

Germinação de sementes de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] e calêndula (*Calendula officinalis* L.) tratadas com ácido salicílico

PACHECO, A.C.¹; CUSTÓDIO, C.C.²; MACHADO NETO, N.B.²; CARVALHO, P.R.³; PEREIRA, D.N.⁴; PACHECO, J.G.E.⁴

¹ Doutoranda em Fisiologia e Bioquímica de Plantas. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP). Avenida Pádua Dias, 11, C.P. 9, 13418-900. Piracicaba, SP. Autor correspondente. ² Prof. Titular, Depto. de Biologia Vegetal e Fitossanidade da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Presidente Prudente, SP. ³ Mestranda em Produção Vegetal, UNOESTE. ⁴ Graduandos do Curso de Agronomia da UNOESTE.

RESUMO: O processo de germinação depende de diversos fatores, dentre os quais a integridade física e bioquímica da semente e o estado fisiológico das mesmas. Poucos estudos foram realizados no sentido de se conhecer o papel do ácido salicílico na qualidade das sementes. A aplicação exógena de ácido salicílico é utilizada como forma de combate ao estresse, sendo que o mesmo pode agir como indutor de proteínas de tolerância. Assim sendo, a finalidade desta pesquisa foi analisar e descrever o efeito de concentrações crescentes de ácido salicílico na germinação de sementes de camomila e calêndula. As sementes de camomila foram germinadas nas concentrações de zero; 0,025; 0,05 e 0,1 mM (Experimento 1) e nas concentrações de zero; 0,05; 0,1 e 0,2mM (Experimento 2). As sementes foram colocadas para germinar em alternância de temperatura (20-30°C) e fotoperíodo de oito horas na temperatura mais alta. As sementes de calêndula foram germinadas em zero; 0,025; 0,05; 0,1 e 0,2 mM de ácido salicílico com alternância de temperatura (20-25°C) e fotoperíodo de oito horas na temperatura mais alta. Ambas as espécies foram avaliadas pela porcentagem de germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação. Os resultados permitiram concluir que o ácido salicílico, na dosagem de 0,2 mM tem efeito negativo na germinação de sementes de camomila. Por outro lado, as dosagens de 0,025 e 0,05 mM favorecem a germinação e o índice de velocidade de germinação em sementes de calêndula.

Palavras-chave: ácido salicílico, sementes, plantas medicinais, Camomila, Calêndula.

ABSTRACT: Germination of chamomile [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] and marigold (*Calendula officinalis* L.) seeds treated with salicylic acid. The germination process is affected by several factors, including the physical and biochemical integrity of the seeds and their physiological status. Few studies were accomplished aiming at the achievement of the knowledge about the salicylic acid function in relation to seed quality. The exogenous application of salicylic acid is used to minimize stress effects by its action such as an inducer of tolerance proteins. The aim of this research was to analyze the effect of increasing concentrations of salicylic acid on seed germination of chamomile and marigold. Chamomile seeds were treated with salicylic acid concentrations at zero; 0.025; 0.05 and 0.1 mM (Experiment 1) and with the concentrations at zero; 0.05; 0.1 and 0.2 mM (Experiment 2) been germinated in alternate temperature (20-30°C) and with 8 hours of light at the higher temperature. Marigold seeds were germinated at zero; 0.025; 0.05, 0.1 and 0.2 mM with alternate temperatures (20-25°C) and with 8 hours of light at the highest temperature. Seeds were evaluated by the germination percentage, first germination count, and index of emergency rate. The results showed that salicylic acid at 0.2 mM has a negative effect on chamomile seeds germination. However, concentrations of 0.025 and 0.05 mM improve the germination and index of emergency rate in the seeds of calendula.

Key words: salicylic acid, seeds, medicinal plants, Chamomile, Calendula

INTRODUÇÃO

O processo de germinação depende de uma série de fatores, incluindo a integridade física e bioquímica da semente e estado fisiológico. O envelhecimento natural das sementes é capaz de danificar estruturas celulares e subcelulares como membranas, organelas e plastídeos de armazenamento (McDonald Jr., 1975; Abdul-Baki, 1980), além de causar diminuição no vigor.

