

# INTERFERÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES NAS CULTURAS DA SOJA E DO FEIJÃO

## *SODIUM HYPOCHLORITE INTERFERENCE IN THE UPTAKE OF MACRONUTRIENTS AND MICRONUTRIENTS IN THE SOYBEAN AND BEAN CROPS*

**José Iran Cardoso da SILVA<sup>1</sup>; Dirceu Maximino FERNANDES<sup>2</sup>;  
Maria Renata Rocha PEREIRA<sup>1</sup>; Érica Pontes LÉLES<sup>1</sup>; Francisco Rafael da Silva PEREIRA<sup>1</sup>;  
Simério Carlos Silva CRUZ<sup>1</sup>**

1. Msc. Doutorando; Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA, Universidade Estadual Paulista – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP, Brasil. [joseiranc@hotmail.com](mailto:joseiranc@hotmail.com); 2. Professor, Doutor; FCA – UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação do hipoclorito de sódio na produção de biomassa fresca, seca e absorção de macro e micronutrientes, em plantas de feijão e soja. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, FCA/UNESP, Botucatu/SP. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente ao acaso com 4 repetições sendo os tratamentos constituídos de 5 doses de hipoclorito (0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 L ha<sup>-1</sup>). Foram avaliadas as seguintes características: biomassa fresca e seca, teores de macro e micronutrientes nas folhas das plantas. As doses de hipoclorito não alteraram significativamente as biomassas fresca e seca das plantas de feijão. A biomassa seca das plantas de soja apresentou diferença significativa em função das doses de hipoclorito. Os teores médios de macro e micronutrientes obtidos nas folhas do feijoeiro, não foram afetados pelas doses de hipoclorito. Os teores de enxofre nas folhas das plantas de soja apresentaram diferença significativa. O hipoclorito não afetou negativamente os teores de macro e micronutrientes nas folhas das culturas da soja e do feijão.

**PALAVRAS - CHAVE:** *Glycine max* (L.). *Phaseolus vulgaris* L. NaClO. Teor de nutrientes.

## INTRODUÇÃO

Um dos graves problemas da cultura do feijoeiro é a doença denominada mofo branco ou murcha de *Sclerotinia*, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de bary, sendo que as fases de florescimento e de formação de vagens são as que mais favorecem a doença. O hipoclorito de sódio é um produto químico na forma de solução aquosa alcalina, contendo cerca de 13% de hipoclorito de sódio (NaClO) (CARACTERÍSTICAS... 2007).

Produtores de feijão usam este produto em mistura com fungicidas, para controlar o mofo branco. As misturas normalmente empregadas são de hipoclorito de sódio + tiofanato metílico para controle dos primeiros focos da doença, e de hipoclorito de sódio + fungicidas como o procimidone ou fluazinam para controle de altas infestações. Este fungo tem causado problemas semelhantes em soja estimulando os sojicultores a usarem também o hipoclorito de sódio como na cultura de feijão.

Diversos trabalhos têm evidenciado o efeito negativo dos íons que contribuem para a salinidade do solo (principalmente Na e Cl) sobre processos fisiológicos importantes para o crescimento das

plantas. Os efeitos desses íons estão ligados ao efeito osmótico que induz estresse hídrico às plantas e também ao efeito tóxico, especialmente sobre os sistemas enzimáticos e de membranas (YAHYA, 1998; BETHKE; DREW, 1992).

Elevadas concentrações de Na no meio externo podem reduzir a atividade do Ca na solução do solo, resultando num decréscimo da quantidade de Ca disponível para a absorção pelas plantas (CACHORRO et al., 1994).

Martinez e Lauchili (1995) verificaram diminuição na absorção e translocação de fósforo em plantas de algodão na presença de altos níveis de NaCl. Por outro lado, Awad et al. (1995) observaram absorção de fósforo pela cultura do tomateiro, apenas em baixos níveis de NaCl. Apesar disso, o uso de hipoclorito de sódio por produtores de soja e feijão, tem-se constituído numa prática embasada por observações de campo. Entretanto quanto à aplicação deste produto isolado ou em misturas, há carência de informações científicas que possam caracterizar seu efeito benéfico ou prejudicial no solo e/ou em plantas de soja e de feijão. O presente trabalho teve como objetivo, avaliar o efeito do hipoclorito de sódio na produção de biomassa fresca e seca de plantas de feijão e soja bem como na nutrição dos mesmos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação localizada no Departamento de Recursos Naturais/Área de Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/UNESP, na Fazenda Experimental Lageado, município de Botucatu (SP).

