



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E CORRELAÇÃO ENTRE TESTES DE VIGOR PARA SEMENTES DE PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas* L.).

BÁRBARA FRANÇA DANTAS; YARA ANDRÉO DE SOUZA;
RENATA CONDURU RIBEIRO REIS
1 – EMBRAPA SEMIÁRIDO
barbara.dantas@embrapa.br

Resumo - O objetivo do presente trabalho foi determinar avaliações de vigor que possam auxiliar na caracterização de lotes de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) Os lotes estudados foram obtidos de coletas nos anos de 2007 e 2008: lote 1- mar./2007; lote 2-out./2007; lote 3- jan./2008 e lote 4-fev./2008. Os lotes de sementes foram avaliados quanto à temperatura e substratos ideais para germinação, ao grau de umidade, massa de mil sementes, condutividade elétrica, teste de germinação, teste de frio e germinação a baixa temperatura. Os lotes de sementes de pinhão-manso, coletados em diferentes épocas, apresentaram diferença na qualidade fisiológica, quando avaliados por diferentes testes de vigor. A temperatura ideal para avaliação da germinação de sementes de pinhão-manso é 25° C. O substrato ideal para a avaliação da germinação de sementes de pinhão-manso é rolo de papel. A germinação de sementes de pinhão-manso apresenta padrão trifásico, com a protrusão da radícula iniciando após 3 dias de embebição. O período ideal para avaliar o vigor e germinação de sementes de pinhão-manso é de 4 dias para a primeira contagem e 11 dias para a contagem final do teste de germinação. Os testes ideais para avaliação do vigor de sementes de pinhão-manso são primeira contagem do teste de germinação, teste de frio, teste de germinação a frio e condutividade elétrica.

Palavras-chave: *Jatropha Curcas*. Teste de Germinação. Qualidade Fisiológica. Germinação em Campo.

I. INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa viável para a obtenção do biodiesel, pois produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare, levando de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por 40 anos (Carnielli, 2003). Atualmente, a espécie vem recebendo destacada atenção no meio científico e nacional, devido à grande corrida que se estabeleceu em busca de fontes alternativas de energia. O Governo tem formulado programas que visam à aplicação, de forma sustentável, da produção e do uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional de áreas como Nordeste, via geração de emprego e renda, buscando dessa forma reduzir as importações do diesel de petróleo e conservando o meio ambiente (Cartilha Biodiesel, 2007).

Apesar da grande demanda de informações sobre o pinhão-manso, os trabalhos de pesquisa se encontram em sua fase inicial e pouco se sabe do real potencial da planta. Assim, existe uma importante demanda por pesquisas na área de tecnologia de sementes de pinhão-manso, visto que não existem trabalhos relacionando a qualidade fisiológica

das sementes, nem testes que possam avaliar corretamente a capacidade germinativa e vigor das sementes.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar processo germinativo da espécie e determinar avaliações de vigor que possam auxiliar na caracterização de lotes de sementes de pinhão-manso..

II. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de pinhão-manso foram colhidos em 2007 e 2008 em Santa Maria da Boa Vista-PE (latitude 9°2'59,1''F e longitude 39°58'43,6''W), e beneficiados manualmente para retirada das sementes, na Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. Foram definidos quatro lotes de sementes diferenciados pela época das coletas, sendo eles: lote 1- sementes coletadas em Janeiro de 2008; lote 2- sementes coletadas em Fevereiro de 2008; lote 3- sementes coletadas em Março de 2007 e lote 4- sementes coletadas em Outubro de 2007.

Os lotes foram caracterizados inicialmente quanto ao peso de mil sementes, determinado por meio da pesagem de oito repetições de 100 sementes (Brasil, 2009); e ao grau de umidade, determinado pelo método da estufa, a 105°C ± 3°C por 24 h (Brasil, 2009), utilizando-se duas repetições de 10 sementes.

