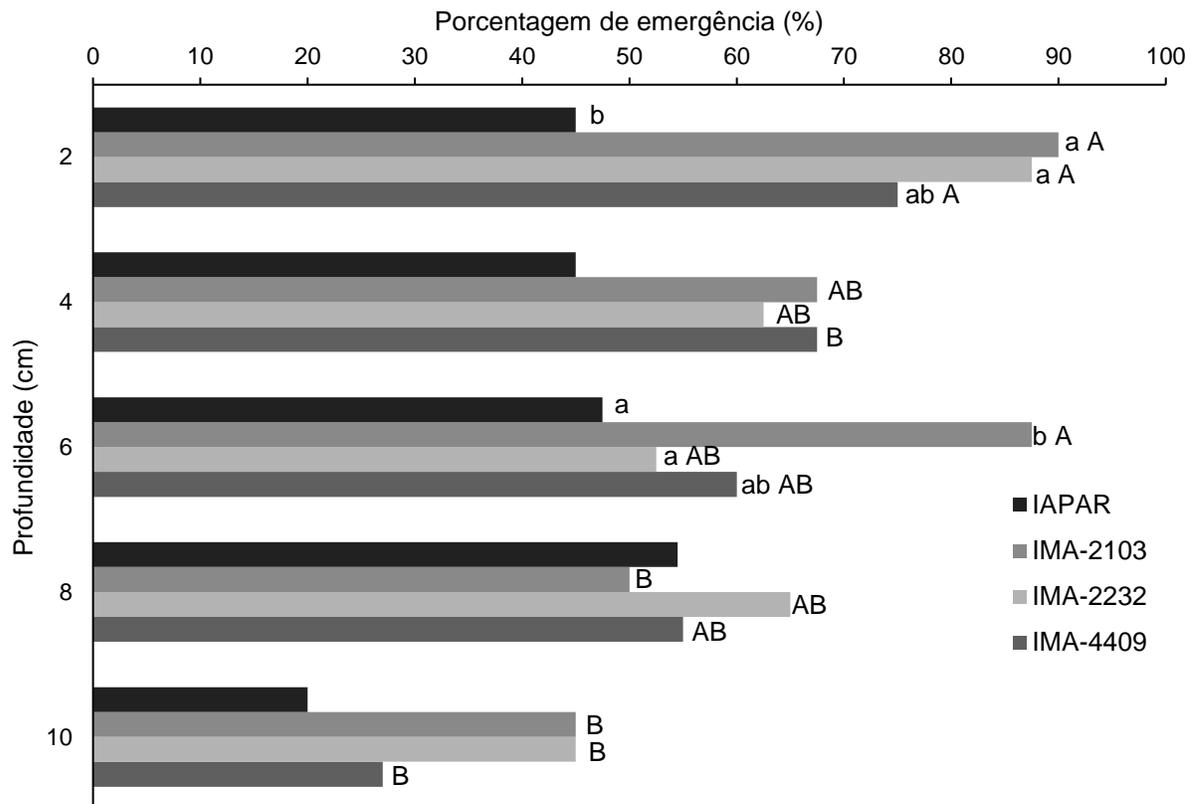


Figura 10. Porcentagem de emergência dos quatro genótipos de cártamo em função das cinco profundidades de semeaduras, em ambiente protegido.

Médias seguidas da mesma letra minúscula em cada grupo de quatro genótipos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula em mesma cor de genótipo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Primeiramente analisando o desdobramento dos genótipos em relação a profundidade pode-se constatar que para a profundidade de 0,02 m houve altas taxas germinativas, com médias de 45% para o genótipo IAPAR, 90% para o IMA-2103, 87,5% para o IMA-2232 e 75% para o IMA-4409, em que apenas o genótipo IAPAR se difere dos demais. Para a profundidade de 0,04 m tem-se que o genótipo IAPAR manteve-se com 45% de emergências, os Genótipos IMA-2103 e IMA-4409 tiveram a mesma porcentagem (67,5%) e o IMA-2232 obteve 62,5% em que não se obteve diferença estatística ao nível de 5% de significância. Corroborando com Jabeen e Ahmad (2013) que também obtiveram 90% de germinação em uma variedade de cártamo. Para a profundidade de 0,06 m o IMA-2103 obteve a maior média de taxa de emergência com 87,5%, seguido pelo IMA-4409 com 60%, e IMA-2232 e IAPAR com 52,5 e 47,5% respectivamente.

Segundo Mündel et al. (2004), além da profundidade de semeadura adequada, a alta taxa germinativa depende também da quantidade de sementes, segundo os autores o ideal para ambientes propensos a seca é de 10 a 15 kg ha⁻¹ e em regiões mais chuvosas de 40 a 45 kg ha⁻¹. Isto posto que conforme observado neste trabalho nas profundidades em que houve maior umidade, como 0,08 m e 0,10 m, houve menor taxa de emergência.

Na profundidade de 0,08 m e 0,10 m para todos os genótipos diminuíram sua porcentagem de emergência, provavelmente devido as barreiras físicas do substrato, deixando as médias do IMA-2232 (65%), IMA-4409 (55%), IAPAR (52,5%) e IMA-2103 (50%) e para profundidade de 0,10 m a maior média obtida foram pelos genótipos IMA-2103 e 2232 com 45% das sementes emergidas, sendo que paras as duas profundidades não houve diferença estatística entre as médias. De acordo com Araldi et al. (2016), no caso da *Crotalaria juncea*, a emergência foi prejudicada pelo aumento da profundidade, ou seja, a partir de 2,0 cm, tem todos os índices prejudicados.

Quando se observa o desdobramento da profundidade em relação ao genótipo nota-se que para o genótipo IAPAR não se tem diferença estatística. Já o IMA-2103 na profundidade de 0,02 m houve 90% de emergência das sementes, em que as

profundidades de 0,04 e 0,06 m não diferiram desta. Para o IMA-2232 a maior média na germinação foi para a sementeira na profundidade de 0,02 m (87,5%), sendo esta diferente a nível de 5% das demais. O IMA-4409 também obteve a maior média para a profundidade de 0,02 m, permitindo emergir 75% das sementes.

Os maiores percentuais de emergência foram obtidos nas sementeiras mais rasas para trapoeraba (*Murdannia nudiflora*), cujos valores variaram de 43%, para 0 m a 8,3% para 0,04 m (LUZ et al., 2014). Para Morales et al. (2016) a beterraba também alcançou maiores porcentagens de emergências quando semeada a 0,02 m de profundidade.

No desenvolvimento inicial das plantas, a reserva orgânica das sementes é a responsável por fornecer os nutrientes para a sobrevivência e desenvolvimento. Em sementes muito pequenas esta reserva é pouca, sendo que se a planta depender unicamente das reservas da semente por muito tempo pode não ser o suficiente para sustentar a nova plântula até que ela se estabeleça e seja autossuficiente na produção de foto assimilados. Sendo assim a fotossíntese precisa se iniciar o mais cedo possível, para que a plântula deixe de depender das reservas. Quanto maior a profundidade de sementeira maior será o percurso da plântula até o acesso à luz, retardando este processo (TAIZ; ZEIGER, 1991; MOTA et al., 2014). De acordo com o observado neste trabalho, não é recomendada a sementeira de cártamo a 0,10 m de profundidade.

Para a Figura 11 tem-se o índice de velocidade de emergência que é dado em sementes por dia, nota-se que para a profundidade de 0,02 m tem-se que o IMA-2103 obteve 1,84 sementes emergidas ao dia, sendo este valor equivalente aos índices dos genótipos IMA-2232 e IMA-44093. Para a profundidade de 0,04 m tem-se a maior média para o IMA-2232 com 1,28 sementes por dia sendo igual a IMA-2103. Na profundidade 0,06 e 0,08 m não houve diferença significativa a 5% de probabilidade. Em 0,10 m a maior média também foi obtida pelo IMA-2103, com 0,73 sementes dia⁻¹, sendo estatisticamente diferente das demais. Neste caso em ambos desdobramentos fica exposto que o IMA-2103 se adaptou melhor as condições e conseguiu manter média alta nas cinco profundidades testadas neste trabalho.