Utilizaram-se colunas de PVC rígido contendo 1,0 litro de solo coletado na camada arável (0 – 20 cm), De acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos ( EMBRAPA, 1999 ), o solo utilizado é denominado como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura média, com as seguintes características químicas: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,2; M.O. = 26 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 2 mg dm<sup>-3</sup>; 72; 0,5; 3; 1; 5 e 77 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> respectivamente para H + Al; K; Ca; Mg; SB e CTC; V = 6% e 0,38; 0,3; 55; 1,2 e 0,1 mg dm<sup>-3</sup> respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn.

O solo recebeu calagem corretiva com calcário dolomítico com objetivo de elevar a saturação por base para 70%. O calcário foi misturado homoganeamente com o solo que foi deixado em incubação úmida a aproximadamente 60% da capacidade de retenção de água por 30 dias.

Após o período de incubação, efetuou-se a adubação de plantio nas seguintes doses: 40 mg de nitrogênio por dm<sup>-3</sup> de solo na forma de uréia; 200 mg de fósforo dm<sup>-3</sup> de solo, correspondendo a 50, 50 e 100 mg dm<sup>-3</sup> das fontes termofosfato (yorm máster), superfosfato triplo e superfosfato simples respectivamente; 40 mg dm<sup>-3</sup> de potássio.

Utilizou-se a cultivar de feijão Pérola de hábito de crescimento indeterminado (entre os tipos II e III); porte semi-ereto e ciclo de 90 dias e a cultivar de soja Conquista de hábito de crescimento determinado e ciclo médio.

Foram conduzidos três experimentos, sendo dois experimentos com a cultura da soja e um com a cultura de feijão. Para a soja, os dois experimentos se constituíram da aplicação via foliar de hipoclorito de sódio a 12% associado ao espalhante adesivo polioxi-etileno alquilfenol éter a 0,01% v/v, e da aplicação do hipoclorito via solo sem adição do espalhante adesivo. Para o feijoeiro a aplicação do hipoclorito de sódio foi via foliar conforme relatado para a soja.

No momento da semeadura, realizada em 01/02/2007, foram colocadas oito sementes de cada cultura por coluna, afim de assegurar um bom percentual de germinação. O tratamento das sementes foi feito com carboxina-thiram. Passados 10 dias após a emergência (DAE), fez-se o desbaste

para as duas culturas, deixando-se apenas uma planta por coluna.

O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições sendo os tratamentos constituídos de cinco doses de hipoclorito de sódio (0,0; 0,5; 1,0 L; 2,0 L e 4,0 L ha<sup>-1</sup>) para cada experimento.

Decorridos 16 DAE, fez-se à aplicação de 40 mg dm<sup>-3</sup> de nitrogênio para as duas culturas, usando como fonte de N, uréia. Para a cultura do feijoeiro, aos 30 DAE, efetuou-se a aplicação de 50 mg dm<sup>-3</sup> de nitrogênio e 20 mg dm<sup>-3</sup> de potássio nas formas de uréia e cloreto de potássio.

Para a cultura da soja, a aplicação de hipoclorito foi feita quando as plantas encontravam-se no estágio reprodutivo R2. Já para a cultura do feijão, a aplicação de hipoclorito foi realizada quando as plantas estavam no estágio reprodutivo R6.

Para a aplicação dos tratamentos via solo, prepararam-se soluções de hipoclorito, cujo cálculo das doses utilizadas na área de cada coluna de PVC, partiu de um volume de calda estimado em 1000 litros por hectare.

