

EFEITO DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE QUINOA

Omari Dangelo Forlin Dildey¹, Luciana Iurkiv¹, Nicanor Pilarski Henkemeier¹, Patricia Favorito¹, Vanessa Felix Vaz¹, Bruna Broti Rissato¹ e Vandeir Francisco Guimarães¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA, Campus de Marechal Cândido Rondon-PR. Rua Pernambuco, 1777, CEP: 85605-010, Caixa Postal 91. E-mail: omaridildey@hotmail.com, lucianaiurkiv@gmail.com, pilarskinicanor044@hotmail.com, patimesmo@yahoo.com.br, vane_vaz23@hotmail.com, brunarissato@hotmail.com, vandeirfg@yahoo.com.br.

*RESUMO: A utilização de reguladores vegetais é de relevante importância para a germinação e desenvolvimento adequado da planta. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de ácido giberélico na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto por oito tratamentos e três repetições. Foram utilizados, como tratamentos, quatro dosagens de PRO GIBB[®] (0,005, 0,0100, 0,0150 mg/L⁻¹), sendo água destilada o tratamento controle. As parcelas foram dispostas em esquema fatorial (2x4), em dois ambientes (ausência de luz e fotoperíodo de 12 horas). Cada repetição se compôs de 50 sementes de quinoa dispostas equidistantemente em caixas de germinação, contendo duas folhas de papel germitest umedecidas com 4 mL da solução de cada tratamento e mantidas por oito dias em câmara de germinação (BOD, 25°C ± 2°C). Após 48 horas foram quantificadas número de sementes germinadas e não germinadas, aos oito dias, foram realizadas as avaliações biométricas. A aplicação de GA₃ (PRO GIBB[®]) nas doses 0,005; 0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®], inibiu a germinação de sementes de quinoa, reduziu o número de plântulas normais e o comprimento de parte aérea de plântulas germinadas no escuro.*

*PALAVRAS-CHAVE: Giberilina, *Chenopodium quinoa* Willd, Fotoperíodo.*

EFFECT OF APPLICATION OF GIBBERELIC ACID ON GERMINATION AND EARLY DEVELOPMENT OF OLD SEEDLINGS QUINOA

*ABSTRACT: The use of plant growth regulators is an important aspect for better germination and plant development. This study aimed to evaluate the effect of gibberellic acid on germination and early seedling development of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). The experiment was conducted in completely randomized design composed of eight treatments and three replications. Were used as treatments, four dosage PROGIBB[®] (0.005, 0.0100, 0.0150 mg / L-1) and distilled water as the control treatment. The plots were arranged in factorial (2x4), in two environments (no light and photoperiod of 12 hours). Each repetition consists of 50 quinoa seeds arranged equidistantly in a germination boxes containing two sheets of germitest paper moistened with 4 ml of treatment solution and kept for eight days in a growth chamber (BOD 25 ° C ± 2°C). After 48 hours the number of germinated and not germinated were quantified, the eight days were accomplished biometric evaluations. The application of GA₃ (PRO GIBB[®]) at doses 0,005; 0.010 and 0.015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®], inhibited the germination of quinoa, reduced the number of normal seedlings and length of shoots of seedlings grown in the dark.*

*KEY WORDS: Giberilina, *Chenopodium quinoa* Willd, Photoperiod.*

INTRODUÇÃO

A *Chenopodium quinoa* Willd, também conhecida como quinoa pertence à família *Chenopodiaceae*, e trata-se de uma cultura anual de caule ereto de cor vermelha ou verde com estrias vermelhas, inflorescência terminal, com ciclo variável em função da latitude e da altitude de origem (Rocha, 2008). Pertencente à mesma família do espinafre, da beterraba e da acelga, a quinoa pode ser cultivada desde o nível do mar até elevadas altitudes, crescem diversos tipos de solos e, nas condições do Brasil Central, possui ciclo de 80 a 150 dias. Originária da América do Sul, sendo cultivada especialmente nos Andes e em países como Colômbia, Chile, Bolívia, Equador e Peru, a cultura foi introduzida a pouco tempo na Europa, América do Norte, Ásia e África (Spehar e Santos, 2002; Brady et al., 2007; Nsimba et al., 2008).

