

Comportamento germinativo das sementes de *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae)

Lisiane Löbler¹, Bruna Nery Rocha¹, Rosiana Bertê¹, Simone Ribeiro Lucho¹, Tiéle Stüker
Fernandes², Hilda Hildebrand Soriani³ & Juçara Terezinha Paranhos¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, Av. Roraima 1000, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. lisilobler@gmail.com; brunanr19@gmail.com; rosianaberte@gmail.com; simonibelmonte@gmail.com; jtparanhos@gmail.com.

²Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Av. Roraima 1000, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. tiielefernandes@hotmail.com.

³Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Engenharia Florestal, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen, RS, CEP 98400-000. hildasoriani@gmail.com.

Recebido em 9.VI.214

Aceito em 17.III.2016

RESUMO – *Solidago chilensis* Meyen é uma erva nativa ruderal, usada como ornamental e na medicina popular externamente no tratamento de ferimentos e contusões. O objetivo do trabalho foi estudar a germinação das sementes previamente armazenadas em duas temperaturas, três concentrações de ácido giberélico, pré-tratamentos em água fria, fotoperíodo de 16 horas ou escuro contínuo, e diferentes temperaturas de incubação. As sementes germinaram na luz e no escuro, porém as porcentagens e índices de velocidade de germinação (IVG) foram 10 vezes maiores na luz. Diásporos incubados a 10°C e fotoperíodo apresentaram a maior percentagem de germinação (56%) quando pré-embebidos em água fria por 12 horas, diferindo dos demais tratamentos. Para diásporos incubados no escuro os maiores valores, 37 e 36%, ocorreram em 12 e 36 horas de embebição a 20 e 10°C, respectivamente, não diferindo entre si. Os valores de IVG mostraram a mesma tendência.

Palavras-chave: Arnica, dormência, fitorreguladores, germinação, incubação

ABSTRACT – Germination behavior of the seeds of *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae). *Solidago chilensis* Meyen is a ruderal native herb, used as an ornamental and externally in folk medicine to treat wounds and bruises. Our aim was to study seed germination previously stored at two different temperatures, three gibberellic acid concentrations, pre-treatment in cold water, photoperiod of 16 hours or continuous darkness, and different incubation temperatures. The seeds germinated in both the light and dark, but the percentages and germination speed index (GSI) were 10 times higher in the light. Diaspores incubated at 10°C and photoperiod had the highest germination percentage (56%) when pre-soaked in cold water for 12 hours, differing from the other treatments. Diaspores incubated in the dark for the highest values, 37 and 36%, occurred at 24:36 hours of soaking at 20 and 10°C respectively, not differing from each other. The GSI values showed the same trend.

Keywords: Arnica, dormancy, growth, germination, incubation

INTRODUÇÃO

Estudos sobre germinação de sementes são relevantes e contribuem para definir estratégias adequadas para a conservação das espécies. Vários fatores ambientais podem influenciar o processo de formação e germinação de sementes, dentre eles temperatura, luz, umidade e disponibilidade de nutrientes, com efeitos distintos sobre diferentes espécies (Fenner 1991). Para Hartmann *et al.* (2002) a temperatura regula o tempo de germinação devido ao controle e/ou superação da dormência e a adaptação climática e os efeitos da luz, envolvendo a qualidade (comprimento de onda) e o fotoperíodo (duração), interferindo na germinação das sementes como determinantes do fotoblastismo e da ocorrência ou não de dormência.

Após serem dispersas, as sementes de muitas espécies não germinam até passarem por um período de pós-maturação (Baskin & Baskin 1998). Entre os métodos de superação da dormência, está a estratificação (tratamento a baixas temperaturas), que parece agir através de uma

combinação de alterações fisiológicas no embrião e seus tecidos circundantes (Hartmann *et al.* 2002) e giberelina, por modular o metabolismo celular através da atividade de várias proteínas, de maneira a promover o alongamento e a maturação do embrião (Zaidan & Barbedo 2004, Taiz & Zeiger 2013).

A planta mãe influencia nas características germinativas da progênie através da herança genética e a movimentação de substâncias químicas dos tecidos maternos para a semente em desenvolvimento (Cardoso 2004). Conforme Ren & Bewley (1998), diferenças genéticas e fisiológicas ocorrem mesmo se as plantas são cultivadas em ambientes idênticos.

O Brasil possui uma grande biodiversidade e potencial na área de plantas medicinais devido principalmente às condições climáticas e edafológicas privilegiadas. Porém, a maioria das espécies brasileiras não foi ainda investigada e representa um potencial econômico a ser explorado. O aproveitamento racional destes recursos visando fornecimento permanente de substâncias ativas pressupõe estudos de reprodução e especialmente de manutenção e

controle da produção dos metabólitos secundários bioativos.