Nas aplicações foliares de hipoclorito, foi usado um pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 1,6 kgf/cm<sup>2</sup> e equipado com um reservatório de 2 litros. O consumo de calda foi de 200 L ha<sup>-1</sup>. A barra de aplicação foi equipada com 2 bicos Conejet TXVK – 12 , distanciados 50 cm entre si. O solo foi coberto com filme de PVC transparente, com a finalidade de evitar contato com o produto. A temperatura média no momento da aplicação foi de 24,55°C, enquanto que a umidade relativa média foi de 54,3%.

As soluções utilizadas nos três experimentos foram preparadas utilizando-se, como solvente, água deionizada. Concomitantemente mediu-se o pH da calda de cada tratamento, cujos valores variaram entre 9,27 para menor dose e 10,96 para maior dose de hipoclorito.

Aos 50 dias após a semeadura (DAS), o equivalente a oito dias decorridos da aplicação, fez-se o corte da parte aérea das plantas na região do colo, separação de caule, vagens em formação e folhas. Fez-se a pesagem do material fresco e em seguida lavagem em água corrente e água deionizada. Posteriormente o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa aquecida a 65°C com circulação forçada de ar por 72 horas. Depois o material vegetal foi pesado e as folhas das plantas moídas em moinho tipo “Wiley” e analisadas quanto às concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S e de B, Cu, Fe, Mn, Zn, Cl e Na de

acordo com metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste "F" e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Foi utilizado o programa SISVAR para realização das análises estatísticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que para a aplicação via foliar, os resultados de produção de biomassa fresca da

soja, não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1). Porém, para a biomassa seca, a dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> de hipoclorito de sódio, que obteve 6,14 g/planta diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) do tratamento com dose de 4,0 L ha<sup>-1</sup> em que apresentou 4,81 g/planta.

Para as plantas de soja em que as doses de hipoclorito foram aplicadas via solo, as biomassas frescas e secas não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as doses.

**Tabela 1.** Biomassa fresca e seca da parte aérea de plantas de soja submetidas à aplicação foliar e via solo de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	Aplicação via foliar		Aplicação via solo	
	Biomassa F	Biomassa S	Biomassa F	Biomassa S
	----- g planta <sup>-1</sup> -----			
0,0	20,01	5,23 ab	20,01	5,23
0,5	23,03	6,14 a	21,60	5,93
1,0	22,84	6,12 ab	22,16	5,86
2,0	21,64	6,12 ab	19,93	5,14
4,0	18,47	4,81 b	21,74	6,02
F	3,03 <sup>ns</sup>	4,22 *	0,53 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
Média	21,20	5,85	21,09	5,64
CV	10,52	10,70	13,60	14,19

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em se tratando da aplicação de hipoclorito via solo, os teores médios de N, P, K, Ca, Mg e S, encontrados nas folhas de soja, não apresentaram diferença significativa 5% de probabilidade para as diferentes doses (Tabela 2). Observa-se que os

teores de Ca presentes nas folhas de soja em função da aplicação das doses de hipoclorito foram inferiores aos encontrados no tratamento controle, o inverso aconteceu com o potássio.

**Tabela 2.** Teores de macronutrientes nas folhas de plantas de soja submetidas à aplicação via solo de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg <sup>-1</sup> -----					
0,0	23,5	1,7	5,4	15,3	6,8	1,8
0,5	20,0	1,7	8,2	13,1	6,7	1,8
1,0	23,7	1,5	7,5	12,9	5,5	1,9
2,0	24,1	1,6	8,4	13,4	6,3	2,1
4,0	22,6	1,6	6,3	13,8	6,3	1,7
F	0,73 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	3,07 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>
Média	22,8	1,6	7,2	13,7	6,3	1,9
CV	16,88	6,41	20,68	9,96	24,44	21,98

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com (SOARES et al., 1983) há efeito estimulante do cálcio sobre a absorção de potássio, sendo observado quando o mesmo está em baixas concentrações. Mas com o aumento gradativo na concentração do cálcio, esse efeito diminui até o momento em que ocorre antagonismo entre cátions a níveis mais altos de cálcio e conseqüente redução na absorção de potássio pelas plantas, fenômeno este não ocorrido no presente

trabalho. Isto se deve, provavelmente, ao fato de ser o Ca<sup>2+</sup> essencial para a seletividade de canais de cátions na plasmalema de células das raízes, tendo, conseqüentemente, efeito sobre o influxo passivo de Na<sup>+</sup> (DAVENPORT et al., 1997).

