



## Germinação de *Vernonia condensata* Baker sob diferentes condições de luminosidade, temperaturas, condicionamento osmótico e substratos

Juliana Pereira SANTOS<sup>1\*</sup>, Lúcia Filgueiras BRAGA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

\*E-mail: [julianapsantos19@hotmail.com](mailto:julianapsantos19@hotmail.com)

Recebido em maio/2017; Aceito em outubro/2017.

**RESUMO:** *Vernonia condensata* é muito utilizada na medicina popular e apesar de sua importância são limitadas as informações sobre a fisiologia da germinação e propagação da espécie. O objetivo deste trabalho foi avaliar a melhor temperatura e condição de iluminação para a germinação de *V. condensata*, seu comportamento germinativo sob condicionamento osmótico e a emergência em diferentes substratos. Foram avaliadas as temperaturas de 25, 30 e 35°C na presença e ausência de luz. No condicionamento foi utilizado o agente PEG 6000 nos potenciais de -0,1 e -0,2 MPa, durante 24, 48 e 72 horas. A emergência foi avaliada em cinco substratos (sobre papel mata-borrão, sobre areia, sobre serragem, sobre vermiculita e sobre Substrato Comercial). As sementes de *V. condensata* se comportam como fotoblásticas positivas. A temperatura ótima para germinação é 30°C com início aos 9 dias. O condicionamento das sementes por 48 horas em solução de PEG 6000 à -0,2 MPa é recomendado por promover maiores valores de porcentagem, IVG e menor TMG. Recomenda-se que a emergência da espécie seja realizada sobre papel mata-borrão ou sobre serragem por ocorrerem maiores valores de porcentagem, IVE, TME, e maiores comprimentos e massa fresca das plântulas.

**Palavras-chave:** Figatil, fotoblastismo, osmocondicionamento, planta medicinal.

## Germination, priming and emergency *Vernonia condensata* Baker under different conditions of light, temperature and substrate

**ABSTRACT:** *Vernonia condensata* is widely used in folk medicine and although its importance is limited information on the physiology of the germination and propagation of the species. The aim of this study was to evaluate the best temperature and lighting condition for germination of *V. condensata*, its behavior under osmotic conditioning and germination the emergence in different substrates. Were evaluated the temperatures of 25, 30 and 35°C in the presence and absence of light. The conditioning was used agent PEG 6000 in -0.1 potentials and -0.2 MPa, during 24, 48 and 72 hours. The emergence was evaluated in five substrates (on blotting paper, on sand, on sawdust, vermiculite and about commercial substrate). The seeds of *Vernonia condensata* behave like fotoblastic positive. The optimum temperature for germination is 30°C beginning at 9 days. The conditioning on seeds for 48 hours in a solution of PEG 6000 to -0.2 MPa is recommended by occur greater values of percentage, GSI and lower GAT. It is recommended that the emergency of the species to be held on blotting paper or sawdust to promote greater values of percentage, ESI, EAT and larger lengths and fresh weight of seedlings.

**Keywords:** figatil, fotoblastism, priming, plant medicinal.

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil grande parte das espécies medicinais apresentam características de plantas pioneiras, sendo o gênero *Vernonia*, da família Asteraceae, abundante em espécies que ocorrem em estágios sucessionais iniciais, com aspectos de plantas infestantes principalmente de pastagens (KISSMANN; GROTH, 1999).

*Vernonia condensata* Baker é um arbusto alto, muito ramificado, podendo chegar a 5m de altura (CARRICONDE et al., 1996), conhecido popularmente como figatil. A espécie é encontrada nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (VICENTE et al., 2009), considerada perene e tropical, desenvolvendo-se em pleno sol com baixa exigência de irrigação e em solos profundos que apresentam de baixa a média fertilidade (RIBEIRO; DINIZ, 2008).

Na medicina popular *V. condensata* é muito utilizada por possuir propriedades analgésica, sedativa, anti-ucrogênica, antibacteriana, antifúngica e digestiva e vem sendo também utilizada como antitumoral (CARIBÉ et al., 2013). Estudos apontam seu potencial para carrapaticida (HOCAYEN; PIMENTA, 2013), mas apesar da importância da espécie, faltam estudos sobre sua propagação. Pesquisas sobre a germinação de espécies florestais e medicinais são muito importantes para auxiliar no processo de formação de mudas de interesse comercial, para recuperação de áreas degradadas ou para fins medicinais.

Alguns fatores que influenciam a germinação das sementes são as condições de luminosidade e temperatura ocorrentes durante este processo. Cada espécie possui especificidades em relação a esses fatores, fazendo com que estes venham a favorecer ou inibir a germinação. As

sementes que germinam na presença de luz são denominadas fotoblásticas positivas, e as que germinam na ausência de luz fotoblásticas negativas. Aquelas sementes que germinam tanto na ausência como na presença de luz são denominadas fotoblásticas neutras (MARCOS FILHO, 2005).

Em relação à temperatura, se muito elevada ou baixa pode desfavorecer a germinação, sendo a temperatura ótima aquela que promove maior germinação em menor intervalo de tempo (YAMASHITA; ALBERGUINI, 2011). Sementes de espécies pioneiras apresentam algumas dificuldades para a produção de mudas, em especial para a semeadura direta em campo, pois são em geral de pequeno tamanho, o que dificulta a coleta, além de apresentar germinação desuniforme (NASCIMENTO, 2011).