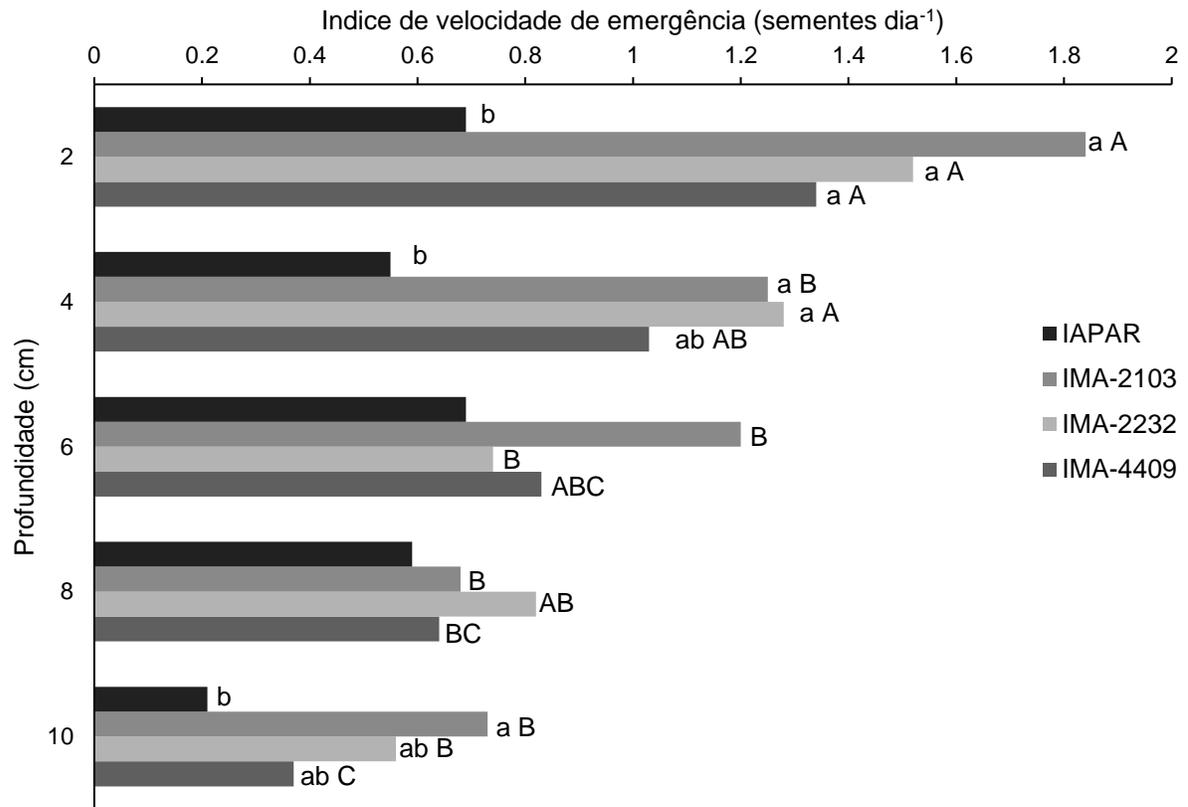


Figura 11. Índice de velocidade de emergência (IVE) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de sementeiras, em ambiente protegido.

Em que médias seguidas da mesma letra minúscula e cada grupo de quatro genótipos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula em mesma cor de genótipo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Corroborando com Bressan et al. (2016) que obtiveram índices de velocidade para o cártamo não maiores que 1,70 sementes por dia. Validando também o trabalho de Souza et al. (2011) que obteve médias similares para o índice de velocidade de emergência de sementes de “mata-pasto” e joá-bravo *Solanum viarum*. Da Silva et al. (2016) observaram taxas de 3,48 sementes ao dia para o cártamo em estufa na profundidade de 0,015 cm.

Rodrigues et al. (2016) observando a germinação de acácia (*Acacia polyphylla* DC.), também tem que quanto maior a profundidade menor os índices de emergência, neste caso para profundidades de 0,03; 0,04 e 0,05 m. De acordo com este índice fica exposto que a profundidade de 0,08 e 0,10 m não são indicadas para a sementeira de

Carthamus tinctorius L. para qualquer genótipo, pois atrasam a velocidade de emergência desta cultura. Silva et al. (2007) observaram que a semente na profundidade de 0 m e 0,06 m tiveram índices de emergência opostos, ou seja, enquanto o menor índice foi encontrado para 0cm valores antagônicos foram observados para 0,06 m, os autores afirmam que o aumento de barreira física foi o fator determinante para o aumento do tempo médio de emergência e conseqüente diminuição da velocidade de emergência.

A Figura 12 representa o índice de velocidade média de emergência, em que na profundidade de 0,02 m, obtiveram-se as maiores médias para este índice devido à rapidez das emergências, contudo não foi observada diferença estatística entre os genótipos avaliados nas profundidades.

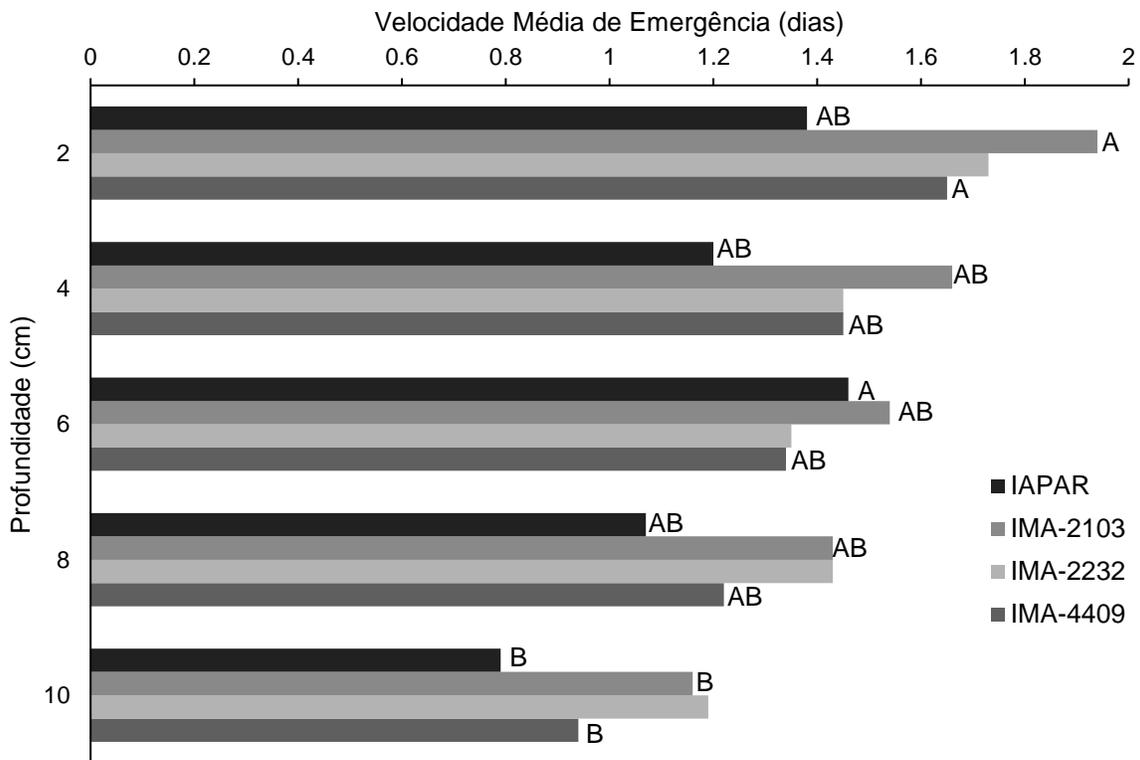


Figura 12. Velocidade média de emergência (VME) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de semente

Em que médias seguidas da mesma letra minúscula e cada grupo de genótipo em cada profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula em cada cor (genótipo) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para este índice as maiores médias foram encontradas para o IMA-2103 de 1,94 dias⁻¹, 1,66 dias⁻¹, 1,54 dias⁻¹, 1,43 dias⁻¹, 1,16 dias⁻¹ para 0,02; 0,04, 0,06; 0,08 e 0,10 respectivamente. Descordando do trabalho de Carvalho e Carvalho (2009) que obteve médias de 0,04 para a germinação de guanxuma (*Sida rhombifolia* L.). No desdobramento das profundidades, é possível observar que a maior velocidade foi obtida em 2,0 cm e 4,0 cm, com 1,94 dias⁻¹ e 1,66 dias⁻¹ respectivamente. Para o tempo médio de emergência não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de confiança.

Em relação aos dados morfométricos, Tabela 4, foi possível observar diferença estatística apenas para a altura da planta, em que o IMA-4409 teve maior média, apresentando 0,1676 m, seguido pelo IMA-2103 (0,1634 m) e IMA-2232 (0,161 m) onde a menor média ficou para o IAPAR (0,1373 m). Uma possibilidade desta pouca diferença é a uniformidade dos genótipos testados.

Tabela 4. Médias das características morfométricos da altura da planta (AP), comprimento de caule (CR), diâmetro de caule (DC), massa fresca da planta (MFP), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da planta (MSP), para os genótipos.

Genótipo	AP (m)	CR (m)	DC (mm)	MFP (g)	MFR (g)	MSP (g)
IAPAR	0,1373 b	0,2411	2,8	1,76	1,14	0,12
IMA-2103	0,1634 a	0,2732	2,66	1,89	1,27	0,12
IMA-2232	0,161 a	0,2671	2,88	2,22	1,59	0,17
IMA-4409	0,1676 a	0,2751	2,88	2,1	1,53	0,11
DMS	1,62	4,74	0,41	0,54	0,65	0,09
CV (%)	12,38	21,51	17,77	32,79	56,34	72,43
F	<0,01**	0,21 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,28 ^{ns}

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade | *Significativo a 1% de probabilidade | **Significativo a 5% de probabilidade |^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Na Tabela 5 observa-se os valores referente as profundidades, em que alcançou diferenças estatística apenas para a altura da planta e massa seca de planta. Descordando de Rodrigues et al. (2016) que obtiveram diferenças estatísticas para os dados morfométricos analisados nas diferentes profundidades. Nota-se que para a altura

da planta as profundidades 0,02 e 0,04 m obtiveram as maiores média (0,1698 e 0,1617 m, respectivamente) e a profundidade de 0,1 m a menor média (0,14 m). Isto ocorre pois na profundidade de 0,1 m as raízes não ficaram muito profundas e se desenvolveram mais lateralmente.

Tabela 5. Médias das características morfológicas, altura da planta (AP), comprimento de caule (CR), diâmetro de caule (DC), massa fresca da planta (MFP), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da planta (MSP), para as profundidades.