Os teores de N, P, K e S contidos nas folhas de soja estão abaixo das faixas consideradas ideais, de 40 a 54, 2,5 a 5,0, 17 a 25 e 2,1 a 4,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, e os teores de Ca e Mg se

encontram dentro das faixas tidas como ideais, nas respectivas concentrações, de 4,0 a 20 e 3,0 a 10 g kg<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1997) (Tabela 2). Resultados como este evidenciam que um dos principais papéis do Ca<sup>2+</sup> em plantas cultivadas em ambientes com interferências salinas pode ser o controle da absorção radicular de Na<sup>+</sup> e de K<sup>+</sup>, atuando na membrana celular e favorecendo a manutenção de teores mais adequados desses íons nos tecidos fotossintetizantes. O Ca<sup>2+</sup>, portanto, tem influência decisiva na manutenção da seletividade K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>, como sugerida por outros autores (COLMER et al., 1996). Segundo Fernandes et al. (2002) que trabalharam com nutrição mineral de mudas de pupunheira, as doses de NaCl utilizadas afetaram significativamente os teores dos nutrientes nas

folhas, estipes e raízes, à exceção do N nas raízes, do P nas folhas e nas estipes, e do Ca nas estipes. As maiores alterações ocorreram em relação ao P e ao K nas raízes, K, Ca e Mg nas folhas e S, Na e Cl nas diferentes partes da planta.

Os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn das folhas de soja não apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade para as diferentes doses de hipoclorito de sódio (Tabela 3). Quanto aos teores foliares de B a exceção da dose 0,0 L ha<sup>-1</sup> que está acima, Fe, Mn e Zn estão dentro das faixas consideradas adequadas, de 21 a 55, 50 a 350, 20 a 100 e 20 a 50 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente (RAIJ et al., 1997), enquanto os teores médios de Cu estão abaixo, sendo as faixas referenciais de 10 a 30 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 3).

**Tabela 3.** Teores de micronutrientes nas folhas de plantas de soja submetidas à aplicação via solo de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
0,0	61,8	6,3	93,3	93,8	27,8
0,5	54,9	5,5	95,8	85,8	24,5
1,0	53,9	5,5	94,5	84,8	25,3
2,0	54,0	7,5	101,8	91,0	27,3
4,0	54,9	5,3	91,8	94,75	24,3
F	1,56 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	1,88 <sup>ns</sup>
Média	55,9	6,0	95,4	90,0	25,8
CV	9,56	30,58	13,44	7,92	9,06

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto aos teores de N, P, K e Ca nas folhas da soja sob aplicação de hipoclorito de sódio via foliar, não houve diferença significativa (p > 0,05) entre as doses testadas. Para o teor de S nas folhas, a dose 4 L ha<sup>-1</sup> de hipoclorito de sódio obteve 2,26 g Kg<sup>-1</sup> e diferiu significativamente (p < 0,05) do tratamento com dose 0,5 e 1,0 L ha<sup>-1</sup> que alcançou 1,50 e 1,55 g kg<sup>-1</sup> respectivamente (Tabela 4).

Os teores de N, P, K e S nas folhas de soja estão abaixo das faixas consideradas ideais, de 40 a 54, 2,5 a 5,0, 17 a 25 e 2,1 a 4,0 respectivamente, com exceção do teor de S da dose 4,0 L ha<sup>-1</sup> que está dentro das faixas estabelecidas (RAIJ et al., 1997). Os teores de Ca (Tabela 4) estão dentro das faixas adequadas, de 4,0 a 20 g kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 4.** Teores de macronutrientes nas folhas de plantas de soja submetidas à aplicação via foliar de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	N	P	K	Ca	S
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
0,0	23,5	1,7	5,4	15,3	1,8 ab
0,5	21,9	1,8	7,4	13,9	1,5 b
1,0	20,7	1,8	6,8	14,6	1,6 b
2,0	23,8	1,6	8,0	13,7	1,9 ab
4,0	26,3	1,8	5,5	15,3	2,26 a
F	1,26 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	2,28 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	3,95*
Média	23,2	1,7	6,6	14,5	1,8
CV	16,49	9,71	23,39	13,31	16,92

