

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. EM DIFERENTES SUSTRATOS E TEMPERATURAS¹

KLEANE TARGINO OLIVEIRA PEREIRA², BRENNIA RAFAELLA VERÍSSIMO DOS SANTOS³,
CLARISSE PEREIRA BENEDITO^{4*}, ERICA GOMES LOPES², GUTIERRES SILVA MEDEIROS AQUINO²

RESUMO – A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma espécie exótica originária do Nordeste indiano, da família Moringaceae e possui importância econômica significativa, com diversas aplicações na indústria e na medicina. A espécie se propaga principalmente por sementes. Todavia, a obtenção de informações sobre o comportamento de diversas temperaturas e substratos na germinação torna-se imprescindível, uma vez que ainda não há metodologia padronizada para instalação do teste de germinação. Logo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes temperaturas e substratos na germinação e vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 (temperaturas x substratos), totalizando 10 tratamentos com quatro repetições de 25 sementes. Os substratos testados foram rolo de papel e entre vermiculita. Em seguida, as sementes foram incubadas em câmara do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), reguladas nas temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35 °C e alternada 20-30 °C com fotoperíodo de 8 horas. Foram avaliados a porcentagem, tempo médio e o índice de velocidade de germinação, além do comprimento da parte aérea e das raízes e massa seca total das plântulas. O substrato rolo de papel nas temperaturas de 25 ou 30 °C, assim como o substrato vermiculita na temperatura de 30 °C, foram as combinações mais indicadas para avaliar a germinação e o vigor das sementes de *Moringa oleifera* Lam.

Palavras-chave: Sementes florestais. Processo germinativo. Plântulas.

GERMINATION AND SEED VIGOR *Moringa oleifera* Lam. IN DIFFERENT TEMPERATURES AND SUBSTRATES

ABSTRACT – Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) is an exotic species, from the Indian Northeast, the Moringaceae family and has significant economic importance, with many applications in industry and medicine. This species spreads mainly by seed, so obtaining information on the behavior of different temperature and substrate on germination becomes essential since there is no standardized methodology for installation of the germination test. Therefore, this study aimed at evaluating the influence of substrate and temperature on germination and vigor of *Moringa oleifera* Lam. seeds. The experiment was conducted at the Seed Analysis Laboratory of the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA). The statistical design was completely randomized in a 5x2 factorial scheme (temperature x substrate), totaling ten treatments with four replicates of 25 seeds. The substrates were tested roll paper and vermiculite. Then the seeds were incubated at room *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) at constant temperatures of 20, 25, 30 and 35 °C and 20-30 °C alternating with a photoperiod of 8 hours. We evaluated the percentage, the average time and the germination speed index and the shoot length and root and total dry weight of seedlings. The roll paper substrate at temperatures of 25 to 30 °C, as well as vermiculite of 30 °C temperature are the most suitable combinations to evaluate germination and vigor of seeds of *Moringa oleifera* Lam.

Keywords: Forest seeds. Process germination. Seedlings.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 16/09/2014; aceito em 15/01/2015.

Trabalho de Iniciação Científica do primeiro autor, bolsista do PIBIC-CNPq.

²Graduandos do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA, Caixa Postal 137, CEP 59625-900, Mossoró (RN), kleane_rn@hotmail.com, kiraegl@hotmail.com; gutierressilva@hotmail.com.

³Graduanda do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA, Caixa Postal 137, CEP 59625-900, Mossoró (RN), bre.rafa@hotmail.com.

⁴Professora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA, Caixa Postal 137, CEP 59625-900, Mossoró (RN), clarisse@ufersa.edu.br.