A nomenclatura quinoa se aplica à planta e ao grão, o qual possui forma cilíndrica, achatada com tamanhos de aproximadamente 2,5 mm de diâmetro e 1,6 mm de largura (Tapia, 1997; Spehar e Santos, 2002). A coloração é resultante da combinação da cor do pericarpo e do episperma (Koziol, 1993; Prego et al., 1998).

Devido as suas características nutricionais, a farinha de quinoa destaca-se como ingrediente alimentar altamente desejável para consumo ou para o enriquecimento da dieta. O valor biológico de sua proteína faz com que o grão seja aplicável na fortificação de farinhas de trigo, milho em tubérculos (Castro et al., 2007)

Junto a outros cultivos andinos, a quinoa é considerada pela FAO (Food and Agriculture Organization) um dos melhores alimentos de origem vegetal devido ao seu grande valor nutricional, sendo assim, importantíssima para combater algumas carências, principalmente nos países mais pobres, onde existe grande privação de alimentos e dificuldade em atingir as recomendações de proteína e aminoácidos essenciais (Fao, 2006).

A germinação é um aspecto importante para o melhor desenvolvimento da planta. A utilização de reguladores vegetais surge como alternativa para potencializar a germinação das sementes e, em consequência, promover o crescimento das plantas jovens, uma vez que a presença de inibidores pode impedir ou reduzir a germinação (Brasil, 1992; Hore e Sen, 1993).

A aplicação exógena de alguns reguladores de crescimento, especialmente substâncias dos grupos das giberelinas e citocininas, pode acelerar o processo de germinação de muitas sementes, enquanto inibidores como ácido abscísico podem inibi-la (Weaver, 1987; Bewley, 1978). A dormência depende do balanço entre promotores e inibidores podendo ser superada pela aplicação de promotores ou ampliada pela aplicação de inibidores, portanto, a

germinação pode ocorrer na presença de inibidores desde que a concentração destes seja inferior à de promotores (Weaver, 1987).

O ácido giberélico é um hormônio de crescimento vegetal que controla diversos processos de desenvolvimento, tais como a germinação das sementes, alongação da raiz, expansão foliar e desenvolvimento de flores e frutos (Davies, 1995). De acordo com Arteca (1995), o ácido giberélico estimula a α -amilase e outras enzimas hidrolíticas, as quais promovem a hidrólise de reservas vegetais. De modo geral, as giberelinas promovem o crescimento pelo aumento da plasticidade celular seguida da hidrólise do amido em açúcar, reduzindo, assim, o potencial hídrico. Tal redução resulta na entrada de água na célula ocasionando a alongação da plântula.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de ácido giberélico na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de quinoa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *Campus* de Marechal Cândido Rondon, durante o mês de junho de 2014. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 2 (quatro tratamentos em dois ambientes). Para as análises da influência de PRO GIBB[®] na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de quinoa utilizou-se sementes da safra 2012/2013, as quais foram armazenadas em geladeira até o momento da realização dos ensaios.

Como tratamentos foram utilizadas três doses de PRO GIBB[®] (0,005, 0,0100, 0,0150 mg/L⁻¹), sendo água destilada o tratamento controle. Cada tratamento, composto por três repetições, foi submetido à duas condições distintas de germinação: ausência de luz e exposto ao fotoperíodo de 12 horas. As parcelas experimentais constituíram-se de caixas de germinação tipo GERBOX[®] contendo 50 sementes de quinoa dispostas equidistantemente sob duas folhas de papel germitest umedecidas com 4 mL da solução de cada tratamento. Os ensaios foram mantidos por 8 dias em câmara de germinação do tipo B.O.D. com temperatura 25°C \pm 2°C e fotoperíodo de acordo com o tratamento.

