

Efeitos de bioestimulantes, aplicados via semente, na cultura do milho (*Zea mays* L.)

PRADA NETO, I.¹; ULLMANN, B.²; PEREIRA, L.R.³; SCUDELER, F.¹; VITAL, M.¹; FRANCO, G.¹ e IOSSI, M.F.¹

Introdução

A cultura do milho vem se profissionalizando no Brasil, ainda que a passos lentos. O recorde da safra 2007/2008 foi obtido graças ao uso de sementes mais produtivas ao melhor nível de adubação e aplicação criteriosa de defensivos (AGRIANUAL, 2009).

A baixa produtividade média de milho no Brasil (3.175 kg ha⁻¹) não reflete o bom nível tecnológico já alcançado por boa parte dos produtores voltados para lavouras comerciais, uma vez que as médias são obtidas nas mais diferentes regiões, em lavouras com diferentes sistemas de cultivos e finalidades (EMBRAPA, 2008).

Novas tecnologias têm sido empregadas visando incremento na produção da cultura do milho, incluindo o uso crescente de sementes melhoradas associado à aplicação via semente de fungicidas, herbicidas e reguladores de crescimento (SILVA et al., 2008).

A aplicação de reguladores de crescimento via semente tem sido proposta por várias empresas. 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 de 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, no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas (CASTRO & VIEIRA, 2001).

Os hormônios vegetais reguladores de crescimento presentes na composição dos produtos são a auxina, citocinina e giberelina. O primeiro hormônio descoberto pelo homem foi a auxina, que é responsável pelo crescimento das plantas, que influenciam diretamente nos mecanismos de expansão celular. A vida do vegetal depende continuamente da presença de auxinas e citocininas. (TAIZ & ZEIGLER, 2004).

As auxinas são produzidas nos ápices dos caules, nas raízes, nas sementes em germinação, nos meristemas de cicatrização, nas folhas novas e nos frutos, sendo as raízes mais sensíveis à ação delas. Durante o processo de germinação as auxinas estão envolvidas na permeabilidade das membranas e possuem relação direta com o crescimento de plântulas (CASTRO & VIEIRA, 2001).

As giberelinas apresentam função associada à promoção do crescimento caulinar. Plantas submetidas a aplicações de giberelinas podem ser induzidas a obter um maior crescimento na sua estatura. (TAIZ & ZEIGLER, 2004).

Já as citocininas possuem grande capacidade de promover divisão celular, principalmente quando interagem com as auxinas. Segundo Thomas (1977), citado por Vieira & Castro (2000), as citocininas durante a germinação de sementes podem estar relacionadas com a permeabilidade de membranas.

Alguns reguladores apresentam, em suas formulações, micronutrientes, eles são inseridos para minimizar problemas advindos da deficiência dos mesmos, durante os

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc. – Coordenador de Desenvolvimento Técnico da Produquímica e Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (ithamar.prada@produquimica.com.br)

² Eng. Agrônomo, Pós-graduando Centro Universitário de Patos de Minas – Produtor Rural

³ Eng. Agrônomo, M.Sc. – Gerente de Desenvolvimento Técnico da Produquímica



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).

O zinco auxilia na síntese de substâncias que atuam no crescimento e nos sistemas enzimáticos, é essencial para a ativação de certas reações metabólicas. Participa da síntese do aminoácido triptofano, precursor do AIA (Ácido Indol Acético), um hormônio do crescimento. Na presença do zinco a enzima aldoíase catalisa a síntese de lipídios, substância de reserva das sementes (FAVARIN & MARINI, 2000).

O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes bioestimulantes aplicados no tratamento de sementes da cultura do milho.

Material e métodos

O experimento foi conduzido sob pivô central na Fazenda Manabuiu, localizada no município de Presidente Olegário - MG, apresentando coordenadas geográficas 18°12'24,64" de latitude sul e 46°34'47,3" oeste, com altitude de 990 metros.

Em uma área total de 10,3 hectares, foi semeado no dia 21 de outubro de 2009, em sistema de plantio direto em área anteriormente ocupada com a cultura do feijão, o híbrido P30F53Hx, utilizando no tratamento de sementes a mistura dos inseticidas thiodicarb e imidacloprid, e o inoculante para gramíneas *Azospirillum*.

