



BIOFORTIFICAÇÃO DA CULTURA DO FEIJÃO COM SELÊNIO

Gabriela A. Rodrigues¹, Aline Renee Coscione², Sergio Augusto Morais Carbonell²,
Alisson Fernando Chiorato², Ronaldo Severiano Berton³

Nº 14108

RESUMO - No Brasil, os poucos estudos realizados com selênio (Se) tem alertado para uma possível deficiência deste elemento na população brasileira, particularmente nos grupos populacionais de baixo poder aquisitivo que não consomem produtos de origem animal com frequência. A adição de elementos essenciais à saúde humana por meio de adubação no solo agrícola é considerada uma estratégia promissora para a biofortificação de plantas com selênio. Objetivou-se, neste trabalho, i) aumentar a concentração de Se na parte comestível das plantas de feijão; ii) avaliar a eficiência de absorção Se pela cultura do feijão; iii) avaliar o efeito do Se sobre a produtividade e característica agrônômica da cultura; iv) avaliar a translocação do Se presente na semente para os grão. O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico de Campinas, em campo e em casa de vegetação, em Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa. A concentração de Se no grão do feijão do tratamento que não recebeu aplicação desse elemento foi de 0,04 mg kg⁻¹ considerada deficiente e a dose 50 g ha⁻¹ promoveu biofortificação e aumento da produção vegetal. A dose de 500 g ha⁻¹ de Se apresentou a melhor produtividade e maior aumento de Se no grão, mas a concentração no grão ultrapassou o limite máximo de tolerância para Se para alimentos sólidos que é de 0,3 mg kg⁻¹. Houve translocação do Se presente na semente para o grão produzido, mostrando que é possível realizar a biofortificação via semente, mas as altas quantidades aplicadas no solo sugerem estudos para aplicação via foliar.

Palavras-chaves: fitotoxicidade, fortificação, saúde humana, deficiência, selenato de sódio.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, POLICAMP, Campinas-SP, gabrielah_rodrigues@hotmail.com

2 Colaborador, Pesquisador do Instituto Agronômico, Campinas-SP

3 Orientador, Pesquisador do Instituto Agronômico, Campinas-SP; berton@iac.sp.gov.br



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

ABSTRACT - Selenium (Se) research in Brazil is scarce. The few studies available point to a possible Se deficiency in Brazilian people, especially in low-income population. The addition of essential elements to human health through soil fertilization is considered a promising strategy to Se biofortification. This work aimed, i) to increase Se concentration on the edible parts of bean; ii) to evaluate the Se absorption efficiency from soils by the bean plants; iii) to evaluate the soil Se fertilization on the crop yield and its agronomic characteristics; iv) to evaluate Se translocation from the seeds to grains produced by the bean crop. The greenhouse and the field trials were carried out at Instituto Agrônomo, on a clayey eutroferic Red Latosol. Selenium concentration in bean grains was low (0.04 mg kg^{-1}) at plots without Se additions, while it promoted biofortification and yield increase at the application rate of 50 g ha^{-1} . The best yield increase and the highest Se concentration in grains were achieved with a rate of 500 g ha^{-1} , but the Se concentration in grains surpassed the limit established by Brazilian food regulation (0.3 mg kg^{-1}). These results pointed out that Se concentration in bean is dependent on the amount of this element present in the soil. Selenium present in seeds was translocated to grains showing that biofortification is also possible through Se fortification of seeds. However, the high amounts of Se needed for significant biofortification through soil suggest that studies with foliar application may be promising.

Keywords: phytotoxicity, fortification, human health, disability, sodium selenate.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário mundial como maior produtor de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). O consumo diário de feijão está entre 50 a 100 g por dia/pessoa (SGARBIERI, 1980), portanto, como é um alimento básico da dieta alimentar brasileira e importante fonte de proteína para a população de baixa renda, o feijão pode funcionar como veículo de Se para a população brasileira.

A concentração de Se em produtos agrícolas consumidos no Brasil é considerada baixa, em relações aos padrões internacionais, sendo um dos possíveis determinantes o baixo teor de selênio encontrado em solos agrícolas. As pesquisas para aumentar os teores desse elemento no solo nas culturas ainda são escassas.

