



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

## ACÚMULO DE FITOMASSA, Fe E Mn PELA CEBOLA EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE UM CALCÁRIO E UM SUBPRODUTO DA MINERAÇÃO DA FORMAÇÃO IRATI

*Marlon Rodrigues<sup>1</sup>; Ledemar Carlos Vahl<sup>2</sup>; Carlos Augusto Posser Silveira<sup>3</sup>; Mussa Mamudo Salé<sup>4</sup>; Yasmin dos Santos Lourenço<sup>5</sup>; Mateus Wacholz Thiel<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista CAPES. [marlon.rodrig@hotmail.com](mailto:marlon.rodrig@hotmail.com);

<sup>2</sup>Orientador, Doutor, Departamento de Solos, Universidade Federal de Pelotas – UFPel;

<sup>3</sup>Pesquisador Embrapa Clima Temperado;

<sup>4</sup>Mestrando em Manejo e Conservação do Solo e da Água – UFPel;

<sup>5</sup>Mestranda em Manejo e Conservação do Solo e da Água - UFPel;

<sup>6</sup>Graduando em Engenharia Agrônômica – UFPel.

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de um calcário e um subproduto da mineração de calcário da Formação Irati na produção de fitomassa e acúmulo de Fe e Mn pela cebola. O estudo foi conduzido em casa de vegetação e utilizou-se um Planossolo Háplico eutrófico (SXE) e um Argissolo Amarelo eutrófico (PAe). Os tratamentos foram: testemunha, subproduto e calcário. Com base no pH SMP do solo e poder de neutralização dos insumos, foram utilizadas quantidade correspondentes desses para correção do solo até pH 6,0. A cultura escolhida na condução do experimento foi a cebola, que foi semeada em bandejas flutuantes com substrato e, após, transplantada para vasos contendo 10 dm<sup>3</sup> de solo mantidos à umidade próxima da capacidade de campo. Nesse momento foram aplicados os insumos e fertilizantes NPK. A colheita da fitomassa da cebola (bulbo + folhas) foi realizada aos setenta e sete dias após o transplante. Após, foram determinados os teores de Fe e Mn assim como a produção da fitomassa. A aplicação do calcário e do subproduto elevou o pH do Planossolo e do Argissolo. A produção de fitomassa seca da cebola não foi influenciada pela aplicação dos insumos. Na classe Planossolo a aplicação do subproduto aumentou a absorção de Fe. Para Mn não houve diferença entre os insumos. O acúmulo de Mn pela cebola foi maior na classe Planossolo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Subproduto; Calcário; Cebola.

### 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo, mas representa apenas 2% da produção mundial, configurando-se, portanto, como grande importador (IFA, 2017). Segundo Lopes e Lopes (2011), reduzir a dependência externa por fertilizantes solúveis é fundamental para a manutenção da cadeia de produção de alimentos. O aproveitamento de subprodutos na agricultura como corretivos do solo e fonte de nutrientes é uma prática crescente e que pode contribuir para diminuir a importação de fertilizantes.

A Formação Irati possui uma riqueza mineral importante para o Brasil, em que o calcário explorado é um corretivo de solo largamente utilizado na agricultura brasileira. Contudo, o processo de extração produz grande quantidade de resíduos. Em diversas jazidas, a proporção minério: resíduos chega a 1: 13 (SOUZA, 1999). Os resíduos ou subprodutos encontrados são misturas de marga, xisto, carbonatos orgânicos, entre outros, que podem ser aproveitados como fontes de nutrientes e/ou condicionadores de solo. Segundo Rocha et al. (2013), pó de rochas ou subprodutos da mineração que contém minerais que se intemperizam rapidamente e liberam nutrientes apresentam potencial como fontes alternativas de nutrientes.