Profundidade	AP (m)	CR (m)	DC (mm)	MFP (g)	MFR (g)	MSP (g)
0,02	0,1698 a	0,247	2,8	2,07	1,28	0,14 ab
0,04	0,1617 a	0,2606	2,99	2,2	1,48	0,16 a
0,06	0,159 ab	0,2753	2,66	2,02	1,79	0,12 b
0,08	0,156 ab	0,2701	2,83	2,01	1,28	0,17 a
0,10	0,14 b	0,2675	2,74	1,66	1,09	0,07 b
DMS	1,93	5,65	0,49	0,65	0,77	0,09
CV (%)	12,38	21,51	17,77	32,79	56,34	72,43
F	< 0,01**	0,66 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,03*

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade | *Significativo a 1% de probabilidade | **Significativo a 5% de probabilidade |^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Os valores mais elevados de massa seca da planta (MSP), foi encontrado nas profundidades de 0,04 e 0,08 m respectivamente 0,16 e 0,17g, respectivamente, já a profundidade de 0,10 m ficou com a menor (0,07g). Corroborando com Silva e Cesarino (2016) que observaram que o número de folhas, altura e comprimento das raízes de plântulas de jutaí, diminuíram linearmente com o aumento da profundidade de semeadura. Para o capim braquiária, observou-se que a profundidade de semeadura influenciou a massa seca da parte aérea com redução superior a 90% no acúmulo de massa seca na parte aérea para a profundidade de 0,06 m (MOTA et al., 2014). Cardoso et al. (2008) observaram a diminuição da primeira contagem de emergência de acordo com o aumento da profundidade de semeadura, independentemente da posição que foram colocadas. Bem como com o trabalho de Santos et al. (2009).

É possível observar a partir dos testes de emergências que o cártamo tem um grande potencial germinativo, em que nas menores profundidades (0,02 e 0,04 m) a germinação é garantida com altas porcentagens e maior velocidade ao contrário da

semeadura mais profunda (0,08 e 0,10 m). Isto posto não foi possível obter germinação a partir da sobre semeadura (0 m) para o cultivo do cártamo.

4.2. Em campo

A mesma situação foi observada no experimento a campo não houve interação entre os fatores profundidade e genótipo para as variáveis resposta: emergência, índice de velocidade, tempo médio e velocidade média de emergência. Por este motivo, foi estudado o efeito isolado da profundidade e do genótipo para estas variáveis, como pode ser observado na Tabela 6 e 7. Conforme mencionado no item anterior (4.1) os índices foram avaliados individualmente e apresentaram diferenças significativas.

A Tabela 6 demonstra os valores para a porcentagem, índice de velocidade, tempo médio e velocidade média de emergência para os quatro genótipos avaliados em campo.

Tabela 6. Valores médios para a porcentagem de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME), para os genótipos.

Genótipo	E (%)	IVE (semente dia ⁻¹)	TME (dias)	VME (dias ⁻¹)
IAPAR	63,77	8,57	4,05 ab	0,3 ab
IMA-2103	60,44	9,69	3,23 b	0,37 a
IMA-2232	58,88	7,55	4,31 a	0,25 b
IMA-4409	60,88	8,41	4,05 ab	0,32 ab
DMS	16,1	3,26	0,901	0,111
CV	26,97	38,95	24,27	36,33
F	0,87 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,01 ^{**}	0,05 [*]

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade | ^{*}Significativo a 1% de probabilidade | ^{**}Significativo a 5% de probabilidade | ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

É possível observar que não houve diferença estatística entre a porcentagem e o índice de velocidade, porém os valores de emergência variaram entre 63% a 58% e o índice de velocidade variou de 7,55 sementes dia⁻¹ para o IMA-2232 até 9,69 sementes dia⁻¹ para o IMA-2103. Corroborando com Bottega et al. (2014) que também não

obtiveram diferença estatística para o IVE do milho na profundidade de 0,03 e 0,05 m. Para Khomari, Soltani-Nezhad e Sefghi (2014) a presença de sal, dificultou a germinação de espécies de cártamo diminuindo a porcentagem germinativa e a porcentagem de clorofila. Santos e Rosseto (2013) obtiveram médias de 12,8, 14,5, 15,8, 16,3 sementes por dia para diferentes lotes de *Crambe abyssinica*. De acordo com Oba et al. (2015) entre os diferentes lotes de cártamo avaliados, a maior porcentagem germinativa observada foi de 79%, segundo o autor baixos percentuais germinativos, abaixo de 47%, são indicativos de sementes deterioradas.

O tempo médio de germinação se mostrou mais rápido para o IMA-2103, que obteve média de 3,23 dias. O IMA-2232 teve a média mais lenta, com 4,31 dias. Logo para a velocidade média tem-se 0,37 dias⁻¹ para o IMA-2103 e 0,25 dias⁻¹ para o IMA-2232.

A Tabela 7 detém os valores médios para a porcentagem, índice de velocidade, tempo médio e velocidade média de emergência, para as profundidades.

Tabela 7. Valores médios para a porcentagem de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME), para as profundidades.

Profundidade (cm)	E (%)	IVE (semente dia ⁻¹)	TME (dias)	VME (dias ⁻¹)
0,02	80,55 a	16,42 a	2,45 d	0,46 a
0,04	77,22 a	12,93 a	2,68 cd	0,39 ab
0,06	63,88 ba	7,17 b	3,62 bc	0,29 bc
0,08	49,88 bc	3,99 bc	4,47 b	0,23 c
0,10	33,61 c	2,26 b	5,72 a	0,18 c
DMS	19,18	3,88	1,07	0,13
CV	26,97	38,95	24,27	36,33
F	< 0,01**	< 0,01**	< 0,01**	< 0,01**

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade | *Significativo a 1% de probabilidade | **Significativo a 5% de probabilidade |^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Tem-se a maior média de emergência para a profundidade de 0,02 m (80,55%), corroborando com o trabalho de Khodadad (2011) que obteve 81% das sementes de cártamo germinadas. A profundidade de 0,04 m teve 77,22% das sementes emergidas,

sendo que a última profundidade (0,10 m) teve a menor média 33,61%. Descordando do trabalho de Silva et al. (2015), que observou o milho em campo, onde a profundidade de 0,06-0,08 m proporcionou 91,6% das sementes emergidas, e a profundidade de 0,02 m apenas 69,99%.

No que se refere ao índice de velocidade de emergência, as profundidades 0,02 e 0,02 m tiveram o maior número de sementes emergidas ao dia, 16,42 e 12,93 sementes dia⁻¹ respectivamente. Já a profundidade de 0,10 m teve 2,26 sementes dia⁻¹. Para o tempo médio e velocidade média, tem-se também menor tempo para as profundidades de 0,02 e 0,04, como pode ser observado na Tabela 7.

Como é possível constatar, o comportamento dos índices apresentados nas tabelas depende, principalmente, da reação das porcentagens de emergências, em que neste caso, as profundidades 0,02 e 0,04 m se destacaram das demais. Reforçando esta afirmação tem-se o trabalho de Souza et al. (2009) que obtiveram baixo valor para as porcentagens de emergências (13,57 para 0,01 m, 9,35 para 0,02m e 6,07 para 0,04 m) para o picão preto e conseqüentemente obteve menores índices de velocidade de emergências de 0,44 para 0,01 m, 0,18 para 0,02 m e 0,04 sementes dia⁻¹ para 0,04 m.

Na Figura 13 está apresentada a porcentagem de emergência das sementes. Para o desdobramento do genótipo em relação a profundidade não houve diferença estatística. Já para o desdobramento das profundidades x genótipos atentou-se que para as profundidades de 0,02 m os quatro genótipos tiveram germinações acima de 70%, tendo destaque para o IMA-4409 em que emergiram 90% das sementes. Atestando com o trabalho de Siddiq, Ashraf e Akram (2007) que obtiveram médias de 80% para a germinação de uma variedade de cártamo.