Antes de todos os testes de germinação e vigor as sementes de pinhão-manso foram desinfestadas por imersão em hipoclorito de sódio 2,5% durante 1 minuto e lavagem abundante em água corrente, seguido de imersão em álcool 70% durante 1 minuto e lavagem abundante em água corrente. Em seguida as sementes foram tratadas com fungicidas para evitar desenvolvimento de fungos que pudessem mascarar os resultados dos testes.

Inicialmente foram realizados experimentos para determinação da melhor temperatura e substrato para germinação das sementes de pinhão-manso. Foram testadas temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C. Os substratos testados foram areia, rolo de papel, rolo de pano e substrato comercial (Plantimax®, Eucatex). Para tanto, as sementes de pinhão-manso foram semeadas em nos substratos mencionados e mantidas em germinadores tipo Mangelsdorff durante 14 dias. Foi avaliada a porcentagem de plântulas normais para cada condição testada.

Foi obtida a curva de embebição das sementes separadas em 4 repetições de 10 sementes, para cada tempo de embebição, sendo eles, 2, 4, 6, 8, 16, 24 horas e a cada 24 horas até o total de 144 horas. As sementes foram colocadas em gerbox sobre duas camadas e sob uma camada de papel

tipo germitest, embebido com 15mL de água destilada. Antes e após os tempos de embebição, as sementes foram pesadas.

Após obtenção da melhor temperatura e substrato para germinação das sementes de pinhão-manso foram realizados os testes de germinação baseados, nas indicações das Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009) para outras espécies, usando-se quatro repetições de 50 sementes para cada lote. O volume de água, para a embebição das sementes, foi o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel substrato tipo germitest ou quantidade suficiente para obtenção de capacidade de campo em areia e substrato comercial. As contagens da porcentagem de plântulas normais, de acordo com características descritas nas RAS (Brasil, 2009), foram realizadas aos 4, 7, 11 e 14 dias, após a semeadura. Aos quatro dias após a instalação do teste de germinação, foi avaliada a primeira contagem de germinação registrando-se a porcentagem de plântulas normais.

O teste de classificação do vigor de plântulas foi instalado do mesmo modo que o teste de germinação, repetindo-se o substrato, quantidade de água e a temperatura. Entretanto, no momento das contagens, foram registradas as plântulas anormais, bem como as normais fortes, médias e fracas, seguindo a descrição feita por Marcos Filho *et al.* (1987).

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido utilizando-se metodologia proposta por Vieira & Carvalho (1994). As sementes foram distribuídas sobre uma tela de alumínio, fixadas em caixas tipo gerbox, contendo 40mL de água destilada e acondicionadas em câmara de envelhecimento por 64 horas a temperatura de 42°C. Após esse período as sementes foram submetidas ao teste de germinação.

O teste de frio em rolo de papel foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por lote, semeadas em substrato rolos de papel toalha e mantidos em geladeira com temperatura de 10°C, durante sete dias. Após este período os rolos foram transferidos para um germinador a 30°C e foram computadas as porcentagens de plântulas normais aos 4, 7, 11 e 14 dias após semeadura (Vieira e Carvalho, 1994).

O teste de germinação a frio foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por lote, semeadas em substrato rolos de papel toalha e mantidos em incubadoras a 20°C, sendo avaliados aos 4, 7, 11 e 14 dias após a semeadura. A interpretação do teste foi realizada computando-se as porcentagens de plântulas normais por repetição (Vieira e Carvalho, 1994).

Para os testes de germinação, de frio e germinação a frio foram calculados o índice de velocidade de germinação (IVG; Maguire, 1962) e tempo médio de germinação (TMG; Laboriau, 1983).

O teste de condutividade elétrica foi realizado conforme a metodologia proposta pela AOSA (1983) e descrita por Marcos Filho *et al.* (1987), utilizando-se quatro repetições de 25 sementes para cada lote.