O vigor de sementes é uma medida do somatório dos processos, bioquímicos ou não, que estão relacionados à habilidade de germinação e à sobrevivência das plântulas no período inicial de desenvolvimento. O vigor também se relaciona com a perda da qualidade fisiológica que ocorre durante toda a vida da semente desde a maturação até o armazenamento, a qual é acentuada por condições de alta umidade e temperatura (Mathews, 1985; Dell'Aquila, 1994; Begnami & Cortelazzo, 1996). Este fenômeno está relacionado com a deterioração de macromoléculas como as proteínas (Khademi et al., 1991; Shatters et al., 1994) e com um decréscimo nas atividades bioquímicas da semente (Begnami & Cortelazzo, 1996; Bailly et al., 1996). Uma baixa taxa de emergência pode ser atribuída às sementes com baixo vigor fisiológico, a qual levará a alta susceptibilidade das sementes aos patógenos do solo e danos na embebição (Andarwulan & Shetty, 1999).

Os radicais oxigenados são formados durante o metabolismo oxidativo regular, bem como, pela cadeia transportadora de elétrons da respiração, mas estas reações são extremamente controladas. Todavia, sob estresse, estes controles podem ser descompensados, levando ao aumento na produção de radicais livres, os quais por sua vez ocasionariam uma série de eventos em cascata, acarretando danos de membrana, peroxidação de lipídeos e eventualmente morte celular. A aplicação exógena de ácidos orgânicos, como o salicílico, ascórbico e cítrico, é utilizada como forma de combate ao estresse, sendo que destes o primeiro pode agir como indutor de proteínas de tolerância ao estresse (McCue et al., 2000; Bowler & Fluhr, 2000).

O ácido salicílico é um composto fenólico que está envolvido numa série de processos fisiológicos, e tem sido considerado como fazendo parte de nova classe de substâncias de crescimento de plantas, além dos hormônios vegetais. É sintetizado a partir do aminoácido fenilalanina e é encontrado em folhas, inflorescências de plantas termogênicas e em plantas atacadas por patógenos (Castro & Vieira, 2001).

Alguns efeitos do ácido salicílico sobre o desenvolvimento dos vegetais podem ser a inibição da germinação e redução da transpiração em feijão (Larque-Saavedra, 1978); ação sinérgica com o ácido abscísico na redução do tempo de iniciação floral e

incremento no número total de botões florais em *Impatiens balsamina* L., aumentando o conteúdo total de RNA, fosfatase ácida e algumas proteínas não identificadas (Kumar & Nanda, 1981); formação de raízes adventícias em estacas de fava (*Phaseolus aureus*) em combinação com auxina (Kling & Meyer, 1983); manutenção da turgescência dos estômatos e pulvinos em *Cassia fasciculata* (Saeedi et al., 1984) e o aumento do número de grãos por espiga e rendimento agrônomico em trigo (Lopez et al., 1998). A aplicação exógena de ácido salicílico resulta na ativação de uma série de genes de defesa da planta, acreditando-se que este ácido seja parte do processo de sinalização que resulta na resistência sistêmica adquirida pela planta (Delaney et al., 1994).

Segundo Bewley & Black (1994), diversos compostos fenólicos têm efeito inibidor na germinação de sementes, funcionando como componentes alelopáticos. No entanto, poucos estudos foram realizados no sentido de se conhecer o papel do ácido salicílico na qualidade de sementes.

O vigor de sementes de ervilha, tratadas com ácido salicílico, foi medido e a relação com o alongamento celular, mobilização de metabólitos e possível modificação da parede celular (afrouxamento e lignificação) foi estudado por McCue et al. (2000). Estes autores propuseram que o tratamento com o ácido salicílico mobiliza auxina endógena a qual estimula o desenvolvimento da semente, que por sua vez, é dependente da mobilização de metabólitos primários e secundários e da lignificação da parede celular (através da atividade da enzima guaiacol peroxidase).

Costa Maia et al. (2000) avaliaram o efeito do ácido salicílico na germinação e vigor de sementes de soja, concluindo que este tem efeito negativo na germinação, mas estimula a atividade da enzima α -amilase, aumenta os comprimentos da parte aérea e raiz e a matéria fresca, mas diminui a matéria seca da parte aérea e raiz, nas concentrações de 50 e 100 mg kg⁻¹.

