

EFEITO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ

Aline Klug Radke¹; Andréa Bicca Noguez Martins¹; Manoela Andrade Monteiro²; Fernanda Xavier²; Guilherme Menezes Salau³; João Pedro Oliveira Behenck³; Alexandre Ataides de Oliveira Peres³; Dario Munt de Moraes⁴

Palavras-chave: citocinina, fitoreguladores, substâncias naturais ou sintéticas.

INTRODUÇÃO

Entre os cereais mais produzidos e consumidos no mundo estão o arroz (*Oriza sativa*), o trigo (*Triticum aestivum* L.) e o milho (*Zea mays* L.) (USDA, 2009). Sendo que, no Brasil, o arroz representa a terceira cultura anual em termos de produção, sendo cultivados anualmente cerca de 2,3 milhões de hectares, com produção de 12.399,5 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

É importante salientar que, mais de 75% da produção de arroz é oriunda do sistema de cultivo irrigado por inundação (EMBRAPA, 2005), o qual possui alta necessidade de água quando comparado com outros sistemas de irrigação. Além disso, este sistema apresenta altos custos de produção, o que aumenta a necessidade de pesquisas em busca de novas alternativas para elevar o retorno econômico aos agricultores (GIACOMELI et al., 2013). Tendo em vista esta necessidade, existem produtos bioestimulantes que proporcionam melhorias no desempenho das sementes, suas respectivas plântulas e até mesmo em estádio mais avançados da cultura, onde as plantas mais vigorosas refletem em estande mais uniforme potencializando a capacidade produtiva da cultura.

Dentre os fitoreguladores pode-se citar as auxinas, as citocininas e as giberelinas. A auxina e a citocinina são necessárias continuamente no vegetal, e sua ausência é letal para os vegetais, já que são responsáveis pelo crescimento das plantas, relacionando-se com mecanismos de expansão celular. As citocininas possuem grande capacidade de promover divisão celular, principalmente quando interagem com as auxinas, e sua atividade está ligada a senescência foliar, a mobilização de nutrientes, a dominância apical, a formação e a atividade dos meristemas apicais, o desenvolvimento floral, a germinação de sementes e a quebra de dormência de gemas. Além de mediar muitos aspectos de desenvolvimento regulado pela luz, incluindo a diferenciação dos cloroplastos, o desenvolvimento do metabolismo autotrófico, e a expansão de folhas e cotilédones (TAIZ & ZEIGLER, 2004). Segundo Vieira & Castro (2000), as citocininas durante a germinação de sementes podem estar relacionadas com a permeabilidade de membranas.

Os fitoreguladores ou biorreguladores atuam em todas as fases de desenvolvimento das plantas, e o conhecimento de seus efeitos fisiológicos é fundamental para a compreensão da vida dos vegetais. Novas descobertas têm estimulado a utilização dessas substâncias na produção agrícola, com vistas ao aumento da qualidade e sustentabilidade dos cultivos. Promotores e inibidores do crescimento, reguladores de maturação e bioestimulantes vegetais têm compostos diversos sistemas de produção, como os de algodão, cana-de-açúcar, soja, citros, manga, uva, flores, hortaliças, entre outros. Dependendo de seu modo de ação, essas substâncias podem estimular a germinação das sementes por meio da quebra de dormência (Külen et al., 2011) ou de estímulos ao metabolismo de enzimas hidrolíticas, que controlam etapas da divisão celular, como as giberelinas (O'Brien et al., 2010), ou que induzem processos de autodefesa da planta, como os inseticidas da classe dos neonicotinóides (Ford et al., 2010).

Entretanto, para atuarem, estes fitoreguladores devem estar em quantidades suficientes, também devem interagir com as proteínas receptoras, para serem reconhecidos e capturados por cada um dos grupos de células (SALISBURY & ROSS, 1994). Esses reguladores são definidos como substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nas plantas, em sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção e melhorar a qualidade das sementes. Entre as várias alterações os reguladores de crescimento influenciam o metabolismo protéico, podendo aumentar a taxa de síntese de enzimas envolvidas no processo de germinação das sementes (MCDONALD & KHAN, 1983) e ainda no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas (CASTRO & VIEIRA, 2001).

No entanto, alguns reguladores apresentam, em suas formulações, micronutrientes, os quais são inseridos para minimizar problemas advindos da deficiência dos mesmos, durante os processos de germinação, desenvolvimento e produção de grãos. A importância dos micronutrientes pode ser entendida por meio das funções que exercem no metabolismo das plantas, atuando principalmente como catalisadores de várias enzimas (LOPES, 1989).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do fitoregulador citocinina no estabelecimento inicial na germinação de sementes de arroz cv Pampa.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido, no Laboratório de Fisiologia Vegetal, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel - Faem). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando a cultivar de arroz Pampa submetido a uma solução de Citocinina, Cloreto de sódio (NaCl) e água destilada na proporção de 1:0,5 mg L⁻¹, respectivamente, em seguida, o conteúdo foi adicionado as sementes dentro de copos plásticos e deixadas por um período de 15 minutos na solução. Os tratamentos utilizados foram T1 citocinina+(NaCl); T2 água destilada+(NaCl); T3 citocinina+água destilada e T4 água destilada (controle).