INTRODUÇÃO

A *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie da família Moringaceae, originária do Nordeste indiano, e conhecida popularmente por cedro, moringueiro, lírio branco, quiabo-de-quina, acácia-branca e árvore-rabanete-de-cavalo (RANGEL, 2003). A espécie vem sendo difundida em todo o semiárido nordestino devido a utilização de suas sementes no tratamento de água para uso doméstico (GALLÃO et al., 2006). Suas sementes possuem uma proteína coagulante que pode ser usada com esta finalidade e vários estudos já comprovaram sua eficiência (PRITCHARD et al., 2010; SÁNCHEZ-MARTÍN et al., 2010; LO MONACO et al., 2013). Além disso, o óleo extraído das sementes possui excelente qualidade, podendo ser usado pela indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos. Suas sementes, folhas e flores têm excelente valor nutricional e são consumidas tanto na alimentação humana quanto animal (KAFUKU; MBARAWA, 2010; RASHID et al., 2011).

A utilização de sementes de boa qualidade constitui um fator determinante para o êxito do empreendimento florestal, sendo a capacidade germinativa das sementes o principal atributo de qualidade a ser considerado, pois sem ela a semente não tem valor para a sementeira, e dela também depende a qualidade das mudas e o sucesso de um reflorestamento (VALADARES; PAULA, 2008).

Vários fatores abióticos podem afetar a germinação das sementes, dentre eles a temperatura e o substrato, e seus efeitos na fase germinativa pode variar de acordo com a espécie estudada (ALVES et al., 2002). A temperatura age na germinação de três formas, determinando a capacidade e a porcentagem de germinação das sementes, eliminando as dormências primárias e secundárias ou induzindo a dormência secundária. Isto porque a velocidade de absorção de água e a modificação na velocidade de reações químicas provocadas pela temperatura podem interferir no desdobraimento, transporte das reservas e síntese de substâncias para as plântulas. Portanto, a germinação é um processo complexo que envolve uma sequência de eventos fisiológicos, controlada por diversos fatores, compreendendo diversas fases, as quais são individualmente afetadas pela temperatura utilizada (BEWLEY; BLACK, 1994).

O substrato para germinação das sementes deve proporcionar condições favoráveis para a germinação, bem como dar suporte físico para o desenvolvimento da plântula (FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PIÑA-RODRIGUES, 1993). Na escolha do substrato deve-se levar em consideração, principalmente, algumas características, quais sejam: drenagem e aeração; capacidade de absorção e retenção de água; e ausência de pragas e doenças, substâncias tóxicas e também o tamanho da semente, além de proporcionar facilidade para avaliação das plântulas durante o teste de germinação, sendo os tipos mais utilizados o papel e a areia (BRASIL, 2009). Outro substrato que

vem sendo bastante utilizado para avaliação de sementes de espécies florestais é a vermiculita, inclusive o seu uso, o qual já está sendo recomendado para várias espécies nas Instruções para Análise de Sementes Florestais (BRASIL, 2013). Este substrato apresenta algumas vantagens como: fácil obtenção; uniformidade na composição química e granulométrica; porosidade; capacidade de retenção de água; e baixa densidade.

Em pesquisas com sementes de espécies florestais, alguns autores estudaram a influência da temperatura e do substrato sobre a germinação das sementes, como em *Adenantha pavonina* L. (SOUZA et al., 2007), *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (NOGUEIRA et al., 2013), *Sebastiania brasiliensis* (BASSACO et al., 2014), *Caesalpinia pyramidalis* TUL. (LIMA et al., 2011), *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (KOPPER et al., 2010), *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert seeds (ALVES et al., 2011) e em *Amburana cearenses* (Allemão) A. C. Smith. (GUEDES et al., 2010). Porém, com espécies da família Moringaceae, a exemplo da moringa, ainda não há informações padronizadas nas Regras para Análises de Sementes (RAS) no que diz respeito à condução do teste de germinação, sendo necessário estudos que auxiliem na condução desses testes em laboratório.

Dessa forma, considerando-se a importância florestal e medicinal da espécie, além da falta de padronização quanto a condução do teste de germinação nas RAS, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes temperaturas e substratos na germinação e vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes, localizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró (RN). Foram coletadas sementes de *Moringa oleifera* Lam. em matrizes localizadas nas proximidades da UFERSA e do *Campus* da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró (RN).