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Jeffrey e Izquierdo (1989), existe inibição da absorção de outros cátions pelo

sódio e efeito tóxico dos íons sódio e cloreto. Segundo Bergmann (1992), altos níveis de Na

promovem redução do crescimento vegetativo por inibir principalmente a absorção de Ca, embora não se descarte a inibição de absorção de Mg e K. Por outro lado, Niu et al. (1995) comentam que o NaCl promove um rápido aumento de Ca no citoplasma, atuando como um sinal de estresse geral, mas esse aumento não poderia ser confirmado como efeito de tolerância à salinidade, já que é transitório. O Na compete com o Ca na absorção e/ou mudança nos níveis internos de Ca, além de aumentar a permeabilidade da membrana e reduzir a seletividade de absorção (ASHRAF; O'LEARY, 1997).

Visualiza-se na Tabela 5 que os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn das folhas de soja sob efeito da aplicação de hipoclorito de sódio via foliar não revelaram nenhuma diferença significativa a 5% de probabilidade para as doses estudadas.

Com relação aos teores de B, Fe, Mn e Zn contidos nas folhas, estão em conformidade com os teores tidos como adequados, de 21 a 55, 50 a 350, 20 a 100 e 20 a 50 respectivamente, sendo a exceção para B nas doses 0,0 e 4,0 L ha<sup>-1</sup> que se encontram um pouco acima (RAIJ et al., 1997), já os teores de Cu se situam abaixo do adequado, tendo as faixas referenciais variando de 10 a 30 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5).

**Tabela 5.** Teores de micronutrientes nas folhas de plantas de soja submetidas à aplicação via foliar de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
0,0	61,8	6,3	93,3	93,8	27,8
0,5	57,2	5,0	105,0	89,3	26,3
1,0	56,2	5,5	92,8	86,0	26,0
2,0	56,8	6,0	95,8	93,5	24,5
4,0	65,5	6,5	106,5	96,8	27,3
F	1,44 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>
Média	59,5	5,9	98,7	91,9	26,4
CV	11,29	21,05	18,46	12,79	15,03

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 6 estão expressos os resultados das biomassas frescas e secas da parte aérea do feijão em função da aplicação de doses de hipoclorito de sódio via foliar. Nota-se que o

comportamento da produção de biomassa fresca e seca do feijoeiro não mostrou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para as diferentes doses.

**Tabela 6.** Biomassa fresca e seca da parte aérea de plantas de feijão submetidas à aplicação foliar de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	Biomassa fresca ---- g planta <sup>-1</sup> ----	Biomassa seca ---- g planta <sup>-1</sup> ----
0,0	19,54	3,57
0,5	21,46	4,41
1,0	22,78	4,46
2,0	21,57	4,31
4,0	20,68	4,17
F	0,43 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>
Média	21,20	4,18
CV	17,30	22,17

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação aos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, presentes nas folhas do feijoeiro, em função da aplicação foliar de hipoclorito, não se constatou diferença significativa a 5% de probabilidade entre as doses (Tabela 7).

Os teores de N, P e Ca encontrados nas folhas do feijoeiro, nas diferentes doses (Tabela 7), estão dentro da faixa adequada, de 15,4 a 51, 1,3 a 8,1 e 10 a 57 g kg<sup>-1</sup> respectivamente (OLIVEIRA ; THUNG, 1988).

No entanto, os teores de K nas folhas do feijoeiro, estão abaixo dos considerados adequados, de 14,0 a 31,0 g kg<sup>-1</sup> (OLIVEIRA; THUNG, 1988). Quando os teores obtidos são comparados com os considerados adequados, de 20 a 24 g kg<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1997), também estão abaixo (Tabela 7).

Os teores de Mg obtidos nas folhas estão acima da faixa considerada ideal, de 2,5 a 5,0 g kg<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1997).