Uma das alternativas utilizadas para sincronizar a germinação e elevar consideravelmente seu percentual é o condicionamento osmótico. Neste procedimento as sementes são colocadas em contato com uma solução aquosa do agente osmótico, sendo os principais: sais, poliálcoois, polietileno glicol (PEG) e glicerol que agem completando a fase de embebição das sementes, mas mantendo a hidratação destas controladas impedindo que ocorra a protrusão da radícula (OLIVEIRA et al., 2010).

Alguns autores relatam a vantagem da utilização do PEG em relação aos outros agentes osmóticos por este não penetrar nas células e não causar toxidez devido ao seu alto peso molecular (PELEGRINE et al., 2013; MARTINELLI-SENEME et al., 2000). Para Peske et al. (2003), o pré-condicionamento oferece vantagens como germinação e estabelecimento rápido e uniforme, ocasionando menor competitividade no campo e redução do tempo de exposição das sementes as doenças do solo.

Porém, somente o pré-condicionamento não garante plantas de melhor qualidade se práticas culturais adequadas não forem realizadas, e dentre estas a escolha do substrato adequado para o desenvolvimento da planta é muito importante, pois este é o responsável por dar sustentação à planta, além de possibilitar o fornecimento de água, ar e nutrientes (ZORZETO et al., 2014). Alguns substratos utilizados na produção de mudas de espécies arbustivas e florestais são: vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, areia, serragem, além de substratos prontos disponíveis para compra em lojas especializadas.

Diante da importância da espécie *Vernonia condensata* e das limitações de informações na literatura sobre sua germinação e emergência, são de grande relevância estudos que visem contribuir com o conhecimento básico sobre a fisiologia da germinação e propagação da espécie. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho é avaliar a melhor temperatura e condição de iluminação para a germinação de sementes de *V. condensata* Baker, além do comportamento germinativo sob condicionamento osmótico e a emergência da espécie em diferentes substratos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes, dispostas em capítulos na parte apical dos ramos foram coletadas de quatro plantas, no município de Alta Floresta – MT, entre os meses de junho a setembro de 2014, período de reprodução de *Vernonia condensata*. Em seguida, passaram por limpeza, por meio da fricção da semente contra a palma da mão, para retirada das estruturas de dispersão da semente e posterior peneiramento para separação da semente da estrutura dispersora. Para condução

de todos os experimentos foram utilizadas caixas plásticas com dimensões de 11x11x3 cm.

### 2.1. Experimento I: Temperatura e fotoblastismo

O experimento constituiu-se de um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 a fim de avaliar as temperaturas constantes de 25, 30 e 35°C na ausência e presença de luz (fotoperíodo de 12 horas), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes passaram por assepsia superficial em hipoclorito de sódio comercial diluído em água destilada na proporção de 1:1 (v:v) durante 5 minutos e lavadas em água destilada pelo mesmo período. Em seguida tratadas com o fungicida Captan® (Captan) na forma de pó molhável na proporção de 0,5% do peso das sementes. Posteriormente foram colocadas para germinar em caixas plásticas transparentes e pretas (condição de escuro) sobre papel mata-borrão com 12 mL de água destilada no interior de câmaras BOD, reguladas para as temperaturas e fotoperíodo descritos acima. Foi realizada a reposição de 3mL de água no substrato a cada três a cinco dias para manutenção da hidratação. As avaliações foram diárias durante 30 dias e realizadas em luz verde de segurança, sendo consideradas germinadas as sementes com extensão radicular igual ou maior que 2 mm (REHMAN et al., 1996).

Para caracterização do potencial fisiológico das sementes foram avaliados a porcentagem de germinação/emergência (G ou E) de acordo com Labouriau; Valadares (1976). O índice da velocidade de germinação/emergência (IVG ou IVE) foi determinado segundo Maguire (1962). O Tempo médio de Germinação/emergência (TMG ou TME) e Frequência relativa de germinação/emergência foram obtidos pela equação proposta por Labouriau; Valadares (1976) e o Índice de sincronização ( $\bar{E}$ ) conforme fórmula de Labouriau; Pacheco (1978).

A avaliação da Porcentagem de plântulas normais foi realizada em conjunto com o teste de germinação, considerando plântulas normais aquelas com sistema radicular, hipocótilo, epicótilo, folhas cotiledonares e plúmula bem desenvolvida aos 30 dias do teste de germinação.

O comprimento das plântulas foi avaliado em conjunto com o teste de germinação, utilizando-se todas as plântulas normais de cada repetição, medidas com uma régua graduada em milímetros. Considerando como comprimento da plântula a distância compreendida entre o ápice da plântula até a região de extremidade da raiz primária. Os comprimentos das plântulas, para cada amostra, foram calculados dividindo-se o total das medidas pelo número de plântulas avaliadas, obtendo-se valores médios.

A massa fresca das plântulas foi determinada utilizando-se todas as plântulas por repetição de cada tratamento que foram usadas para avaliação do comprimento. A determinação da massa fresca foi efetuada em balança de precisão de 0,0001g, obtendo-se o peso úmido da matéria fresca das mesmas (NAKAGAWA, 1994). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O Índice de sincronização foi transformado pela  $(x + 0,5)^{0,5}$ .