Para avaliação da emergência das plântulas em areia, foram semeadas 50 sementes por repetição em bandejas (40x 20x 10 cm) preenchidas com areia média e mantidas em telados. Foram realizadas contagens diárias de plântulas emergidas durante 30 dias seguidos da semeadura, calculando-se para cada lote porcentagem de emergência de plântulas em areia; valores de índice de velocidade de emergência (IVE), segundo fórmula proposta por Maguire (1962) e tempo médio de emergência (TME, Laboriau, 1983).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados obtidos em cada teste foram analisados separadamente através da análise de variância e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos para os testes avaliados foram correlacionados entre si.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às diferentes temperaturas e substratos para germinação não houve interação entre lotes e temperaturas de germinação ou substratos. A germinação das sementes de pinhão-manso em laboratório atingiu maiores porcentagens quando semeadas em rolo de papel e mantidas em germinador a 25° C, sendo de aproximadamente 70% (Figura 1a). Para os demais substratos as plântulas emergiram em menores porcentagens e velocidades, sendo que a temperatura que proporcionou melhores resultados foi a de 30° C (Figura 1b, c). Morais (2008) verificou que sementes de pinhão-manso apresentam alta germinação em temperaturas alternadas de 25-30° C. Por outro lado, Añez *et al.* (2005) sugerem 30° C como sendo temperatura ideal para *Jatropha elliptica* (purga-de-lagarto) em substrato de papel. Esses mesmos autores verificaram nessa condição que a germinação se inicia após 13 dias. Em comparação com essa espécie o pinhão-manso apresenta germinação mais rápida e em uma temperatura ideal mais baixa.

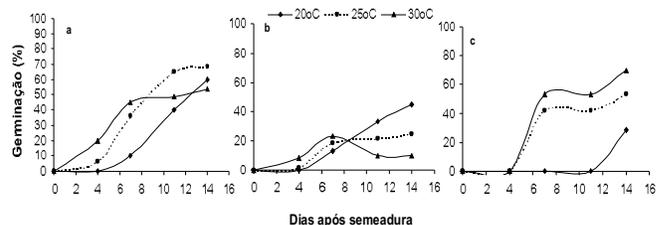


Figura 1- Curva de germinação de sementes de pinhão-manso em diferentes temperaturas e substratos: (a) Rolo de papel; (b) areia e (c) substrato comercial

A germinação das sementes de pinhão-manso apresentou modelo trifásico, onde a fase I (FI) foi completada em 48 horas. A fase III (FIII) iniciou-se após 88 horas de embebição, momento em que foram verificados 10% de plântulas com protrusão da radícula e um aumento de, aproximadamente, 75,7 % do peso inicial (Figura 2). Sementes de *Simarouba amara* (Simaroubaceae) apresentaram, da mesma forma que as sementes estudadas neste trabalho, aumento de matéria fresca em torno de 50% nas primeiras 24horas de embebição e 80% no final da fase II (FII), após 144 horas de embebição (Goldman *et al.*, 1987). A FII (fase lag) é caracterizada por uma estabilização do teor de água nas sementes (Bewley & Black, 1994). Neste trabalho houve uma variação de 65,38% de água, no início da FII, a 75,69% no final desta fase, tendo a duração de 40 horas (Figura 1). A FIII é caracterizada pela protrusão da radícula e por uma retomada da absorção de água pelas sementes. No entanto, ao contrário da FI, esta fase tem absorção ativa de água pelas sementes (Bewley & Black, 1994). Vários autores verificaram o modelo trifásico da germinação em sementes de espécies nativas da caatinga e do cerrado, como *Caesalpinia pyramidalis* (Dantas *et al.*, 2007a), *Schinopsis brasiliensis* (Dantas *et al.*, 2007b), *Bauhinia cheilantha* (Seiffert *et al.*, 2005) e *Protium widgrenii* (Seiffert, 2002). Martins *et al.* (2008) verificou o

início do processo germinativo para sementes de pinhão-mansinho apenas aos cinco dias da instalação do experimento. Para os lotes utilizados, no entanto, o processo se inicia após 90 horas, ou seja, menos de quatro dias.