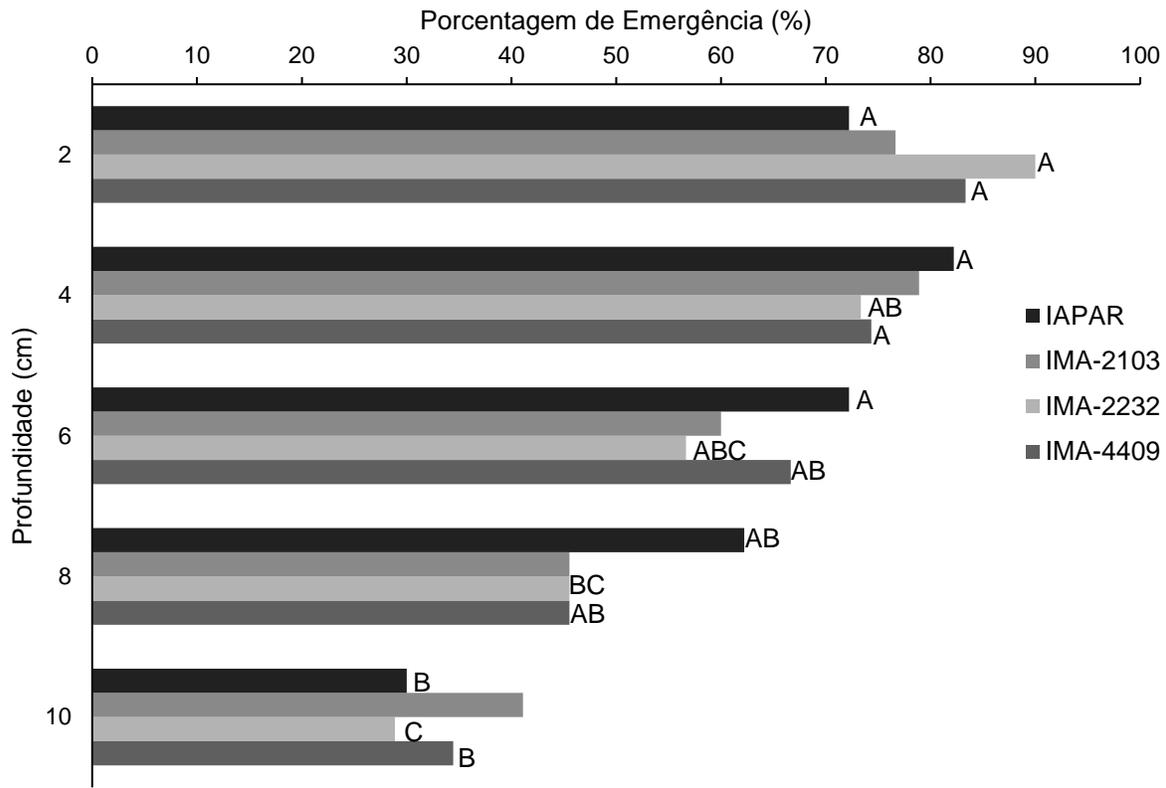


Figura 13. Porcentagem de emergência (E) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de semeaduras em campo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula em cada cor (genótipo) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Cruz et al. (2010), na cultura do milho, a profundidade depende também do tipo de solo, em solos mais pesados ou com drenagem deficiente as sementes devem ser colocadas de 0,03 e 0,05 m já em solos mais leves ou arenosos, as sementes podem ser colocadas mais profundas entre 0,05 e 0,07 m para se beneficiarem do maior teor de umidade do solo. Karimi et al. (2011) afirmam em que solos salinos a porcentagem de germinação de cártamo tende a diminuir, como em seu trabalho que diminuiu de 14, 38 e 74% para a concentração de 50, 100 e 200 mM de NaCl, respectivamente. Para Limón e Peco (2016) quanto mais profunda a semente foi semeada, menor foi sua porcentagem de germinação, para as diversas espécies de cerealíferas, que crescem em pastagens na Espanha.

A menor taxa de emergência foi para profundidade de 0,10 m, variando de 30% (IAPAR) a 43,33% (IMA-4409), contudo o genótipo IMA-2103 emergiu 41,11% das suas sementes. Tendo em vista que esta última variedade se adapta bem a altas profundidades, apesar de diminuir seu potencial germinativo. Para o cártamo (*Carthamus oxyacantha* M.), as profundidades afetaram significativamente sua emergência, ao aumentar a profundidade de 0 a 0,06 m a porcentagem foi reduzida para 35%, tendo máxima germinação a 0 m com 72,50% das sementes emergidas (TANVEER et al., 2012). Liu et al. (2016) obtiveram altas taxas de sementeira (80%) com *Scirpus planiculmis*, para sementeira a 0 m de profundidade, já a profundidade de 0,02 m não houve germinação.

Quanto ao índice de velocidade de emergência, Figura 14, o desdobramento dos genótipos em função das profundidades não apresentou diferença estatística entre si.

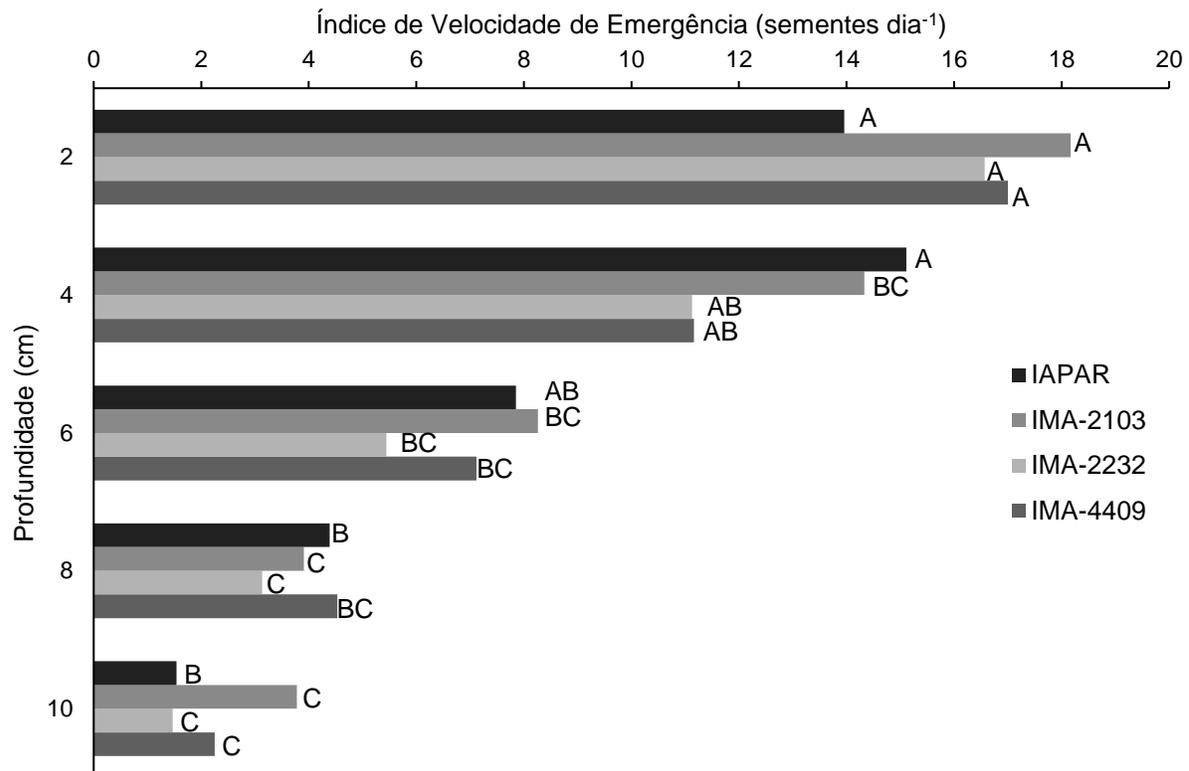


Figura 14. Índice de Velocidade de Emergência (IVE) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de sementeiras.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula em cada cor (genótipo) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o desdobramento profundidades em relação a genótipos é possível notar que as profundidades 0,02 e 0,04 m obtiveram as maiores médias, para todos os genótipos observados, corroborando com Zuffo et al. (2014) obtiveram melhores médias de índice de velocidade em 0,04 m, para a *Brachiaria dictyoneura*. O genótipo IAPAR obteve 13,96 e 15,11 sementes dia⁻¹, o IMA-2103 (18,17 e 14,33 sementes dia⁻¹), o IMA-2232 (16,57 e 11,13 sementes dias⁻¹) e o IMA-4409 (17 e 11,16 sementes dia⁻¹) para as profundidades 0,02 e 0,04 m respectivamente. Conquanto para a profundidade de 0,10 m as médias ficaram abaixo de 4 sementes dia⁻¹.

De acordo com Ávila et al. (2005) os lotes de sementes que apresentam maiores valores para o índice de velocidade de emergência, indicam maior vigor. Bem como o seu melhor lote apresentou 9,37 sementes por dia e o pior 5,33 sementes ao dia, o que está de acordo com os resultados encontrado neste estudo. Nesse sentido, o genótipo indicado com maior vigor é o IMA-2103, que detém as maiores médias para este índice para a maioria das profundidades. Silveira et al. (2016) observaram índices de emergência para o cártamo de 4,91 sementes dia⁻¹.

Considerando o tempo médio de emergência, Figura 15, verifica-se que as diferenças ocorreram apenas para o desdobramento genótipos em relação as profundidades para a profundidade de 10,0 cm, sendo o IMA-2103 (4,57 dias) diferente do IAPAR (6,76 dias). Para a Relação profundidades versos genótipo, analisa-se que o genótipo IMA-2103 e IMA-4409 se desenvolveram mais rapidamente que os demais e obtiveram menores médias para este índice. Conforme Torabi et al. (2016) para a germinação de cártamo são necessárias de 18,7 a 250 h, segundo os autores a germinação é mais rápida entre temperaturas de 20° - 35 °C fora desses níveis as germinações para cártamo são mais lentas.

Santos et al. (2015) observou que a profundidade padrão para a semeadura da espécie de *Urochloa* é de 0,021 a 0,0367 m, resultando em maior acúmulo de fitomassa das plântulas. Outros autores como Silva e Cesarino (2016) recomendam para a produção de mudas de jutaí (*Himenaëa Oblongifolia*) a semeadura de até no máximo 0,04 m, pois mais profundas são inadequadas a esta espécie.