### 2.2. Experimento II: Condicionamento osmótico

Para avaliação da germinação após condicionamento osmótico, procedeu-se a limpeza e assepsia das sementes conforme descrito no experimento I. O delineamento

experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, consistindo de dois potenciais osmóticos (-0,1 e -0,2 MPa) e três tempos de condicionamento (24, 48 e 72 horas).

Os potenciais de -0,1 e -0,2 MPa foram obtidos com o preparo de soluções de polietileno glicol (PEG 6000) a partir da tabela de Vilella et al. (1991). Foram utilizadas quatro repetições com 50 sementes para cada potencial e tempo de condicionamento, sendo as sementes mantidas em caixas plásticas transparentes sobre papel mata-borrão com 12 mL da solução de cada potencial osmótico. Nos tratamentos de condicionamento por 48 e 72 horas (nos dois potenciais), foi realizada troca das soluções a cada 24 horas para manutenção do potencial hídrico.

Após cada período de condicionamento as sementes foram retiradas das soluções e colocadas para germinar em caixas plásticas transparentes sobre papel mata-borrão com 12 mL de água destilada e autoclavada, no interior de BOD regulado para temperatura de 30°C e fotoperíodo de 12 horas. Foi realizada a reposição de 3mL de água a cada três dias em todos os tratamentos.

Foram realizadas avaliações diárias durante 21 dias, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular igual ou maior que 2 mm (REHMAN et al., 1996). As variáveis avaliadas neste experimento foram as mesmas descritas no experimento I, considerando-se o fim do experimento aos 21 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 2.3. Experimento III: Emergência em diferentes substratos

Para avaliação da emergência em diferentes substratos, procedeu-se a limpeza e assepsia das sementes conforme descrito no experimento I e adotado condicionamento prévio das sementes por 48 horas em polietileno glicol (PEG 6000) a -0,2 MPa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado consistindo de cinco substratos: sobre papel (SP), sobre areia (SA) sobre serragem (SS), sobre vermiculita (SV) e sobre substrato comercial da marca Tecnomax (SC).

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada substrato e colocadas para germinar em caixas plásticas transparentes em germinador tipo BOD na temperatura de 30°C e fotoperíodo de 12 horas. Cada substrato foi umedecido com 80% da sua capacidade de retenção, de acordo com método de Brasil (2009).

Foram realizadas avaliações diárias durante 21 dias, sendo considerada a emergência das plântulas com a expansão das primeiras folhas e a porcentagem e velocidade de emergência (IVE) calculadas de acordo com Labouriau; Valadares (1976) e Maguire (1962), respectivamente. A porcentagem de plântulas normais, comprimento de plântulas e massa fresca das plântulas foram avaliados conforme descrito no experimento I. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A emergência, o índice de sincronização e a massa fresca foram transformados pela  $(x + 0,5)^{0,5}$ .

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Temperatura e fotoblastismo

Os resultados da avaliação da germinação de *V. condensata* Backer apresentados na Tabela 1 demonstram

que a espécie se comportou como fotoblástica positiva, não apresentando germinação no escuro.

Na presença de luz ocorreu maior porcentagem e velocidade de germinação na temperatura de 30°C, porém a 25°C verificou-se menor tempo médio para a germinação (14,25 dias) e menor valor de sincronização do processo ( $\bar{E}$ ). Esse resultado permite constatar que a espécie se estabelece melhor em lugares com temperatura mais elevada, com grande incidência de luz, como ocorre em áreas abertas. Apesar do menor TMG e menor valor de sincronização observados na temperatura de 25°C, houve reduzida porcentagem de germinação de *V. condensata* a 25°C (2,0%) (Tabela 1).

Na distribuição da frequência relativa da germinação (Figura 1) se observa a desuniformidade da germinação nas temperaturas de 25 e 35°C, apresentando polígonos unimodais entre 10 e 19 dias à 25°C ( $t = 14$  dias) e polimodais à 35°C com máxima frequência aos 30 dias. Nesta última temperatura ocorreu o deslocamento do tempo à esquerda da moda ocorrendo aumento do tempo médio ( $t$ ) para 26 dias. A 30°C a distribuição polimodal é mais uniforme, com máxima frequência observada aos 19 dias, coincidindo com o tempo médio ( $t = 19$  dias).

Tabela 1. Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização ( $\bar{E}$ ) e comprimento de plântulas de *Vernonia condensata* Backer sob diferentes condições de luminosidade e temperaturas.

Table 1. Percentage of germination, germination speed index (GSI), mean germination time (GAT), synchronization index ( $\bar{E}$ ) and seedling length of *Vernonia condensata* Backer under different light conditions and temperatures.