Solidago chilensis Meyen (Asteraceae), conhecida popularmente como erva lanceta, originária da América do Sul, apresenta crescimento vigoroso em beira de estradas e terrenos baldios (Lorenzi & Matos 2008). Além do uso como planta ornamental, estudos destacam a importância desta espécie como medicinal pela produção de metabólitos secundários com potencial terapêutico (Roque *et al.* 1983, Torres *et al.* 1987, 1989, Corrêa & Siqueira-Batista 1998, Güntner *et al.* 1999, Facury Neto *et al.* 2004, Schmeda-Hirschmann *et al.* 2005, Fenner *et al.* 2006). Entretanto, estudos sobre a propagação, principalmente no que diz respeito aos aspectos germinativos das sementes, são escassos. Em 1999, Correia *et al.* estudaram a germinação das sementes desta espécie e observaram que a maior percentagem de germinação foi 20%, em temperatura de 20°C, aos 14 dias após a semeadura e na presença de luz, considerando as mesmas fotoblásticas positivas.

O objetivo do trabalho foi estudar a germinação das sementes de *Solidago chilensis*, comparando-se condições de armazenamento, regimes de luz, temperaturas, concentrações de ácido giberélico e embebição em água fria.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Naturais e Exatas, da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Experimento I: Armazenamento das sementes, ácido giberélico e regimes de luz na germinação das sementes.

Diásporos (cipsela + *pappus*), coletados em maio de 2011 em uma população de plantas crescendo naturalmente em terreno baldio (29°42'12,11"S e 53°44'18,28"O), Bairro Camobi, Santa Maria, RS, foram acondicionados em sacos de papel e armazenados por 15 dias em refrigerador (temperatura de 10 ± 1°C) ou em temperatura ambiente (25 ± 1°C). Após, foram desinfestados em câmara de fluxo laminar, onde a assepsia consistiu de etanol 70% (30 segundos), solução de hipoclorito de sódio 1,5% (15 minutos) e três lavagens em água esterilizada. Os diásporos foram inoculados em frascos de vidro (50 mm de altura e 14 mm de diâmetro) com 4 mL de meio de cultura, contendo 20% dos sais MS (Murashige & Skoog 1962), semi-solidificado com 6 g L⁻¹ de ágar, pH 5,8 ± 2 e autoclavado a 120°C, 1,5 atmosfera, durante 20 minutos. Após a autoclavagem e a temperatura do meio baixar para ± 40°C, adicionou-se ácido giberélico (GA³) em câmara de fluxo laminar, nas concentrações de 0,0; 1,5 ou 3,0 mg L⁻¹. O experimento foi conduzido em sala de crescimento a 25 ± 1°C sob fotoperíodo de 16 horas (radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A.) de ~36 μmol m⁻² s⁻¹, lâmpadas fluorescentes brancas) ou escuro contínuo.

Experimento II: Embebição das sementes em água fria e temperaturas de incubação na germinação das sementes.

Diásporos coletados em maio de 2012 em plantas

crescendo em terreno baldio no município de Dona Francisca (29°31'46,78"S e 53°20'14,04"O), RS foram armazenados em temperatura ambiente (25 ± 1°C) por 20 dias. Posteriormente, os diásporos passaram pela mesma assepsia do experimento anterior, sendo acrescido a imersão em fungicida carbendazim (0,25 mg L⁻¹) por 5 minutos. Os diásporos foram postos para embeber em água esterilizada na temperatura de 5 ± 1°C, por 0, 12, 24 ou 36 horas e então, colocados em caixas Gerbox®3 medindo 150 x 150 x 30 mm (25 por caixa) sobre três folhas de papel filtro assépticos, umedecidos com 15 mL de água esterilizada e mantidas em câmara de crescimento a 20 ou 25 ± 1°C, sob fotoperíodo de 16 horas (R.F.A. em torno de ~36 μmol m⁻² s⁻¹).

Experimento III: Embebição das sementes em água fria, temperaturas de incubação e regimes de luz na germinação das sementes.

Diásporos coletados em maio de 2012, em uma população de terreno baldio, Bairro Camobi, Santa Maria, RS foram desinfestados (aumentando-se o tempo de imersão no fungicida para dez minutos) e embebidos em água fria conforme descrição no experimento II. Após, foram distribuídos em caixas Gerbox®3 (30 por caixa), permanecendo em câmara de crescimento a 10, 20, 25 ou 30 ± 1°C, sob fotoperíodo de 16 horas ou escuro contínuo (caixas envolvidas por duas folhas de papel alumínio).