A utilização de pó de rochas e subprodutos como fonte de nutrientes às plantas é uma prática realizada há milhares de anos. No Brasil, essa prática também é denominada de “rochagem”, termo inspirado na calagem, que é o uso do pó de rocha calcária na correção da acidez do solo e como fonte de nutrientes (LEONARDOS, 1995). De acordo com Amparo (2003) o uso de rochas moídas apresenta diversas vantagens em relação aos fertilizantes solúveis, como: economia de mão-de-obra, uma vez que, apresentando baixa solubilidade dispensa a frequente adubação; não acidifica e



não saliniza o solo; baixo custo, pois a matéria-prima é de fácil exploração e encontra-se distribuída em todas as regiões do país; disponibilidade multielementar de nutrientes.

Os micronutrientes Fe e Mn, embora sejam exigidos em menores quantidades, são tão importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas quanto os macronutrientes. Um dos principais fatores que afetam a disponibilidade do Fe e Mn é o pH do solo. O aumento do pH diminui a presença dos micronutrientes Fe e Mn na solução do solo e nos pontos de troca catiônica (ABREU et al., 2007). Segundo Lindsay (1972), a solubilidade do Fe decresce, aproximadamente, mil vezes para cada unidade de aumento do pH do solo, na faixa de pH de 4 a 9. Já para o Mn, o decréscimo é de 100 vezes, para cada aumento de uma unidade no pH do solo.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de um calcário e um subproduto da mineração de calcário da Formação Irati na produção de fitomassa e no acúmulo de Fe e Mn pela cebola.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em casa de vegetação da Embrapa Clima Temperado – Estação Terras Baixas, no município de Capão do Leão - RS. Para a condução do experimento foram utilizadas amostras de solo retiradas da camada superficial (0-20 cm) de um Planossolo Háplico eutrófico (SXe) e de um Argissolo Amarelo eutrófico (PAe) (STRECK et al., 2008). Após a coleta, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 1 cm de malha. A análise química do SXe apresentou os seguintes resultados: pH em água (1:1) = 5,2; pH SMP = 6,7; Ca = 2,3 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg = 0,6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. Para o PAe, os resultados da análise química do solo foram: pH em água (1:1) = 5,2; pH SMP = 6,1; Ca = 1,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg = 0,9 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>.

Os insumos utilizados foram um calcário dolomítico e um subproduto encontrado na forma de ritimito calcário/folhelho pirobetuminoso, ambos oriundos de uma mineração de calcário da Formação Irati. A caracterização química desses está representada no Quadro 1. Nota-se que o calcário possui maiores teores de CaO e MgO, e, conseqüentemente, maior poder de neutralização (PN). O tamanho de partículas foi 100 % < 0,3 mm, o que confere uma reatividade teórica de 100 % e PRNT de 92 % para o calcário e 54 % para o subproduto. Quanto aos teores de Fe e Mn, o subproduto apresenta os maiores valores.

Quadro 1: Teores de nutrientes e PN de um subproduto e um calcário produzidos em uma mineração da Formação Irati<sup>1</sup>

Insumo	CaO	MgO	PN	Fe	Mn
	----- % -----				
Subproduto	13,9	11,92	54	4,52	0,35
Calcário	25,8	18,36	92	0,76	0,20

<sup>1</sup> Teores totais

O delineamento experimental escolhido foi blocos casualizados em arranjo fatorial 5x2 (4 insumos mais um tratamento testemunha em 2 solos) com 3 repetições. Os insumos utilizados foram: subproduto da mineração de calcário da Formação Irati e calcário extraído da Formação Irati. Com base no pH SMP do solo e PRNT dos insumos, foram utilizadas quantidades correspondentes de cada insumo para atingir pH 6,0, seguindo a recomendação da CQFS-RS/SC (2016).

Os tratamentos foram denominados: 1 – Testemunha; 2 – Subproduto; 3 – Calcário. Esses, foram aplicados em duas classes de solo (SXe e PAe).

