

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM SOLUÇÃO NUTRITIVA CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE MANGANÊS ⁽¹⁾

HIPÓLITO ASSUNÇÃO ANTONIO MASCARENHAS ⁽²⁾, *Seção de Leguminosas*, CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO ⁽²⁾, *Seção de Arroz e Cereais de Inverno*, e SONIA MARIA PIERRO FALIVENE, *Seção de Leguminosas, Instituto Agrônomico*.

RESUMO

Quatro cultivares de soja — IAC-9, Forrest, Santa-Rosa e Biloxi — foram testados em solução nutritiva com níveis de 0,11, 2, 4 e 6mg/litro de manganês. Os resultados mostraram que, quinze dias após o transplante das plântulas para as soluções tratamentos, 2mg/litro de Mn foram suficientes para separar cultivares tolerantes de sensíveis. Entre os cultivares estudados, Biloxi e Santa-Rosa mostraram-se tolerantes, IAC-9 intermediário e Forrest muito susceptível. O nível de 4mg/litro foi suficiente para causar danos em IAC-9 e Forrest, enquanto no nível de 6mg/litro houve redução drástica no peso seco da parte aérea dos quatro cultivares. O peso seco da parte aérea mostrou ser um bom parâmetro para medir tolerância à toxicidade de Mn. Peso seco ou comprimento de raiz não foram bons indicadores. Concentrações crescentes de Mn na solução causaram aumentos nos teores de P e K da parte aérea das plântulas, enquanto os teores de Ca e Mg permaneceram aproximadamente constantes.

1. INTRODUÇÃO

Foram estudados por MASCARENHAS et alii ⁽³⁾ os cultivares de soja Davis, Santa-Rosa e Biloxi em relação à tolerância a 0, 3, 6 e

(1) Trabalho apresentado no "The First International Symposium on Soybean in Tropical and Subtropical Cropping Systems", realizado em Tsukuba, Japão, em 26 de setembro-1.º de outubro de 1983. Os autores agradecem à Seção de Química Analítica as análises da parte aérea efetuada. Recebido para publicação a 18 de janeiro de 1983.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

10 ppm de Mn, utilizando soluções nutritivas de Steinberg diluída 1:5, em casa de vegetação sem controle de temperatura, podendo ter ocorrido altas temperaturas que inibiram a ocorrência de sintomas mais evidentes de toxicidade de Mn.

Nessas condições, os dados demonstraram que a 6 e 10 ppm, Davis e Santa-Rosa foram sensíveis, enquanto Biloxi foi sensível somente a 10 ppm.

Os estudos de HEENAN & CARTER (2) demonstraram que um mesmo cultivar de soja, quando testado a 21 °C em solução nutritiva contendo níveis tóxicos de Mn, mostrou sintomas de toxicidade nas folhas, enquanto a 33 °C as plantas de um mesmo cultivar desenvolvem-se normalmente.

Com o objetivo de ter um controle rígido de temperatura e testar cultivares e populações segregantes durante todo o ano, o presente trabalho visa estudar o comportamento de cultivares de soja em soluções contendo diferentes níveis de Mn em condições de laboratório, empregando-se temperatura constante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento estatístico empregado foi parcelas subdivididas, com duas repetições, onde as parcelas foram compostas por quatro concentrações de manganês (0,11; 2; 4 e 6mg/litro) e, as subparcelas, formadas por quatro cultivares de soja, a saber: IAC-9, Santa-Rosa, Biloxi e Forrest. Santa-Rosa e Biloxi foram incluídos no presente estudo em virtude de terem sido já testados em metodologia diferente (3), e Forrest devido ao fato de ter sido bastante sensível à toxicidade de Mn em trabalhos anteriores (4).

Sementes dos quatro cultivares de soja foram pré-germinadas durante 48 horas, sendo escolhidas vinte plântulas uniformes de cada um, as quais foram adaptadas quatro telas de náilon. Estas foram colocadas sobre quatro vasilhas plásticas de 8,30 litros de capacidade contendo soluções nutritivas, de modo que as radículas ficavam em contacto com as soluções, tendo, portanto, um pronto suprimento de nutrientes.