Após 48 horas fez-se a contagem do número de sementes germinadas e não germinadas, sendo considerada como germinada a semente com aproximadamente 0,1mm de protrusão radicular. Aos oito dias após a implantação do experimento realizaram-se as avaliações biométricas, sendo avaliados o número de plântulas normais, o comprimento de parte aérea e comprimento de raiz.

Para a contagem de plântulas normais ou anormais, determinou-se como plântulas anormais aquelas que não apresentaram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis. Foram consideradas plântulas normais aquelas com todas as estruturas essenciais perfeitas, de modo a garantir aptidão para produzir plantas normais sob condições favoráveis de campo (Brasil, 2009). Para os comprimentos de parte aérea e de raiz considerou-se a distância do colo da planta até o ápice meristemático do sistema radicular (Gatti et al., 2004), com o auxílio de uma régua milimétrica.

A partir das avaliações, os dados foram submetidos à análise de regressão, com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos dados obtidos para número de sementes germinadas, plântulas normais, plântulas anormais, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz foi aplicada análise de regressão, porém não houve ajuste dos mesmos. Dessa forma optou-se pela aplicação de contrastes ortogonais.

Os contrastes ortogonais aplicados foram:

$$C_1 = 3mt_1 - mt_2 - mt_3 - mt_4$$

$$C_2 = 2mt_2 - mt_3 - mt_4$$

$$C_3 = mt_3 - mt_4$$

Para as variáveis número de plantas germinadas, número de plantas normais e número de plantas anormais a análise de variância indicou efeito de doses, não havendo significância a 5% para tratamentos (claro e escuro) e interação doses*tratamento.

Para a variável número de plantas germinadas (Tabela 1), a comparação de médias através de contrastes ortogonais revelou diferença significativa quando comparou-se a testemunha à média das demais doses (0,005; 0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®]) e quando comparado a dose de 0,005 mg L⁻¹ PRO GIBB[®] à média das demais doses (0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®]).

Tabela 1- Germinação de sementes de quinoa

Efeito ⁽¹⁾	Média (número de sementes germinadas)
t1	43,16 ⁽²⁾ * ⁽³⁾
(t2 + t3 + t4)/3	40,38
t2	37,83 *
(t3 + t4) / 2	41,66
t3	42,66 ns
t4	40,66
CV	4,55%

⁽¹⁾t1 = 0,000 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t2 = 0,005 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t3 = 0,010 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t4 = 0,015 mg L⁻¹ PRO GIBB[®].

⁽²⁾Média de três repetições. ⁽³⁾ Probabilidade de significância pelo teste F.

Tal resultado indica uma inibição na germinação de sementes de quinoa pela aplicação de PRO GIBB[®]. Resultado semelhante foi obtido por Hofs et al (2013), quando testaram a aplicação de giberelina (PRO GIBB[®]) na germinação de maracujazeiro amarelo, havendo redução na germinação em baixas temperaturas. Já Picolotto et al (2007), observaram que o tratamento com benziladenina + GA4 + 7 quando aplicado em caroços de pessegueiro, proporcionou maior porcentagem de germinação e maiores índices de velocidade de germinação diários.

A comparação de médias através de contrastes ortogonais para número de plântulas normais (Tabela 2) revela resultados semelhantes aos obtidos para germinação, de forma que houve diferença significativa quando comparou-se a testemunha (0,000 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®]) à média das demais doses (0,005; 0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®]) e quando comparou-se a dose 0,005 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®] à média das doses 0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®]. Tais resultados indicam que houve um maior número de plantas normais para a testemunha (0,000 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®]) em relação aos demais tratamentos.