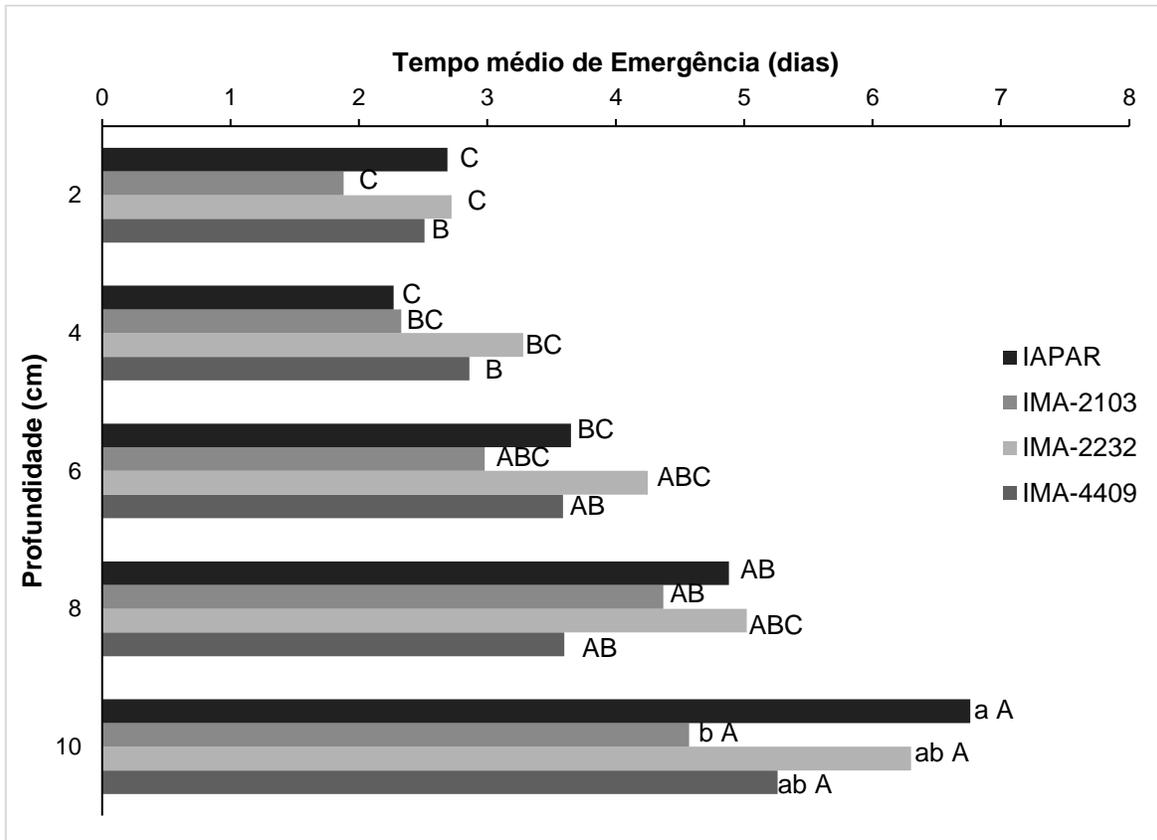


Figura 15. Tempo médio de emergência (TME) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de semeaduras.

Em que médias seguidas da mesma letra minúscula e cada grupo de genótipo em cada profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula em cada cor (genótipo) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a velocidade média de emergência, Figura 16, o desdobramento genótipos para com a profundidade de 0,02 m, tendo o IMA-2232 com a menor velocidade ($0,36 \text{ dia}^{-1}$) e maior para o IMA-2103 ($0,62 \text{ dia}^{-1}$), sendo que nos demais não foi observado diferenças estatísticas.

No desdobramento profundidades para com os genótipos, o genótipo IAPAR detém a maior velocidade para a profundidade de 0,04 m ($0,45 \text{ dia}^{-1}$) para o IMA-2103 obtém-se a maior velocidade para a profundidade de 0,02 m ($0,62 \text{ dia}^{-1}$), o IMA-2232 tem a maior média para a profundidade de 0,02 m ($0,46 \text{ dia}^{-1}$). Oba et al. (2015) observaram que quanto menor o teor de umidade para o cártamo, mais tempo ele leva para germinar.

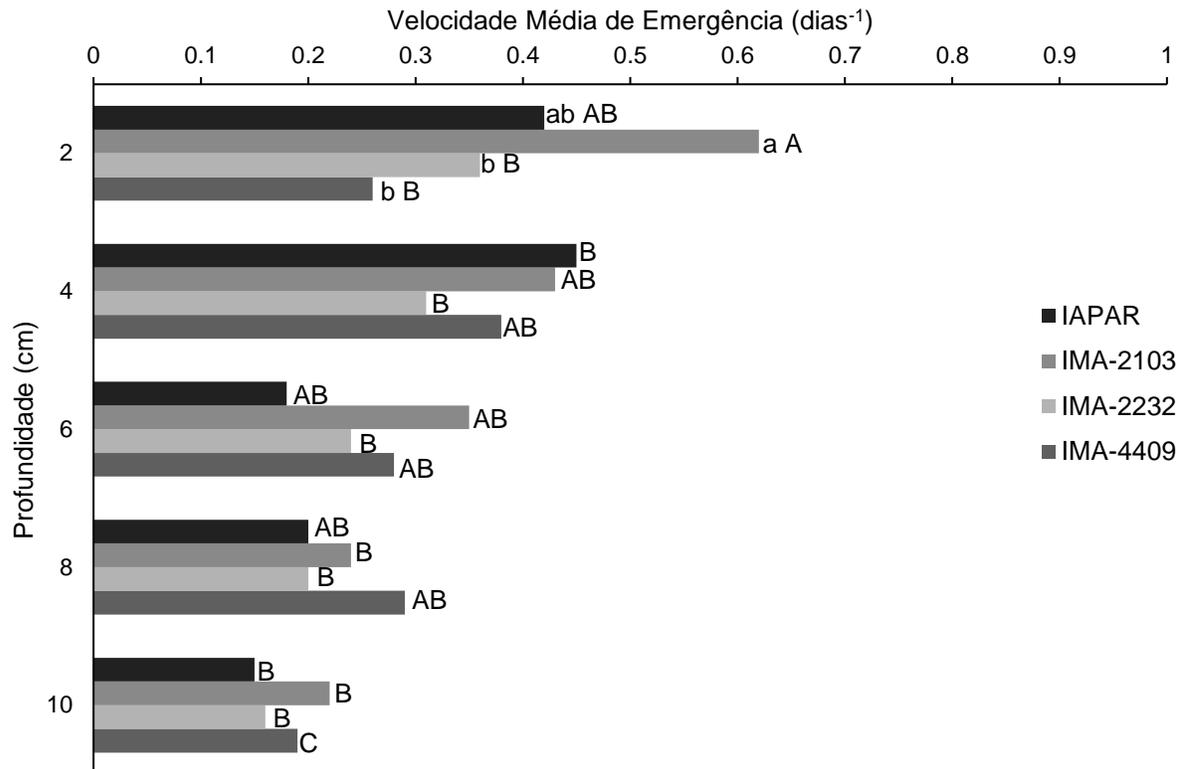


Figura 16. Velocidade média de emergência (VME) dos quatro genótipos de cartamo em função das cinco profundidades de semeaduras.

Em que médias seguidas da mesma letra minúscula e cada grupo de genótipo em cada profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula em cada cor (genótipo) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis morfométricas relativo aos genótipos não foram observadas diferenças estatísticas entre si, como pode ser observada na Tabela 8. Isto pode ter ocorrido devido à similaridade dos tamanhos e pesos das amostras, não obtendo diferença para os genótipos nestes itens avaliados. Na ausência de água, para a germinação de cártamo, os índices de comprimento de planta e vigor de sementes diminuiram conforme Khomari et al. (2014).

Tabela 8. Médias para os dados morfométricos, altura da planta (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro de caule (DC), massa fresca da planta (MFP), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da planta (MSP), para os genótipos.

Genótipo	CP (m)	CR (m)	DC (mm)	MFP (g)	MFR (g)	MSP (g)
IAPAR	0,1156	0,826	3,2	2,75	0,37	0,24
IMA-2103	0,1127	0,782	3,26	2,64	0,32	0,22
IMA-2232	0,1235	0,822	3,14	3,15	0,39	0,26
IMA-4409	0,1135	0,786	3,19	2,22	0,35	0,18
DMS	4,07	2,04	0,88	2,08	0,23	0,17
CV	35,77	25,97	28,26	78,92	65,6	75,21
F	0,88 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,62 ^{ns}

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade | *Significativo a 1% de probabilidade | **Significativo a 5% de probabilidade |^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

As variáveis referentes as profundidades se apresentaram diferentes apenas para o comprimento da raiz, Tabela 9, em que o maior comprimento foi observado para as amostras das profundidades de 0,10 m, tendo média de 0,106 m e a profundidade de 0,02 m alcançou média de 0,681 m. Demonstrando que até os 30 dias, os genótipos de cártamo apresentados neste estudo não apresentam diferenças morfométricas. Corroborando com Maciel et al. (2012) que também não obtiveram diferenças estatísticas para as diferentes profundidades, porém discordando de Zuffo et al. (2014) que encontraram diferenças estatísticas para a semeadura de *Brachiaria dictyoneura*.

Tabela 9. Médias para os dados morfométricos, altura da planta (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro de caule (DC), massa fresca da planta (MFP), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da planta (MSP), para as profundidades.

Profundidade	CP (m)	CR (m)	DC (mm)	MFP (g)	MFR (g)	MSP (g)
0,02	0,1202	0,681 B	3,13	2,65	0,35	0,21
0,04	0,1303	0,782 ab	3,46	3,03	0,39	0,25
0,06	0,116	0,765 ab	3,33	2,79	0,34	0,24
0,08	0,1129	0,832 ab	3,28	2,8	0,39	0,25
0,10	0,1022	0,106 a	2,79	2,18	0,3	0,18
DMS	4,85	2,43	0,88	2,48	0,27	0,2
CV	35,77	26	28,26	78,92	65,6	75,21
F	0,57 ^{ns}	0,03 [*]	0,43 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,87 ^{ns}

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade | ^{*}Significativo a 1% de probabilidade | ^{**}Significativo a 5% de probabilidade | ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Os diferentes genótipos obtiveram poucas influências nas diferenças estatísticas. Porém para as profundidades é possível observar, no experimento em campo, que sementeiras nas profundidades de 0,08 e 0,10 m apresentaram poucas porcentagens de plântulas de cártamo chegando a 33%, sugerindo que neste período pode ter ocorrido deterioração das sementes, conseqüentemente os índices avaliados posteriormente são prejudicados, sendo diminuídos. Quando a sementeira é o dobro ou triplo do tamanho da semente (como o caso das sementeiras de 0,02 e 0,04 m) a cultura reage rapidamente, tendo altas porcentagens de emergência (90%), altas taxas de sementes por dia e conseqüentemente maior tempo médio e velocidade média, demonstrando que estas duas profundidades são mais favoráveis para a sementeira de cártamo. Sendo assim, não foi possível observar germinação a partir da sobre sementeira (0 m) pois as sementes foram perdidas por vento e por predadores.