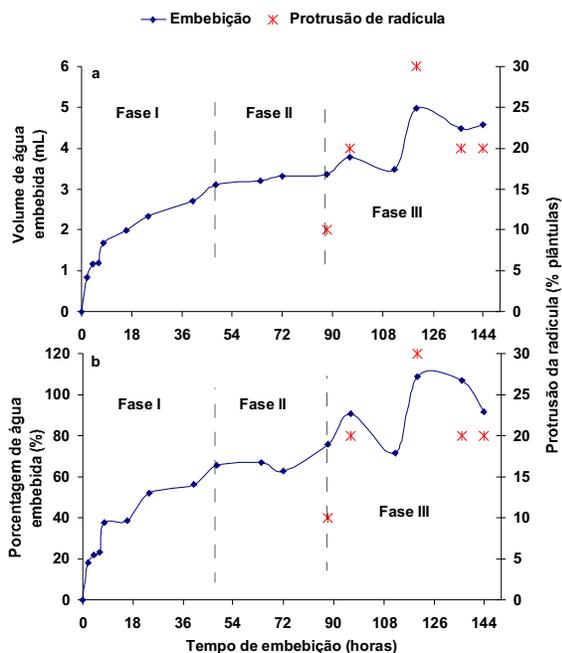


Figura 2- Volume (a) e porcentagem (b) de água embebida e protrusão de radícula (%) durante embebição de sementes de pinhão-mansinho

O grau de umidade das sementes de pinhão-mansinho não apresentou diferença significativa e não diferiu entre os lotes, com valores relativamente baixos (Tabela 1). Considerando-se que sementes ortodoxas apresentam valores entre 5% a 10%, o valor apresentado pelos lotes indica que essas sementes apresentam comportamento de sementes ortodoxas. Quanto à massa de mil sementes, os lotes 3 e 4 apresentaram valores superiores a 600 g, enquanto o lote 1 apresentou o menor valor, sendo de 474,2 g (Tabela 1).

A influência do peso das sementes sobre a germinação, vigor e produtividade vem sendo estudada em diversas espécies de plantas. Os resultados obtidos em grande parte das experiências obedecem a uma regra geral, de que quanto maior o peso da semente, melhor será a germinação e o vigor, levando, em consequência, a uma maior produtividade (Frazão *et al.*, 1984). Nos primeiros estudos relacionando peso das sementes ao vigor das mesmas, Rudolfs (1923) e Trelease & Trelease (1924), mostraram que sementes mais pesadas originaram plantas com melhor crescimento para feijão e trigo. A classificação das sementes por densidade é uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a emergência das plântulas, obtendo mudas de tamanho semelhante e/ou de maior vigor. Sementes de maior densidade, em uma mesma espécie, são, potencialmente, mais vigorosas do que as menores e de menor densidade, resultando em plântulas mais desenvolvidas (Carvalho e Nakagawa, 2000). Isso ocorre por que em sementes de maior peso e densidade essas sementes tem maior quantidade de tecidos de reserva (cotilédones e endosperma mais desenvolvidos), portanto, maior massa e maior capacidade de transformação destas reservas em substâncias incorporáveis pelo eixo embrionário (Dan *et al.*, 1987). Desta forma, pode-se afirmar que o lote

1, com menor peso de mil sementes apresentou, também, a menor qualidade fisiológica em relação aos demais lotes, como pode ser comprovado com os demais resultados descritos neste trabalho.

Tabela 1- Qualidade fisiológica de lotes de lotes de sementes de pinhão-mansinho.

Lotes	GU	MMS	TG	PC	PAN
1	3a	474,217c	40b	21b	14bc
2	3a	592,662b	61a	58 a	8c
3	5a	642,862a	50ab	25b	25ab
4	4a	629,845a	64a	21b	33a
CV%	15,26	4,65	18,11	27,90	21,05
Lotes	IVG	TMG	CE	TF	GF
1	3b	6ab	0,174b	32 b	39 ab
2	7a	4b	0,121c	56 ab	57 a
3	4b	7ab	0,208a	43 ab	36 ab
4	4b	8a	0,168b	44 a	11b
CV%	18,32	27,04	6,78	17,56	25,19