Tabela 2- Número de plântulas normais

Efeito ⁽¹⁾	Média (número de plantas normais)
t1	36,67 ⁽²⁾ * ⁽³⁾
(t2 + t3 + t4)/3	32,00
t2	29,33 *
(t3 + t4) / 2	33,33
t3	35,33 ns
t4	31,33
CV	11,35%

⁽¹⁾t1 = 0,000 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t2 = 0,005 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t3 = 0,010 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t4 = 0,015 mg L⁻¹ PRO GIBB[®].

⁽²⁾Média de três repetições. ⁽³⁾ Probabilidade de significância pelo teste F.

Sendo assim, a aplicação de giberelina, além de inibir a germinação, reduziu o número de plantas normais. Resultados semelhantes foram obtidos por Zucareli et al (2003), que observaram que a aplicação de GA₃ isolado ou em mistura com N-fenilmetil-9-Tetra-Hidro-2H-2 piranil 9H-6 amino purina e ethephon, nas dosagens de 75 e 150 mg/L⁻¹ não favoreceu o processo germinativo de sementes de *Passiflora alata*.

Para os dados relativos ao comprimento de parte aérea (Tabela 3) foi significativa a interação tratamentos*doses. Para os contrastes entre as doses dentro do tratamento Claro, houve diferença significativa somente entre as doses 0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®], de forma que o maior comprimento de parte aérea foi atingido com a dose 0,010 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®].

Para os contrastes entre as doses dentro do tratamento Escuro, houve diferença significativa entre a testemunha (0,000 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®]) e a média das demais doses (0,005; 0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®]) e entre as doses 0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®], sendo que a maior média refere-se à testemunha. Oliveira et al (2010), observaram que a associação entre elevadas concentrações de GA₃ e 75 a 100 mg/L⁻¹ de ethephon incrementam o índice de velocidade de germinação e a percentagem de plântulas normais de atemóia.

Tabela 3- Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de quinoa

Efeito ⁽¹⁾	Claro		Escuro	
	Média (cm)			
t1	2,01 ⁽²⁾	ns ⁽³⁾	2,64	*
(t2 + t3 + t4)/3	1,95		2,11	
t2	2,10	ns	2,19	ns
(t3 + t4) / 2	1,88		2,07	
t3	2,10	*	1,80	*
t4	1,67		2,34	
CV	9,93%			

⁽¹⁾t1 = 0,000 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t2 = 0,005 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t3 = 0,010 mg L⁻¹ PRO GIBB[®], t4 = 0,015 mg L⁻¹ PRO GIBB[®]. ⁽²⁾Média de três repetições.

⁽³⁾Probabilidade de significância pelo teste F.

Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho foram alcançados por Vieira & Gusmão (2006), os quais observaram que não houve diferenças significativas na emergência de plântulas de *Talisia esculenta* entre os tratamentos com o GA₃ (PRO GIBB[®]) nas concentrações de 0, 250, 500, 750 e 1.000 µg/L⁻¹.

Para a variável comprimento de raiz de plântulas de quinoa (Tabela 4), houve significância apenas em relação aos tratamentos Claro e Escuro, não sendo significativas as

doses, bem como a interação doses*tratamentos. Portanto, o tratamento escuro foi o que apresentou maior comprimento de raiz.

Tabela 4- Comprimento de raiz (cm) de plântulas de quinoa

Tratamento	Média (comprimento raiz)
Claro	2,18 ⁽¹⁾ * ⁽²⁾
Escuro	2,98
CV	14,20%

⁽¹⁾Média de três repetições. ⁽²⁾ Probabilidade de significância pelo teste F.

CONCLUSÕES

A aplicação de GA₃ (PRO GIBB[®]) nas doses 0,005; 0,010 e 0,015 mg/L⁻¹ PRO GIBB[®] inibiu a germinação de sementes de quinoa e reduziu o número de plântulas normais e o comprimento de parte aérea de plântulas germinadas no escuro.

REFERÊNCIAS

ARTECA, R.D. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1995. 332p.