Condição de Iluminação	Temperaturas					
	25°C		30°C		35°C	
	Germinação (%)					
Luz	2,0	Ca	70,5	Aa	32,0	Ba
Escuro	0,0	Aa	0,0	Ab	0,0	Ab
D.M.S. (T) = 4,2331; D.M.S. (C.I.) = 3,4826; C.V. (%) = 13,5						
	IVG					
Luz	0,07	Ca	1,93	Aa	0,64	Ba
Escuro	0,00	Ab	0,00	Ab	0,00	Ab
D.M.S. (T) = 0,0819; D.M.S. (C.I.) = 0,0674; C.V. (%) = 10,3						
	TMG (dias)					
Luz	14,25	Aa	18,81	Ba	26,03	Ca
Escuro	0,00	Ab	0,00	Ab	0,00	Ab
D.M.S. (T) = 2,2950; D.M.S. (C.I.) = 1,8881; C.V. (%) = 12,9						
	Índice de Sincronização (bits)					
Luz	0,00	Aa	1,55	Cb	0,93	Bb
Escuro	0,00	Aa	0,00	Aa	0,00	Aa
D.M.S. (T) = 0,1401; D.M.S. (C.I.) = 0,1153; C.V. (%) = 8,5						
	Comprimento de plântula (cm)					
Luz	0,300	Ba	2,075	Aa	0,000	Ba
Escuro	0,000	Aa	0,000	Ab	0,000	Aa
D.M.S. (T) = 0,1615; D.M.S. (C.I.) = 0,1085; C.V. (%) = 14,3						
	Massa fresca de plântula (g)					
Luz	0,0000	Ba	0,0985	Aa	0,0000	Ba
Escuro	0,0000	Aa	0,0000	Ab	0,0000	Aa
D.M.S. (T) = 0,0085; D.M.S. (C.I.) = 0,0057; C.V. (%) = 0,9						

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. C.I.= Condição de Iluminação, T = Temperatura, C.V.= Coeficiente de Variação.

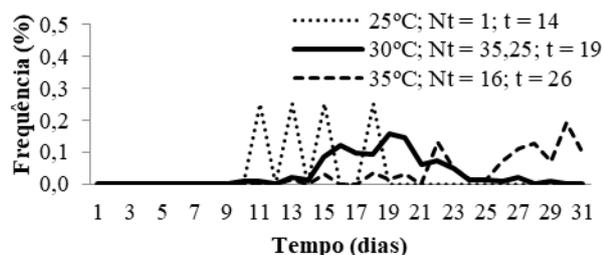


Figura 1. Frequências relativas (%) da germinação de sementes de *Vernonia condensata* Backer em função de diferentes temperaturas sob fotoperíodo de 12 horas luz. (t = Tempo Médio de Germinação; Nt = n° total de sementes germinadas no período).

Figure 1. Relative frequencies (%) of the seed germination of *Vernonia condensata* Backer as a function of different temperatures under photoperiod of 12 light hours. (T = Mean germination time, Nt = total number of germinated seeds in the period).

### 3.2 Condicionamento osmótico

O pré-condicionamento das sementes de *V. condensata* (Figura 2) demonstrou que os períodos de 24 e 48 horas de condicionamento foram mais adequados que o tempo de 72 horas, para promover aumento na porcentagem e velocidade de germinação (Figura 2A) e redução do tempo médio de germinação (Figura 2B), independente do potencial de PEG 6000 utilizado (-0,1 ou -0,2 MPa). A realização do pré-condicionamento com o agente osmótico PEG 6000 nas sementes de *V. condensata*, foi realizada com intuito de verificar se por meio do controle de embebição estas apresentariam uma germinação mais rápida, maior em termos de porcentagem do que em sementes sem o pré-condicionamento (como descrito no experimento I) colocadas para germinar com condições de luz e temperatura adequadas.

Observando os valores de porcentagem, IVG e TMG das sementes que foram condicionadas (Figura 2) e os obtidos para sementes não condicionadas (experimento I), na temperatura de 30°C na presença de luz, verifica-se maiores médias (80,25% e 74,75%) com 24 e 48 horas, respectivamente de condicionamento e, 70,5% de germinação para sementes não condicionadas. O valor do IVG de 1,93 passou para 2,92 e 2,70 após 24 e 48 horas de condicionamento com redução do TMG de 18,81 dias para 14,01 e 14,08 dias verificados após condicionamento por 24 e 48 horas, respectivamente.

A distribuição da frequência relativa da germinação após 24 horas de condicionamento (Figura 3A) apresenta picos unimodais entre 8 e 18 dias com sutil aumento da frequência quando o condicionamento foi realizado com solução de PEG à -0,1 MPa, porém com tempo médio (t) semelhante ao obtido com solução de PEG à -0,2 MPa (14 dias) que apresentou aumento no número total de sementes germinadas (N= 41,5).

No condicionamento por 48 horas (Figura 3B) a frequência é muito semelhante a observada para o período de 24 horas, ocorrendo o mesmo tempo médio (t) de germinação. A utilização do PEG à -0,2 MPa por 48 horas promoveu maior pico de germinação aos 12 dias, sem afetar, contudo, o número total de sementes germinadas. Para o condicionamento por 72 horas (Figura 3C) ocorreu aumento dos polígonos e deslocamento do tempo à esquerda da moda ocorrendo aumento do tempo médio (t) para 15 dias e redução do número total de sementes.

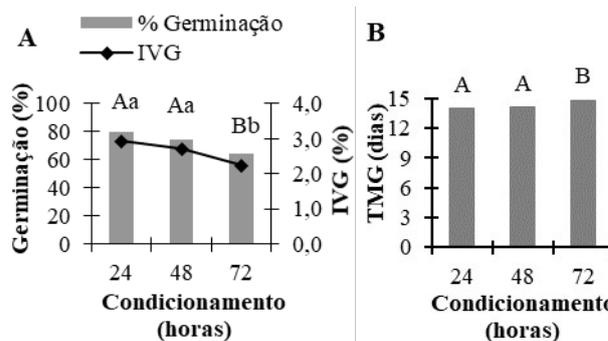


Figura 2. Porcentagem e Índice de velocidade de germinação (A) e Tempo médio de germinação (B) de *Vernonia condensata* Backer após condicionamento por diferentes períodos de tempo. Letras iguais maiúsculas para Germinação e TMG e, minúsculas para IVG, não diferem entre si não diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Figure 2. Percentage and Index of germination speed (A) and Mean germination time (B) of *Vernonia condensata* Backer after conditioning for different periods of time. Equivalent letters for germination and GAT, and lower case for GSI, do not differ among themselves ( $P < 0.05$ ), by the Tukey test.