Grau de umidade (GU, %), massa de mil sementes (MMS, g), primeira contagem (PC, %plântulas normais), teste de germinação (TG, %plântulas normais), índice de velocidade de germinação (IVG, plântulas.dia⁻¹), tempo médio de germinação (TMG, dias), plântulas anormais (PAN, %), condutividade elétrica (CE, mS.cm⁻¹.g⁻¹), teste de frio (TF, %plântulas normais), germinação a frio (GF, %plântulas normais). Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A porcentagem de plântulas normais, considerada aos 11 dias do teste de germinação, nos lotes avaliados indica que a qualidade dos lotes 2, 3 e 4 são semelhantes entre si e superiores ao lote 1. Por outro lado, a porcentagem de plântulas anormais, considerada aos 11 dias do teste de germinação, e de plântulas normais na primeira contagem, considerada aos 4 dias do teste de germinação, indicam a superioridade da qualidade fisiológica do lote 2, onde mais de 50% das sementes germinaram aos quatro dias da instalação dos testes, e apenas 8% resultaram em plântulas anormais. Também é possível verificar que nesse lote a velocidade de germinação foi mais rápida que os demais lotes (Tabela 1).

Em trabalho realizado com sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) foi verificado que os testes de primeira contagem e germinação são eficientes na diferenciação de lotes (Fonseca *et al.*, 2004). Para lentilha (*Lens esculenta* Moench.), os resultados dos testes de vigor conduzidos juntamente com o teste de germinação, ou seja, primeira contagem e velocidade de emissão da raiz primária proporcionaram informações semelhantes à porcentagem de germinação (Freitas e Nascimento, 2006).

As sementes de pinhão-mansinho não apresentam dormência, no entanto seu tegumento, que é bastante rígido, pode dificultar a entrada de água durante o processo de embebição. Os lotes 1 e 3 foi o que apresentou maior porcentagem de sementes duras, 50% e 60% (Tabela 1), e foi constatado que essas sementes não apresentavam danos externos causados pela proliferação de microorganismos, ou que estavam mortas, as sementes estavam intactas e não intumescidas, seguindo a descrição das RAS (Brasil, 2009).

Apesar do lote 2 ser um dos lotes mais antigos, coletado em outubro de 2007, suas sementes indicaram pelos resultados até aqui apresentados uma qualidade fisiológica superior aos demais lotes. Na análise dos resultados de condutividade elétrica (Tabela 1), onde danos celulares podem ser estimados, observou-se que os menores resultados foram apresentados por esse lote, indicando a integridade de suas estruturas e diferenciando-o dos demais lotes.

Fonseca *et al.* (2004) em estudo com sementes de mamona, verificou que a avaliação do vigor, através do teste

de condutividade elétrica, não evidenciou diferença significativa entre lotes, e atribuiu esse comportamento a resistência do tegumento a entrada de água. No entanto, o teste de condutividade elétrica mostrou-se promissor para a diferenciação de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (Santos e Paula, 2005) e de amendoim (*Arachis hypogaea* L., Vanzolini e Nakagawa, 2005), sendo que nesse último deve ser conduzido com sementes de mesmo tamanho (Tabelas 1, 2, Figura 3).

Tabela 2 - Grau de umidade (GU, %), germinação (TG, % plântulas normais), índice de velocidade de germinação (IVG, plântulas.dia⁻¹), tempo médio de germinação (TMG, dias), condutividade elétrica (CE, mS.cm⁻¹.g⁻¹), para lotes de sementes de pinhão-manso submetidos ao envelhecimento acelerado (EA).

Lotes	GU-EA	TG-EA	IVG-EA	TMG-EA	CE-EA
1	21 a	36b	3 b	6 a	0.131 b
2	19 a	54ab	6 a	5 a	0.109 c
3	19 a	68a	6 a	5 a	0.168 a
4	19 a	71a	5 a	6 a	0.146 b
CV%	12.23	18.42	21.26	15.54	5.36

