

EFEITO DE BIOESTIMULANTE (STIMULATE) NO DESENVOLVIMENTO RADICULAR DA MANDIOCA DE INDÚSTRIA VARIEDADE IAC-14

José Carlos FELTRAN^{1,4}; Teresa Losada VALLE¹; João Manoel Sanseverino Vergani GALERA²

RESUMO: A mandioca tem alto potencial de produtivo, no entanto tem sistema radicular com pouca eficiência na absorção. O objetivo do trabalho foi de avaliar o efeito de bioestimulante Stimulate no desenvolvimento radicular da variedade IAC-14. A mistura de bioestimulante com 'mix' (Mancozeb + Clorpirifós + Sulfato de Cobre + Sulfato de Zinco + Ácido bórico) promoveu fitotoxidez diminuindo a formação de raízes. Quando aplicado sozinho, doses entre 700 e 820 mL ha⁻¹, promoveu efeitos positivos no desenvolvimento do sistema radicular aumentando o comprimento e a superfície.

Palavras-chave: mandioca, hormônios, sistema radicular, comprimento, superfície

SUMMARY: EFFECTS OF BIO-STIMULANT ON ROOT DEVELOPMENT OF IAC-14 VARIETY. The cassava has a high yield potential, therefore the plant has a root system with low uptake efficiency. This work aimed to evaluate the effects of bio-stimulant Stimulate on root development of IAC-14 variety. The mixture of bio-stimulant with 'mix' (Mancozeb + Clorpiriphos + Copper sulfate + Zinc sulfate + Boric Acid) promoted phytotoxicity with decrease in root system formation. When applied alone, rates among 700 and 820 mL ha⁻¹, promoted positive effects on development of root system increasing the length and surface.

Keywords: hormones, cassava, root system, length, surface

INTRODUÇÃO

A mandioca é adaptada aos trópicos, considerada rústica, sendo comum seu cultivo em solos pobres e sem a aplicação de fertilizantes (Chan, 1984). Em condições ótimas modelos matemáticos estimaram produtividades de 80 t ha⁻¹ ano⁻¹ de raízes e 29 a 30 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca de raízes (Cock, 1985), sendo obtidas, a campo, 12,7 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca com a 'IAC 14' (Feltran et al., 2007). Porém, a baixa densidade radicular (< 0,2 x 10⁻² mm mm⁻³), comprimento inferior a 1km m⁻² por planta (Connor et al., 1981) e concentração de raízes em pouca profundidade (Ofori, 1970; Connor et al., 1981) podem contribuir para as limitações na produtividade. A baixa eficiência de absorção do sistema radicular da mandioca pode ser compensada por associações simbióticas com micorrizas (Howeler, 1980; Howeler et al., 1982), aumentando a absorção de P, Cu e Zn. Por outro lado, a

¹Pesquisadores Científicos, APTA/INSTITUTO AGRONÔMICO, Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas/SP. ²Aluno do Curso de Pós-graduação do IAC- Agricultura Tropical e Sub-tropical. ⁴Autor para correspondência: feltran@iac.sp.gov.br.