No presente trabalho, empregou-se solução nutritiva com a metade de concentração salina, utilizada no trabalho de MASCARENHAS et alii (3). Seria óbvio, portanto, esperar que concentrações de Mn mais baixas no presente trabalho fossem mais tóxicas em comparação à mesma usada na nota anterior.

A concentração das soluções nas quatro vasilhas plásticas foi a seguinte: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,4mM, MgSO_4 0,2mM, KNO_3 0,4mM, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,0435mM, KH_2PO_4 0,05mM, H_3BO_3 1 μM , CuSO_4 0,03 μM , ZnSO_4 0,08 μM , NaCl 3,0 μM , Na_2MoO_4 0,01 μM e FeCl_3 10 μM . Em cada uma das quatro soluções, foi adicionado $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, de modo que fossem obtidas soluções com 0,11, 2, 4 e 6mg/litro de Mn^{2+} . O pH das soluções foi previamente ajustado, com solução de H_2SO_4 1N, para 4,8, mantido constante, por ajustamentos diários, durante todo o experimento. As soluções foram continuamente aerificadas e as vasilhas plásticas contendo as soluções e plântulas colocadas em banho-maria, com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dentro do laboratório. O experimento foi mantido com luz artificial em sua totalidade.

As plantas desenvolveram-se nessas condições por quinze dias: foram, então, retiradas das soluções, determinando-se o crescimento da raiz primária de cada plântula, medindo-se, em milímetros, seu comprimento.

A seguir, foram separadas as raízes das partes aéreas das vinte plântulas de cada cultivar. As raízes e as partes aéreas de cada tratamento foram colocadas para secar em estufa, com temperatura de 60°C . Decorridos cinco dias, determinou-se o peso seco das raízes e das partes aéreas das plântulas. As partes aéreas secas foram analisadas segundo o método descrito por BATAGLIA et alii (1) para a obtenção dos teores de P, K, Ca, Mg e Mn.

Os dados foram analisados, considerando-se a média do crescimento das raízes, peso seco das raízes e das partes aéreas das vinte plântulas de cada cultivar, após a influência prejudicial de concentrações crescentes de manganês.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas iniciais de toxicidade de Mn foram observados no cultivar Forrest após sete dias de crescimento em solução nutritiva contendo 6mg/litro de Mn. Posteriormente, nesta mesma concentração, foram notados nos outros cultivares na seguinte ordem de aparecimento: IAC-9, Santa-Rosa e Biloxi.

Os sintomas de toxicidade se iniciaram com leve clorose internervural generalizada, seguida por pontuações pálidas amarronzadas nas folhas terminais. As folhas mais velhas apresentaram leve enrolamento das margens e enrugamento de toda a superfície (lembrando sintoma de virose). Aos quinze dias, nos níveis de 6 e 4mg/litro, o enrugamento e o enrolamento das folhas se alastraram por toda a planta dos culti-

vares Forrest e IAC-9, que apresentaram sintomas menos intensos em concentração menor (2mg/litro). Os cultivares Santa-Rosa e Biloxi, na concentração de 6mg/litro, apresentaram sintomas mais severos do que na de 4mg/litro, mas menos severos do que Forrest e IAC-9.