Logo após a coleta, os frutos foram transportados ao Laboratório de Análise de Sementes da UFERSA, onde as sementes foram extraídas e beneficiadas manualmente, descartando-se as mal formadas, atacadas por insetos ou fungos, e em seguida embaladas em sacos plásticos e armazenadas em temperatura ambiente (30 °C) até a execução dos experimentos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 (temperaturas x substratos), totalizando 10 tratamentos. Para cada tratamento foi utilizado quatro repetições com 25 sementes. Os substratos utilizados foram rolo de papel e entre vermiculita, com granulometria média,

ambos previamente esterilizados em estufa a 120 °C, durante 2 horas. A vermiculita foi colocada em bandejas plásticas com dimensões 28 x 20 x 7 cm, umedecidas com quantidade de água destilada igual 2,0 vezes o peso do substrato seco (BRASIL, 2013) e a semente foi feita a 0,5 cm de profundidade e as sementes cobertas com o mesmo substrato. O substrato rolo de papel foi umedecido com quantidade de água destilada igual a 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009), a semente feita em cima de duas folhas e cobertas com a terceira, formando o rolo, e posteriormente acondicionado em sacos plásticos para evitar a desidratação. Em seguida, as sementes foram incubadas em câmara do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), reguladas nas temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35 °C e alternada 20-30°C, com fotoperíodo de 8 horas. As variáveis analisadas foram: **porcentagem de germinação** - as contagens das sementes germinadas foram realizadas em dias alternados para diminuir possíveis contaminações por fungos, estendendo-se até o 10º dia após a instalação do experimento (período em que se verificou a estabilização) após a semente, quando foram calculadas as porcentagens de plântulas normais, cujos dados foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$ para normalização de sua distribuição; **índice de velocidade de germinação** - realizado conjuntamente com o teste de germinação, em que se computou o número de sementes germinadas diariamente, do 4º até o 10º dia após a semente, e cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962): $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, onde: IVG= índice de velocidade de germinação; G1, G2 e Gn = número de plântulas normais, computadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2, Nn = número de dias de semente

à primeira, segunda e última contagem; **tempo médio de germinação** - realizado de acordo com a fórmula proposta por Labouriau (1983), através de contagens em dias alternados das sementes germinadas até 10 dias após a semente, sendo os resultados expressos em dias. $\bar{T} = \sum ni ti / \sum ni$, onde \bar{T} = média ponderada; t_i = tempo de germinação; e n_i = número de sementes germinadas no tempo t_i ; **comprimento da parte aérea e de raízes** - no final do teste (10 dias após a instalação) foram retiradas aleatoriamente 10 plântulas normais de cada repetição, sendo medidas o comprimento da raiz desde a inserção do colo até a extremidade da raiz principal, e o comprimento da parte aérea considerado desde a inserção do colo até o ápice das folhas primárias, cujas medições foram feitas com o auxílio de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros plântula⁻¹; e **massa seca de plântulas** - as plântulas foram acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C durante 48 horas, quando obteve peso constante, e posteriormente pesadas em balança analítica, sendo os resultados expressos em gramas plântula⁻¹.

A análise estatística foi efetuada através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o *software* Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância detectou haver efeito significativo da interação entre os fatores temperatura e substrato para todas as variáveis analisadas em nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise da variância para germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raízes (CR) e massa seca de plântulas (MSP) de *Moringa oleifera* Lam. oriundas de sementes submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G	IVG	CPA	CR	TMG	MSP
Temperatura (T)	4	4530,6*	13,0*	44,6*	60,9*	10,95*	1,34*
Substrato (S)	1	211,6 ^{ns}	26,3*	4,15*	0,17 ^{ns}	13,20*	0,01 ^{ns}
T x S	4	364,6*	3,4*	7,10*	7,65*	5,63*	0,28*
Média Geral		79,0	3,16	5,14	7,61	6,69	0,48
C. V.		13,4	16,3	17,7	22,4	12,06	28,4

* - significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo.