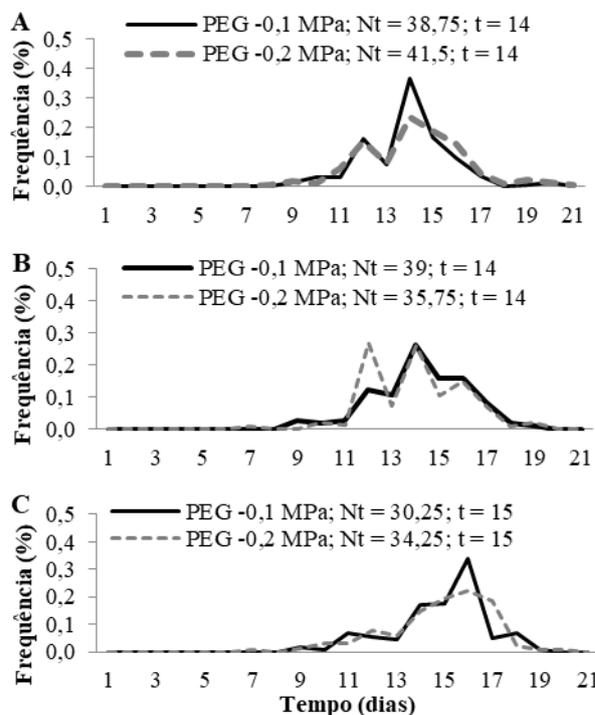


Figura 3. Frequências relativas (%) da germinação de sementes de *Vernonia condensata* Backer na temperatura de 30°C após condicionamento em diferentes potenciais osmóticos por 24 (A), 48 (B) e 72 (C) horas. (t = Tempo Médio de Germinação; Nt = n° total de sementes germinadas no período).

Figure 3. Relative frequencies (%) of the germination of *Vernonia condensata* Backer seeds at 30°C after conditioning in different osmotic potentials for 24 (A), 48 (B) and 72 (C) hours. (T = Mean germination time, Nt = total number of germinated seeds in the period).

Para a variável comprimento de plântulas de *V. condensata* ocorreu efeito isolado dos potenciais de PEG 6000 e dos tempos de condicionamento utilizados (Figura 4). Os maiores comprimentos de plântulas foram observados após condicionamento em solução à -0,2 MPa (Figura 4A) por períodos de 48 ou 72 horas com 2,0 e 2,1 cm, respectivamente, diferindo do tempo de 24 horas que

apresentou menor comprimento de plântula (1,9 cm) (Figura 4B).

Para a massa fresca das plântulas de *V. condensata* não houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentando média de 0,152g, porém este valor é superior ao encontrado para a massa fresca do tratamento a 30°C na presença de luz sem o condicionamento osmótico realizado no experimento I (0,098g), permitindo interpretar que o condicionamento influenciou sobre a massa fresca produzida.

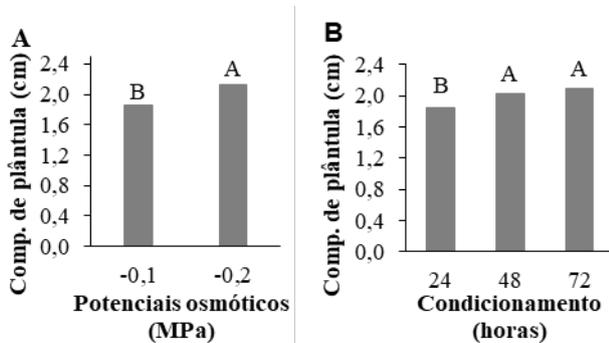


Figura 4. Comprimento de plântulas de *Vernonia condensata* Backer após condicionamento sob diferentes soluções osmóticas (A) e tempos de condicionamento (B). Letras iguais não diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Figure 4. Length of seedlings of *Vernonia condensata* Backer after conditioning under different osmotic solutions (A) and conditioning times (B). Equal letters do not differ from each other ( $P < 0,05$ ), by the Tukey test.

### 3.3 Emergência em diferentes substratos

A emergência das plântulas de *V. condensata*, observada na Figura 5A, demonstra que a maior média de porcentagem ocorreu no substrato sobre papel, não diferindo do substrato serragem, e os valores de IVE e TME foram melhores no substrato papel (2,63 e 13 dias) em relação aos demais substratos (Figura 5A e B).

A emergência mais sincronizada (Figura 5B) ocorreu nos tratamentos sobre areia, e sobre substrato comercial (0,45 e 0,60 bits respectivamente), demonstrando maior uniformidade da emergência durante o período de avaliação.

