



IMPACTOS DE CHUVA ÁCIDA ARTIFICIAL EM SOJA: QUEM É MAIS SENSÍVEL, A PLANTA OU O SOLO?

Roni Matheus Severis¹, Érica Tessaro de Jesus², Paula Zanchetta², Aldemir Pasinato³, Gilberto Rocca da Cunha⁴, Anderson Santi⁴, Jorge Alberto de Gouvêa⁴, Ricardo Lima de Castro⁴, Genei Antonio Dalmago⁴, José Maurício Cunha Fernandes⁴

¹Bolsista CNPq/IC, Laboratório de Meteorologia Aplicada à Agricultura, Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS, Fone: (0 xx 54) 3316 5800, rms_roni@hotmail.com.

²Bolsista Embrapa/IC, Laboratório de Meteorologia Aplicada à Agricultura, Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS.

³Analista, Laboratório de Meteorologia Aplicada à Agricultura, Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS.

⁴Pesquisador, Laboratório de Meteorologia Aplicada à Agricultura, Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: O experimento teve como objetivo simular o impacto da ocorrência de chuva ácida na cultura de soja, verificando a influência em indicadores biológicos de crescimento de planta (massa seca da parte aérea, massa seca de grãos, massa seca de 100 grãos, número de vagens, número de grãos e índice de colheita). A simulação de chuva ácida foi realizada com seis tratamentos, sendo que as plantas-controle sofreram aplicação de água de chuva e as plantas-teste com solução aquosa artificialmente ajustadas para pH 6,0; 5,6; 4,0; 3,0; e 2,0. As plantas de soja submetidas à aplicação da solução aquosa com pH 2,0 foram as mais afetadas negativamente, diferindo em relação aos demais tratamentos, que não mostraram diferenças significativas entre si. Os indicadores químicos de solo, concentração de alumínio tóxico, principalmente, mostraram alterações de maior vulto que de plantas, ao longo de uma estação de crescimento com soja, em função do pH de chuvas.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill, qualidade de água, qualidade ambiental.

IMPACT OF ARTIFICIAL ACID RAIN ON SOYBEANS: WHICH ONE IS MORE SENSITIVE, PLANT OR SOIL?

ABSTRACT: The objective of this study was to simulate the impact of acid rainfall on soybean plants and verify its influence over several biological indicators such as leaf dry matter content, grain dry matter, 100-seed dry weight, and number of pods per plant, grain number per pod/plant and harvest index. The acid rainfall simulation was accomplished with different treatments (acid solution with pH ranging from 6.0; 5.6; 4.0; 3.0; and 2.0). Control group plants were submitted to rainfall water. Soybean plants submitted to the application of an aqueous solution at pH 2.0 were the most adversely affected, showing significant differences when compared to the other treatments. Chemical soil indicators, mainly, concentration of toxic aluminum, showed higher changes than the effects observed on soybean plants affected by acid rain, considering only one growing season.

KEYWORDS: *Glycine max* (L.) Merrill, water quality, environmental quality.





INTRODUÇÃO

O conceito de chuva ácida foi estabelecido por Smith (1872) ao verificar a relação entre o pH ácido da água da chuva, a combustão de lenha e carvão nas indústrias e os danos causados ao ecossistema pela precipitação pluvial (CUNHA et al., 2009). As gotículas de água incorporam partículas e gases solúveis presentes na atmosfera, fazendo com que a chuva tenha o valor de pH alterado para mais ácido ou básico. As águas de chuva, na natureza, são ligeiramente ácidas devido à presença de ácido carbônico na atmosfera (FERENBAUGH, 1976; GOLDEMBERG & VILLANUEVA, 2003), além do dióxido de carbono, nitrogênio e o enxofre, que liberam íons através de processos biogeoquímicos normais (MIGLIAVACCA et al., 2005). Segundo Brena (2002), a chuva ácida pode exercer efeitos prejudiciais diretamente sobre as plantas, danificando folhas, caule e raízes, causando perda de biomassa, bem como alteração no transporte de água dentro da planta. Além disso, a possível acidificação do solo dificulta o crescimento das raízes, diminui a disponibilidade de nutrientes aos vegetais e aumenta a quantidade de elementos tóxicos que podem ser absorvidos pelas plantas. Neste trabalho buscou-se, pela simulação de ocorrência de chuva ácida artificial, avaliar o impacto da qualidade da água (valor de pH) sobre a soja, com o intuito de quantificar impacto, diretos ou indireto, na cultura e no solo ao longo do tempo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS (23° 23' S, 52° 24' W e 687 m), entre os meses de novembro de 2012 e abril de 2013. Foi usada a linhagem de soja PF 09566, com densidade de semeadura de oito sementes por vaso (capacidade de 8kg de solo), com posterior desbaste para quatro plantas. O solo utilizado foi uma mistura a base de Latossolo vermelho distrófico húmico e areia, previamente utilizado, com os mesmos tratamentos, em cultivo de trigo, sem reposição de nutrientes ou correção de acidez. Foram utilizados 180 vasos, distribuídos em seis blocos de 30 vasos, subdivididos em seis linhas (Tratamentos - T_i) com cinco vasos cada, conforme mostra a Figura 1.