Silveira et al. (2000a), realizando testes de germinação e vigor de sementes de arroz tratadas com ácido salicílico, relataram que as concentrações de 10 e 20 mM foram fitotóxicas, ocasionando, possivelmente, a morte das células. Mas, nas concentrações de 0; 0,1 e 1,0 mM a condutividade elétrica das sementes foi afetada positivamente, impedindo a lixiviação de solutos, embora não tenha havido influência destas concentrações sobre o índice de velocidade de emergência, porcentagem de emergência e crescimento das plântulas. Os autores relatam ainda que, o ácido salicílico não altera a atividade das enzimas fosfatase ácida e α -amilase aos sete dias da germinação, no entanto, induz maior atividade aos 14 dias após a germinação (exceto nas concentrações fitotóxicas). A quantidade de açúcares

solúveis (Silveira et al., 2000 b) diminuiu, enquanto a quantidade de amido e proteínas aumentaram em todas as concentrações de ácido salicílico utilizadas (zero; 0,1; 0,5; 1,0; 10 e 20 mM).

A camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) e a calêndula (*Calendula officinalis* L.) são plantas pertencentes a família Asteraceae, de cujos capítulos florais é extraído o óleo essencial. O uso medicinal é reconhecido e implantado nos Projetos de Fitoterapia do SUS, além de serem empregadas na indústria alimentícia e cosmética. São espécies cultivadas em escala comercial, principalmente, no Sul do país e cuja propagação é realizada através de sementes.

Segundo Pizzinato et al. (1991), para se obter boa produtividade, a lavoura deve apresentar população adequada de plantas. Além dos cuidados durante o plantio, a produtividade da cultura depende do uso de sementes de boa qualidade física, fisiológica e sanitária. Para as culturas de camomila e calêndula, a baixa produtividade e qualidade de flores e sementes se deve ao fato da colheita ser quase que exclusivamente na forma manual, além do beneficiamento ocorrer de maneira inadequada, sem controle de temperatura e tempo de estocagem. Estudos dirigidos para a solução de problemas tecnológicos e de mercado são necessários.

Assim, a finalidade desta pesquisa foi analisar e descrever o efeito de concentrações crescentes de ácido salicílico na germinação de sementes de camomila e calêndula.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade do Oeste Paulista, em Presidente Prudente (SP).

Teste de germinação em camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert), Asteraceae

Sementes comerciais de camomila (marca TopSeed) foram embebidas por 24 horas em ácido salicílico (AS) nas concentrações de zero; 0,025; 0,05 e 0,1 mM (Experimento 1) e nas concentrações de zero; 0,05; 0,1 e 0,2 mM (Experimento 2). Após a embebição, as sementes foram colocadas em placas de Petri (200 sementes para cada experimento, com 4 sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento), utilizando papel mata borrão previamente umedecido com água destilada (na proporção de 2,5 vezes o seu peso inicial). Optou-se por esta metodologia ao invés de germinar as sementes diretamente nas soluções de AS para que não houvesse danos às mesmas devido ao contato mais prolongado com o ácido. As placas de Petri com as sementes foram colocadas em câmara de germinação com alternância de temperatura (20-30°C) e

fotoperíodo de oito horas na temperatura mais alta (Brasil, 1992). As sementes foram consideradas germinadas quando as raízes extrusadas apresentaram curvatura geotrópica positiva de aproximadamente cinco milímetros.

Os resultados avaliados no terceiro, sétimo e décimo dia após a semeadura (DAS) foram expressos em porcentagem de germinação (G%) e primeira contagem da germinação, avaliada no terceiro dia após a semeadura e expressa em porcentagem (PC %).

A velocidade de germinação foi determinada através de um índice adaptado da fórmula de Maguire (1962) no qual não foram realizadas avaliações diárias da germinação usando-se a seguinte equação:

$$IVGm = G1/3 + G2/7 + G3/10, \text{ onde}$$

IVGm é o índice de velocidade de germinação modificado;

G1, G2 e G3 são as contagens de germinação no terceiro, sétimo e décimo dia e,

3, 7 e 10 são os dias de contagem.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado num esquema fatorial 4x3 (quatro concentrações e três épocas de leitura) com quatro repetições. Os dados em porcentagem foram previamente transformados em $\arcsen(X/100)^{1/2}$ e submetidos à Análise de Regressão Polinomial.

Teste de germinação em calêndula (*Calendula officinalis* L.), Asteraceae

As sementes de calêndula, cv. Balls Orange foram obtidas na CATI de Campinas. O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes cada, semeadas em gerbox sobre 2 folhas de papel mata borrão umedecido com soluções de ácido salicílico nas concentrações de zero; 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1 e 0,2 mM (na proporção de 2,5 vezes o peso inicial do papel). As sementes foram colocadas em câmara de germinação nas temperaturas alternadas de 20-25° C e fotoperíodo de oito horas de luz na temperatura mais alta, conforme Brasil (1992). As contagens de germinação foram feitas a cada dois dias da semeadura até os 21 dias.

