

TEORES DE NITRATO EM OLERÍCOLAS SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE UREIA

André Rodrigo Kraemer*
Francieli Mendes**
Cristiano Reschke Lajus***
André Sordi****
Alceu Cericato*****
Gean Lopes da Luz*****

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os teores de nitrato em olerícolas submetidas a diferentes doses de ureia, realizou-se a presente pesquisa que foi conduzida em casa de vegetação na Universidade do Oeste de Santa Catarina, *Campus* aproximado de São José do Cedro, SC. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5x4. Foi realizado um estudo para avaliar a influência da dose de nitrogênio sobre a cultura da alface e da rúcula. As doses utilizadas foram 0% (testemunha), 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada, sendo 0 kg/ha, 50 kg/ha, 100 kg/ha, 150 kg/ha e 200 kg/ha de nitrogênio, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de regressão com a escolha dos modelos matemáticos mediante a significância e grandeza do coeficiente de determinação (R^2). Foi determinada a massa fresca, a massa seca e o teor de nitrato dos tratamentos. Concluiu-se que para a cultura da alface com o aumento das doses de nitrogênio houve uma diminuição nos teores de massa fresca, seca e nitrato. Já para a cultura da rúcula, a análise de variância não revelou efeito significativo para todas as variáveis analisadas.

Palavras-chave: Alface. Rúcula. Massa verde. Massa seca. Nitrato.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, é grande o uso de fertilizantes e agroquímicos, o que acarreta prejuízos para o meio ambiente, para o produtor rural e, conseqüentemente, para o consumidor, pois resulta em alimentos de menor qualidade.

O uso abusivo de fertilizante, especialmente os adubos nitrogenados, resulta em alimentos tóxicos em razão do acúmulo dessas substâncias, que podem causar danos à saúde humana. As hortaliças, por serem consumidas in natura, propiciam a ingestão de altas concentrações de nitrato. O nitrato é um nutriente com alta necessidade ao crescimento de vegetais e por isso os fertilizantes nitrogenados têm sido usados em doses cada vez maiores para aumentar a produção. Quando o nitrato é absorvido em grande quantidade, a planta não consegue metabolizá-lo, ficando acumulado nos tecidos (HORTA E VITALIDADE, 2008).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o índice de máxima ingestão diária admissível (IDA), de nitrato é de 5 mg/kg de peso vivo. O teor de nitrato nas plantas depende de fatores genéticos, da disponibilidade desse nutriente no sistema radicial e de fatores ambientais. Diversos estudos indicam que o consumo de nitrato pode ser nocivo à saúde humana, causando metahemoglobinemia e câncer gástrico (LUZ et al., 2001).

O nitrato acumula-se mais em baixa luminosidade (dias nublados e curtos, no período de inverno, em locais sombreados e pela manhã), motivo pelo qual a atenção com a ingestão de espinafre deve ser redobrada, pois, geralmente, são cultivados em local sombreado (SOUZA, 2009). Existem indícios de que a presença de certas vitaminas em vegetais inibe uma possível ação negativa do nitrato (LUZ et al., 2001).

* Graduado em Agronomia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; grumam6@yahoo.com.br

** Graduada em Agronomia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; francielimendes@yahoo.com.br

*** Doutor em Agronomia pela Universidade de Passo Fundo; Mestre em Agronomia pela Universidade de Passo Fundo; crlajus@hotmail.com

**** Mestre em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná; andresordi@yahoo.com.br

***** Doutor em Administração pela Universidad Nacional Autónoma de México; Mestrado em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina; acericato@gmail.com

***** Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Santa Maria; Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Santa Maria; geanzluz@unochapeco.edu.br

Em solos altamente adubados com fertilizantes nitrogenados, as hortaliças podem acumular nitrato, principalmente, em condições de baixa umidade. A presença de nitrato e nitritos em hortaliças pode ocasionar efeitos nocivos à saúde do consumidor, sendo o nitrato uma forma de nitrogênio absorvida pelas raízes e armazenada nos vacúolos das células vegetais, podendo facilmente ser transformado em nitrito, os quais, em altas concentrações, causam danos nos organismos, principalmente em crianças, causando problemas como metemoglobinemia, que é a falta de oxigênio no sangue, podendo ser letal aos seres humanos (CHITARRA, 2005).

O nitrato ingerido passa à corrente sanguínea podendo, então, reduzir-se a nitrito. Estes, sim, os nitritos, são venenosos, muito mais que os nitratos. Tornam-se mais perigosos quando se combinam com aminas, formando as nitrosaminas, substâncias cancerígenas, mutagênicas e teratogênicas. Tal reação pode ocorrer, especialmente, em meio ácido do suco gástrico, ou seja, no estômago. Dessa forma, o monitoramento dessas substâncias é essencial para garantir a qualidade dos alimentos consumidos pela população (SOUZA, 2009).

Nesse sentido, pergunta-se: a adubação com ureia nas culturas do alface e rúcula influenciarão nos teores de nitrato? Quais doses de ureia proporcionarão os teores mais elevados de nitrato em folhas?