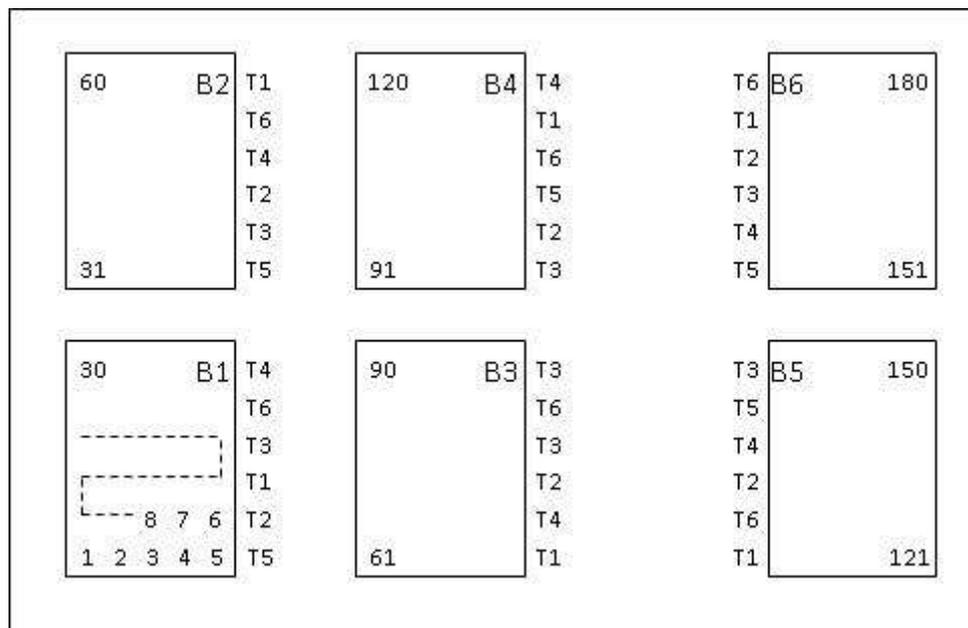


Figura 1. Distribuição dos blocos (B_i) e tratamentos (T_i) no experimento.

Em cada linha foi aplicado um tratamento de chuva artificial (via irrigação com regador manual), sendo que o tratamento T1 consistiu de água da chuva coletada no local, enquanto T2, T3, T4, T5 e T6 foram com água que tiveram os valores de pH artificialmente ajustados para: pH 6,0; 5,6; 4,0; 3,0; e 2,0, respectivamente. Os tratamentos foram aleatoriamente distribuídos em cada bloco. A água da chuva foi recolhida e armazenada em tambores com capacidade para 200 litros e para o preparo das soluções foi utilizada água destilada. As soluções eram alcalinizadas ou acidificadas conforme o tratamento, utilizando-se hidróxido de sódio (NaOH, 1M) ou ácido sulfúrico (H_2SO_4 , 1N). A irrigação dos vasos foi realizada manualmente com o auxílio de regadores, com frequência conforme a umidade solo (intervalos de dois ou três dias). No final do ciclo (137 dias após a semeadura), a parte aérea das plantas foi coletada, por vaso, e as vagens, os grãos e as hastes separados para determinações de massa seca e de componentes de rendimento. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e para discriminação de médias o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) foi empregado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação regular da solução aquosa artificialmente acidificada sobre a soja causou danos foliares graves, com sintomas visuais e redução aparente de crescimento da planta, somente no tratamento T6 (pH 2,0), conforme mostrado na Figura 2.



Figura 2. Comparação visual entre uma amostra de cada tratamento, sendo T1 mais à esquerda e T6 à direita.

Não houve diferença significativa para indicadores biológicos de crescimento da soja (massa seca, número de vagens e grãos por planta) em relação aos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5. Entretanto, no pH mais baixo (2,0) os indicadores biológicos de crescimento da soja foram afetados negativamente, com redução de 84%, 27% e 88% na massa seca total da parte aérea, número de vagens e grãos por planta, respectivamente (Tabela 1). Esses resultados são similares aos de Kohno & Kobayashi (1989), que encontraram os maiores danos à soja quando o pH da água da chuva está situado entre 2,0 e 3,0.