As maiores porcentagens de germinação ocorreram nas temperaturas constantes de 20, 25 e 30 °C e na alternada 20-30 °C para os dois substratos (rolo de papel e vermiculita). Verificou-se, ainda, que a temperatura de 35 °C não se mostrou favorável para a germinação de sementes de moringa em ne-

nhum dos substratos avaliados, além de ter sido observada maior incidência de microrganismos (dados não apresentados) nas sementes (Tabela 2).

Outros autores também observaram que a temperatura de 35 °C não se mostrou favorável para a germinação de sementes de algumas espécies, co-

mo *Caesalpinia ferrea* Mart. (LIMA et al., 2006). Este resultado sugere que as sementes desta espécie conseguem se adaptar às flutuações térmicas naturais do ambiente, fato este também já observado em sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith (GUEDES, 2010). Azerêdo et al. (2011) trabalhando com temperaturas e substratos para a germinação de *Piptadenia moniliformis* Benth. também verificaram que a temperatura de 25 °C associada aos substratos rolo de papel e entre vermiculita proporcionaram os maiores valores de porcentagem e velocidade de germinação, além do desenvolvimento de plântulas. Já Souza et al. (2007) obtiveram bom desempenho na germinação e vigor de sementes de *Adenantha pavonina* L. quando as sementes foram submetidas às temperaturas de 30 e 35 °C em pó de coco, areia e vermiculita. Mondo et al. (2008) avaliando a influência de temperaturas e substratos na

germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) BRENAN verificaram que apenas o substrato vermiculita (entre e sobre), a 25 °C, foi a melhor condição para as sementes desta espécie germinarem.

Ainda na Tabela 2 se observa que o substrato vermiculita proporcionou maior porcentagem de germinação quando as sementes foram submetidas à temperatura constante de 30 °C à variação de temperatura de 20 a 30 °C.

De acordo com Brasil (2013), a vermiculita possui características desejáveis como: leveza; fácil manuseio; boa capacidade de retenção de água; e aeração favorecendo a germinação e crescimento do sistema radicular. Além disso, pode ser reutilizada após ser peneirada, secada e esterilizada em autoclave.

Tabela 2. Germinação (%) de sementes de *Moringa oleifera* Lam. submetidas a diferentes temperaturas e substratos.

Temperaturas (°C)	Substratos	
	Rolo de papel	Entre vermiculita
20	97,0 aA	98,0 aA
25	90,0 aA	77,0 aA
30	77,0 aB	95,0 aA
35	38,0 bA	36,0 bA
20-30	80,0 aB	99,0 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG), verificou-se que o efeito da temperatura foi variável de acordo com o substrato utilizado. Para o substrato rolo de papel, os melhores resultados foram obtidos nas temperaturas de 25 e 30 °C, enquanto que entre vermiculita apenas a temperatura de 35 °C diferiu das demais e não se mostrou favorável, com resultados inferiores em relação às demais temperaturas neste substrato. Nas temperaturas constantes de 20, 25 e 30 °C e alternada 20-30 °C o substrato rolo de papel proporcionou maiores valores para o IVG (Tabela 3).

Comparando estes resultados com os obtidos para a variável porcentagem de germinação, percebe-se que apesar da vermiculita se apresentar, em algumas temperaturas, superior ao rolo de papel, a vermiculita proporciona germinação mais lenta e desuni-

forme (IVG).

Em experimento realizado por Pacheco et al. (2006) com diferentes temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., o substrato vermiculita e a temperatura constante de 30 °C promoveram os melhores resultados. Já Nogueira et al. (2013) verificaram que no desempenho germinativo mais rápido de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. as sementes foram submetidas à temperatura de 25 e 30 °C em rolo de papel. Para sementes de *Combretum leprosum* MART., Pacheco et al. (2014) concluíram que os substratos e as temperaturas mais adequadas para acelerar a velocidade de germinação foram o papel toalha a 25, 30 e 20-30 °C, pó de coco a 30 °C e a vermiculita e areia a 35°C para *Combretum leprosum* MART.