Os maiores valores de massa fresca de *V. condensata* (Figura 6) foram obtidos nos tratamentos sobre papel (0,099g) e sobre serragem (0,093g), que diferiram apenas do tratamento sobre areia (0,011g) que apresentou a menor massa fresca entre todos os tratamentos.

As frequências relativas ocorrentes nos tratamentos avaliados (Figura 7) demonstram padrão de distribuição da emergência das plântulas de *V. condensata* muito diferenciado ao longo do período avaliado (21 dias). A emergência mais uniforme é observada no substrato sobre papel, ocorrendo de forma constante entre o 6º e 20º dia, sendo a máxima frequência (35,25) observada aos 13 dias e tempo médio ( $t$ ) de 14 dias. Nos substratos serragem, vermiculita e no substrato comercial o padrão de distribuição das frequências é semelhante na maior parte do período avaliado, com a emergência iniciando aos 6 dias e se prolongando até o fim do período de avaliação. Ocorreu pico de emergência aos 20 dias, tempo médio de emergência ( $t$ ) entre 18 e 19 dias e número total (Nt), respectivamente de 21, 17 e 13 sementes emergidas, o que indica que a emergência foi atrasada nestes substratos reduzindo o número de sementes capazes de emergirem. A frequência de emergência

no substrato areia foi muito reduzida entre 6 e 19 dias e máximo valor aos 21 dias, mas com número total de 9,75 sementes emergidas.

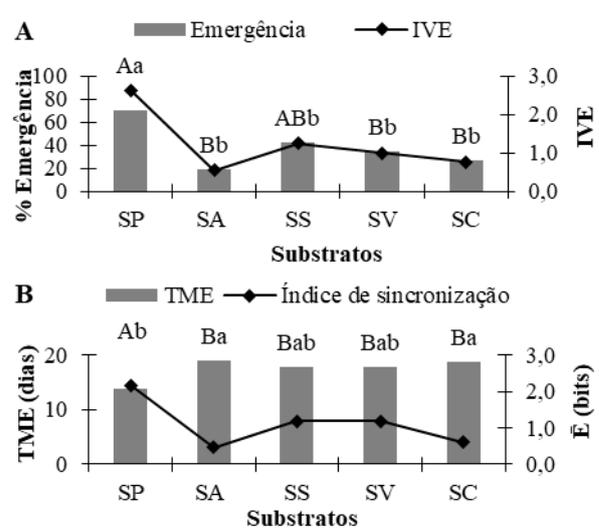


Figura 5. Porcentagem e Índice de velocidade de emergência (A), Índice de sincronização e Tempo médio de emergência (B) de sementes pré-condicionadas de *Vernonia condensata* Backer em diferentes substratos. Letras iguais maiúsculas para Emergência e TME e minúsculas para IVE e  $\bar{E}$  não diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Figure 5. Percentage and Emergency Speed Index (A), Synchronization Index and Mean Time of Emergency (B) of preconditioned seeds of *Vernonia condensata* Backer on different substrates. Letters equal upper case for Emergência and EAT and lowercase for ESI and  $\bar{E}$  do not differ among themselves ( $P < 0,05$ ), by the Tukey test.

Os maiores comprimentos de plântulas de *V. condensata* (Figura 6) foram observados no tratamento sobre vermiculita (2,7 cm), que só diferiu do tratamento sobre areia (1,8 cm). No teste de retenção de água para umedecimento dos substratos, a vermiculita apresentou maior capacidade de retenção (84mL de água para cada 100mL a cada 30 gramas de substrato), seguido pela serragem (25mL) e substrato comercial (15mL). O substrato areia apresentou a menor capacidade de retenção (9mL).

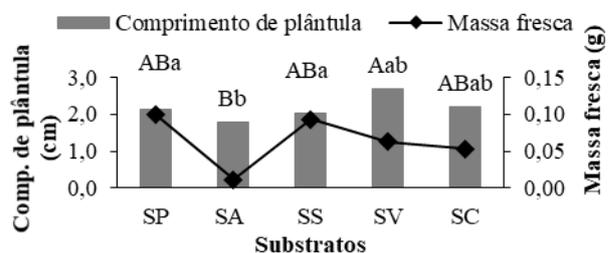


Figura 6. Comprimento de plântulas (cm) e Massa fresca de plântulas (g) de *Vernonia condensata* Backer em diferentes substratos após pré-condicionamento das sementes. Letras iguais, maiúsculas para comprimento de plântulas e, minúsculas para massa fresca de plântulas, não diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Figure 6. Seedling length (cm) and Fresh seedling mass (g) of *Vernonia condensata* Backer on different substrates after seed preconditioning. Equivalent letters, upper case for seedling length, and lower case letters for fresh seedling mass, did not differ ( $P < 0,05$ ), by the Tukey test.

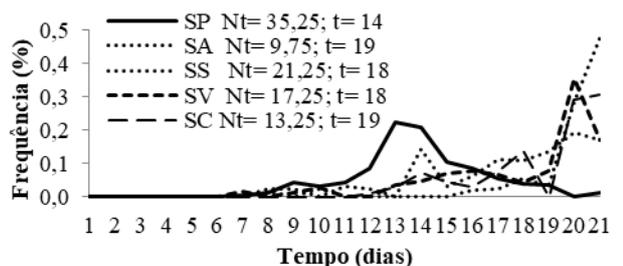


Figura 7. Frequências relativas (%) da emergência de plântulas de *Vernonia condensata* Backer em função de diferentes substratos após pré-condicionamento das sementes. (t = Tempo Médio de Germinação; Nt = n° total de plântulas emergidas no período).