Em todos os experimentos, o delineamento foi o inteiramente casualizado, constituindo-se no I: trifatorial 2x2x3 (duas condições de armazenamento, duas condições de luminosidade e três concentrações de GA³), totalizando 12 tratamentos, com três repetições e 30 diásporos por repetição; II: bifatorial 2x4 (duas temperaturas e quatro tempos de embebição em água), totalizando oito tratamentos, com quatro repetições de 25 diásporos. III: trifatorial 4x4x2 (quatro tempos de embebição em água, quatro temperaturas e duas condições de luminosidade), totalizando 32 tratamentos, com três repetições formadas por 30 diásporos cada.

Foram consideradas sementes germinadas quando a protrusão da radícula tornou-se visível. Quando a germinação das sementes estabilizou, foi avaliada a porcentagem de germinação para os experimentos I, II e III, respectivamente aos 60, 21 e 23 dias após a inoculação dos diásporos. Após, foi determinado o índice de velocidade de germinação (IVG) conforme Maguire (1962) nos estudos II e III e o comprimento da raiz principal no experimento III, medindo-se do colo da plântula até a extremidade da raiz primária, em cm. Os diásporos mantidos na ausência de luz foram avaliados sob luz verde. Os dados foram submetidos à análise de variância e as análises complementares feitas através do teste de Tukey (p ≤ 0,05), utilizando-se software SOC (Embrapa 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, a análise de variância mostrou que não houve interação entre os três fatores

(temperaturas de armazenamento, presença ou não de GA³ e regimes de luz), sendo que os tratamentos testados não influenciaram significativamente a germinação das sementes. De maneira geral, as porcentagens de germinação em todos os tratamentos foram abaixo de 10% (dados não demonstrados). Independente das temperaturas de armazenamento e dos regimes de luz na germinação, diásporos mantidos em meio MS contendo ou não GA³ apresentaram porcentagens entre 4,0 e 7,0, não diferindo estatisticamente. O GA³ é considerado um regulador natural dos processos relacionados à germinação das sementes, estando associado à promoção da mesma, atuando no controle das hidrólises de reservas (Guerra 2004), auxiliando assim no desenvolvimento do embrião. Entretanto, neste estudo os resultados demonstraram que, mesmo na presença de substâncias promotoras da germinação, as sementes desta espécie apresentam dormência e esta possivelmente não se deve à imaturidade do embrião, mas à dificuldade de entrada de água e/ou trocas gasosas, provavelmente pelos diásporos constituírem-se da semente concrecida ao fruto (cipsela). Victório *et al.* (2010) em estudo com *Senecio cineraria* DC. (Asteraceae), utilizando concentrações semelhantes (0,1; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 e 2,0 mg L⁻¹) de GA³, detectaram que todas as concentrações de GA³, exceto 1,0 mg L⁻¹, aprimoraram a germinação no escuro, porém não influenciaram sob luz branca. Trabalhos com outras espécies de Asteraceae como *Echinacea angustifolia* DC, *Bidens pilosa* L. e *Egletes viscosa* (L.) Less foram desenvolvidos com o intuito de superar a dormência das sementes através de resfriamento, embebição e tratamento por 0, 24 e 48 horas com GA³ nas concentrações 0, 100 e 300 mg L⁻¹ de, respectivamente (Macchia *et al.* 2001, Adegas *et al.* 2003, Bezerra *et al.* 2006), obtendo resultados satisfatórios. Além da dormência, as sementes também podem apresentar inviabilidade. Segundo Velten & Garcia (2005), fatores como polinização insuficiente e estresse ambiental podem influenciar na viabilidade das sementes, interferindo na reprodução sexuada das espécies.

No experimento II, diásporos de *Solidago chilensis* foram coletados em plantas crescendo em terreno baldio no município de Dona Francisca, RS, e previamente embebidos em água fria (5 ± 1°C) por 0, 12, 24 ou 36 horas, inoculados e mantidos em câmaras de germinação sob duas temperaturas, 20 e 25 ± 1°C, ambas sob fotoperíodo de 16 horas. A análise dos resultados mostrou interação entre os fatores tempos de embebição e temperaturas de incubação. Nas duas temperaturas, a embebição dos diásporos em água fria influenciou positivamente a germinação das sementes (Fig. 1), observando-se valores acima de 60%. As maiores porcentagens de germinação, 54 e 64%, respectivamente para as temperaturas de 20 e 25°C, ocorreram no tempo de embebição de 24 horas, não diferindo estatisticamente entre si, bem como nos pré-tratamentos com 36 horas e 12 horas na temperatura de 20°C. Nas duas temperaturas de cultivo, as menores porcentagens de germinação, 23 e 30% respectivamente, ocorreram quando os diásporos não foram embebidos e estas porcentagens diferiram