Para a avaliação da germinação e vigor, as sementes tratadas foram submetidas aos seguintes testes laboratoriais: teste de germinação (G), comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento de parte aérea (CPA), massa de matéria seca da raiz (MSR) e massa de matéria seca da parte aérea (MPA).

Para a realização do teste de germinação, foram utilizadas 200 sementes para cada tratamento, sendo quatro repetições de 50 sementes, que foram acondicionadas em rolos de papel germitest, previamente umedecido com água destilada (BRASIL, 2009). Os rolos foram mantidos em germinador regulado a 25°C. A primeira contagem da germinação foi realizada no 5º dia após a montagem do teste, já a segunda contagem foi feita no 14º. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se nas contagens a média de plântulas normais de cada tratamento. No teste de crescimento foram usadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento.

As sementes foram acondicionadas em rolos de papel germitest, previamente umedecidos com água destilada. Os rolos foram agrupados, fechados com saco plástico e colocados em germinador a 25 °C. O comprimento da raiz e a parte aérea das plântulas normais foram medidos aos sete dias após a instalação do teste (NAKAGAWA, 1999). Após a mensuração do crescimento das plântulas de arroz, esse material foi utilizado para avaliação da massa de matéria seca. Para esta determinação, as amostras foram secas em estufa a 80°C durante 24 horas, até atingir massa constante.

¹ Engenheira Agrônoma, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPel, e-mail: alinekradke@hotmail.com, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL Caixa Postal: 354 Campus Universitário Capão do Leão, CEP: 96 001-970 - Pelotas, RS

² Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPel

³ Graduando em Agronomia, FAEM, UFPel

⁴ Professor Titular do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia/ UFPel

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses aplicadas não influenciaram significativamente a percentagem de germinação na cultivar testada (Tabela 1). Estes resultados contrariam os encontrados por Vieira & Castro (2001), que obtiveram efeitos da citocinina sobre a germinação de sementes de soja (cv. IAC-8-2).

Vieira et al. (1999), também observaram incremento na germinação de sementes de soja tratadas com citocinina, principalmente por causa das reduções significativas na quantidade de plântulas anormais. Entretanto, os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os resultados obtidos por Vieira et al. (2001) e Vieira (2005), em que a citocinina não afetou significativamente a qualidade fisiológica de sementes de soja e algodão, respectivamente. Alleoni et al. (2000), em ensaios com feijão, também não observaram diferença no "stand" inicial com o tratamento de sementes com citocinina.

Deve-se, entretanto, ressaltar que, mais do que a concentração dos fitormônios, a relação entre eles pode determinar muitas vezes seus efeitos e eventos fisiológicos. Além disso, os fatores abióticos podem influenciar sobremaneira a ação dos fitormônios nas sementes e a aplicação dos fitormônios na superfície das sementes não garante a sua absorção, pelo menos em sua totalidade (BUCHANAN et al., 2001). A quantidade de fitormônios absorvida depende fundamentalmente da superfície de contato da semente e da quantidade de água e da concentração da solução, contendo os fitorreguladores, absorvida pelas sementes (BUCHANAN et al., 2001).

Atualmente, o uso de reguladores vegetais nas culturas do arroz, milho, soja, feijão e algodão tem potencializado o aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja prática rotineira entre os produtores de culturas de alto nível tecnológico, como a soja. Os biorreguladores vegetais são substâncias sintetizadas que, aplicadas exogenamente, possuem ações similares à dos grupos de fitormônios conhecidos (VIEIRA & CASTRO, 2002), os quais promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos e morfológicos do vegetal (CASTRO & VIEIRA, 2001). De acordo com Raven et al. (2007), os hormônios são capazes de regular o crescimento e o desenvolvimento, em parte pelo fato de produzirem efeitos amplificados. Uma única molécula de hormônio pode desencadear uma cascata de eventos metabólicos, repercutindo em mudanças no desenvolvimento intracelular. Segundo Salisbury & Ross (1992), um determinado fitormônio pode expressar sua ação no mesmo local de síntese ou longe dele, em diferentes fases do desenvolvimento. As auxinas são responsáveis pelo crescimento das plantas, agindo diretamente nos mecanismos de expansão e diferenciação celular (VIEIRA & MONTEIRO, 2002). As citocininas estão diretamente relacionadas com o processo de divisão celular e em processos de desenvolvimento vegetativos e reprodutivos, na germinação de sementes e na quebra de dormência de gemas (RAVEN et al., 2007; VIEIRA & MONTEIRO, 2002).

Pode-se inferir que o fato da citocinina não afetar, neste caso, a percentagem de germinação de sementes de arroz (Tabela 1), pode ser explicado pelo acúmulo deste fitormônio no tecido (MOTERLE et al. 2011), sendo que a germinação é o primeiro processo fisiológico que terá contato com o produto exposto ao organismo vegetal. Os processos de desenvolvimento seguintes poderão sofrer maior influência da ação do produto sobre os tecidos em formação.