Diante do exposto, este trabalho teve os seguintes objetivos: i) aumentar a concentração de Se na parte comestível das plantas de feijão; ii) avaliar a eficiência de absorção de Se pela cultura do



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

feijão; iii) avaliar o efeito do Se sobre a produtividade e característica agrônômica da cultura; iv) avaliar a translocação do Se presente na semente para os grãos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas experimentais

O experimento foi conduzido no Centro Experimental Central do Instituto Agrônomo de Campinas no estado de São Paulo. O solo utilizado foi classificado como sendo Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, de acordo com EMBRAPA (2006), de textura argilosa.

2.2 ESTUDO I: Biofortificação da cultura do feijão via solo com selenato de sódio

2.2.1 Instalação, delineamento e tratamentos

A planta teste utilizada foi a do feijão, cultivar IAC Alvorada. A adubação de base do feijão foi realizada de acordo com o Boletim 100 do IAC (RAIJ et al., 1996) para uma produção de 1,5 a 2,5 t/ha. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três doses de Se e cinco repetições, totalizando 15 parcelas. As parcelas foram constituídas de quatro linhas com 7 metros comprimento, 2 metros de largura, espaçadas de 0,5 m entre linhas, totalizando área total de 14 m², sendo as duas linhas centrais menos a bordadura de 0,5 m considerada como área útil. Os tratamentos foram constituídos de três doses de selênio, fornecidos na forma de selenato de sódio (Na₂SeO₄) equivalentes a: 0; 50 e 500 g ha⁻¹.

2.2.2 Características avaliadas

Após a maturação fisiológica dos grãos, foram coletadas 10 plantas em pontos ao acaso na área útil da parcela para determinação dos componentes de produção: massa seca da parte aérea, número de plantas e número de grãos por planta. Em seguida, fez-se a colheita das plantas da área útil de cada parcela para quantificação da produtividade de feijão. Partes das amostras foram avaliadas para determinação da massa de 100 grãos. Posteriormente, o material vegetal colhido foi seco em estufa de ventilação forçada a 60 °C (±5°C) até massa constante, moídas em moinho tipo Willey e armazenadas em potes plásticos para determinação do teor de Se, proteína, coloração dos grãos e macro e micronutrientes nos grãos do feijão.

2.2.3 Eficiência de absorção de selênio pelas plantas

A eficiência de absorção de Se pelas plantas de feijão foi avaliada pela seguinte fórmula:



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

$$EA(\%) = \frac{ASe(mg.Kg^{-1}) - A0(mg.kg^{-1})}{SeAp(mg.Kg^{-1})} \times 100$$

Em que:

ASe = concentração de Se na parte aérea ($mg\ kg^{-1}$) nos tratamentos com Se;

A0 = concentração de Se na parte aérea ($mg\ kg^{-1}$) nos tratamentos sem Se;

SeAp = quantidade de Se aplicada ($mg\ kg^{-1}$).

2.3 Estudo II – Biofortificação da cultura do feijão via semente

O experimento constou de duas fases. A primeira fase, em campo, teve como objetivo aumentar o teor de Se na cultura do feijão, cultivadas em solo que foi submetido à aplicação de $5000\ g\ ha^{-1}$ de Se como fonte selenato de sódio. A segunda fase teve como objetivo avaliar a translocação do Se presente na semente biofortificada para os grãos das plantas produzidas. Esta etapa foi conduzida em casa de vegetação.

2.3.1 Instalação, delineamento e tratamento

Tanto a planta teste utilizada quanto a adubação e delineamento estatístico seguem o item 2.2.1. Porém, os tratamentos foram dois, constituídos de uma dose de $5000\ g\ ha^{-1}$ de Se, na forma de selenato de sódio (Na_2SeO_4) e tratamento controle, sem aplicação de selênio.