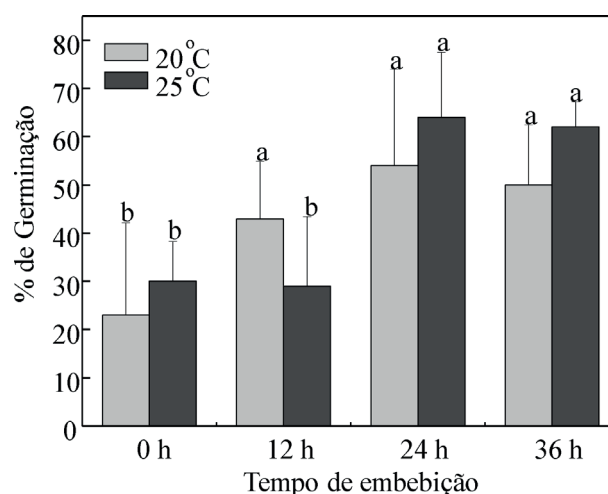


Fig. 1. Germinação das sementes de *Solidago chilensis* Meyen. Letras indicam comparação entre tempos de embebição dentro da mesma temperatura (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

significativamente dos demais tratamentos, com exceção da observada quando o pré-tratamento foi em 12 horas à temperatura de 25°C (29%). Correia *et al.* (1999), estudando o comportamento germinativo desta espécie, consideraram a temperatura de 20°C mais efetiva, onde a porcentagem de germinação das sementes foi 20%, diferindo da temperatura de 25°C, onde a germinação foi de apenas 2%.

Em estudos de germinação das sementes de *Bidens pilosa*, Reddy & Singh (1992) verificaram intervalos de temperatura ideais para germinação, 25/20 a 35/30°C (dia/noite, 12/12 h) sendo que a germinação diminuiu acima ou abaixo deste intervalo. Temperaturas abaixo de 15/10°C e acima de 45/40°C foram desfavoráveis à germinação. Entretanto, nestes dois estudos as sementes não foram pré-embebidas.

No presente trabalho, comparando os resultados observados nos dois experimentos com *Solidago chilensis*, verifica-se que os tratamentos prévios com água fria (5 ± 1°C) promoveram um efeito positivo na superação da dormência das sementes, proporcionando porcentagens de germinação em torno de 10 vezes maior, possivelmente por favorecer a entrada de água, trocas gasosas e maturação do embrião. Em Asteraceae, resultados semelhantes foram observados por Bezerra *et al.* (2006) estudando a germinação das sementes de *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. (macela). Adegas *et al.* (2003) verificaram que sementes de *Bidens pilosa* embebidas em diferentes tempos (6 a 48 horas) não foram influenciadas significativamente pelos pré-tratamentos, onde a germinação variou de 84,5 a 91,5%, respectivamente, não diferindo entre si.

O índice de velocidade de germinação (IVG) representa o vigor das sementes e a velocidade de germinação obtida pelo número de sementes germinadas por dia (Santana & Ranal 2004). Maiores índices indicam que as sementes germinaram mais rapidamente e de forma homogênea, sendo, portanto, mais vigorosas (Adegas *et al.* 2003). Observa-se na figura 2 que a embebição das sementes em água fria proporcionou uma maior velocidade de germinação

das mesmas, sendo os maiores valores de IVG, 25 e 32, verificados nos maiores tempos de embebição estudados, 24 e 36 horas, respectivamente, ambos na temperatura de 25°C, não havendo diferenças significativas entre eles. Na temperatura de 20°C, estes tempos de embebição também foram os que proporcionaram maiores índices de velocidade de germinação, 18 e 19, respectivamente, porém estes valores diferiram estatisticamente dos observados na temperatura de 25°C. Resultados similares foram verificados por Adegas *et al.* (2003) na espécie *Bidens pilosa*, onde observaram uma percentagem média de germinação das sementes de 87,5% e que, os maiores índices de velocidade de germinação foram obtidos nos maiores tempos de embebição dos diásporos (24 e 48 horas) em ciclo de 14/10 horas de luz fluorescente difusa e escuro, respectivamente, com temperaturas de 30/20°C.

No terceiro experimento avaliou-se os mesmos tempos de embebição dos diásporos (0, 12, 24 ou 36 horas) e quatro temperaturas de incubação (10, 20, 25 ou 30 ± 1°C), testando-se duas condições de luminosidade (fotoperíodo de 16 horas e escuro contínuo). Observou-se que tanto na luz quanto no escuro ocorreu interação entre os fatores tempo de embebição e temperatura nas variáveis percentagem e índice de velocidade de germinação, conforme análise de variância. Para o comprimento da raiz principal, ocorreu interação entre as temperaturas e as condições de luminosidade, não sendo influenciado pelos tempos de embebição dos diásporos.