Figure 7. Relative frequencies (%) of the emergence of seedlings of *Vernonia condensata* Backer as a function of different substrates after pre-conditioning the seeds. (T = Average germination time, Nt = total number of seedlings emerged in the period).

Este resultado demonstra que neste substrato as sementes levaram mais tempo para iniciar o processo de germinação e emergência, devido possivelmente a menor retenção de água. O experimento foi encerrado no momento em que as sementes provavelmente entravam no período de maior pico de emergência, o que contribuiu para o menor número de sementes emergidas.

#### 4. DISCUSSÃO

##### 4.1. Temperatura e fotoblastismo

Segundo Velten; Garcia (2005), a preferência pela luz para germinar foi observada em diversas espécies de Asteraceae ocorrentes em regiões tropicais, sendo a maioria herbácea e invasora. Essa característica indica que *V. condensata* se comporta como uma espécie pioneira, o que caracteriza espécies que só germinam em clareiras ou áreas completamente abertas e recebe radiação direta, pelo menos em parte do dia (MACIEL et al., 2003). Resultado similar foi encontrado por Yamashita; Alberguini (2011), para *V. ferruginea*, que avaliaram a germinação sob temperatura constante de 25°C, alternada entre 25 e 30°C e sob temperatura ambiente, todas em condições de luz e escuro, sendo que a espécie se comportou como fotoblástica positiva, apresentou maior germinação à temperatura ambiente e amplitude térmica variando de 20 a 32°C.

Os menores valores de TMG e melhor sincronização observados na germinação à temperatura de 25°C, significa de acordo com Santana; Ranal (2000) que poucas sementes germinando em menor número de dias é capaz de gerar maior sincronia no processo de germinação, devido ao número de vezes em que a amostra de sementes foi acionada para germinar. Portanto  $\bar{E}$  detecta o número de vezes em que as sementes germinam, independente de quando isso ocorre, e quanto menor for o  $\bar{E}$ , mais sincronizada é a germinação. Para Ferreira; Borghetti (2004), o sincronismo é menor em temperaturas extremas e tende a ser maior quando as sementes se encontram próximo ou na faixa ótima da temperatura para a germinação.

O estudo da frequência relativa da germinação permite analisar a distribuição da germinação durante o período de avaliação do experimento, e a análise dos polígonos de frequência demonstra que a variância da germinação e a velocidade média depende da temperatura à que se encontram expostas (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

##### 4.2. Condicionamento osmótico

A embebição das sementes apresenta curva trifásica, em que na fase I ocorre o aumento do teor de água, na fase II ocorre estabilização até que se inicie a germinação, que caracteriza o início da fase III com novo aumento no teor de água, devido ao desenvolvimento do embrião (KERBAUY, 2004). Com a aplicação do condicionamento nas sementes de *V. condensata*, provavelmente a fase I de absorção de água ocorreu normalmente, porém a fase II deve ter sido estendida, permitindo que as sementes ativassem eventos metabólicos como o reparo e a síntese de DNA (FERREIRA; BORGHETTI, 2004), o que pode permitir que as sementes com embebição mais lenta alcançassem as mais rápidas.

Segundo Peske et al. (2003), o pré-condicionamento controla a hidratação da semente sem que haja protrusão da radícula. Ele age sobre a fase II da embebição das sementes, onde o embrião se prepara para germinar, e a manipulação da disponibilidade de água por meio do agente osmótico prolonga essa fase, fazendo com que todas as sementes alcancem nível de hidratação semelhante, resultando em uma emergência mais rápida. Para o índice de sincronização não ocorreu efeito para os fatores avaliados (potenciais de PEG e tempos de condicionamento), possivelmente devido a semelhança de uniformidade na germinação para todos os tempos de condicionamento e potenciais de PEG utilizados.

O tempo de condicionamento por 48 horas em potencial mais negativo (-0,2 MPa) promoveu pico de germinação aos 12 dias, reduzindo o tempo para que ocorresse a germinação quando comparado aos outros tratamentos utilizados. Tal fato demonstra que o controle do processo de embebição pode acelerar o processo germinativo, reduzindo o tempo de exposição das sementes as condições desfavoráveis de clima, solo, etc. Para Peske et al. (2003), a rápida emergência também ocasiona menor competição com plantas daninhas, permite que a plântula emerja do solo antes que se forme uma crosta sobre o mesmo e reduz o tempo de exposição da semente às doenças do solo.

Os resultados demonstraram que a aplicação do condicionamento nas sementes de *V. condensata* favoreceu seu processo germinativo, o que facilitará a produção de mudas em viveiro, pois proporciona uniformidade e maior número de sementes germinadas em menor intervalo de tempo, o que representa menor perda de sementes e economia de tempo para o produtor.

##### 4.3. Emergência em diferentes substratos

Cada substrato influencia de forma diferenciada no desenvolvimento das plântulas, pois fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, entre outros, variam de acordo com o tipo utilizado (ROSA et al., 2014). Os resultados do IVG e TME de *V. condensata* superiores no papel, se justificam pelo fato deste substrato ser um dos substratos listados na Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) considerados “padrão”, por apresentar todas as características favoráveis para a germinação e emergência de sementes, sendo isento de quaisquer fatores que possam vir a interferir sobre o processo como microorganismos, toxidade e acidez, facilmente encontrados em substratos com material orgânico e solos.