Tabela 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Moringa oleifera* Lam. submetidas a diferentes temperaturas e substratos.

Temperaturas (°C)	Substratos	
	Rolo de papel	Entre vermiculita
20	3,8 bA	3,0 aB
25	5,5 aA	2,2 aB
30	5,6 aA	3,0 aB
35	1,1 cA	0,9 bA
20-30	3,8 bA	2,7 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para o comprimento da parte aérea de plântulas, verificou-se que no substrato rolo de papel os melhores resultados foram encontrados nas temperaturas de 25 e 30 °C, não diferindo estatisticamente entre si. Já para o substrato entre vermiculita, a temperatura de 30 °C proporcionou o maior comprimento da parte aérea de plântulas em relação às demais temperaturas (Tabela 4). Analisando o efeito dos substratos, pode-se observar que estes diferiram estatisticamente apenas na temperatura de 25 °C, com maior crescimento da parte aérea, ocorrendo no substrato rolo de papel. A altura de plântulas é um dos métodos direto para avaliar o vigor fisiológico. Este, por sua vez, pode ser afetado por diversos fatores, seja ele genético ou simplesmente pelas condi-

ções ambientais que plantas e sementes são submetidas. Neste caso, a temperatura atua como fator determinante, já que influência na germinação agindo sobre a velocidade de absorção de água e sobre as reações bioquímicas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), inferindo, desta forma, em seu desenvolvimento e crescimento. Para Martins et al. (2008), as respostas de crescimento de plântulas são distintas de acordo com o substrato e a temperatura e os resultados variam entre as espécies. Estes autores verificaram que as condições mais favoráveis para o desempenho germinativo de plântulas de *Styphnodendron adstringens* (Mart.) Coville foi maior para as temperaturas de 25, 30 e 20-30 °C em substrato de papel.

Tabela 4. Comprimento da parte aérea de plântulas (cm) de *Moringa oleifera* Lam. obtidas a partir de sementes submetidas a diferentes temperaturas e substratos.

Temperaturas (°C)	Substratos	
	Rolo de papel	Entre vermiculita
20	5,8 bcA	5,7 bA
25	7,7 abA	3,8 cB
30	8,0 aA	7,8 aA
35	1,4 dA	1,4 dA
20-30	4,4 cA	5,4 bcA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao comprimento da raiz primária, os resultados revelaram que no substrato rolo de papel houve maiores médias nas temperaturas constantes de 20 e 30 °C, não ocorrendo diferença significativamente entre estas, enquanto o menor valor ocorreu quando as sementes foram submetidas à maior temperatura (35 °C). Já para o substrato entre vermiculita, os maiores comprimentos das raízes também foram registrados na temperatura constante de 20 °C, embora não tenha diferido de 25 e 30 °C e alternada de 20-30 °C (Tabela 5).

Comparando-se os substratos dentro de cada temperatura, pode-se verificar que ocorreu diferença significativa apenas na menor temperatura (20 °C), em que o substrato rolo de papel foi superior ao substrato vermiculita (Tabela 5). Em temperaturas mais baixas houve menor evaporação de água no substrato, mantendo o mesmo úmido por mais tempo, e, segundo Nakagawa (1999), a diferença de 1 °C

na temperatura, durante o teste de germinação, provavelmente terá efeito desprezível na porcentagem de germinação, mas a diferença na temperatura poderá proporcionar efeitos consideráveis no crescimento das plântulas (raízes e parte aérea), alterando seu comprimento e/ou sua massa seca. Além disso, de acordo com Figliolia et al. (1993) citado por Andrade et al. (1999), as sementes grandes, geralmente, originam plântulas maiores, com sistema radicular bem desenvolvido. Neste caso, as plântulas necessitam de substratos que envolvam e mantenham a umidade ao redor da semente, sustentando seu sistema radicular no longo período de germinação. Isto pode explicar o bom desenvolvimento do sistema radicular nos dois substratos estudados. Ainda segundo estes mesmos autores, devido a capacidade de absorção e retenção de água a vermiculita vem sendo utilizada com bons resultados para espécies florestais.