A cultura escolhida na condução do experimento foi a cebola (*Allium cepa* L.) – cultivar Fepagro 27. A semeadura da cebola foi realizada em bandejas flutuantes na água (sistema *floating*)



com substrato, e, após o desenvolvimento das mudas (54 dias após a semeadura), foram transplantadas 7 plantas por vaso contendo o equivalente a 10 dm<sup>3</sup> de solo. Imediatamente antes do transplante das mudas foram aplicados os insumos e fertilizantes NPK. A dose de N aplicada foi de 100 mg kg<sup>-1</sup> sendo utilizado 50 mg kg<sup>-1</sup> de uma solução de ureia (45% de N) no transplante e o restante 32 dias após. Para a correção de P foi utilizado superfosfato triplo (41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na forma de pó na dose de 100 mg kg<sup>-1</sup> de P no transplante das mudas. Já para a correção de K foi utilizado uma solução de KCl na dose de 100 mg kg<sup>-1</sup> de K no transplante das mudas.

O controle da umidade do solo foi realizado por pesagem diária e visou manter valores próximos à capacidade de campo das classes de solo em questão. O término do experimento ocorreu aos 77 dias após o transplante, em que foi coletada a fitomassa da cebola (bulbo + folhas). Nesse momento também foram realizadas amostragens de solo. Após, as amostras foram secas em estufa à 65°C por 48 horas, moídas e passadas por peneira de 2 mm para a determinação do pH em água (1:1) conforme Tedesco et al. (1995). O material vegetal coletado foi seco em estufa a 60°C, até massa constante, para avaliação do rendimento da fitomassa seca. Posteriormente, as amostras foram moídas e realizou-se a determinação dos teores de Fe e Mn conforme Tedesco et al. (1995). O acúmulo foi obtido pelo produto da fitomassa com o teor de nutrientes.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando as variáveis apresentaram efeito significativo para os fatores estudados (insumo e classe de solo), procedeu-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro pelo software WinStat® (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação dos insumos elevou significativamente o pH (água – 1:1) das duas classes de solo avaliadas (Quadro 2). Quanto ao tipo de insumo, no Planossolo a aplicação dos insumos proporcionou os maiores valores, diferindo estatisticamente do tratamento testemunha. Já no Argissolo, a aplicação do calcário apresentou os maiores valores, diferindo do subproduto e da testemunha, essa última, apresentou os menores valores, diferindo também do subproduto. Para o fator classe de solo, a diferença se deu quando da aplicação dos insumos, em que o Argissolo apresentou os valores mais elevados.

Tanto o calcário como o subproduto apresentam CaO e MgO na sua constituição (Quadro 1). Esses, quando em contato com a solução do solo geram íons OH<sup>-</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> que neutralizam os H<sup>+</sup> presentes no solo, aumentando assim o pH. O pH tem efeito prático, pois afeta vários processos relacionados com a química do solo, tais como: disponibilidade de micronutrientes (RAIJ, 2011).

Quadro 2: Valores de pH do solo (água - 1:1) em função de diferentes insumos aplicados em duas classes de solo

Solo	Tratamentos		
	Testemunha	Subproduto	Calcário
	pH (água – 1:1)		
Planossolo	5,15 Ab	5,50 Ba	5,45 Ba
Argissolo	5,12 Ac	5,73 Ab	5,99 Aa

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável produção de fitomassa (bulbo + folhas) da cebola, houve efeito isolado do fator classe de solo, em que o Planossolo apresentou os maiores valores, sendo diferente estatisticamente do Argissolo quando da aplicação do subproduto (Quadro 3).

Segundo Costa & Resende (2007), a cebola se desenvolve melhor em solos de textura média, podendo solos de textura muito argilosa causar impedimentos físicos (camadas compactadas,



adensadas e encrostamentos) que prejudicam o bom desenvolvimento das raízes e dos bulbos. Isso pode ter contribuído para a maior produção de fitomassa encontrada na classe Planossolo.