Os resultados avaliados no segundo, sexto, décimo primeiro, décimo sexto e vigésimo primeiro dia após a semeadura (DAS) foram expressos em porcentagem de germinação (G%) e primeira contagem da germinação, avaliada no segundo dia após a semeadura e expressa em porcentagem (PC%).

A velocidade de germinação foi determinada através do *IVGm*, descrito anteriormente para camomila, usando-se a seguinte equação:

$$IVGm = G1/2 + G2/6 + G3/11 + G4/16 + G5/21$$

onde

$IVGm$ é o índice de velocidade de germinação modificado;

G1, G2, G3, G4 e G5 são as contagens de germinação no segundo, sexto, décimo primeiro, décimo sexto e vigésimo primeiro dia e

2, 6, 11, 16 e 21 são os dias de contagem.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x5 (seis concentrações e cinco épocas de leitura) com quatro repetições. Os dados em porcentagem foram previamente transformados em $\arcsen(X/100)^{1/2}$ e submetidos à Análise de Regressão Polinomial.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Teste de germinação em sementes de camomila

Analisando-se a Figura 1 verifica-se que nas concentrações crescentes de AS (zero; 0,025; 0,05 e 0,1mM - Experimento 1) não houve efeito significativo na germinação da camomila para todos os parâmetros avaliados. Os valores médios alcançados foram de 53,12% para a germinação (G%); 41,22 para a primeira contagem da germinação (PC%) e 17,06 para o índice de velocidade de germinação (IVGm). Atribuindo a ausência de resultados significativos à uma concentração máxima insuficiente de AS (0,1 mM), optou-se pela realização de um segundo experimento no qual foi utilizada uma dosagem maior (0,2 mM).

Na Figura 2 observa-se que com relação à porcentagem de germinação não houve efeito significativo das concentrações de AS utilizadas (zero; 0,05; 0,1 e 0,2 mM - Experimento 2), evidenciando que o ácido salicílico, quando aplicado em sementes de camomila em concentrações até 0,2 mM não exerce efeito inibidor na germinação. Este mesmo resultado foi observado em sementes de soja, onde a germinação não foi afetada de maneira significativa pela presença do ácido salicílico nas concentrações de 20, 50 e 100 mg kg⁻¹ (Costa Maia et al., 2000).

Por outro lado, a primeira contagem da germinação (PC%) e o índice de velocidade de germinação (IVGm) foram afetados pelo incremento das concentrações de AS, sendo que a maior concentração do ácido (0,2 mM) causou redução significativa para estes dois parâmetros. A germinação na primeira contagem no controle foi de 39,09%, enquanto que a do tratamento com 0,2mM do ácido salicílico foi de 16,81%. A aplicação da maior concentração (0,2 mM) ocasionou redução no IVGm, com um valor de 12,16 contra 16,93 para as sementes do controle.

Estes resultados permitem inferir que o ácido salicílico, quando aplicado à semente de camomila, em concentrações iguais ou superiores a 0,2 mM exerce efeito inibidor no vigor da semente.

Segundo Silveira et al. (2000a), a aplicação de AS nas concentrações de 10 e 20 mM em sementes de arroz ocasionou, possivelmente, na morte das células. Estas concentrações promoveram drásticas reduções na germinação e primeira contagem da germinação.