A adubação de semeadura de 350 kg ha⁻¹ da formulação 12-33-00 + 8%S, e adubação de cobertura, realizada quando 50% das plantas estavam com quatro folhas expandidas, com 350 kg ha⁻¹ de nitrato de amônio. Foram aplicados manganês, cobre e molibdênio foliar, divididos em duas aplicações com o milho apresentando quatro e oito folhas expandidas.

O controle de doenças, pragas e plantas daninhas foi feito de acordo com o procedimento da fazenda, o qual demonstrou nível satisfatório durante a condução do experimento.

Para o controle de doenças foram realizadas duas aplicações de fungicida (misturas comerciais de triazol e estrobirulina), nos estádios fenológicos (pendoamento e grãos leitosos, com intervalo de 20 dias entre aplicações).

Para o controle de pragas, além do controle genético (milho transgênico tolerante a lagartas) e do tratamento de sementes, foram realizadas três aplicações de inseticida com a finalidade de controle de lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*), que apresentou elevada incidência na área durante a fase inicial e uma aplicação de inseticida para o controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), realizada, quando o milho apresentava 10 folhas expandidas.

O manejo de plantas daninhas foi realizada com o uso de herbicidas em pós emergência, sendo aplicados produtos com os seguintes ingredientes ativos: Tembotriona e Atrazina, seguindo as doses especificadas pelos fabricantes.

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, constituindo-se de 6 tratamentos (5 bioestimulantes + a testemunha) e 4 blocos, totalizando 24 parcelas. Cada parcela útil continha 7 linhas com espaçamento de 50 cm por 700 m de comprimento, sendo os 5 metros iniciais e finais descartados das avaliações (bordadura).

Os tratamentos consistiram na aplicação, via semente, de diferentes bioestimulantes (Tabela 1).



Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento

Tratamentos		Constituição	Dose
			mL / 60.000 sementes
T ₁	Extrato da alga <i>Ascophyllum nodosum</i> (Acadian)		120
T ₂	Acetato de zinco (Ever)		160
T ₃	Molibdato de potássio		160
T ₄	Extrato da alga <i>Ecklonia maxima</i> + Óxido de zinco		80 + 110
T ₅	Micronutrientes (B, Cu, Mo, Zn) + Aminoácidos		40
Testemunha		-	0

A colheita do experimento foi realizada no dia 12 de março de 2010. Foram retiradas pequenas amostras para a detecção da umidade dos grãos, para a padronização da produtividade com 13% de umidade.

Foram avaliados: estande de plantas, através da contagem do número de plantas em 10 m em cada parcela quando a cultura se apresentava com oito folhas; o diâmetro de colmo no 1º internódio, utilizando paquímetro com precisão de 1 mm; altura de plantas, contados da superfície do solo até a emissão da folha bandeira; tombamento, através de análise visual com escala de notas de 1 a 5, sendo 1 para parcela com plantas totalmente eretas e 5 para parcelas com plantas totalmente tombadas; e a avaliação da produtividade de grãos, convertida para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos a análise de variância e tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey e Scott-Knott à 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Em função da alta infestação de lagarta rosca ocorrida no início do desenvolvimento da cultura, foi realizada a avaliação do estande de plantas com a cultura apresentando oito folhas expandidas (após a fase de estabelecimento). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2, podendo se verificar a manutenção de um estande de plantas satisfatório e homogêneo na área experimental.

Tabela 2: Estande de plantas em função do tratamento de sementes utilizado na cultura do milho

Tratamento	Estande
	Plantas ha ⁻¹
Extrato da alga <i>Ascophyllum nodosum</i> (Acadian)	71.000 a
Acetato de zinco (Ever)	71.500 a
Molibdato de potássio	73.500 a
Extrato da alga <i>Ecklonia maxima</i> + Óxido de zinco	73.500 a
Micronutrientes (B, Cu, Mo, Zn) + Aminoácidos	72.000 a
Testemunha	73.500 a
C.V.:	5,72%

* Médias seguidas pela mesma letra, significam igualdade estatística pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.