A figura 3A mostra os resultados para o experimento desenvolvido na presença de luz (fotoperíodo de 16 horas). Após a inoculação, diásporos mantidos em temperatura de 10°C apresentaram a maior percentagem de germinação (56%) quando embebidos por 12 horas, diferindo significativamente nos demais tempos, onde a percentagem observada não ultrapassou a 17%. Nas temperaturas de 20 e 30°C, o pré-tratamento com água fria por 36 horas promoveu as percentagens de germinação mais altas (39 e 26%, respectivamente). Na temperatura mais alta (30°C) observa-se diferença significativa apenas para os valores de germinação das sementes embebidas por 12 horas, onde a percentagem foi a menor (7%). Nos demais tratamentos não ocorreram diferenças estatísticas.

A figura 3B mostra os valores de índice de velocidade de germinação (IVG) e observa-se o mesmo comportamento verificado para a percentagem de germinação, com exceção da temperatura de 30°C e ausência de pré-tratamento em água fria, onde o valor de IVG foi o menor, em torno de 2, diferenciando nas demais temperaturas testadas. Pode ser observado nessa figura que nos tempos de embebição de 12 a 36 horas, o valor de IVG foi dependente das temperaturas estudadas (10 a 25°C), porém, observa-se diferença significativa somente no tempo de embebição de 24 horas e temperatura de 10°C.

Aos 23 dias após a germinação das sementes na presença de luz, foi avaliado o comprimento da raiz principal das plântulas (Fig. 4). Em todos os tempos de embebição, o comprimento da raiz principal foi maior quando as sementes

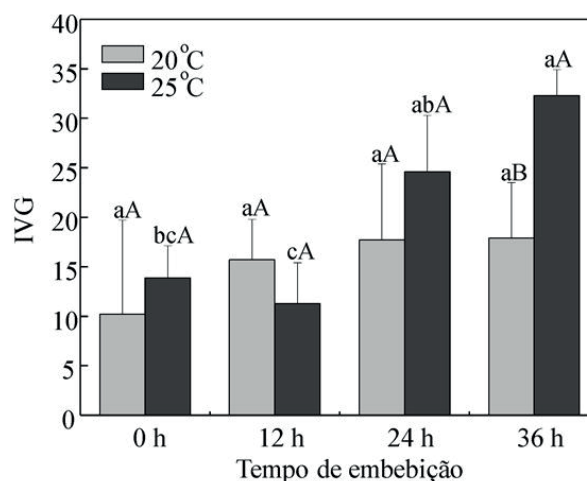


Fig. 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Solidago chilensis* Meyen. Letras maiúsculas indicam comparação entre temperaturas dentro do mesmo tempo de embebição e letras minúsculas indicam comparação entre os tempos de embebição dentro da mesma temperatura (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

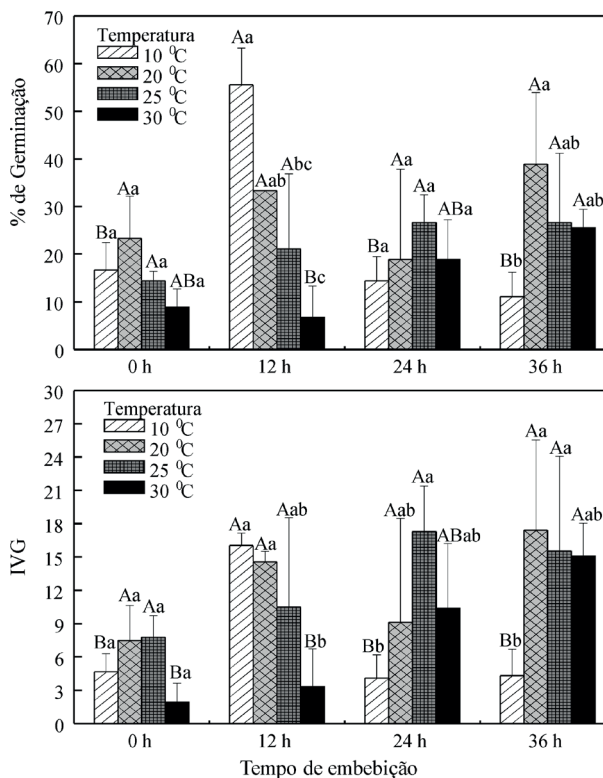


Fig. 3. Germinação das sementes de *Solidago chilensis* Meyen. A- Percentagem de germinação. B- Índice de velocidade de germinação (IVG). Letras maiúsculas indicam comparação entre temperaturas dentro do mesmo tempo de embebição e letras minúsculas indicam comparação entre os tempos de embebição dentro da mesma temperatura (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

germinaram em temperatura de 25°C, onde os valores variaram de 1,5 a 2,9 cm, não diferindo entre si.