5. CONCLUSÕES

1. Em ambos locais, o Genótipo IMA-2106 obteve maiores médias para emergência (68 e 60,44%), índice de velocidade de emergência (1,12 e 9,69 sementes dia⁻¹), tempo médio de emergência (0,68 e 3,23 dia) e velocidade média de emergência (1,54 e 0,37 dia⁻¹ respectivamente);
2. A cultura obteve maiores resultados para a profundidade de 0,02 e 0,04 m, sendo esta indicada para o plantio de cártamo.
3. Não se recomenda a semeadura superficial (0 m) pois em ambos os casos não houveram germinação, e em campo as sementes foram perdidas por vento e predadores.
4. Em ambas as situações não foi observada interação entre os fatores genótipo e profundidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDO, M.T.V.N.; PAULA, R.C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* Spreng - Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 135-140, 2006.
- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E.; GALLAO, M. I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010a.
- ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; INNECCO, R.; BEZERRA, A. M. E. Emergência e desenvolvimento de plântula de cártamos em função do tamanho das sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 95-99, 2010b.
- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; PINTO, M. M.; STANCATO, G. C.; AGUIAR, J.; NASCIMENTO, T. D. R. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 871-875, 2005.
- AHMED, M. Z.; OMRAN, M. F.; MANSOUR, S. Z. IBRAHIM, N. K. Effectiveness of *Carthamus tinctorius* L. in the restitution of lipid composition in irradiated rats. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 20, n. 1, p. 75-94, 2007.
- ALMEIDA, A. C. S.; OLIVEIRA, F. C.; SOUSA NETTO, M.; VIEIRA, B. C.; BENETT, C. G. S. Emergência de picão preto em diferentes profundidades de semeadura e diferentes ambientes. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 1, p. 60-65, 2015.
- AL-SNAFI, A. E. The chemical constituents and pharmacological Importance of *carthamus tinctorius* - an overview. **Journal of Pharmaceutical Biology**, v. 5, n. 3, p. 143-166, 2015.
- ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; SILVA-MOURA, S. S.; ARAÚJO, L. R.; SILVA, R. S.; URSULINO, M. M. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Platymiscium floribundum* Vog. em função de diferentes posições e profundidades de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.12, p.2129-2135, dez, 2014.
- ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução ANP Nº 42, DE 24.11.2004 – DOU 9.12.2004 – Retificada DOU 19.4.2005.** Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2004/novembro/ranp%2042%20-%202004.xml>. Acesso em: 20. jun. 2016.
- ARALDI, D. E.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; ROQUE, C. G.; DALLACORT, R. Efeito da profundidade de semeadura e presença de palha sobre o substrato na emergência de *Crotalaria juncea*. **Ambiência Guarapuava**, v. 12, n. 2, p. 525 – 538, 2016

ARANTES, A. M. **Cartamo (*Carthamus tinctorius* L.) produção de biomassa, graos, óleo e avaliação nutritiva da silagem**, 2011, 34p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia. Nova Odessa, SP. 2011.

ASHRI, A.; KNOWLES, P. F. Cytogenetics of safflower *Carthamus* L. species and their hybrids. **Agronomy Journal**, v. 52, n. 1, p. 11-17, 1960.

ATHOW, H.L.; LAVIOLETTE, F.A. Pod protection effect on soybean seed germination and infection with *Diaporthe phaseolorum* var. *soja* and other microorganisms. **Phytopathology**, v.63, n.8, p.1021-3, 1973.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 62-70, 2005.

BAGHERI, B; SAM-DAILIRI, M. Effect of water estress on agronomic traits of safflower spring (*Carthamus tinctorius*). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 5, n. 12, p. 2621-2624, 2011.

BALASHAHRI, M.; FARHADI, R.; DOHOSTAIS, R. M. GHADIRI, I.; RAHIMI, M. Evaluation of cardinal temperatures and germination response to temperature in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) medicinal plant. **Journal of American Science**, v. 9, n. 1, p. 56-60, 2013.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Ecologically meaningful ermination studies. In: Baskin, C. C.; Baskin, J. M. **Seed: cology, biogeograph and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, p. 5-26, 1998.

BELLÉ, R. A.; ROCHA, E. K.; BACKES, F. A. A. L.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. Cártamo cultivado em diferentes épocas de semeadura e densidades de plantas. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2145-2152, 2012.

BERALDO, J. M. G.; FERNANDES, E. J.; OLIVEIRA, L. R.; SILVÉRIO, F. C.; CRMINATTI, A. L.; ARAÚJO, J. A. C. Qualidade do óleo e da torta de cártamo. 3 CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL |6 CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, Brasília. **Anais...** Brasília: UFL, 2009.

BERGMAN, J. W.; FLYNN, C. R. High oleic safflower as a diesel fuel extender - A potential new market for Montana safflower. In: 5 International Safflower Conference, Williston, U.S.A., July, 2001, **Anais...** Williston: North Dakota State University, p.289-293, 2001.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, v. 60, n.3, p. 20-29, 2008.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, v. 9, n.7, p. 1055-1066, 1997.

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F.; BARROS, D. I.; DIAS, L. A. S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p.1-6, 2003

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.

BORTOLHEIRO, F. P. A. P. **Caracterização de linhagens de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em condições de deficiência hídrica e reidratação**, 2015, 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu. 2015.

BOTTEGA, E. L.; BRAIDO, R.; PIAZZETTA, H VON L.; NETO, A. M. O, GUERRA, N. Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. **Pesquisa agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 19, n. 2, p. 74-78, 2014.

BRASIL, EPE- Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2015: Ano base 2014 / Empresa de Pesquisa Energética**. Rio de Janeiro : EPE, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

BRESSAN, R. T.; DA SILVA, R. F.; PILATTI, M. A.; MULLER, F.; SILVEIRA, L.; SILVA, J. R.; SANTOS, R. F.; LEWANDOSKI, C. F. Influence of *Ilex paraguariensis* aqueous extract on safflower growth and germination in vitro. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n.40, p. 4021-4026, 2016.

CALDEIRA, M. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A.; COELHO, S. V. B.; KATAOKA, V. Y. Vigor de sementes de girassol pela análise computadorizada de plântulas. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 4, p.346–353, 2014.

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

CARDOSO, E. A.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; SILVA, K. B. Emergência de plântulas de *Erythrina velutina* em diferentes posições e profundidades de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.9, p. 2618-2621, 2008.

CARVALHO, D. B.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 31, n. 3, p. 489-494, 2009

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CASTRO, R. D. de.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 149–162, 2004.

CHAPMAN, G. W.; ALLAN, T.G. **Técnicas de estabelecimento de plantaciones forestales**. Roma: FAO- Organizacion Das Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación, 1989. 206p.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed Science and technology**, 2ed. New York: Macmillan, 1985, 321p.

CORLETO, A; ALBA, E; POLIGNANO, G.B; VONGHIO, G. A multipurpose species with unexploited potential and world adaptability. In: 4 International Safflower Conference, Bari, Italy, June 1997, **Anais...** Bari, p. 23-31, 1997.

CORONADO, L. M. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Ciudad Obregon: SGI, 2010. 96p.

COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.S.; ZAGONEL, G.F. e RAMOS, L.P. Produção de biodiesel alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

COSTA, N. P. MESQUITA, C. M.; MAUTINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p.128-132, 2003.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇANETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; BORDINGNON, J.R.; KRZYZONOWSKI, F.C.; HENNING, A. A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados brasileiros. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 140-145, 2001.

COYLE, W. T. **The future of biofuels: A Global Perspective**. United States Department of Agriculture: Economic Research Service. Novembro, 2007. Disponível em <http://www.ers.usda.gov/AmberWaves/November07/features/biofuels.htm>. Acesso em: 15. Jun. 2016.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. GONTIJO, VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO,

M. R. de. Plantio. In: **Cultivo do Milho**: Sistema de Produção 1, Embrapa Milho e Sorgo: Brasil, 2010. 6 ed.

DA SILVA, R. F.; BRESSAN, R. T.; ZILLI, B. M.; PILATTI, M. A.; SOUZA, S. N. M.; SANTOS, R. F. Allelopathic effect of aqueous extract of fresh leaf castor beans (*Ricinus communis* L.) applied to the beginning stage of soy (*Glycine max* L.) and safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **African Journal of Agricultural Research**, v. 15, n.49, p. 2787-2793, 2016.

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

DANTAS, C. V. S.; SILVA, I. B.; PEREIRA, G. M.; MAIA, J. M.; LIMA, J. P. M. S.; MACEDO, C. E. C. Influência da sanidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3 p. 574 - 582, 2011.

DEBNATH, P.; DEB, P.; SEN, D.; PATTANNAIK, S. K.; SAH, D.; GHOSH, S. K. Physico-chemical properties and its relationship with water holding capacity of cultivated soils along altitudinal gradient in Sikkim. **International Journal of Agriculture Environment & Biotechnology**, v. 5, n. 2, p. 161-166, 2012.

DELOUCHE, J. C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, v.6, n. 6, 2002.