Os bioestimulantes apresentaram diferentes respostas na produtividade da cultura do milho (Tabela 3). Pode-se observar que os tratamentos: Acadian, Ever e Molibdato de potássio apresentaram os melhores resultados em produtividade. As diferenças observadas indicam que estes produtos têm efeitos agrônômicos positivos para a cultura do milho, devendo ser avaliados em condições de sequeiro, onde o estímulo ao maior enraizamento pode ocasionar diferenças ainda mais expressivas em produtividade.

Tabela 3: Produtividade da cultura do milho submetida a diferentes bioestimulantes no tratamento de sementes

Tratamento	Produtividade
	sc ha ⁻¹
Extrato da alga <i>Ascophyllum nodosum</i> (Acadian)	189,0 a
Acetato de zinco (Ever)	187,5 a
Molibdato de potássio	187,5 a
Extrato da alga <i>Ecklonia maxima</i> + Óxido de zinco	186,5 b
Micronutrientes (B, Cu, Mo, Zn) + Aminoácidos	182,5 c
Testemunha	185,7 b
C.V.:	0,94%

* Letras distintas representam diferença significativa pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

As variáveis: diâmetro de colmo, altura de plantas e tombamento não foram influenciadas pelos tratamentos. Um dos aspectos que pode ter afetado a avaliação destes resultados foi o ataque inicial de lagarta rosca, o que resultou no aumento da população de plantas dominadas em todos os tratamentos (plantas com menor diâmetro de colmos e altura).

Tabela 4: Diâmetro de colmo, altura de plantas e notas de tombamento na cultura do milho submetido a diferentes bioestimulantes no tratamento de sementes

Tratamento	Diâmetro de colmo	Altura de Plantas	Tombamento
	Cm	M	
Extrato da alga <i>A. nodosum</i> (Acadian)	2,4 a	2,46 a	2,5 a
Acetato de zinco (Ever)	2,4 a	2,53 a	2,3 a
Molibdato de potássio	2,4 a	2,48 a	2,8 a
Extrato da alga <i>E. maxima</i> + Óxido de zinco	2,3 a	2,46 a	2,3 a
Micronutrientes (B, Cu, Mo, Zn) + Aminoácidos	2,3 a	2,51 a	2,8 a
Testemunha	2,3 a	2,50 a	3,8 a
C.V.:	7,61%	3,14%	25,74%
D.M.S.:	0,41	0,18	1,6

* Médias seguidas pela mesma letra, significam igualdade estatística pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Para a variável tombamento, pode-se observar, apesar dos resultados não evidenciarem diferença estatística, uma tendência de redução de tombamento entre os tratamentos (Acetato de zinco Ever e Extrato da alga *Ecklonia maxima* + Óxido de zinco) em relação a testemunha,



com diferença de nota de 1,5 (para uma DMS de 1,6). Esta tendência pode estar relacionado à presença do zinco nestes dois tratamentos, elemento essencial para a síntese do aminoácido triptofano, que por sua vez é precursor do AIA (ácido indol-3 acético) (MALAVOLTA et al. 1997). Segundo Taiz & Zeiger (2004) o AIA é a principal auxina, hormônio vegetal relacionado ao crescimento das plantas no que diz respeito à expansão celular.

Sugere-se a realização de outros trabalhos, em condições de sequeiro, para a avaliação dos efeitos de bioestimulantes, enraizadores, em situações em que as plantas são submetidas a condições de estresse hídrico.

Conclusões

Pode-se concluir que a cultura do milho apresenta resposta positiva em produtividade à aplicação dos seguintes bioestimulantes: Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (Acadian), Acetato de zinco (Ever) e Molibdato de potássio.

Referências bibliográficas

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. **Milho**. 2009. p.385-406.

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

EMBRAPA. Milho e sorgo. **Cultivo do milho**. Brasília: Embrapa-CNPMS, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/economia.htm>>.

FAVARIN, J. L.; MARINI, J. P. **Importância dos micronutrientes para a produção de grãos**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-micronutrientes.htm>>.

LEVITT, J. **Introduction to plant physiology**. 2. ed. Saint Louis: The C.V. Mosby, 1974. 447 p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. S.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas princípios e aplicações**, 2 ed.; Piracicaba-SP, 1997. p.319.

SILVA, T.T.A.; PINHO, E.V.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O.; COSTA, A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. V. 32, n.3, p. 840-846. 2008

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

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).