Na Tabela 7 observa-se que os teores de S avaliados estão dentro das faixas consideradas ideais, de 2,0 a 3,0 g kg<sup>-1</sup>, exceto o teor da dose 4,0

L ha<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1997), mas os teores de S estão maiores do que os da faixa adequada, de 0,7 a 2,3 g kg<sup>-1</sup> (OLIVEIRA; THUNG, 1988).

**Tabela 7.** Teores de macronutrientes nas folhas de plantas de feijão submetidas à aplicação foliar de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg <sup>-1</sup> -----					
0,0	29,18	2,3	12,15	20,98	11,08	2,63
0,5	27,90	2,23	11,50	20,90	11,05	2,76
1,0	24,33	2,08	8,75	21,18	10,88	2,67
2,0	21,44	1,88	8,48	17,03	8,63	2,43
4,0	27,83	2,38	8,68	22,60	9,73	3,16
F	0,74 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>
Média	26,13	2,16	9,91	20,54	10,27	2,73
CV	28,39	28,88	36,07	32,35	34,34	32,31

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Verifica-se pela Tabela 8 que os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn, nas folhas das plantas de feijão, em função das doses de hipoclorito aplicadas via foliar, não acusaram diferença significativa (p > 0,05).

Nas folhas do feijoeiro foram obtidos teores de B acima do ideal, de 15 a 26 (RAIJ et al., 1997) e de 10 a 39 mg kg<sup>-1</sup> (OLIVEIRA; THUNG, 1988). Não foi observado, visualmente, sintomas de toxidez. Estes resultados concordam com os obtidos por outros autores que trabalharam com adubação

fosfatada em feijoeiro. Andrade et al. (2005) atribuíram o aumento no teor de B nas folhas + pecíolos ser devido ao aumento do crescimento da planta e conseqüentemente, da transpiração, o que possibilita maior absorção de B.

Os teores de Cu, Fe, Mn e Zn (Tabela 8) nas folhas de feijão estão dentro das faixas consideradas ideais, de 4,0 a 20, 40 a 140, 15 a 100 e 18 a 50 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (RAIJ et al., 1997). Sendo a exceção para o teor de Zn, na dose 2,0 L ha<sup>-1</sup> que se situou um pouco abaixo.

**Tabela 8.** Teores de micronutrientes nas folhas de plantas de feijão submetidas à aplicação foliar de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
0,0	57,91	6,75	90,25	81,75	20,50
0,5	58,47	6,50	95,00	79,25	20,25
1,0	57,81	7,75	90,00	76,00	20,75
2,0	54,21	6,50	74,25	64,00	17,50
4,0	58,56	8,25	85,25	82,75	20,25
F	0,04 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Média	57,39	7,15	86,95	76,75	19,85
CV	32,01	26,6	35,12	35,64	37,07

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 9, pode-se observar os resultados dos teores de cloro e sódio nas folhas de plantas de soja em função da aplicação de doses de hipoclorito de sódio via foliar e via solo.

Vê-se que para a aplicação via foliar, os teores de cloro e sódio (mg kg<sup>-1</sup>) entre os níveis de doses de hipoclorito, não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Também para a aplicação via solo, os teores de cloro e sódio não apresentaram diferenças significativas (p > 0,05) entre as doses de hipoclorito testadas.

Quando da aplicação de hipoclorito via foliar para cultura da soja, os teores foliares de cloro oscilaram entre 11875 e 13750 mg kg<sup>-1</sup>, ao passo, que os teores de sódio permaneceram entre 324,3 e 377,5 mg kg<sup>-1</sup>. Sendo que as folhas das plantas de soja sob influencia da aplicação de hipoclorito via solo, apresentaram teores de cloro variando entre 11875 e 14375 mg kg<sup>-1</sup>. Entretanto os teores de sódio verificados nas folhas das plantas, variaram entre 300,3 e 324,3 mg kg<sup>-1</sup>.

O cloro é necessário às reações de quebra da molécula de água na fotossíntese, produzindo oxigênio (CLARKE; EATON RYNE, 2000), sendo

essencial, também, para a divisão celular (HARLING et al., 1997). Em geral, a maioria das plantas absorve Cl em níveis superiores àqueles necessários ao seu metabolismo. Ainda segundo Malavolta et al (1997) para exercer suas funções as

plantas, em geral, não necessitam mais do que 100 g kg<sup>-1</sup> de Cl na matéria seca, no entanto o tecido vegetal frequentemente apresenta 20 a 200 vezes mais.