DOUGHERTY, P.M. **A field investigation of the factors which control germination and establishment of loblolly pine seeds**. Georgia: Forestry Commission, v. 7, p.1-5, 1990.

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

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Brasília, DF: Embrapa, 2014, 4ed.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EKIN, Z. Resurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Utilization: A global view. **J. of Agronomy**, v. 4, n. 2, p. 83-87. 2005.

EXPEDITO, J. de S. **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Salvador: Rede Baiana de Biocombustíveis, 2003.

FERRARI, R.A.; OLIVERIA, V.S. e SCABIO, O.A. Biodiesel de soja – Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.

GIRARDI, L. B.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A.; PEITER, M. X.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T.; SOUZA, A. R. C.; LAZAROTTO, M. BRANDÃO, B. Índice de velocidade de emergência em sementes de cártamo em dois substratos e diferentes capacidade de retenção. 6 ENSub, setembro de 2010, Goiânia, Goiás. **Anais...** Goiânia: UFGV, 2010.

GUERRA, E. P.; FUCHS, W. **Produção de óleo vegetal**: comestível e biocombustível. Viçosa: CPT, 2009.226 p.

GUERRA, E. P.; FUCHS, W. Biocombustível renovável: uso de óleo vegetal em motores. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 103-112, 2010.

GUBIANI, P. I.; REICHERT, J. M.; CAMPBELL, C.; REINERT, D. J.; GELAIN, N. S. Assessing errors and accuracy in dew-point potentiometer and pressure plate extractor measurements. **Soil Science of America Journal**, v. 77, p. 19-24, 2012.

HACKBART, V.C.S.; CORDAZZO, C.V. Ecologia das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 1, p. 61-65, 2003.

HERDRICH, N. **Safflower Production Tips**. Washington State University Cooperative Extension, USA, 2001. 16p.

HOSOMI, S. T. **Germinação, viabilidade e armazenamento de sementes de *Cattleya* (*Orchidaceae*)**, 2009, 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Mestrado em agronomia, 2009.

HOFFMASTER, A.L.; FUJIMURA, K.; McDONALD, M.B.; BENNETT, M.A. An automated system for vigour testing three-day-old soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, v. 31, p. 701-713, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=4&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>. Acesso em: 20. Jun.2016.

JABEEN, N.; AHMAD, R. Variation in accession of sunflower and safflower under stress condition. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, n. 2, p. 383-389, 2013.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. – Caesalpiniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 19, n. 2, p. 218-224. 1997.

KAFFKA, S. R.; KEARNEY, T. E. **Safflower production in California**. UC Agriculture and Natural Resources Publication, 1998.

KARIMI, N.; SOHEILIKHAH, Z.; GHASMPOUR, H. R.; ZEBARDJADI, A. Effect of salinity stress on germination and early seedling growth of different Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. **Journal of Ecobiotechnology**, v. 3, n. 10, p. 07-13, 2011.

KHOMARI, S.; SOLTANI-NEZHAD, M.; SEFGHI, M. Effect of seed vigour and Pretreatment on Germinability and Seedling Growth of Safflower under Drought and Salinity Conditions. **International Journal of Farming and Allied Sciences**, v. 3, n. 12, p. 1229-1233, 2014.

KHODADAD, M. An evaluation of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.), seed germination and seedling characters in salt stress conditions. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n.7, p. 1667-1672, 2011.

KNOTHE, G.; DUNN, R. O.; BAGBY, M.O. Biodiesel: the use of vegetable oils and their derivatives as alternative diesel fuel. **National Center for Agricultural Utilization Research**, USA, Peoria, 2003.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LEITE, R. C. C.; LEAL, M. R. L. V. O biocombustível no Brasil. **Novos estudos**, n. 78, 2007.

LICHSTON, J. E.; SOUZA, V. H. M.; SIQUEIRA, M.; MEDERIOS, M. N. F.; LIMA, E. R.; LIMA, J. P. M. S.; COSTA, M. Adaptações anatômicas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) contra dessecação. IV Congresso Brasileiro de Mamona e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, 2010. **Anais...** João Pessoa: Embrapa Algodão, 2010, p. 834-838.

LIMA, P. C. R. **O biodiesel e a inclusão social**. Consultoria Legislativa, Março, 2004.

LIMÓN, A.; PECO, B. Germination and emergence of annual species and burial depth: Implications for restoration ecology. **Acta Oecologica**, v. 71, p. 8-13, 2016.

LIU, B.; JIANG, M.; TONG, S.; ZHANG, W.; ZOU, C.; WANG, B.; LU, X. Effects of burial depth and water depth on seedling emergence and early growth of *Scirpus planiculmis* Fr. Schmidt. **Ecological Engineering**, v. 87, p. 30–33, 2016.

LOURENÇO, M. E. V.; JANUÁRIO, I. N. Culturas energéticas e Desenvolvimento Rural. 2 Encontro Luso-Angolano em economia, sociologia, ambiente e desenvolvimento rural, 2011. **Anais...** Luanda: Universidade Metodista da Angola, 2011, p. 301-320.

LUZ, F. N.; YAMASHITA, O. M.; FERRARESI, D. A.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; KOGA, P. S.; MASSAROTO, J. A. Interferência de luz, temperatura, profundidade de semeadura e palhada na germinação e emergência de *Murdannia nudiflora*. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n.1, p. 25-33, 2014.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; FLORENTINO, R. S.; ZANI, L. P. CRUZ, C. Desenvolvimento de cultivares de mamoneiras em relação à profundidade de semeadura e seletividade de herbicidas dinitroanilinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 27-38, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p.1-24.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MASIERO, G.; LOPES, H. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 51, n. 2, p. 60-79, 2008.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de Palmito Vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.

MATOS, J. M. M. **Avaliação do teste de Ph do exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais**, 2009, 75 p. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Brasília, 2009.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; NETO, M. M. G.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009.

MCDONALD, M. B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, v. 8, p. 265-275, 1998.

MEDEIROS, P. T. **Viabilidade técnica do biodiesel metílico do óleo de duas variedades de *Carthamus tinctorius* L. como substituto do diesel de petróleo**, 2011, 88 p. Dissertação (Mestrado em química). Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, 2011.

MOHAMMED, E. M.; BENBELLA, M.; TALOUIZETE, A. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination. **Helia**, v. 25, p. 51-58, 2002.

MOURAD, A.L. Principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6, 2006, **Anais...** Campinas: UNIFEI, 1, 2006.

MORAIS, E. K. L. **Estudo do óleo das sementes de *Carthamus tinctorius* L. para a produção de biodiesel**. 2012, 94 p. Dissertação (Mestrado em química). Centro de Ciências Exatas e da Terra – Programa de Pós-Graduação em Química, UFRN, 94 f., 2012.

MORALES, R. G. F.; RESENDE, J. T. V.; FIGUEIREDO, A. S. T.; GALVÃO, A. G.; BAIER, J. E.; FAVARO, R. Beet seedling emergence in function of sowing depth and system. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 2, p. 215-221, 2016.

MOTA, T. M.; FELIPE, R. S.; FERREIRA, L. R.; SILVA, G. R.; SILVA, D. V.; ARAÚJO, E. F.; PAIXÃO, G. P. Tratamento de sementes e profundidades de semeadura na emergência e crescimento do capim braquiaria. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 186-191, 2014.

MÜNDEL, H.H; BLACKSHOW, R.E; BYERS, J.R; HUANG, H.C; JOHNSON, D.L; KEON, R. **Safflower production on the Canadian Prairies**. Lethbridge: Canadá, 2004.

MÜNDEL, H. H; BERGMAN, J, W: Safflower In: VOLLMANN, J; RAJCAN, J. W: **Handbook of plant breeding: Oil Crops**. New York: Springer, 2009. p. 422-447.

MUNIZ FILHO, A.; CARNEIRO P. T.; CAVALCANTI, M. L. F.; ALBUQUERQUE, R. C. Capacidade de emergência de picão-preto em diferentes profundidades de semeadura. **Revista de biologia e ciências da Terra**, v. 4, n.1, 2004.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 49-86.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Fatores externos (ambientais) e internos que influenciam na germinação de sementes. **Informativo Sementes IPEF**.

Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. São Paulo, 1998. Acesso em 18, mai, 2016. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>>.

NOBRE, G. R.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; SILVA, L. A. Crescimento da alface sob saturação temporal do solo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 13, n. Suplemento, p.890–898, 2009.

NOSHEEN, A; BANO, A; ULLAH, F; FAROOQ, U; YASMIN, H; HUSSAIN, I. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on root morphology of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 59, p. 12639-12649, 2011.

OBA, G. C.; GONELI, A. L. D.; FILHO, C. P. H.; FERREIRA, L. R.; PATRICIO, V. S.; MARTINS, E. P. Alguns testes de velocidade de germinação em sementes de *Carthamus tinctorius* L. para a avaliação do efeito do nível de água do substrato. 17 WORKSHOP DE PLANTAS MEDICINAIS DO MATO GROSSO DO SUL 7 EMPÓRIO DA AGRICULTURA FAMILIAR, 2015. **Anais...** Dourados: UFGD, 2015.

OELKE, E. A.; OPLINGER, E. S.; TEYNOR, T. M.; PUTNAM, D. H.; DOLL, J. D.; KELLING, K. A.; DURGAN, B. R.; NOETZEL, D. M. Safflower. **Alternative Field Crops Manual**, 8 p., 1992. Disponível em <www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower.html>. Acesso em: 20. Abr. 2016.