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si à 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O lote 2 foi o mais vigoroso ao se considerar os testes de frio (TF) e de germinação a frio (GF), no entanto, este não se diferenciou dos outros lotes como ocorreu para a primeira contagem, condutividade elétrica e IVG (Tabela 1). De forma geral, se os resultados do teste de frio se aproximarem dos obtidos no teste padrão de germinação, há grande possibilidade de o lote apresentar capacidade para germinar sob uma ampla faixa de condições ambientais, basicamente em termos de conteúdo de água e a temperatura do solo (Cícero e Vieira, 1994), indicando um alto vigor desse lote. Na tabela 2 pode-se observar a qualidade fisiológica de sementes de pinhão-manso após o teste de envelhecimento acelerado (EA) das mesmas. Após o EA as sementes dos quatro lotes avaliados apresentaram alto grau de umidade (19%), sendo que, considerando-se o IVG e a porcentagem de plântulas normais, o lote 1 foi o que apresentou o menor vigor assim como foi verificado para massa de mil sementes e porcentagem de germinação (tabela 1). A condutividade elétrica das sementes apresentou a mesma resposta antes e após o EA (tabela 2).

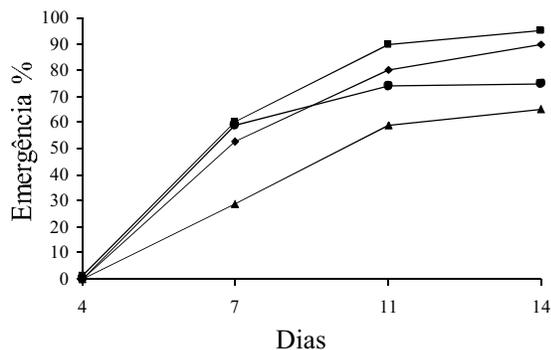


Figura 3 - Germinação (%) de sementes de pinhão-manso, de diferentes lotes (▲L1, ●L2, ◆L3, ■L4), submetidas ao teste de emergência em areias, com leituras realizadas aos 4, 7, 11 e 14 dias após a instalação

O vigor das plântulas obtidas dos diferentes lotes de sementes de pinhão-manso (Tabela 3) sugere que todos os lotes apresentavam semelhança na qualidade fisiológica, quando da sementeira. Os parâmetros de número de folhas e área foliar, não apresentaram diferença significativa.

Entretanto, a altura da plântula e o diâmetro do hipocótilo, foram superiores para as plântulas do lote 2, que atingiram até 12 cm de altura.

Tabela 3 - Número de folhas, área foliar, altura da planta e diâmetro do caule para plântulas obtidas de sementes de diferentes lotes de pinhão-manso submetidos ao crescimento em areia.

Lotes	Número de folhas	Área foliar (cm ²)	Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (cm)
1	2.85 a	340.75a	11.42ab	4.93 b
2	2.80 a	345.25a	11.83ab	4.79 ab
3	2.75 a	301.50a	10.65b	4.48 ab
4	3.00 a	321.75a	12.40a	5.00 a
CV%	6.24	12.91	5.87	4.83

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si à 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Plantas que apresentam os parâmetros de altura e massas frescas e secas maiores que outras, para uma mesma espécie, indicam a boa qualidade fisiológica das sementes que as originaram, e são consideradas mais vigorosas (Vieira e Carvalho, 1994). As massas das diferentes partes da planta indicam que não houve diferença entre as folhas das plantas de pinhão-manso dos diferentes lotes, enquanto que para hipocótilo mais pecíolo e raízes, novamente o lote 2 apresentou maiores valores, indicando um maior vigor desse lote. Porém, quando analisadas as massas secas, é possível observar que todos os quatro lotes foram iguais, ou seja, não apresentaram diferença significativa dos dados (Tabela 4). Ao analisar as massas secas das plântulas, os resultados indicam o comportamento do desenvolvimento inicial e refletem a translocação e acúmulo da matéria seca nas partes das plântulas (Vieira e Carvalho, 1994).