**Tabela 9.** Teores de cloro e sódio nas folhas de plantas de soja submetidas à aplicação foliar e via solo de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	Aplicação via foliar		Aplicação via solo	
	Cloro	Sódio	Cloro	Sódio
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
0,0	13750	324,3	13750	324,3
0,5	13125	355,3	11875	301,0
1,0	12500	327,8	13125	300,3
2,0	13750	377,5	14375	314,8
4,0	11875	327,3	13750	308,8
F	0,85 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>
Média	13000	342,4	13375	309,8
CV	13,60	24,22	13,86	16,91

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto à cultura do feijoeiro, vê-se que para a aplicação via foliar, os teores de cloro e sódio (mg kg<sup>-1</sup>), entre os níveis de doses de hipoclorito, não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 10). Os teores de cloro encontrados nas folhas das plantas de feijão sob efeito da aplicação de hipoclorito via folha, variaram de 13750 e 16250 mg kg<sup>-1</sup>. Já os teores de sódio encontrados nas folhas do feijoeiro oscilaram entre 328 e 426,8 mg kg<sup>-1</sup>.

Espécies da família Arecaceae têm apresentado características favoráveis, pois o seu crescimento tem sido estimulado e sua produção aumentada pela presença do Na (MAGAT et al., 1993), e quantidades elevadas de Cl têm sido requeridas para expressar todo o seu potencial produtivo (MARSCHNER, 1995; SOBRAL; LEAL, 1999). Os excessos de Na e, em especial, de Cl no protoplasma ocasionam distúrbios em relação ao balanço iônico, além dos efeitos específicos desses íons sobre as enzimas e membranas celulares (FLORES, 1990).

**Tabela 10.** Teores de cloro e sódio nas folhas de plantas de feijão submetidas à aplicação foliar de hipoclorito de sódio em diferentes doses. Botucatu-SP, 2007.

Doses de hipoclorito ---- L ha <sup>-1</sup> ----	Cloro	Sódio
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----	
0,0	13750	328,0
0,5	13750	374,5
1,0	15625	346,3
2,0	15000	376,3
4,0	16250	426,8
F	0,51 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>
Média	14875	370,4
CV	21,15	37,76

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## CONCLUSÕES

Os teores médios de macro e micronutrientes obtidos nas folhas do feijoeiro, não foram afetados pelas doses de hipoclorito de sódio estudadas.

Levando-se em consideração as condições em que o experimento foi conduzido, pode-se

concluir que o hipoclorito de sódio nas doses testadas, não alterou os teores de macro e micronutrientes nas folhas, como também não influenciou a biomassa seca e fresca das culturas da soja e do feijão.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of the sodium hypochlorite application in different levels in the fresh and dry biomass and in the uptake of macronutrients and micronutrients in plants of soybean and bean. The experiments were carried at the greenhouse of the “Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, FCA/UNESP, Botucatu/SP”, in columns of rigid PVC with capacity to 1.0 liter of soil. The experimental design used in each experiment was entirely randomized, with 4 replications. The treatments in each experiment were constituted of 5 doses of sodium hypochlorite (0.0, 0.5, 1.0, 2.0 and 4.0 L ha<sup>-1</sup>). The following parameters were evaluated: fresh and dry biomass, macro and micronutrients contents in the plants leaves. The levels of sodium hypochlorite did not reflect significantly on the fresh and dry biomass of soybean and bean. The soybean dry biomass presented significant difference among the level of sodium hypochlorite. Average contents of macro and micronutrients obtained in bean leaves were not affected by the levels of sodium hypochlorite. The sulphur contents in soybean leaves presented significant difference. The sodium hypochlorite did not affect negatively the macro and micronutrients contents in leaves of soybean and bean.