Tabela 1. Teste de Germinação (G), Comprimento de Parte Aérea (CPA), Comprimento do Sistema Radicular (CSR), Massa de Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa de Matéria Seca de Sistema Radicular (MSSR) da cultura do arroz

Tratamentos	(%)	Comprimento (mm)		Massa Seca (g)	
	Germinação	Radícula	Parte aérea	Radícula	Parte aérea
T1(Cit + NaCl)	95 a	142.16 a	99.46 a	41 a	53 a
T2(H ₂ O + NaCl)	92 a	146.16 a	104.80 a	36 a	50 a
T3(Cit + H ₂ O)	93 a	109.83 a	102.63 a	38 a	48 a
T4(H ₂ O)	94 a	132.93 a	108.20 a	38 a	54 a
CV% =	2.58%	13.67%	7.20%	26.79%	15.79%

*Letras seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÃO

A aplicação do fitorregulador não influenciou nos resultados do teste de germinação, comprimento de parte aérea e do sistema radicular e matéria seca da parte aérea e radícula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alleoni B; Bosqueiro, M.; Rossi, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Publicatio UEPG, 6:23-35, 2000.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.
- Buchanan, B.B.; Gruissem, W.; Jones, R.L.. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland. 1367p, 2000.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária. 132 p. 2001.
- CONAB. Acompanhamento de safra brasileira de grãos, safra 2014/15, v.2, n.9, 2015. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2015. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acessado em: 26 de junho de 2015.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo de arroz irrigado**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap10.htm>>. Acessado em: 24 de junho de 2015.
- FORD, K.A.; CASIDA, J.E.; CHANDRAN, D.; GULEVICH, A.G.; OKRENT, R.A.; DURKIN, K.A.; SARPONG, R.; BUNNELLE, E.M.; WILDERMUTH, M.C. Neonicotinoid insecticides induce salicylate-associated plant defense responses. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.107, p.17527-17532, 2010.
- GIACOMELLI, R., SANTOS, L.T.A., MACHADO, A.G., NETO, S.F.G., ALBERTO, M.C., SILVA, N.V. Qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado por aspersão e inundação. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6, 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2013.

¹ Engenheira Agrônoma, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL, e-mail: alinekradke@hotmail.com, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Caixa Postal: 354 Campus Universitário Capão do Leão, CEP: 96 001-970 - Pelotas, RS

² Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL

³ Graduando em Agronomia, FAEM, UFPEL

⁴ Professor Titular do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia/ UFPEL

KÜLEN, O.; STUSHNOFF, C.; DAVIDSON, R.D.; HOLM, D.G.M. Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber bud dormancy and improve seed tuber yield. **American Journal of Potato Research**, v.88, p.167-174, 2011.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Traduzido por Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA/Fotapos, 1989.

McDONALD, M. D.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal, Madison**, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

MOTERLE, L. M. et al. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO (eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP. p. 48-85. 1999.

O'BRIEN, R.; FOWKES, N.; BASSOM, A.P. Models for gibberellic acid transport and enzyme production and transport in the aleurone layer of barley. **Journal of Theoretical Biology**, v.267, p.15-21, 2010.

Raven ,P.H.; Evert, R.F.; Eichhorn,S.E . **Biologia vegetal**. 7a ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 856p, 2007.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal**. Traduzido por V. G. Velázquez. Mexico: Iberoamérica. 759 p. 1994.

Salisbury FB & Ross C . **Plant physiology**. 4 ed. California, Wadsworth. 682p., 1992.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 559p. 2004.

USDA. United States Department of Agriculture. Production, supply and distribution online: custom query. 2009. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psd Query.aspx>> . Acessado em: 24 de junho de 2015.

VIEIRA, E. L. et al. Stimulate no sistema de produção da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Cornélio Procópio. p.82-83. 2005.

Vieira, E.L.;Castro, P.R.C. Ação de estimulante no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba, USP. Dept°. Ciências Biológicas. 3p., 2002.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulantes na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. Piracicaba, 2001. 122 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2001.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de Stimulate na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento radicular de plantas de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: Esalq-USP, 2000. 15 p. (Relatório técnico).

Vieira E.L.; Castro,P.R.C.; Monteiro, C.A .Efeito de Stimulate na germinação e vigor de sementes de soja. In: I Congresso Brasileiro de Soja, Londrina. Resumos. Embrapa Soja. p.361- 361., 1999.

Vieira, E.L.; Monteiro, C.A. Hormônios vegetais. In: Introdução à fisiologia vegetal. Maringá, Eduem. p.79-104, 2002.

¹ Engenheira Agrônoma, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL, e-mail: alinekradke@hotmail.com, Departamento de Fitotecnia. FAEM/UFPEL Caixa Postal: 354 Campus Universitário Capão do Leão, CEP: 96 001-970 - Pelotas, RS

² Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL

³ Graduando em Agronomia, FAEM, UFPEL

⁴ Professor Titular do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia/ UFPEL