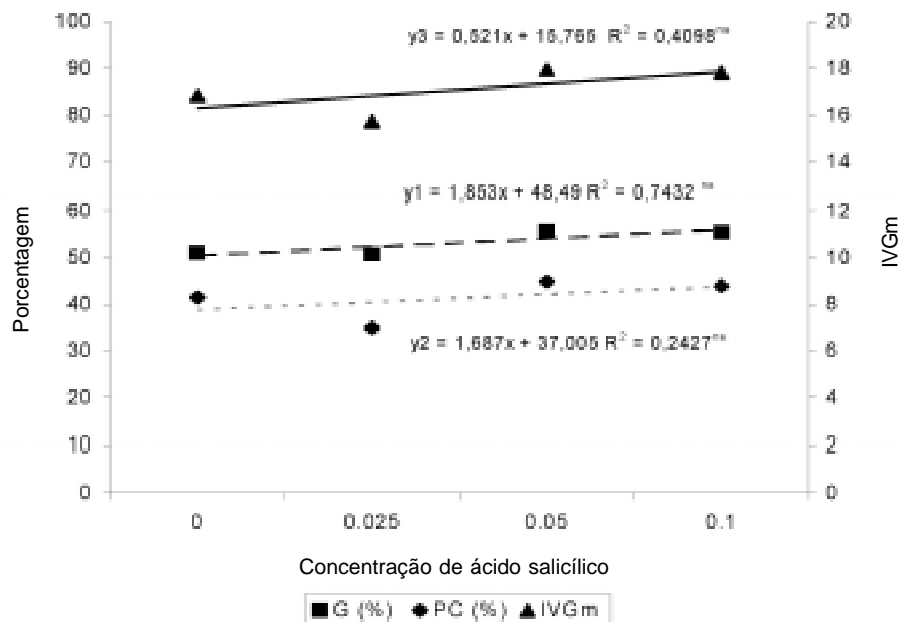


FIGURA 1. Efeito de concentrações crescentes de ácido salicílico (AS) na porcentagem de germinação (G%), primeira contagem da germinação (PC%) e índice de velocidade de germinação (IVGm) de sementes de camomila (Experimento 1), aos 14 dias após a semeadura

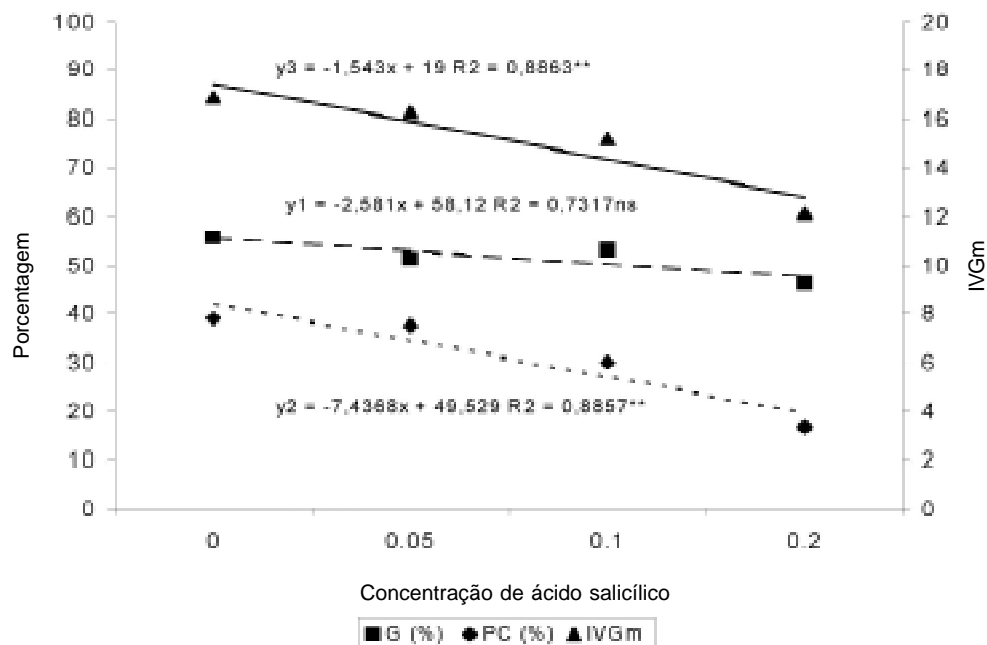


FIGURA 2. Efeito de concentrações crescentes de ácido salicílico (AS) na porcentagem de germinação (G%), primeira contagem da germinação (PC%) e índice de velocidade de germinação (IVGm) de sementes de camomila (Experimento 2), aos 14 dias após a semeadura.

Teste de germinação em calêndula

De acordo com a Figura 3, verifica-se que em concentrações crescentes de AS (zero; 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1 e 0,2 mM) não houve efeito significativo na primeira contagem da germinação (PC%) de sementes de calêndula. Já as maiores dosagens de AS (0,1 e 0,2 mM) causaram redução significativa tanto para a G (%) como para o IVGm, concordando mais uma vez com os dados obtidos em sementes de arroz por Silveira et al. (2000a,b), nos quais as concentrações de 10 e 20mM foram fitotóxicas.