Tabela 1. Massa seca total- da parte aérea e de grãos por planta, massa seca de 100 grãos, índice de colheita, número de vagens por planta, -grãos por vagem e grãos por planta.

Tratamento	MS Total por planta (g)	MS Grãos por planta (g)	MS 100 grãos (g)	IC	Vagens por planta	Grãos por vagem	Grãos por planta
Água da chuva	14,4	5,6	18,9	0,38	14,4	2,1	29,6
pH 6,0	13,6	5,2	17,6	0,38	14,5	2,1	30,1
pH 5,6	13,4	5,0	18,1	0,38	13,9	2,0	27,9
pH 4,0	13,2	5,1	19,5	0,39	13,1	2,0	26,3
pH 3,0	14,0	5,4	20,0	0,38	13,3	2,1	27,1
pH 2,0	1,0	0,2	5,0	0,14	2,1	1,5	3,2

Obs. Houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) apenas para o tratamento pH 2,0 em relação aos demais.

A menor disponibilidade de nutrientes para as plantas, causada pela acidificação do solo, afetando o crescimento/desenvolvimento das plantas, causou menor produtividade no



tratamento T6 em relação aos demais. A Tabela 2 apresenta os dados da análise química do solo, realizada antes da semeadura e após a colheita da soja.

Tabela 2. Valores das análises de solo realizadas antes da semeadura e após o ciclo da soja.

Data	ID	pH Água	P	K	Al	Ca	Mg	H + Al	V %	Al %
			mg/dm ³			mmol/dm ³				
13/11/2012 Antes da semeadura	T1	5,1	79,8	238	1,7	78,5	62,4	48,9	75,0	1,1
	T2	5,0	88,2	190	1,3	76,9	62,2	54,9	72,4	0,9
	T3	5,2	81,8	202	2,6	80,0	64,6	48,9	75,4	1,7
	T4	5,2	73,4	200	1,7	80,2	64,1	43,6	77,4	1,1
	T5	5,0	91,5	226	1,7	82,9	64,0	54,9	73,6	1,1
	T6	4,5	91,7	216	6,0	83,3	64,6	86,8	63,9	3,8
03/04/2013 Após a colheita	T1	5,9	53,3	148	0,9	78,7	66,3	34,7	81,1	0,6
	T2	5,7	53,0	140	0,9	79,1	65,6	38,9	79,2	0,6
	T3	5,8	65,7	166	0,9	75,9	60,0	34,7	80,2	0,6
	T4	5,8	52,0	140	0,4	71,2	56,4	34,7	79,1	0,3
	T5	5,3	73,4	126	1,7	68,9	56,6	48,9	72,5	1,3
	T6	3,9	80,2	118	46,9	52,9	38,6	244,1	27,9	33,2

A aplicação de solução aquosa com pH 2,0 sobre o solo causou uma maior liberação de alumínio trocável para o solo (Tabela 2). Com o incremento de alumínio, o solo tornou-se fitotóxico, com reflexos negativos nos indicadores biológicos de crescimento da planta (Tabela 1).

CONCLUSÃO

Os efeitos de chuva ácida sobre as plantas de soja são de pouco vulto, exceto quando os valores de pH são extremamente ácidos (pH 2,0, por exemplo). Também, sintomas visuais nas plantas de soja, com injúrias foliares, somente são perceptíveis em pH inferiores a 3,0. As características químicas do solo, ao longo de um ciclo de cultivo de soja, mostram modificações mais acentuadas de degradação química em função do pH da água, pelo incremento de alumínio tóxico no solo.

REFERÊNCIAS

- BRENA, N. A. **A chuva ácida e os seus efeitos sobre as florestas**. São Paulo: Brena, 2002.
- CUNHA, Gilberto Rocca da et al. Dinâmica do pH da água das chuvas em Passo Fundo, RS. **Pesquisa agropecuária brasileira**. 2009, vol.44. p. 339-346.
- FERENBAUGH, R. W. Effects of simulated acid rain on *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae). **American Journal of Botany**. v. 63, n. 3, p. 283-288, 1976





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



GOLDEMBERG, J & VILLANUEVA, L. D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**.
2. ed. Ver. São Paulo: Edusp, p. 74-95, 2003.

KOHNO, Yoshishisa; KOBAYASHI, Takuya. Effect of simulated acid rain on the growth of soybean. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 43, n. 1-2, p. 11-19, 1989.

MIGLIAVACCA, D. M. et al. Composição química da precipitação atmosférica no sul do Brasil – Estudo Preliminar. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 371-379, 2005.