absorção de outros nutrientes como K, Ca e Mg e de água pode ser favorecida com aumento no crescimento radicular, permitindo maior exploração do solo. O trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do bioestimulante Stimulate no desenvolvimento radicular da variedade IAC 14.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico em Campinas (SP), em casa-de-vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 12 repetições. Foram utilizadas manivas-semente da variedade IAC 14 (10cm de comprimento). Os tratamentos constituíram-se de 5 doses de bioestimulante (0, 250, 500, 750, 1000 e 1250 mL ha⁻¹) e tratamento adicional (500 mL ha⁻¹ de bioestimulante + 'mix'), utilizando-se 100 L ha⁻¹ de calda. O bioestimulante utilizado foi Stimulate[®] (Stoller do Brasil Ltda.) contendo: 0,09g L⁻¹ de cinetina, 0,05g L⁻¹ de ácido giberélico e 0,05 g L⁻¹ de ácido indol-butírico. O 'mix' foi composto pela mistura de Clorpirifós (3mL L⁻¹), Mancozeb, Sulfato de Cobre, Sulfato de Zinco e Ácido Bórico (1,25, 2,1, 2,5 e 2,5g L⁻¹, respectivamente). As manivas-semente foram imersas na calda por 1 minuto e plantadas, na posição vertical, em vasos (1,23 L) com areia grossa lavada. O plantio foi realizado em fevereiro de 2006. Durante o período de desenvolvimento das plantas a temperatura interna da casa-de-vegetação oscilou entre 39°C (dia) e 19°C (noite). Até os 20 dias após o plantio (DAP) foram feitas irrigações com água e após foram feitas irrigações com solução nutritiva (FURLANI, 1998). Aos 20, 35 e 60 DAP foram feitas as amostragens, onde as plantas foram retiradas da areia por imersão em água, sendo seccionadas a parte aérea e o sistema radicular de cada maniva-semente. As raízes foram separadas por lavagem em água corrente sobre peneira de malha 0,5mm. De cada planta foi tomada uma subamostra das raízes (\pm 1/8 do total), a qual armazenada sob refrigeração em solução alcoólica (50%), sendo posteriormente utilizada na determinação do comprimento, superfície e diâmetro radicular por digitalização de imagens (scanner HP Scanjet 4c/T e software WinRHIZO Reg. 3.8b, Regent Instruments Inc.). A parte aérea, as sobras de raízes (\pm 7/8 do total) e as subamostras de raízes (após a digitalização) foram secas em estufa com ventilação forçada a 70°C até massa constante. Nos dados aplicou-se a análise de variância e para as doses de bioestimulante foi feito o estudo de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mistura do bioestimulante com 'mix' promoveu efeito de fitotoxidez com decréscimos na formação de raízes, principalmente aos 20 e 60 DAP (Figura 1). Porém efeitos negativos não se repetiram com

a aplicação somente do produto. Aos 20 DAP notou-se comportamento variável em função da aplicação do bioestimulante (Tabela 1). Pelo estudo de regressão, verificou-se que a aplicação do



FIGURA 1: Desenvolvimento da variedade IAC-14 nos tratamentos testemunhas (A, C e E) e em função da aplicação da aplicação de BIOESTIMULANTE na dose 500 mL ha⁻¹ + 'MIX' (B, D e F), aos 20, 35 e 60 dias após o plantio (DAP). Campinas (SP), 2006.

produto não promoveu efeitos significativos na massa de matéria seca de parte aérea e no diâmetro radicular. Com relação à massa de matéria seca de raízes, verificou-se efeito quadrático (Tabela 2). Comportamento semelhante ocorreu com o comprimento e a superfície radicular. Vieira e Santos (2005) verificaram aumento na massa seca de raízes e na velocidade e taxa de crescimento de raízes de algodão com o uso de Stimulate. Marschner (1995) relatou a importância dos fitormônios (auxina e citocinina) promotores do crescimento, na regulação da alongação da raiz principal e na

formação de raízes laterais. Desta forma pode-se inferir que as doses entre 700 e 820 mL ha⁻¹ do bioestimulante promoveram efeitos positivos sobre o desenvolvimento inicial do sistema radicular da

Tabela 1: Massa seca da parte aérea e de raízes, comprimento, superfície e diâmetro radicular da variedade IAC-14, aos 20 DAP, em função de doses de Bioestimulante. Campinas (SP), 2006.

Doses	Massa seca da parte aérea	Massa seca de raízes	Comprimento radicular	Superfície radicular	Diâmetro radicular
(mL ha ⁻¹)	mg	mg	cm	cm ²	mm
0	100	40	114	31	0,860
250	175	54	178	47	0,853
500	110	56	160	45	0,893
750	191	88	256	70	0,871
1000	150	75	215	62	0,906
1250	111	60	171	46	0,870
média	140	62	182	50	0,876
Valor de F para regressão					
R.L.	2,97 ^{ns}	10,34**	9,97**	10,62**	1,21 ^{ns}
R.Q.	3,03 ^{ns}	6,91*	7,17**	7,52**	0,74 ^{ns}
CV (%)	61,13	41,92	41,87	42,74	7,36

ns, ** e * - não significativo e significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente.