De acordo com Oliveira; Jardim (2013), a vermiculita apresenta boa estrutura para desenvolvimento radicular, alta capacidade de retenção de água, baixa densidade e boa aeração, o que influencia e favorece a emergência de

plântulas. Já a serragem pode ser caracterizada como o resíduo de serraria, cuja qualidade depende da espécie de origem, pois pode conter resinas, tanino, e outras substâncias que podem ser tóxicas as plantas (SODRÉ et al., 2007). O ideal é utilizar uma serragem bem decomposta que aumenta a capacidade de retenção de água e nutrientes para as plantas.

## 5. CONCLUSÕES

As sementes de *V. condensata* se comportam como fotoblásticas positivas, com germinação apenas na presença de luz. A temperatura ótima para germinação é 30°C por promover maiores porcentagem, IVG e comprimento de plântulas, com início aos 9 dias e tempo médio de 19 dias.

O pré-condicionamento das sementes por 48 horas em solução de PEG 6000 à -0,2 MPa é recomendado por promover maiores valores de porcentagem, IVG e menor TMG.

Para obtenção de plântulas de *V. condensata* recomenda-se que a emergência seja realizada sobre papel ou sobre serragem por promover maiores valores de porcentagem, IVE, menor TME, melhor sincronização e maiores comprimentos e massa fresca das plântulas.

## 6. AGRADECIMENTOS

A CAPES e a UNEMAT pela concessão de bolsas de mestrado e de iniciação científica respectivamente, a primeira autora. À FAPEMAT, pelo suporte financeiro a pesquisa da segunda autora.

## 7. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CARIBÉ, R. A.; CAVALCANTI, K. P. S.; SOUZA, I. A.; SILVA, E. C. B.; SILVA, E. V.; SANTOS, F. C. M. Bioensaio de *Vernonia condensata* Baker. **Natural Resources**, Aquidabã, v. 3, n. 2, p. 33, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/ESS2237-9290.2013.002.0028>.
- CARRICONDE, C.; MORES, D.; FRITSCHEN, M. V.; CARDOZO JÚNIOR, E. L. **Plantas medicinais e plantas alimentícias**. Olinda: Centro Nordestino de Medicina Popular. Universidade Federal de Pernambuco, 1996. 153p.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.
- HOCAYEN, P. A. S.; PIMENTA, D. S. Extrato de plantas medicinais como carrapaticida de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 4, p. 627-631, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722013000500001>.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 452p.
- KISSMAN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1999. 978p.
- LABOURIAU, L. G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v. 19, n. 3, p. 507-512, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a075620>.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calatropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, p.263-284, 1976.
- MACIEL, M. de N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 69-78, 2003.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962. DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARTINELLI-SENEME, A.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de milho cv. al-34 em função do tamanho da semente e do potencial hídrico do substrato. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 131-138, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v22n2p131-138>.
- NASCIMENTO, J. F. do. **Condicionamento fisiológico e peletização de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam.** 2011. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2011.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.
- OLIVEIRA, A. B. de; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. Condicionamento osmótico e fatores que afetam essa técnica: Envelhecimento das sementes e estresses abióticos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-18, 2010.
- OLIVEIRA, F. G. de; JARDIM, M. A. G. Substratos na produção de mudas de espécies arbóreas nativas para arborização urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 8, n. 3, p. 29-38, 2013.
- PELEGRINI, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; QUOIRIN, M. G. G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, Manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050989295>.
- PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D. A.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Becker e Peske Ltda, 2003. 415p.
- REHMAN, S.; HARRIS, P. J. C.; BOURNE, W. F.; WILKIN, J. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium of Acacia seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, p. 45-57, 1996.
- RIBEIRO, P. G. F.; DINIZ, R. C. **Plantas aromáticas e medicinais: cultivo e utilização**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2008. 218p.
- ROSA, Y. B. C. J.; SANTO, O. R. E.; GUIMARÃES, R. C.; MACEDO, M. C. de; TATARA, M. B.; JUNIOR, E. J. R. Efeito do substrato, do pericarpo e de tratamentos pré-germinativos na emergência de plântulas de pata-de-elfante (*Beaucarnea recurvata* Lem.). **Revista**

- Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 13-20, 2014.
- SANTANA, D. G. de; RANAL, A. M. A. Análise estatística da germinação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12 (edição especial), p. 205-237, 2000.
- SODRÉ, G. A.; CORÁ, J. E. JÚNIOR, J. O. S. Caracterização de substratos à base de serragem e recipientes para crescimento de mudas de cacauzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 399-344, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000200029>.
- VELTEN, S. B.; GARCIA, Q. S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 19, n. 4, p. 753-761, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000400010>.
- VICENTE, M. A. A.; ALMEIDA, W. A. B.; CARVALHO, Z. S. Multiplicação in vitro e aclimatização de *Vernonia condensata* Baker. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 173-183, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722009000200011>.
- VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.
- YAMASHITA, O. M.; ALBERGUINI, A. L. Germinação de *Vernonia ferruginea* em função da quebra de dormência, luminosidade e temperatura. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 2, n. 3, p. 142-148, 2011.
- ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, M. F. de; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 3, p. 300-311, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0086>.