A avaliação visual dos sintomas de todos os cultivares no nível de 2mg/litro, mostrou-se adequada e fácil para separar as plantas susceptíveis das tolerantes. Pelos dados da figura 1, nota-se que houve declínio linear da produção de matéria seca da parte aérea para todos os cultivares em função do aumento da concentração de manganês na solução. No quadro 1, observa-se que com 2mg/litro de Mn, o 'Forrest' foi o mais susceptível, apresentando redução de 32,6% em relação ao tratamento com 0,11mg/litro de Mn; nessa concentração, os cultivares Biloxi e Santa-Rosa foram os mais tolerantes. No nível de 4mg/litro, houve redução drástica de matéria seca de IAC-9 (25%) em relação a 2mg/litro. Nota-se também que os sintomas visuais confirmam a sensibilidade do 'Forrest' e a tolerância do 'Biloxi' a 4mg/litro de Mn (Figura 2). A dose de 6mg/litro foi bastante tóxica para todos eles. Matéria seca da parte aérea mostrou-se como bom parâmetro para avaliar os cultivares susceptíveis e tolerantes no nível de 2mg/litro (Quadro 1), confirmando observações de MASCARENHAS et alii (3). O peso seco de raízes não se mostrou bom parâmetro para avaliar cultivares quanto à toxicidade de Mn (Figura 1 e Quadro 1). Os níveis de Mn parecem ter pouca influência sobre o comprimento de raízes.

Os teores de P e K na parte aérea aumentaram com os níveis de Mn na solução; entretanto, o mesmo não se observou para os teores de Ca e Mg, nos cultivares estudados (Quadro 2). Houve um aumento proporcional de Mn na parte aérea para os quatro cultivares. Apesar de o 'Biloxi' ter apresentado maior concentração de Mn que os demais, os danos causados na planta foram maiores no 'Forrest', IAC-9 e Santa-Rosa no nível de 4 e 6mg/litro. Neste trabalho, o 'Biloxi' mostrou ser tolerante ao Mn, enquanto 'Forrest' foi muito sensível, confirmando resultados obtidos em casa de vegetação, por MIRANDA et alii (4), que testaram ambos os cultivares em solos de cinco localidades paulistas para toxicidade de Mn. Daí os autores julgarem de interesse utilizar baixas concentrações nas soluções, evitando prováveis precipitações de outros elementos e, ainda mais, possibilitar que as plantas testadas em solução sejam selecionadas e transplantadas para vasos, visando a produção futura de sementes. Isso é de grande valor, pensando-se num método que vise à separação de plantas sensíveis e tolerantes de uma população híbrida. Concentrações elevadas poderiam prejudicar o desenvolvimento das plantas, tornando-as incapazes de se recuperarem, prejudicando os trabalhos de melhoramento genético.

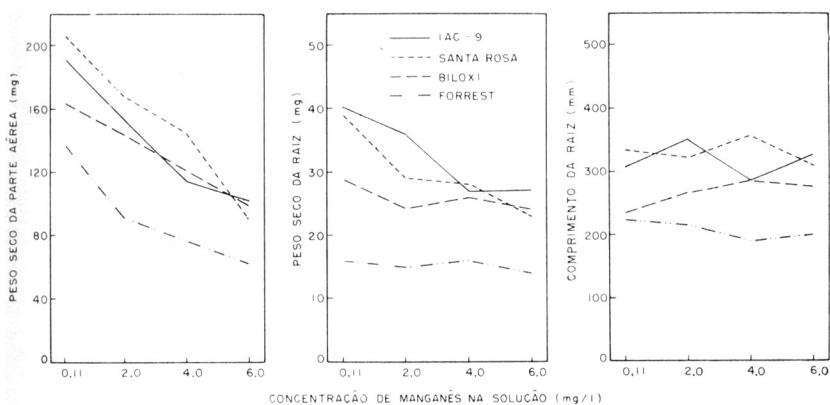


FIGURA 1 — Efeito da concentração de manganês na solução nutritiva sobre o peso seco da parte aérea e da raiz e comprimento da raiz de uma plântula



FIGURA 2 — No nível de 4mg/litro de Mn, o cultivar Forrest mostra-se bastante susceptível e, o 'Biloxi', tolerante

QUADRO 1 — Médias de peso seco da parte aérea e das raízes de plântulas dos cultivares IAC-9, Santa-Rosa, Biloxi e Forrest e suas produções relativas quando submetidas a diferentes concentrações de Mn em solução nutritiva, quinze dias após o transplante