Por outro lado, os dados aqui apresentados demonstram que as concentrações de ácido salicílico de 0,025 e 0,05mM favorecem a germinação de sementes de calêndula, contrapondo-se àqueles obtidos em feijão por Larque-Saavedra (1978). Isto pode ser devido ao fato deste ácido (e seus derivados) estar incluído em uma série de processos que estão ligados à desintoxicação celular e ao aumento da resistência a fatores abióticos (Foyer et al., 1997; Rivero et al., 2001).

O aumento no vigor da semente é importante para que ocorra ótima emergência, resistência ao estresse e crescimento uniforme das plântulas. De acordo com McCue et al. (2000), a aplicação exógena de reguladores vegetais e nutrientes às sementes pode causar incremento ou modificação no crescimento e desenvolvimento da planta. O ácido salicílico exógeno atua estimulando a lignificação da parede celular, direcionando as vias pentose-fosfato

e chiquimato para a produção de compostos fenólicos (lignina) nas sementes tratadas, o que aumenta o seu vigor.

Um meio com baixo pH poderia estimular a síntese de compostos fenólicos e aumentar o endurecimento do tecido, através da lignificação, o que dá suporte a idéia de que o crescimento celular, o alongamento e a deposição de lignina na parede celular - induzida pela acidez poderia ser regulada pela via pentose-fosfato. Esta cadeia pode estar ligada ao metabolismo de prolina como resposta ao ambiente ácido ou a aplicação de ácido salicílico, baseada no estímulo concomitante da glicose-6-fosfato-desidrogenase e um incremento na produção de prolina (McCue et al., 2000; Andarwulan & Shetty, 1999). As enzimas peroxidases trabalham usualmente em pH próximo do neutro. A adição de ácido salicílico causaria diminuição no pH e as peroxidases teriam a atividade diminuída, o que deixaria os peróxidos disponíveis para a lignificação e outras atividades celulares.

Estes eventos poderiam explicar os resultados aqui obtidos onde, tanto para as sementes de camomila como de calêndula, as concentrações de AS superiores a 0,1mM foram prejudiciais à germinação. Para a camomila, concentrações inferiores a 0,1mM não afetaram de maneira significativa a germinação das sementes. Entretanto, dosagens variando de 0,025 a 0,05mM de AS foram suficientes para aumentar a germinação e o IVGm nas sementes de calêndula, embora não tenha sincronizado a germinação como em rabanete (Takaki & Rosim, 2000).

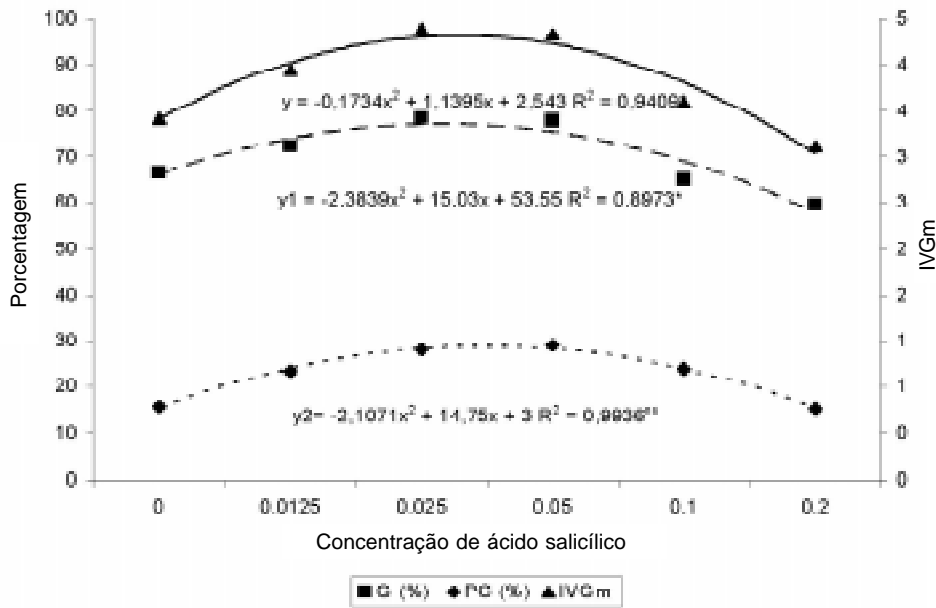


FIGURA 3: Efeito de concentrações crescentes de ácido salicílico (AS) na porcentagem de germinação (G%), primeira contagem da germinação (PC%) e índice de velocidade de germinação (IVGm) de sementes de calêndula, aos 21 dias após a semeadura.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABDUL-BAKI, A.A. Biochemical aspects of seed vigour. **Hortscience**, v.15, p.761-5, 1980.