Diásporos submetidos aos mesmos tratamentos de embebição e temperatura foram mantidos no escuro contínuo após a inoculação. As percentagens de germinação

das sementes encontram-se na figura 5A, a qual mostra que os maiores valores (37 e 36%) ocorreram em 12 e 36 horas de embebição nas temperaturas de 20 e 10°C, respectivamente, não diferindo entre si. As menores percentagens são observadas quando os diásporos não passaram pelo pré-tratamento em água fria nas quatro temperaturas testadas.

Os maiores índices de velocidade de germinação, 17 e 19, ocorreram nos tempos de embebição de 12 e 36 horas respectivamente, ambos em temperatura de 20°C (Fig. 5B). De maneira geral, estes valores seguiram a tendência da percentagem de germinação das sementes, com exceção dos diásporos submetidos a 10°C, os quais apresentaram valores menores de 10 para este índice, diferenciando significativamente dos valores na temperatura de 20°C e 36 horas de pré-tratamento.

Diásporos embebidos por 12 ou 36 horas em água fria e mantidos no escuro contínuo germinaram mais rapidamente a 20°C, apresentando maior IVG, enquanto que na presença de luz os maiores índices foram observados em diásporos submetidos aos pré-tratamentos com água fria, independente da temperatura estudada.

Sementes de *Solidago chilensis* submetidas aos dois regimes de luz, germinaram tanto na presença de luz quanto no escuro contínuo, porém para todos os parâmetros avaliados, os valores observados foram menores no escuro. Segundo Klein & Felipe (1991) sementes que germinam no escuro, mas são preferencialmente favorecidas na presença de luz podem ser consideradas fotoblásticas positivas preferenciais. Estes resultados também foram observados em outras espécies de Asteraceae (Reddy & Singh 1992, Fonseca *et al.* 2012). Ferreira *et al.* (2001) estudaram a germinação de sementes de diversas espécies de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul e constataram que a maioria é fotoblástica positiva, apresentando percentuais mais altos quando a temperatura é no máximo 20°C. Também nesta família, Gomes & Fernandes (2002) estudaram a germinação de sementes de *Baccharis dracunculifolia* DC submetidas à luz e ao escuro contínuo, em diferentes temperaturas (15 a 30°C) e verificaram que a 15°C na presença e na ausência de luz e a 20°C na luz, as sementes apresentaram percentagens de germinação significativamente maiores que nos demais tratamentos. Contrariando estes resultados, Correia *et al.* (1999) não constataram germinação no escuro para a espécie *Solidago chilensis*. Estes resultados corroboram com Cardoso (2004), segundo o qual a percepção da luz pela semente através do pigmento fitocromo depende de vários fatores, como as condições de maturação, pré-tratamentos, potencial hídrico e temperatura, resultando em diferenças nas respostas.

O comprimento da raiz principal para sementes germinadas no escuro não diferiu entre os tratamentos estudados (Fig. 6) e foram menores do que as originadas em sementes germinadas na presença de luz, não ultrapassando ao valor de 0,2 cm. Embora a luz iniba o crescimento das raízes (Taiz & Zeiger 2013), esse maior comprimento verificado nas plântulas obtidas e mantidas na presença de

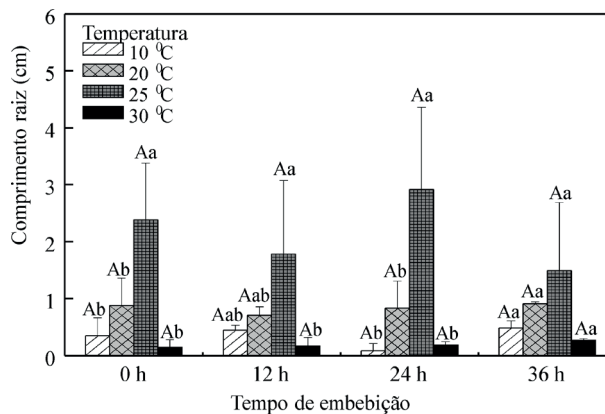


Fig. 4. Comprimento da raiz principal em plântulas obtidas da germinação das sementes de *Solidago chilensis* Meyen em fotoperíodo de 16 horas. Letras maiúsculas indicam comparação entre temperaturas dentro do mesmo tempo de embebição, enquanto letras minúsculas indicam comparação entre os tempos de embebição dentro da mesma temperatura (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