Concentração de Mn na solução	Cultivares													
	IAC-9				Santa-Rosa				Biloxi					
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
0,11	193	100	206	100	164	100	138	100						100
2,0	153	79	168	82	144	88	93	67						67
4,0	114	59	145	70	122	74	78	57						57
6,0	112	58	91	44	109	66	63	46						46
									Peso seco da parte aérea					
0,11	40	100	39	100	29	100	16	100						100
2,0	36	90	29	74	24	83	15	94						94
4,0	27	68	28	72	26	90	16	100						100
6,0	27	68	23	59	24	83	14	88						88
									Peso seco das raízes					

QUADRO 2 — Teores de P, K, Ca, Mg e Mn na parte aérea quando submetida a concentrações de 0,11, 2, 4 e 6mg/litro de Mn em solução nutritiva

Concentração de Mn na solução	Concentração de nutrientes na parte aérea				
	P	K	Ca	Mg	Mn
	%	%	%	%	ppm
IAC-9					
0,11	0,322	2,10	1,00	0,33	40
2,0	0,379	2,36	1,01	0,34	692
4,0	0,433	2,74	0,97	0,33	1.078
6,0	0,489	3,08	0,98	0,37	1.308
Santa-Rosa					
0,11	0,281	1,84	0,93	0,26	56
2,0	0,335	2,32	0,97	0,30	703
4,0	0,385	2,68	0,93	0,33	1.081
6,0	0,486	3,45	0,99	0,36	1.339
Biloxi					
0,11	0,330	1,78	0,91	0,27	56
2,0	0,317	1,83	0,86	0,28	765
4,0	0,387	2,31	1,04	0,25	1.278
6,0	0,435	2,88	1,14	0,38	1.441
Forrest					
0,11	0,249	2,00	0,73	0,31	30
2,0	0,447	3,16	0,85	0,38	714
4,0	0,551	2,92	0,70	0,36	1.143
6,0	0,572	3,63	0,65	0,32	1.288

SUMMARY

BEHAVIOR OF SOYBEAN CULTIVARS IN NUTRIENT SOLUTION WITH DIFFERENT LEVELS OF MANGANESE

Four soybean cultivars, IAC-9, Forrest, Santa-Rosa and Biloxi were tested in nutrient solution with 0.11, 2, 4 and 6 mg/l of Mn. The results showed that after 15 days, on termination of the experiment, 2 mg/l was adequate to separate cultivars that were tolerant to manganese from susceptible ones. Among the cultivars studied, Biloxi and Santa-Rosa showed tolerance, IAC-9 was intermediate and Forrest very susceptible. At the 4 mg/l level of Mn considerable damage was observed in IAC-9 and Forrest, where as at the 6 mg/l of Mn caused drastic reduction of the dry matter of the above ground parts of all cultivars. The dry

weight of the above ground parts showed to be a good parameter for measuring tolerance to Mn toxicity. On the other hand neither dry matter weight of the roots nor the length of the primary root were good indicators of Mn toxicity. Increase of levels of manganese in the solution caused increases in percentage of P and K of the tops and the concentration of Ca and Ma remained practically constant.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônômico, 1978. 31p. (Circular, 87)
2. HEENAN, D. P. & CARTER, O. G. Influence of temperature on the expression of manganese toxicity by two soybean varieties. *Plant and Soil*, 47:219-227, 1977.
3. MASCARENHAS, H. A. A.; MIRANDA, M. A. C. de; RAMOS, L. C. de; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C. Comportamento de três cultivares de soja em diversos níveis de manganês em solução nutritiva. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 15., Campinas, 1982. **Resumos.** p.22.
4. MIRANDA, M. A. C. de; MASCARENHAS, H. A. A.; BULISANI, E. A.; VALADARES, J. M. S.; HIROCE, R. Comportamento de dois cultivares de soja em função de Mn do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Salvador, 1981. **Resumos.** p.52.