Tabela 5. Comprimento da raiz (cm) de plântulas *Moringa oleifera* Lam. obtidas a partir de sementes submetidas a diferentes temperaturas e substratos.

Temperaturas (°C)	Substratos	
	Rolo de papel	Entre vermiculita
20	12,2 aA	9,7 aB
25	8,5 bA	7,0 abA
30	8,8 abA	8,6 aA
35	2,4 cA	4,3 bA
20-30	6,4 bA	8,0 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os menores tempos médios de germinação foram alcançados no substrato rolo de papel nas temperaturas 25 e 30 °C (Tabela 6). Estes resultados concordam em partes com os obtidos por Lima et al. (2006), onde verificaram menores tempos médios de germinação para sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart., quando submetidas a 30°C, no substrato areia. Bezerra et al. (2004), avaliando diferentes substratos na germinação de sementes de *Moringa oleifera*

Lam. em condições de casa de vegetação, encontraram tempos médios de germinação com valores próximos aos obtidos neste trabalho, aproximadamente 7,08 dias.

Não houve efeito das temperaturas no tempo médio de germinação quando se utilizou o substrato vermiculita, indicando que este substrato proporcionou maior inibição no efeito da temperatura sobre esta variável (Tabela 6).

Tabela 6. Tempo Médio de Germinação (dias) de sementes de *Moringa oleifera* Lam. obtidas a partir de sementes submetidas a diferentes temperaturas e substratos.

Temperaturas (°C)	Substratos	
	Rolo de papel	Entre vermiculita
20	6,54 bA	6,65 aA
25	4,30 cB	7,77 aA
30	4,18 cB	6,45 aA
35	8,73 aA	8,11 aA
20-30	6,83 aA	7,35 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Referindo-se à massa seca das plântulas, os maiores valores foram obtidos quando se utilizou o rolo de papel nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C, enquanto os menores valores ocorreram quando as temperaturas foram submetidas a maior e menor temperaturas constantes, demonstrando a importância do controle na temperatura durante o teste de germinação de sementes de moringa quando se utilizar este substrato (Tabela 7). Para o substrato entre vermiculita não houve diferença estatística entre as temperaturas testadas, diferindo dos resultados obtidos no substrato rolo de papel. Esta diferença ocorreu provavelmente porque a vermiculita pode ter atuado como isolante térmico.

Resultados semelhantes ao deste trabalho com relação a massa seca de plântulas foram obtidos

por Pacheco et al. (2014), quando submeteu as sementes de *Cobretum leprosum* MART. à temperatura constante de 30 °C com os substratos papel toalha, vermiculita e areia. Por outro lado, Kissmann et al. (2007) não observaram diferenças significativas no conteúdo de massa seca de plântulas de *Adenanthera pavonina* L. provenientes de sementes submetidas a diferentes temperaturas (18, 25, 30 e 20-30 °C) e substratos (rolo de papel e sobre papel). Dessa forma, no presente estudo, as temperaturas constantes de 25 e 30 °C favoreceram a transferência de massa seca dos cotilédones para o eixo embrionário. Já as temperaturas 20 e 25°C no rolo de papel desfavoreceram essa transferência.

Tabela 7. Massa seca de plântulas (g) de *Moringa oleifera* Lam. obtidas a partir de sementes submetidas a diferentes temperaturas e substratos.