2.3.2 Características avaliadas

Após 90 dias de plantio, a parte aérea do feijão foi coletada e separada em haste, folhas e sementes. Em seguida, o material vegetal foi seco e moído para determinação da concentração de Se e dos componentes de produção: massa seca da parte aérea, número de plantas, número de grãos por plantas, número de vagens, número de grãos por vagem e produtividade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ESTUDO I - Biofortificação da cultura do feijão via solo com selenato de sódio

3.1.1 Concentração de selênio na parte comestível do feijão

As concentrações de Se nos grãos aumentaram significativamente ($p < 0,05$) e de forma linear. A concentração de Se no grão do tratamento controle foi de $0,04\ mg\ kg^{-1}$, considerado baixo segundo MORAES (2008) por ser menor que $0,05\ mg\ de\ Se\ kg^{-1}$ para grãos, indicando assim a possibilidade de biofortificação para essa cultura, principalmente por ser um alimento básico da dieta brasileira. A aplicação do Se via solo atingiu a concentração de $0,69\ mg\ kg^{-1}$ de Se na dose



de 500 g ha⁻¹. Esse comportamento pode ser explicado pela menor conversão do selenato em formas orgânicas de Se nas raízes, permitindo sua mobilidade no xilema e translocação do Se.

3.1.2 Produtividade da cultura do feijão

O aumento das doses de Se aumentou significativamente ($p < 0,05$) a produtividade dessa cultura, apresentando comportamento linear crescente. A maior produtividade foi observada na dose de 500 g ha⁻¹, equivalendo ao aumento de aproximadamente 40% em relação ao controle.

3.1.3 Eficiência de absorção de selênio

A maior porcentagem de eficiência de absorção e acúmulo de Se na cultura do feijão ocorreu na dose de 500 g ha⁻¹ de Se. A baixa eficiência na absorção de Se mostrada pela cultura indica que mais de 99% do selênio aplicado permaneceu no solo e, desta forma, poderá ser utilizado para as próximas culturas a serem cultivadas nessa mesma área.

3.1.4 Distribuição de selênio nas diferentes partes da planta

As doses de Se aplicados no solo apresentaram efeito significativos ($p < 0,05$) nos teores encontrados nas diferentes partes da planta proporcionando comportamento linear crescente, como pode se observar na Figura 1.

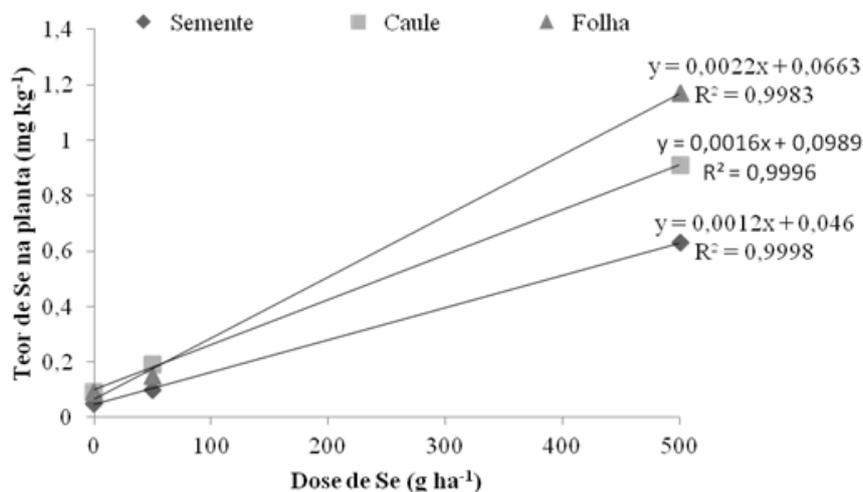


Figura 1: Efeito das doses de selênio na concentração de selênio na parte aérea do feijão.

3.1.5 Produção agrônômica e qualidade do grão

Os resultados da análise de variância demonstraram que o número de plantas, grãos por planta, peso de cem grãos, cor e teor de proteína não mostraram efeito significativo com o aumento das doses selênio.



3.2 ESTUDO II. Biofortificação da cultura do feijão via semente com selênio

3.2.1 Biofortificação da semente

3.2.1.1 Distribuição de selênio nas diferentes partes da planta

Os teores de Se no caule, folha e grãos de feijão foram influenciados pelos tratamentos demonstrando que o teor de Se aumentou com a aplicação de 5000 g ha⁻¹ de Se.