**KEYWORDS:** *Glycine max* (L.). *Phaseolus vulgaris* L. NaClO. Nutrients text.

---

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. J. B. de. Teores de micronutrientes no feijoeiro em função de nitrogênio e de fósforo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2005. v. 2, p. 1097-1101.
- ASHRAF, M.; O'LEARY, J. W. Responses of a salt-tolerant and a salt-sensitive line of sunflower to varying sodium/calcium ratios in saline sand culture. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 20, n. 2-3, p. 361-377, Feb./Mar., 1997.
- AWAD, A. S.; EDWARDS, D. G.; CAMPBELL, L. C. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 1, p. 123-128, 1995.
- BERGMANN, W. (ed.). **Nutritional disorders of plants**. New York: G. Fischer, 1992. 741p.
- BETHKE, P. C.; DREW, M. C. Stomatal and non-stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annuum* during progressive exposure to NaCl salinity. **Plant Physiology**, Rockville, v. 99, n. 1, p. 219-226, 1992.
- CACHORRO, P.; OTIZ, A.; CERDÁ, A. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 159, n. 2, p. 205-212, jan. 1994.
- CARACTERÍSTICAS do hipoclorito de sódio. **Carbocloro**. Disponível em: <[http://www.carbocloro.com.br/produtos/arquivos/fispq\\_hipoclorito\\_de\\_sodio.pdf](http://www.carbocloro.com.br/produtos/arquivos/fispq_hipoclorito_de_sodio.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2007.
- CLARKE, S. M.; EATON-RYE, J. J. Amino acid deletions in loop C of the chlorophyll a-binding protein CP47 alter the chloride requirement and/or prevent the assembly of photosystem II. **Plant Molecular Biology**, New York, v. 44, p. 591-601, 2000.
- COLMER, T. D.; FAN, T. W. M.; HIGASHI, R. M.; LÄUCHLI, A. Interactive effects of Ca<sup>2+</sup> and NaCl stress on the ionic relations and proline accumulation in the primary root tip of *Sorghum bicolor*. **Physiology Plant.**, v. 97, p. 421-424, 1996.
- DAVENPORT, R. J.; REID, R. J.; SMITH, F. A sodium-calcium interactions in two wheat species differing in salinity tolerance. **Physiology Plant**, v. 99, p. 323-327, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro nacional de pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412p.



- FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURI, N; P, J, E, B, P.; GUIMARÃES, P, T, G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 11, p. 1613-1619, nov. 2002.
- FLORES, H. E. Polyamines and plant stress. In: LASCHER, R. G.; CUMMING, J. R. **Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms**. New York: Wiley-liss 1990. p. 217-239.
- HARLING, H.; CZAJA I.; SCHELL J.; WALDEN R. A plant cation-chloride co-transporter promoting auxin-independent tobacco protoplast division, **EMBO**, New York, v. 16, p. 5855-5866, 1997.
- JEFFREY, W. D.; IZQUIERDO, J. **Frijol: fisiologia Del potencial del rendimiento y la tolerancia al estresé**. Santiago: FAO, 1989. 91p.
- MAGAT, S. S.; PADRONES, G. D.; ALFORJA, L. M. Residual effects of three chloride fertilizers on yield and leaf nutrient levels of coconuts grown on an inland soil of Davao (Mindanao, Philippines). **Oleagineux**, Paris, v. 48, p. 237-242, 1993.
- MALAVOLTA, E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARTINEZ, V.; LAUCHLI, A. Phosphorus translocation in salt stressed cotton. **Plant Physiology**, Rockville, v. 83, p. 627-632, 1995.
- NIU, X.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M.; PARDO, J. M. Ion Homeostasis in NaCl stress environments. **Plant Physiology**, Rockville, v. 109, n. 3, p. 735-742, Nov.1995.
- OLIVEIRA, I. P. de; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. et al. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. 589 p.
- RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundação IAC, 2001. 285p.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (coord.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- SOARES, E.; LIMA, L. A.; MISCHAN, M. M.; MELLO, F. A. F.; BOARETTO, A. E. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, v. 58, p. 315-330, 1983.
- SOBRAL, L. F.; LEAL, M. L. S. Resposta do coqueiro à adubação com uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio em dois solos do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, p. 85-89, 1999.
- YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Jornaul of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 7, p. 1439-1451, 1998.