A emergência das sementes em campo iniciou-se aos quatro dias da instalação do experimento, no mesmo período que os testes conduzidos em laboratório. Aos sete dias, 50% das sementes já haviam germinado, e é possível notar que os lotes 3 e 4 alcançaram mais de 80% de germinação ao final da avaliação, com 14 dias (Figura 1). Os testes realizados em laboratório e no campo foram conduzidos até 14 dias, sendo que o número de sementes germinadas após 11 dias da instalação foi constante, porém, as sementes não cessaram o processo após esse período, como foi observado por Martins *et al* (2008). Este trabalho corrobora com Vanzolini *et al.* (2010), que sugerem que o período mais adequado para avaliar a germinação em laboratório de sementes de pinhão-manso é de 12 dias. No entanto, esses autores indicam que seis dias seriam mais adequados para a primeira contagem do teste de germinação. Neste trabalho, porém essa contagem foi realizada aos 4 dias por separar melhor os lotes de diferentes qualidades (Tabela 1).

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson para avaliação de plântulas normais em testes de germinação e vigor de sementes de pinhão-manso.

	TG7	TG11	TF4	GF4	A7	EA4
TG4	0.854**	0.508**	0.745**	0.842**	0.238 ^{NS}	0.458 ^{NS}
TG7	--	0.807**	0.593*	0.627**	0.255 ^{NS}	0.463 ^{NS}
TG11		--	0.409 ^{NS}	0.359 ^{NS}	0.332 ^{NS}	0.415 ^{NS}
TF4			--	0.733*	0.430 ^{NS}	0.383 ^{NS}
GF4				--	0.257 ^{NS}	0.567*
A7					--	0.328 ^{NS}
A11						0.206 ^{NS}
EA4						--

TG (Teste de germinação); TF (Teste de frio); GF (Germinação a frio); A (Emergência em areia); EA (Envelhecimento acelerado); 4, 7, 11 (dias após o início do teste para avaliação de plântulas normais); NS (não significativo); * (significativo a 5%); ** (significativo a 1%).

Ressalta-se que os lotes 3 e 4 são os mais novos entre os lotes, e os resultados parecem indicar que o comportamento das sementes em campo (em bandejas preenchidas com areia) e em laboratório (em papel substrato) é um pouco distinto, visto que os resultados dos testes de germinação conduzidos no laboratório mostraram que o lote 2 foi sempre superior aos demais lotes. De acordo com Arruda *et al.* (2004), esse desempenho germinativo relativamente superior na condição de campo pode ser atribuído à adaptação e ocorrência da espécie em locais com solos arenosos. Além disso as condições de temperatura e luminosidade, obtidas no telado onde foi realizado o teste de emergência em areia, são bem distintas daquelas obtidas em germinadores, onde foi avaliada a germinação das sementes de pinhão-manso. De acordo com Araújo (2010), a utilização de telados com sombreamento de 25% possibilitam maior emergência de plântulas de pinhão-manso em substratos compostos por solo + areia, na proporção de 1:1 ou 1:2.

Pode-se observar na tabela 4 que os valores de porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação apresentam alta correlação com as porcentagens de plântulas normais da contagem final do teste de germinação, teste de frio e germinação a frio. Nenhuma dessas variáveis, no entanto, correlaciona-se com a porcentagem de emergência em areia e o envelhecimento acelerado apenas se correlaciona com a germinação a frio de sementes de pinhão-manso. A primeira contagem do teste de germinação correlaciona-se também com quase todas as variáveis de cinética da germinação avaliadas e com a condutividade elétrica do lixiviado das sementes de pinhão-manso (Tabela 5). Dessa forma, pode-se inferir que o a primeira contagem das sementes aos quatro dias após instalação do teste de germinação é um teste de vigor que apresenta grande correlação com os demais testes de vigor e que os testes de frio, de germinação a frio e de condutividade elétrica são eficientes para essa espécie.

IV. CONCLUSÕES

A temperatura e o substrato ideais para avaliação da germinação de sementes de pinhão-manso é 25° C e rolo de papel, sendo que as sementes de pinhão-manso apresentam padrão trifásico, com a protrusão da radícula iniciando após 3 dias de embebição. Assim, o período ideal para avaliar o vigor e germinação de sementes de pinhão-manso é de 4 dias para a primeira contagem e 11 dias para a contagem final do teste de germinação. Os testes ideais para avaliação do vigor de sementes de pinhão-manso são **primeira contagem** do teste de germinação, **teste de frio**, **teste de germinação a frio** e **condutividade elétrica**.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 563-568, 2005.
AOSA - Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook** . [S.l.], 1983. 93p.