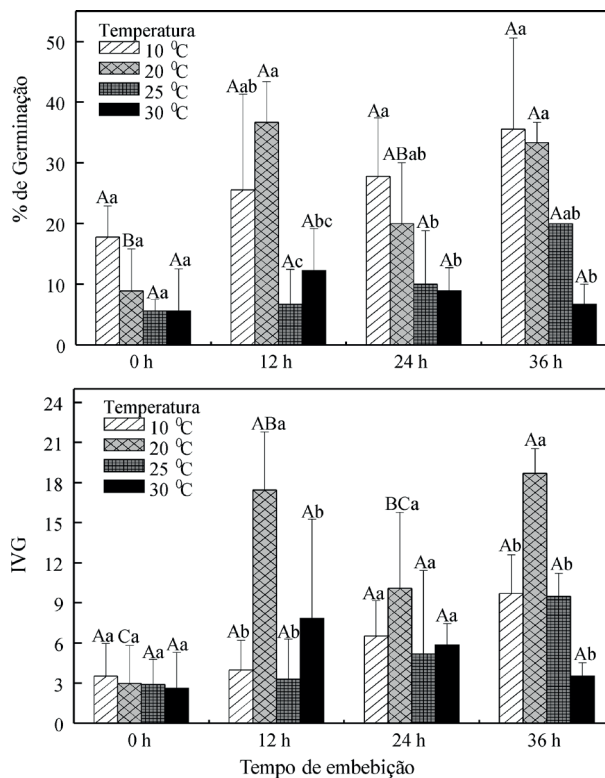


Fig. 5. Germinação das sementes de *Solidago chilensis* Meyen. A- Percentagem de germinação. B- Índice de velocidade de germinação (IVG). Letras maiúsculas indicam comparação entre temperaturas dentro do mesmo tempo de embebição, enquanto letras minúsculas indicam comparação entre os tempos de embebição dentro da mesma temperatura (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

luz se deve, provavelmente, ao fato de as plantas jovens desenvolvidas no escuro contínuo investirem mais recursos na formação das partes aéreas (estiolamento). Além disso, as sementes germinadas na presença de luz apresentaram maiores índices de velocidade de germinação (Fig. 2B), originando, portanto, plântulas mais vigorosas, confirmando o pressuposto de Adegas *et al.* (2003).

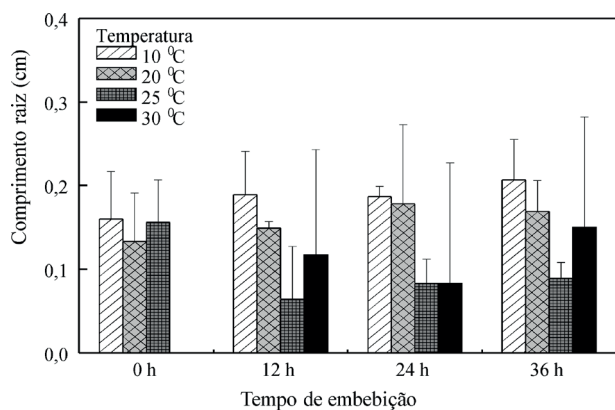


Fig. 6. Comprimento da raiz principal em plântulas obtidas da germinação das sementes de *Solidago chilensis* Meyen em escuro contínuo. Médias não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Santa Maria/RS, 2013.

CONCLUSÕES

A germinação e a velocidade de germinação das sementes de *Solidago chilensis* são promovidas pela embebição dos diásporos em água fria ($5 \pm 1^\circ\text{C}$), sendo ambas mais elevadas na presença de luz (fotoperíodo de 16 horas), embora as sementes germinem também no escuro contínuo. As concentrações de 0,0; 1,5 ou 3,0 mg L⁻¹ de GA³ e o armazenamento por 15 dias a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ou a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ não influenciam significativamente a germinação das sementes de *Solidago chilensis*. O comprimento da raiz principal nas plântulas é superior em fotoperíodo de 16 horas.

REFERÊNCIAS

Adegas, F.S., Voll, E & Prete, C.E.C. 2003. Embebição e germinação de sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*). Planta Daninha 21(1):21-25.

Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 1998. Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego. 666 p.

Bezerra, A.M.E., Filho, S.M., Bruno, R.L.A. & Momente, V.G. 2006. Efeito da pré-embebição e aplicação de ácido giberélico na germinação de sementes de macela. Revista Brasileira de Sementes 28(3):185-190.

Cardoso, V.J.M. 2004. Germinação. In Fisiologia Vegetal (G.B. Kerbauy, ed). Guanabara Koogan, São Paulo, p. 385-407.

Corrêa, A.D.R. & Siqueira-Batista, L.E.M. 1998. Plantas medicinais – do cultivo à terapêutica. Editora Vozes, Petrópolis, Rio de Janeiro.

Correia, E., Ming, L.C. & Câmara, F.L.A. 1999. Aspects of the sexual reproduction of the brazilian arnica (*Solidago chilensis* Meyen var. *megapotamica* (DC.) Cabrera –Asteraceae). In II Congress Medicinal and Aromatic Plants, Acta Horticulturae 1:89-91.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. Ambiente de software NTIA, versão 4.2.2: Manual do usuário - ferramenta estatístico. Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, Campinas, 258 p.