Tabela 1. Teor de selênio nas diferentes partes da planta.

Tratamento ⁽¹⁾	Grão	Caule	Folha
----g ha ⁻¹ ----	-----mg kg ⁻¹ -----		
0	0,05 b	0,09 b	0,09 b
5000	1,94 a	1,53 a	2,74 a
CV%	36,2	32,8	18,1

⁽¹⁾ Médias de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.1.2 Produção agrônômica e qualidade dos grãos de feijão

O número de plantas e produtividade diminuíram com a aplicação do Se. Entretanto, o número de grãos por planta, peso de cem grãos, cor e os teores de proteína no grão de feijão não apresentaram diferenças significativas com o aumento do Se no solo.

Tabela 2. Valores médios para número de plantas (NPI), grãos por vagem (GrPI), peso de 100 grãos (P100), cor, teor de proteína e produtividade de grãos do feijão, variedade IAC-Alvorada.

Tratamentos ⁽¹⁾	NP	GrPI	P100	Cor	Teor Proteína	Produtividade
----g ha ⁻¹ ----	-----g-----			--L*--	----%---	----kg ha ⁻¹ ----
0	84 a	3,6 a	24,0 a	58,3 a	24,0 a	503,9 a
5000	32 b	4,7 a	23,4 a	57,7 a	23,4 a	368,9 b
CV%	9,16	49,9	2,67	2,20	3,03	14,2

⁽¹⁾ Médias de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.1.3 Eficiência de absorção de selênio

A baixa eficiência de absorção pela cultura do feijão na dose de 5000 g ha⁻¹ indica que mais de 99,99% do Se aplicado permaneceu no solo.



3.2.2 Plantio da semente biofortificada em casa de vegetação

3.2.2.1 Concentração de selênio na parte comestível

As sementes do feijão biofortificadas em campo replantadas em casa de vegetação apresentaram aumento significativo do teor de selênio no grão em relação à testemunha.

Tabela 3. Teor de selênio nas diferentes partes da planta em função da concentração de selênio na semente.

Tratamento ⁽¹⁾	Grão	Caule	Folha
----g ha ⁻¹ ----	-----mg kg ⁻¹ -----		
0	0,04 b	0,08 b	0,08 b
1,94	0,08 a	0,32 a	0,35 a
CV%	18,5	39,7	48,7

⁽¹⁾ Médias de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.2.2 Produção agrônômica e qualidade dos grãos de feijão

Não foram verificadas diferenças significativas no número de vagens, número de plantas, vagens por planta, grãos por vagem, cor e produção para a cultura do feijão biofortificado via semente em relação à testemunha.

4 CONCLUSÕES

- A adição de Se na forma de selenato de sódio aumentou os teores desse elemento nas partes comestíveis do feijão, podendo assim ser usado para a biofortificação com Se para esta cultura.
- A biofortificação agrônômica com Se em feijão foi alcançada a partir da dose de 50 g ha⁻¹ ao se utilizar o Se na forma de selenato de sódio, contribuindo para o aumento de 8,2% da ingestão diária recomendada (IDR) para esse elemento.
- A quantidade máxima de Se para ser aplicada ao solo foi calculada em 196 g de Se ha⁻¹, a fim de não ultrapassar a concentração de 0,30 mg Se kg⁻¹ no grão, permitida pelo ministério da saúde.
- É possível realizar a biofortificação do Se via semente, mas a alta quantidade aplicada via solo sugere estudos para aplicação via foliar.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida. Ao IAC pela oportunidade do estágio.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SGARBIERI, V.C. **Estudo do conteúdo e de algumas características das proteínas e sementes de plantas leguminosas.** *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 78-84, jan./fev. 1980.

MORAES, M. F. **Relação entre nutrientes de plantas, qualidade de produtos agrícolas e saúde humana.** *Informações Agrônomicas*, Piracicaba, n. 123, p. 21-23, set. 2008.