ARAÚJO, M.N. **Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) submetidas a diferentes substratos e sombreamentos**. 2010. 64p. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade de Pernambuco, Petrolina, 2010.

ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, jan./abr. 2004.

BARROS, D.I.; NUNES, H.V.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.2, p.12-16, 2002.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de Sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. 365p.

CARNIELLI, F. **O combustível do futuro**. 2003. Disponível em: <www.ufmg.br/boletim/bul1413>. Acesso em 15/12/2008.

CARTILHA BIODIESEL: O Novo Combustível do Brasil. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Governo Federal. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/cartilha.pdf>>. Acesso 07/08/2007.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p.

DAN, E.L. *et al.* Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.

DANTAS, B.F.; CORREIA, J.S.; MARINHO, L.B.; ARAGÃO, C.A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v.28, n.3, 2007.

DANTAS, B.F.; SOARES, F.S.J.; LÚCIO, A.A.; ARAGÃO, C.A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de barauña (*Schinopsis brasiliensis* Engl.) **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v.28, n.3, 2007.

FONSECA, N.R.; MYCZKOWSKI, M.L.; PRIOR, M.; SÁ, R.O.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZANOTTO, M.D. Testes de avaliação da viabilidade e do vigor em sementes de mamona. In: I Congresso Brasileiro de Mamona, 2004, Campina Grande-PB. I Congresso Brasileiro de Mamona (Energia e Sustentabilidade), 2004. v.1. p.52. Disponível em: www.rbb.ba.gov.br/arquivo/261.pdf.

FRAZÃO, D.A.C.; COSTA, J.D.; CORAL, F.J.; AZEVEDO, J.A.; FIGUEIREDO, F.J.C. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.6, n.3, p. 31-39, 1984.

FREITAS, R.A.; NASCIMENTO, W.M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n.3, p.59-63, 2006.

GOLDMAN, G.H., GOLDMAN, M.H.S.; AGUIAR, J.P.L. Estudo sobre germinação e curva de embebição das sementes: germinação em diferentes temperaturas. *Acta Amazonica*. Manaus. v.16/17, n.1, p.383-392, 1987.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, DC: OEA – Prog. Reg. Desenv. Cient. Tecnol., 1983. 174p. (Biologia, Monografia, 24).

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

MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARTINS, C.C; MACHADO, C.G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-manso. *Ciências e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.3, p.863-868, maio/jun. 2008.

MORAIS, E. B. S. D. **Padronização do teste de germinação e qualidade de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) durante o armazenamento**. 2008. 103p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.

RUDOLFS, N. Influence of temperature and initial weight of seeds upon the growth rate of *Phaseolus vulgaris*, L. seedlings. *J. Agric. Res.*, 26:537-539, 1923.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs – Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, nº 2, p.136-145, 2005.

SEIFFERT, M. Alguns aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes e anatomia foliar de *Protium widgeonii* Engler. 2002. 81p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2002.

SEIFFERT, M; ANDREO, Y. ; FERREIRA, L. C. ; CATANEO, A. C. ; NAKAGAWA, J. ; SANINE, P. R. ; B.F. DANTAS . Alterações fisiológicas em sementes de mororó submetidas ao envelhecimento acelerado. In: X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal e XII Congresso Latino Americano de Fisiologia Vegetal, 2005, Recife, PE. Anais do X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal e XII Congresso Latino Americano de Fisiologia Vegetal, 2005.

TRELEASE, S.F. & TRELEASE, H.M. Relation of seed weight to growth and variability of wheat in water cultures. *Bot. Gaz.*, Chicago, 77:199-211, 1924.

VANZOLINI, S. & NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n.2, p.151-158, 2005.

VANZOLINI, S.; MEORIN, E.B.K.; SILVA, R.A.; NAKAGAWA, J. Qualidade sanitária e germinação de sementes de pinhão-manso. *Rev. bras. sementes*. vol.32, n.4, p. 9-14, 2010.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.