Para a variável acúmulo de Fe na fitomassa da cebola (Quadro 3), houve efeito isolado do fator classe de solo, em que o Planossolo foi responsável pelos maiores valores apenas no tratamento testemunha.

Já para o acúmulo de Mn na fitomassa da cebola (Quadro 3), houve efeito dos fatores tipo de insumo e classe de solo. Para o primeiro fator, no Argissolo, o tratamento testemunha apresentou os maiores valores, diferindo estatisticamente dos insumos subproduto e calcário. Já no Planossolo, o subproduto apresentou os maiores valores, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Para o fator classe de solo, o Planossolo apresentou os maiores valores, diferindo estatisticamente do Argissolo em todos os tratamentos. A maior produção de fitomassa, associada aos maiores teores de Mn no Planossolo contribuíram para esses resultados.

**Quadro 3:** Acúmulo de fitomassa, Fe e Mn na parte aérea da cebola em função dos insumos aplicados em duas classes de solo - dois tempos avaliados

Solo	Tratamentos		
	Testemunha	Subproduto	Calcário
	Fitomassa (g planta <sup>-1</sup> )		
Planossolo	8,50 Aa	9,83 Aa	8,25 Aa
Argissolo	6,91 Aa	7,73 Ba	7,65 Aa
	Acúmulo de Fe (µg planta <sup>-1</sup> )		
Planossolo	1249,69 Aa	1242,33 Aa	858,03 Aa
Argissolo	612,20 Ba	1102,48 Aa	933,56 Aa
	Acúmulo de Mn (µg planta <sup>-1</sup> )		
Planossolo	4963,59 Ab	6535,58 Aa	4578,48 Ab
Argissolo	3361,54 Ba	652,70 Bb	517,76 Bb

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

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do calcário e do subproduto eleva o pH do Planossolo e do Argissolo.

A produção de fitomassa seca da cebola não é influenciada pela aplicação dos insumos.

Na classe Planossolo a aplicação do subproduto aumenta o acúmulo de Mn. Para o acúmulo de Fe não há diferença entre os insumos.

O acúmulo de Mn é maior na classe Planossolo.

#### REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS/ UFV, 2007. p. 645-736.

AMPARO, A. Farinha de rocha e biomassa. **Revista Agroecologia Hoje**, Botucatu, v.20, p.10-12, 2003.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. Sistemas de Produção. **Cultivo da cebola no nordeste**. Embrapa Semiárido. 2007. Versão Eletrônica. Disponível em: Acesso em: 17 ago. 2017.



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Santa Maria: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFSM, 2016. 376 p.

IFA - **International Fertilizer Industry Association**. IFA database. Disponível em: <<http://www.fertilizer.org/>>. Acesso em: 17 Ago. 2017.

LEONARDOS, O. The use of ground rocks in laterite systems: an improvement in the use of conventional soluble fertilizer? In: INTERNATIONAL SEMINAR ON LATERITES, 1995. **Proceedings...** 1995. p.479- 494.

LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soil. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, L. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p.41-57.

LOPES, P. R.; LOPES, K. C. S. A. Sistemas de produção de base ecológica: a busca por um desenvolvimento rural sustentável. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v.4, n.1, 2011.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **WinStat**: sistema de análise estatística para Windows. Versão 2.0. Pelotas: UFPEL/NIA, 2007.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

ROCHA, I. T. M.; SILVA, A. V.; SOUZA, R. F.; FERREIRA, J. T. P. Uso de resíduos como fonte de nutrientes na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, p.47-52, 2013.

SOUZA, M. H. O. **Caracterização das rochas sedimentares da Formação Irati e seus produtos intempéricos para utilização como aditivo**. Dissertação (Mestrado) - IGCE/UNESP, campus de Rio Claro, 1999. 121 p.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. As principais classes de solos identificadas no Rio Grande do Sul. In: **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008, 222 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. (Boletim técnico, 5).