'IAC 14', principalmente com incrementos na extensão e na superfície, o que pode favorecer a absorção, principalmente de água, no início do estabelecimento da cultura, fundamental para a diminuição das falhas no estande de plantas. Aos 35 DAP apenas o diâmetro radicular não foi afetado pelo bioestimulante, sendo verificado valor médio de 0,710mm (Tabela 3), superior aos obtidos por

Connor et al. (1981). Com relação à massa seca da parte aérea, verificou-se resposta quadrática à aplicação do produto (Tabela 2). Comportamento semelhante foi verificado para a massa seca de

Tabela 2: Equações de regressão para doses de Bioestimulante aos 20, 35 e 40 dias após o plantio (DAP) para massa seca da parte aérea (mg) e de raízes (mg), comprimento (cm), superfície (cm²) e diâmetro radicular (mm) da variedade IAC-14. Campinas (SP), 2006.

Variável	Equações de regressão	Ponto máximo	Dose estimada	R ²
20 DAP				
Massa seca da parte aérea	y = 140	-	-	ns
Massa seca de raízes	y = -1,0·10 ⁻⁵ x ² + 0,0968x + 35,89	74	796	0,74 **
Comprimento radicular	y = -2,0·10 ⁻⁴ x ² + 0,2816x + 109,26	208	704	0,70 *
Superfície radicular	y = -5,0·10 ⁻⁵ x ² + 0,0817x + 28,88	62	817	0,74 **
Diâmetro radicular	y = 0,876	-	-	ns
35 DAP				
Massa seca da parte aérea	y = -7,0·10 ⁻⁴ x ² + 1,114x + 393,67	837	796	0,79 **
Massa seca de raízes	y = -2,0·10 ⁻⁴ x ² + 0,2647x + 148,84	236	662	0,71 *
Comprimento radicular	y = -7,0·10 ⁻³ x ² + 0,9659x + 656,96	990	690	0,94 *
Superfície radicular	y = -2,0·10 ⁻⁴ x ² + 0,2242x + 147,85	211	561	0,84 **
Diâmetro radicular	y = 0,710	-	-	ns
60 DAP				
Massa seca da parte aérea	y = 3868	-	-	ns
Massa seca de raízes	y = -1,0·10 ⁻³ x ² + 1,3294x + 652,06	1094	665	0,74 **
Comprimento radicular	y = -4,1·10 ⁻⁴ x ² + 5,1562x + 2663,10	4284	629	0,71 **
Superfície radicular	y = -9,0·10 ⁻⁴ x ² + 1,1041x + 546,87	886	613	0,74 **
Diâmetro radicular	y = 0,676	-	-	ns

x – dose de Bioestimulante; y - variel correspondente; ns, ** e *- não significativo e significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente.

raízes. Avaliando-se o comprimento e a superfície radicular observou-se, também, resposta quadrática à aplicação do produto. Novamente houve efeito positivo do bioestimulante sobre o desenvolvimento radicular da 'IAC 14', principalmente pelo aumento do comprimento e da superfície

Tabela 3: Massa seca da parte aérea e de raízes, comprimento, superfície e diâmetro radicular da variedade IAC-14, aos 35 DAP, em função de doses de Bioestimulante. Campinas (SP), 2006.

Doses	Massa seca da parte aérea	Massa seca de raízes	Comprimento radicular	Superfície radicular	Diâmetro radicular
(mL ha ⁻¹)	mg	mg	cm	cm ²	mm
0	460	156	678	152	0,687
250	517	200	813	189	0,742
500	733	204	969	207	0,689
750	957	276	1040	246	0,745
1000	783	207	909	197	0,683
1250	657	173	793	173	0,713
média	685	202	867	194	0,710
Valor de F para regressão					
R.L.	5,86*	5,38*	5,25*	4,93*	0,27 ^{ns}
R.Q.	4,29*	5,24*	4,76*	4,72*	0,31 ^{ns}
CV (%)	49,29	41,24	34,72	37,54	10,79

ns, ** e *- não significativo e significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente.

radicular, o que pode ter contribuído para aumentar em 82% a produção e massa seca de parte aérea. Porém, aos 60 DAP não foi detectado efeito das doses de bioestimulante na massa seca da parte aérea e no diâmetro radicular, sendo obtido 3.868 mg e 0,676mm, respectivamente (Tabela 3). Comportamento quadrático foi observado para a massa seca de raízes, comprimento e superfície radicular (Tabela 2), corroborando as observações anteriores. Até a dose de 1250 mL ha⁻¹ não foi detectado efeito negativo (fitotoxidez) do bioestimulante, no entanto as doses de 1000 e 1250 mL ha⁻¹ foram excessivas, sendo obtido máximo desenvolvimento para doses inferiores (Tabela 2).