Temperaturas (°C)	Substratos	
	Rolo de papel	Entre vermiculita
20	0,034 cA	0,032 aA
25	0,460 aA	0,026 aB
30	0,429 aA	0,041 aB
35	0,007 cA	0,040 aA
20-30	0,236 bA	0,025 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Para a avaliação da germinação e vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. as combinações mais indicadas foram às temperaturas de 25 ou 30 °C no substrato rolo de papel ou às temperaturas de 20 ou 30 °C no substrato vermiculita.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. S. et al. Reavaliação do efeito do substrato e temperatura na germinação de sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Mart.). **Revista Árvores**, Viçosa, v. 23, n. 3, p.279-283, 1999.

ALVES, E. U. et al. Effect of temperature and substrate on germination of *Peltophorum dubium*

- (Sprengel) Taubert seeds. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 113 – 118, 2011.
- ALVES, E. U. et al. Germinação de sementes e *Mimosacaesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.
- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R.; VALERI, S. V. Temperatura e substrato para a germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 479-488, 2011.
- BASSACO, M. V. M.; NOGUEIRA, A. C.; COSMO, N. L. Avaliação da germinação em diferentes temperaturas e substratos e morfologia do fruto, semente e plântula de *Sebastiania brasiliensis*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 381-392, 2014.
- BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Prentice Hall, 1994. 445 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA/ACS, 2013. 97 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑARODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑARODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.
- GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 106-109, 2006.
- GUEDES, R. S. et al. Substratos e temperaturas para teste de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.
- KAFUKU, G.; MBARAWA, M. Alkaline catalyzed biodiesel production from *Moringa oleifera* oil with optimized production parameters. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 87, n. 8, p. 2561-2565, 2010.
- KOPPER, A. C.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 160-165, 2010.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.
- LIMA, J. D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (LEGUMINOSAE, CAESALPINIODEAE). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.
- LIMA, C. R. et al. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* TUL. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 216-222, 2011.
- LO MONACO, P. A. V. et al. Efeito da adição de diferentes substâncias químicas no extrato de sementes de moringa utilizado como coagulante no tratamento de esgoto sanitário. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 5, p. 1038-1048, 2013.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 633-639, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MONDO, V. H. V. et al. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENNAN (FABACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 177-183, 2008.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.
- KISSMANN, C. et al. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação

de *Adenanthera pavonina* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 668-674, 2007.

NOGUEIRA et al. Diferentes temperaturas e substratos para germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista de Ciências Agrárias**, Amazônia, v. 56, n. 2, p. 95-98, 2013.

PACHECO, M. V. et al. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PACHECO, M. V. et al. Germinação de sementes de *Combretum leprosum* MART. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 154-162, 2014.

PRITCHARD, M. et al. A comparison between *Moringa oleifera* and chemical coagulants in the purification of drinking water—An alternative sustainable solution for developing countries. **Physics and Chemistry of the Earth**, Amsterdam, v. 35, n. 13-14, p. 798-805, 2010.

RASHID, U. et al. Application of response surface methodology for optimizing trans esterification of *Moringa oleifera* oil: Biodiesel production. **Energy Conversion and Management**, Amsterdam, v. 52, n. 8-9, p. 3034-3042, 2011.

RANGEL, M. S. *Moringa oleifera*: um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil. 2003. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/A10moringa.htm>>. Acesso em: 09 dez. 2014.

ROSA, S. G. T. FERREIRA, A. G. Germinação de sementes de plantas medicinais lenhosas. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 147-154, 2001.

SÁNCHEZ-MARTÍN, J.; GHEBREMICHAEL, K.; BELTRÁN-HEREDIA, J. Comparison of single-step and two-step purified coagulants from *Moringa oleifera* seed for turbidity and DOC removal. **Biore-source Technology**, Amsterdam, v. 101, n. 15, p. 6259-6261, 2010.

SOUZA, E. B. et al. Germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 437-443, 2007.

VALADARES, J.; PAULA, R. C. Temperaturas para germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Benth. (Fabaceae – Faboideae). **Revista Brasileira Sementes**, Londrina, v. 30 n. 2, p. 164-170, 2008.