ANDARWULAN, N.; SHETTY, K. Improvement of pea (*Pisum sativum*) seed vigour response by fish protein hydrolysates in combination with acetyl salicylic acid. **Process Biochemistry**, v.35, p.159-65, 1999.

BAILLY, C. et al. Changes in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seed as related to deterioration during accelerated aging. **Physiologia Plantarum**, v.97, p.104-10, 1996.

BEGNAMI, C.N.; CORTELAZZO, A.L. Cellular alterations during accelerated aging of French beans seeds. **Seed Science and technology**, v.24, p.295-303, 1996.

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

BOWLER, C.; FLUHR, R. The role of calcium and activated oxygens as signals for controlling cross-tolerance. **Trends Plant Science**, v.5, p.241-6, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SMDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2001. 132p.

COSTA MAIA, F.; MORAES, D.M.; MORAES, R.C.P. Ácido Salicílico: efeito na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.264-70, 2000.

DELANEY, T.P. et al. A central role for salicylic acid in plant disease resistance. **Science**, v.266, p.1247-50, 1994.

DELL'AQUILLA, A. Wheat seed ageing and embryo protein degradation. **Seed Science Research**, v.4, p.293-8, 1994.

FOYER, C.H. et al. Hydrogen peroxide and glutathione-associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling. **Physiologia Plantarum**, v.100, p. 241-54, 1997.

KHADEMI, M. et al. Storage-protein degradation and aminopeptidase activity during germination of stressed and non stressed *Impatiens waleriana*. **Seed Science and Technology**, v.19, p. 403-12, 1991.

KLING, G.J.; MEYER, M.M. Effect of phenolic compounds and indoleacetic acid on adventitious root initiation on cuttings of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* and *Acer griseum*. **Horticultural Science**, v.3, n.18, p.352-54, 1983.

KUMAR, S.; NANDA, K.K. Gibberelic acid and salicylic acid caused formation of new proteins associated with extension growth and flowering of *Impatiens balsamina*. **Physiology Plantarum**, v.78, n.2, p.321-7, 1981.

LARQUE-SAAVEDRA, A. The role antitranspirant effect of acetyl salicylic acid on *Phaseolus vulgaris*. **Plant Physiology**, v.43, p.126-8, 1978.

LOPEZ, R.T.; RODRIGUEZ, V.C.; CORONADO, M.A.G. Aplicacion de acido salicilico para incrementar el rendimiento agronômico em três variedades de trigo. **Terra**, v.16, n.1, p.43-8, 1998.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-7, 1962.

MATHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook on Agriculture**, v.14, p.89-94, 1985.

McCUE, P. et al. A model for enhanced pea seedling vigour following low pH and salicylic acid treatments. **Process Biochemistry**, v.35, p. 603-13, 2000.

McDONALD JR., M.B. A review and evaluation of seed vigour tests. **Proceedings of Association of Official Seed Analysts**, v.65, p.109-39, 1975.

PIZZINATO, M.A. et al. Relação entre densidade e qualidade de sementes de algodoeiro. **Bragantia**, v. 50, n.2, p.269-89, 1991.

- RIVERO, R.M. et al. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. **Plant Science**, v.160, p.315-21, 2001.
- SAEEDI, S. et al. Effect of salicylic and acetyl salicylic acids on the scatonastic and photonastic leaflet movement of *Cassia fasciculata*. **Plant Physiology**, v.76, p.852-3, 1984.
- SHATTERS, R.G. et al. Soybean seed deterioration and response to osmotic priming: changes in specific activities in extracts from dry and germinating seeds. **Seed Science Research**, v.4, p.33-41, 1994.
- SILVEIRA, M.A.M.; MORAES, D.M.; LOPES, N.F. Germinação e vigor de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.145-52, 2000a.
- SILVEIRA, M.A.M.; MORAES, D.M.; LOPES, N.F. Germinação e alterações bioquímicas em sementes de arroz tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.200-5, 2000b.
- TAKAKI, M.; ROSIM, R.E. Aspirin increases tolerance to high temperature in seeds of *Raphanus sativus* L. cv Early Scarlet Globe. **Seed Science and Technology**, v.28, p.179-83, 2000.