BEWLEY, J.D. Dormancy breaking by hormones and other chemicals action at the molecular level. In: RUBENSTEIN, J.; PHILLIPS, R.L.; GREEN, C.E.; GENGENBACH, B.G. **The plant seed development, preservation and germination**. New York: Academic Press, 1978. p. 219-40.

BRASIL. **Regras Para Análise de Sementes**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2009.

BRADY, K.; HO, C.; ROSEN, R.; SANG, S.; KARWE, M. 2007. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. **Food Chemistry** 100(3): 1209-1216.

CASTRO, L.I.A., VILA REAL, C.M., PIRES, I.S.C., PIRES, C.V., PINTO, N.A.V.D., MIRANDA, L.S., ROSA, B.C. E DIAS, P.A. 2007. Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*): digestibilidade in vitro, desenvolvimento e análise sensorial de preparações destinadas a pacientes celíacos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara 18(4): 413-419.

DAVIES, P.J. **Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**. (Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher). 1995.

FAO. **Seminário Internacional: “La Quinoa: Alimento y Cultivo Promisorio del Siglo XXI”**. Santa Fé de Bogotá, Colômbia, 2006. <http://www.rlc.fao.org/eventos/2000/octubre/semina/nota.pdf>.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: Um Sistema Computacional de Análise Estatística. Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

GATTI, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A.; LIMA, M.I.S. Atividade Alelopática de Extratos Aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na Germinação e no Crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L.. **Acta Botanica Brailica**, v. 18, n. 3, p. 459-472, 2004.

HÖFS, A.; BRUGNARA, E.C.; VERONA, L.A.F. Germinação de sementes e crescimento de maracujazeiro em temperaturas baixas sob influência de estimulantes. **Informativo ABRATES**, v. 23, n.2, 2013.

HORE, J.K.; SEN, S.K. Viability of papaya (*Carica papaya* L.) seeds under different pre-storage treatments. **Environ. Ecol.**, v. 11, n. 2, p. 273-75, 1993.

KOZIOL, M. 1993. In.: Janick, J., Simon, J. (Eds.). Quinoa: A Potential New Oil Crop. **New Crops**. Wiley, New York, p.328-336.

NSIMBA, R.; KIKUZAKI, H.; KONISHI, Y. 2008. Antioxidant activity of various extracts and fractions of Chenopodium quinoa and Amaranthus spp. Seeds. **Food Chemistry** 106(2): 760-766.

OLIVEIRA, M.C.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V.F.; DIAS, G.B. Germinação de sementes de atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) cv 'Gefner' submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA3) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 544-554, 2010.

PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V.J.; FACHINELLO, J.C. Ação de giberelinas e citocininas na germinação de sementes de pessegueiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.3, p.225-232, 2007.

PREGO, I.; MALDONADO, S.; OTEGUI, M. 1998. Seed structure and localization of reserves in Chenopodium quinoa. **Annals of Botany** 82(4): 481-488.

ROCHA, J.E.S. **Seleção de genótipos de quinoa com características agrônômicas e estabilidade de rendimento no planalto central**. Brasília, 2008, 115 p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008.

SPEHAR, C.; Santos, R. 2002. Quinoa BRS Piabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 37(6): 889-893.

TAPIA, M. 1997. **Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación**. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para la América Latina y Caribe, 217 p.

VIEIRA, F.A.; GUSMÃO, E. Uso de giberelinas na emergência de plântulas de *Talisia esculenta* (A. St.-Hil.) Radlk. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, ano IV, n. 08, 2006.

WEAVER, R.J. **Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura**. 5ed. Mexico: Trillas, 1987. 622p.

ZUCARELI, C.; CASTRO, M.M.; OLIVEIRA, H.R.; BRANCALIÃO, S.R.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F. Fitorreguladores e germinação de sementes de maracujá-doce em condições de laboratório. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.4, p.9-14, 2003.