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

OYEN, L. P. A.; UMALI, B. E. *Carthamus tinctorius* L. In: VAN DER VOSSSEN, HAM & MKAMILO, GS (Editores). **Prota 14: Óleos vegetais/oléagineux**. Prota, Wageningen, Holanda. 2007.

PASCHOAL, T. S. **Genótipos de cártamo: produtividade de grãos, teor de óleo e acúmulo de nutrientes no oeste do Paraná**. 2016. Dissertação (mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, 2016. 34 p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 283–297

PINTO, A.C.; GUARIEIRO, L.L.N.; REZENDE, M.J.C.; RIBEIRO, N.M.; TORRES, E.A.; LOPES, W.A.; PEREIRA, P.A.P.; ANDRADE, J.B. Biodiesel: an overview. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 16, n. 6B, p. 1313-1330, 2005.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 6ed.

RIBEIRO, D.M.V. **Adequação do teste de condutividade elétrica de massa e individual para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**, 1999, 105 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L. L.; ROSSI, A.V.; SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1374-1380, 2007.

ROCHA, E. K. **Fenologia e qualidade de *Carthamus tinctorius* L. em diferentes populações e épocas de cultivo**. 72 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005.

RODRIGUES, A. J.; BATISTA, E. M. C.; OLIVEIRA, L. M.; PORTELLA, A. C. F.; SOUZA, P. B. Influência da profundidade e posição de semeadura na emergência de *Acácia polyphylla* DC. **Revista Verde**, v. 11, n.1, p.23-29, 2016.

ROSA, L. S.; VIEIRA, T. A.; SANTOS, D. S.; SILVA, L. C. B. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, v. 52, p. 87-98, 2009.

SABZALIAN, M. R.; MIRLOHI, A.; SAEIDI, G.; RABBANI, M. T. Genetic variation among populations of wild safflower, *Carthamus oxyacanthus* analyzed by agro-morphological traits and ISSR markers. **Genetic Resource Crop Evolution**, Witzhausen, v. 56, n. 8, p. 1057-1064, 2009.

SAKO, Y.; MCDONALD, M.B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A.F.; BENNETT, M.A. A system for automated seed vigour assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, n. 3, p. 625- 636, 2001.

SALAMATI, M. A.; ZEINALI, H.; YOUSEFI, E. Investigation of genetic variation in *Carthamus tinctorius* L. genotypes using Agro-Morphological traits. **Journal of Research in Agricultural Science**, v. 7, p. 101-108, 2011.

SANTOS, F. L. S.; MELO, W. R. F.; COELHO, P. H. M.; BENETT, C. G. S.; DOTTO, M. C. Crescimento inicial de espécies de *Urochloa* em função da profundidade de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 4, p. 1-6, 2015.

SANTOS, L. A. S.; ROSSETTO, C. A. V. Teste de vigor em sementes de *Crambe abyssinica*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 2, p.233-238, 2013.

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

SANTOS, S. S.; MOURA, M. F.; GUEDES, R. S.; GONÇALVES, E. P.; ALVES, U. E.; MELHO, P. A. F. R. Emergência e vigor de plântulas de *Cedrela fissilis* L. em função de diferentes posições de profundidades de semeadura. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 45-52, 2009.

SCHUTZ, F.; MASSUQUETTI, A.; ALVES, T. W. Demanda e oferta energética: uma perspectiva mundial e nacional para o etanol. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, Santa Maria, v. 16, n. 16, p. 3167-3186, 2013.

SCHMIDT, P.B. Sobre a profundidade ideal de semeadura do mogno (aguano) *Swietenia macrophylla* King. **Brasil Florestal**, v.5, n.17, p.42-47, 1974.

SEKI, K. SWRC fit - a nonlinear fitting program with a water retention curve for soils having unimodal and bimodal pore structure. *Hydrol. Hydrology and Earth System Sciences*, v. 4, p. 407-437, 2007.

SEHGAL, D.; RAINA, S. N. Genotyping safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars by DNA fingerprints. **Euphytica**, Wageningen, v. 146, n. 1-2, p. 67-76, 2005.

SHABANA, R.; ABD EL MOHSEN, A. A.; GOUDA, H. A. H.; HAFEZ, H. S. Impact of temperature fluctuation on yield and quality traits of different safflower genotypes. **Scientific Research and Review Journal**, v. 1, p. 74-87, 2013.

SIDDIQI, E. H.; ASHRAF, M.; AKRAM, N. A. variation in seed germination and seedling growth in some diverse lines of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under salt stress. **Pakistan Journal of Botany**, v. 39, n.6, p. 1937-1944, 2007.

SILVA, B. M. S.; CESARINO, F. Germinação de sementes e emergência de plântulas de Jutaí (*Hymenaea parvifolia* Huber.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, supl. I, p.256-263, 2016.

SILVA, B. M. S.; MORO, F. V.; SADER, R.; KOBORI, N. N. Influência da posição e da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de açai (*Euterpe oleracea* Mart. - ARECACEAE). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 187-190, 2007.

SILVA, C. J. **Caracterização agrônômica e divergência genética de acessos de cártamo**. 2013. 51p. Tese (Doutorado em Agronomia - Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade estadual Paulista, Botucatu, 2013.

SILVA, P. R. A.; DIAS, P. P.; CORREIA, T. P. S.; SOUSA, S. F. G. Emergência de plântula de milho em diferentes profundidades de semeadura. **Irriga**, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 178-185, 2015

SILVA, R. A. D.; LICHSTON, J. E.; SILVA, A. N. E.; LIMA, E. R.; JOBIM K.; SOUZA, V. H. M. Ocorrência de *Alternaria* sp. em *Carthamus tinctorius* L. no Rio Grande do Norte.

LXV CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, Salvador, 2014. **Anais...** Salvador: Sociedade Botânica do Brasil (SBB), 2014.

SILVEIRA, L.; SECCO, D.; SANTOS, R. F.; MULLER, F.; LEWANDOSKI, F.; BUENO, P. L. Potencial alelopático de Citronela (*Cymbopogon*) sob a germinação, emergência e desenvolvimento inicial de plantas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). **Acta Iguazu**, v.5, n.3, p. 25-38, 2016.

SINGH, V; NIMBKAR, N: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), In: SINGH, R, J: **Genetic Resources Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Oil Crops**. Boca Raton: CRC Press. p167-194, 2006.

SLUSZZ, T. M.; MACHADO, J. A. Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar. XLIV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL SOBER, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006, p. 1-10.

SMITH, J. R. **Safflower**. Emphasis is on Origin of Safflower Production, Marketing and Research in the USA. Champaign: AOCS Press. 1996. 624 p.

SOUSA, A. H.; RIBEIRO, M. C. C.; MENDE, V. H. C.; MARACAJÁ, P. B.; COSTA, D. M. Profundidades e posições de semeadura na emergência e no desenvolvimento de plântulas de moringa. **Caatinga**, v.20, n.4, p. 56-60, 2007.

SOUZA, L. C. F.; DOMINGUES, N. L. C.; FREITAS, M. E.; TORRES, L. D.; TANAKA, K. S.; PEDROTTI, M. C.; PEDROSO, F. F. Avaliação da potencialidade das culturas de nabo forrageiro e do cártamo para a produção de biodiesel em sucessão de cultura com o milho. 4 CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL|7 CONGRESSO BRASILEIRA DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, Belo Horizonte, 2010, **Anais...** Belo Horizonte: UFL, 2010.

SOUZA, M. C.; PARREIRA, M. C.; AMARAL, C. L.; ALVES, P. L. A. Efeito da época sobre a emergência de *Sida rhombifolia* e *Solanum viarum* em diferentes profundidades de semeadura. **Revista Ceres**, v. 58, n.6, p. 749-754, 2011.

SOUZA, M.C., PITELLI, R.A., SIMI, L.D. e OLIVEIRA, M.C.J. emergência de bidens pilosa em diferentes profundidades de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 29-34, 2009.

SUAREZ, P. A.; MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; WOLF, C. R. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na óleo química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 667-676, 2007.

TAIZ L; ZEIGER E. **Plant physiology**. Redwood City: Benjamin/Cummings Publishing Company. 565 p., 1991.

TANVEER, A.; FARIED, M. Z.; TAHIR, M.; JAVAID, M. M.; KHALIQ, A. Environmental factors affecting the germination and seedling emergence of *Carthamus oxyacantha* M. Bieb. (Wild Safflower). **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 18, n. 2., p. 221-235, 2012.

TILLMAN, M. A. A.; PIANA, Z.; CAVARIANI, C.; MINAMI, K. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.2, p.260-263, 1994.

TORABI, B.; SOLTANI, E.; ARCHONTOULIS, S. V.; RABII, A. Temperature and water potential effects on *Carthamus tinctorius* L. seed germination: measurements and modeling using hydrothermal and multiplicative approaches. **Braz. J. Bot.** v. 39, n. 2, p. 427–436, 2016.

TOLEDO, F. F. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1977.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa – UFV, Imprensa Universitária. 449p. 1991.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

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

YEILAGHI, H.; ARZANI, A.; GHADERIAN, M.; FOTOVAT, R.; FEIZI, M.; POURDAD, S. S. Effect of salinity on seed oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. **Journal of Food Chemistry**, v. 130, n. 3, p. 618-625, 2012.

ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; DA SILVA, L. M. A.; MENEZES, K. O.; SILVA, R. L.; PIAULINO, A. C. Profundidade de semeadura e superação de dormência no crescimento inicial de sementes de *Brachiaria dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf (1919) cv. Llanero. **Revista Ceres**, v. 61, n.6, p. 948-955, 2014.

WIELEWICKI, A.P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A.C.S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.