Facury Neto, M.A., Fagundes, D.J., Beletti, M.E., Novo, N.F., Juliano, Y. & Silva, N.P. 2004. Systemic use of *Solidago microglossa* DC in the cicatrization of open cutaneous wounds in rats. The Brazilian Journal of Morphological Sciences 21(4): 207-210.

Fenner, M. 1991. The effects of the parent environment on seed germinability. Seed Science Research 1(2):75-84.

Fenner, R., Betti, A.H., Mentz, L.A. & Rates, S.M.K. 2006. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas 42(3):369-394.

Ferreira, A.G., Cassol, B., Rosa, S.G.T., Silveira, T.S., Stival, A.L. & Silva, A.A. 2001. Germinação de sementes de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Botanica Brasílica 15(2):231-242.

Fonseca, P.G., Nunes, U.R. & Nunes, S.C.P. 2012. Aspectos da germinação de sementes de assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less.). Ciência Rural 42(4):633-637.

Gomes, V. & Fernandes, G.W. 2002. Germinação de aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D.C. (Asteraceae). Acta Botanica Brasílica 16(4):421-427.

Guerra, M.P. 2004. Giberelinas. In Fisiologia Vegetal (G.B. Kerbauy, ed). Guanabara Koogan, São Paulo, p. 279-292.

Güntner, C., Barra, C., Cesio, M.V., Dellacassa, E., Ferrando, L., Ferreira, F., Garcia, C., González, G., Heinzen, H., Loret, A., Lorenzo, D., Menéndez, P., Paz, D., Soule, S., Vázquez, A. & Moyna, P. 1999. Antioxidant properties of *Solidago chilensis*. flavonoids. Acta Horticulturae 501:159-163.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies Junior, F.T. & Geneve, R.L. 2002. Plant propagation: principles and practices. New Jersey: Prentice Hall, 880 p.

Klein, A. & Felipe, G.M. 1991. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. Pesquisa Agropecuária Brasileira 26(7): 955-966.

Lorenzi, H. & Matos, F.J.A. 2008. Plantas Mediciniais no Brasil: Nativas e Exóticas. Nova Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo, 544 p.

Macchia, M., Angelini, L.G. & Ceccarini, L. 2001. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. Scientia Horticulturae 89(4):317-324.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 2(1):176-177.

Murashige, T. & Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15(3):473-497.

Reddy, K.N. & Singh, M. 1992. Germination and emergence of hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). Weed Science 40(2):195-199.

Ren, C. & Bewley, J.D. 1998. Seed development, testa structure and precocious germination of Chinese cabbage (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*). Seed Science Research 8(3):385-397.

Roque, N.F., Vilegas, W., Gianella, T., Knudsen, F.S., Rondella, G.P., Torres, L.M.B., Ferro, V.O. & Oliveira, F. 1983. Compostas Mediciniais do Brasil. 2. Estudo químico de *Solidago microglossa*, *Mikania triangularis*, *M. diversifolia*, *M. smilacina*, *M. microlepis* e *Wedelia paludosa*. Acta Amazônica 18(suplemento 1-2):473-76.

Santana, D.G. & Ranal, M.A. 2004. Análise da germinação - um enfoque estatístico. Editora Universidade de Brasília, Brasília, v.1, 248 p.

Schmeda-Hirschmann, G., Jorda, M., Gerth, A. & Wilken, D. 2005. Secondary metabolite content in rhizomes, callus cultures and in vitro regenerated plantlets of *Solidago chilensis*. Zeitschrift für Naturforschung 60(1-2):5-10.

Taiz, L. & Zeiger, E. 2013. Fisiologia Vegetal. Artmed, Porto Alegre. 792 p.

Torres, L.M.B., Akisue, M.K. & Roque, N.F. 1987. Quercitrin from *Solidago microglossa* DC, the Arnica of Brasil. Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo 23(1):33-40.

_____. 1989. Diterpenes from roots of *Solidago microglossa*. Revista Latinoamericana de Química 20(2):94-97.

Velten, S.B. & Garcia, Q.S. 2005. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. Acta Botanica Brasílica 19(4):753-761.

Victório, C.P., Silva, N.C.B., Esquibel, M.A. & Sato, A. 2010. The influence of light spectra, UV-A, and growth regulators on the *in vitro* seed germination of *Senecio cineraria* DC. Revista Ceres 57(5): 576-580.

Zaidan, L.B.P. & Barbedo, C.J. 2004. Quebra de dormência em sementes. In Germinação: do básico ao aplicado (Ferreira AG & Borghetti, F, orgs). Artmed, Porto Alegre, p. 135-146.