Tabela 4: Massa seca da parte aérea e de raízes, comprimento, superfície e diâmetro radicular da variedade IAC-14, aos 60 DAP, em função de doses de Bioestimulante. Campinas (SP), 2006.

Doses	Massa seca da parte aérea	Massa seca de raízes	Comprimento radicular	Superfície radicular	Diâmetro radicular
(mL ha ⁻¹)	mg	mg	cm	cm ²	mm
0	3322	657	2782	559	0,658
250	3750	992	3770	802	0,676
500	3475	888	3470	745	0,682
750	3911	1167	4825	1002	0,660
1000	4867	1076	3857	814	0,667
1250	3882	706	2507	564	0,716
média	3868	914	3535	748	0,676
Valor de F para regressão					
R.L.	1,10 ^{ns}	8,77**	11,07**	11,03**	0,24 ^{ns}
R.Q.	0,36 ^{ns}	8,61**	12,42**	11,57**	1,15 ^{ns}
CV (%)	31,45	44,64	40,16	40,59	8,31

ns, ** e * - não significativo e significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente.

CONCLUSÕES

1. O bioestimulante Stimulate aumenta o desenvolvimento do sistema radicular da 'IAC-14', principalmente em comprimento e superfície.
2. A melhor dose de bioestimulante Stimulate fica entre 700 e 820 mL ha⁻¹;
3. A aplicação do bioestimulante Stimulate com 'mix' diminuiu a formação de raízes.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Agricultura da FCA/UNESP de Botucatu pela cessão do equipamento de digitalização de imagens e análise de raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAN, S.K. Considerações sobre a fertilidade a longo prazo na produção da mandioca. In: SEMINÁRIO DE PRÁTICAS CULTURAIS DA MANDIOCA, 1., 1980, Salvador. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p.135-149.
- CONNOR, D.J.; COCK, J.H.; PARRA, G.E. Response of cassava to water shortage. I. Growth and yield. **Field Crops Research**, v.4, p.181-200, 1981
- COCK, J.H. Cassava: A basic energy source in the tropics. In: COCK, J.H.; REYES, J.A. (Eds.). **Cassava: Research, production and utilization**. UNPD/CIAT, Cali, 1985. p.1-29.
- FELTRAN, J.C.; VALLE, T.L.; CARVALHO, C.R.L.; GALERA, J.M.S.V.; KANTHACK, R.A.D. Adubação e densidade populacional em mandioca de indústria: 1-Efeitos na produtividade e no teor de matéria seca de raízes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12., 2007, Paranavaí. **Anais eletrônicos...** Botucatu: CERAT, 2007. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/revistarat/volume3.php>>. Acesso em: 12 de junho de 2008.
- FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças folhosas pela técnica de hidroponia-NFT**. Campinas: IAC, 1998. 30 p. (Boletim Técnico, 168)
- HOWELER, R.H. The effect of mycorrhizal inoculation on the phosphorus nutrition of cassava. In: SEMINÁRIO DE PRÁTICAS CULTURAIS DA MANDIOCA, 1., 1980, Salvador. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p.131-137.
- HOWELER, R.H.; CADAVID, L.F.; BURCKHARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. **Plant and Soil**, v.69, n.3, p.327-339, 1982.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- OFORI, C.S. Absorption and translocation of phosphate through cassava tubers (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Agricultural Science**, v.3, p.203-205, 1970.
- SANTOS, C.M.G.; VIEIRA, E.L. Estimulante vegetal no crescimento e desenvolvimento inicial do sistema radicular do algodoeiro em rizotrons. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5., 2005, Salvador. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 5p. CD-ROM.