As hipóteses que nortearam o trabalho foram: a adição de ureia no cultivo de olerícolas altera os teores de nitrato na planta; qual será a dose (kg/ha) de ureia mais indicada para o cultivo de olerícola e a adubação nitrogenada resulta em aumento de biomassa.

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar os teores de nitrato em olerícolas submetidas a diferentes doses de ureia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos, em casa de vegetação localizada na área experimental da Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), *Campus* aproximado de São José do Cedro, SC. O município localiza-se a uma latitude 26°27'18" sul e a uma longitude 53°29'39" oeste, estando a uma altitude de 731 metros (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2014).

O clima da região é do tipo Cfa pela classificação de Köppen, é mesotérmico úmido, com chuvas normalmente bem distribuídas e verão quente (Cfa) (BACK et al., 2012).

O solo é do tipo nitossolo, que se caracteriza por ter 50% de argila, inclusive no horizonte A, constituídos por material mineral que apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A. O horizonte nítico apresenta atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150 cm da superfície do solo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013), coletado na área do *Campus* aproximado da Unoesc, no município de São José do Cedro, SC, na profundidade de 0-10 cm.

Em março de 2013, foi realizada a coleta de solo, conforme instruções do Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Comissão de Química e Fertilidade do Solo Rio Grande do Sul e Santa Catarina – CQFS-RS/SC) (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). A análise de solo foi realizada no Laboratório de Solos Análises Agronômicas Maravilha Ltda (Tabela 1), que segue os métodos propostos por Tedesco et al. (1995). Após a interpretação dos resultados da respectiva análise, o solo foi corrigido conforme os diferentes tratamentos.

Tabela 1 – Propriedades químicas do solo utilizado no experimento

Propriedades químicas	Unidade	0 – 0,1 m
Argila (m/v)	%	50,00
pH Água		5,00
Índice SMP		5,70
P	(mg/dm ³)	9,08
K	(cmolc/dm ³)	0,68
Matéria Orgânica	%	2,90

Fonte: Laboratório de Solos Análises Agronômicas Maravilha Ltda (2012).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, em esquema fatorial (2 x 5), com quatro repetições.

O experimento foi composto dos seguintes tratamentos: Fator 1 (olerícolas) – alface e rúcula; Fator 2 (doses de ureia) – testemunha (0%), metade da dose recomendada (50%), a dose recomendada (100%), 1,5 vezes a dose recomendada (150%) e 2 vezes a dose recomendada (200%).

Foi dispensada a correção dos macronutrientes fósforo e potássio por apresentarem teores adequados ao cultivo. A dose de nitrogênio recomendada pelo manual de adubação e calagem é de 100 Kg de nitrogênio/ha, o que equivale a 50 kg de nitrogênio/ha ou 111,11 kg de ureia/ha para a dose de 50%, 100 kg de nitrogênio/ha ou 222,22 kg de ureia/ha para a dose de 100%, 150 kg de nitrogênio/ha ou 333,33 kg de ureia/ha para a dose de 150% e 200 kg de nitrogênio/ha ou 444,44 kg de ureia/ha para a dose de 200%.

A área do vaso é de 0,04 m², portanto as doses de ureia aplicadas foram de 0,45 g; 0,9 g; 1,35 g; 1,8 g para os tratamentos de 50%, 100%, 150% e 200%, respectivamente. Para isso, foi diluído 50g de ureia em 1000 mL de água destilada e obteve-se as doses de 9 mL (50%), 18 mL (100%), 27 mL (150%) e 36 mL (200%). No tratamento das testemunhas não foi feita a aplicação de nitrogênio.

O plantio das mudas em 08 de abril de 2013; foram transplantadas mudas de alface e rúcula com 15 dias após a emergência. As plantas foram irrigadas todos os dias.

A adubação foi feita sete dias após o plantio, em 15 de abril de 2013. As doses aplicadas foram medidas com auxílio de proveta graduada.

A colheita da rúcula foi feita em 29 de abril de 2013 e da alface em 30 em abril de 2013. Após, as plantas foram levadas ao laboratório onde passaram por lavagem e pesagem ainda frescas; em seguida, foram postas em estufa por um período de 24 horas, a 60 °C, para secar. Retiradas da estufa, as amostras foram novamente pesadas e trituradas, seguindo, então, para o processo de digestão e destilação. Para a obtenção dos teores de nitrato, foi utilizado o procedimento descrito pela Association of Official Analytical Chemists (1995).

Foram avaliados os teores de nitrato em folhas de alface e rúcula, em que se obtiveram os valores, mediante a análise de tecido vegetal, realizada no aparelho destilador de nitrogênio. Também foi avaliado o acúmulo de biomassa, o qual foi medido por meio do acúmulo da massa seca. Depois de colhidas, as plantas foram para a estufa por 48 horas e, em seguida, pesadas em balança analítica.

Os dados foram submetidos à análise de regressão com a escolha dos modelos matemáticos mediante a significância e a grandeza do coeficiente de determinação (R²), bem como a observância da equação biológica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos fatores olerícolas (cultura da alface) e doses de ureia em relação à variável massa verde (g) (Tabela 2).

Tabela 2 – Modelo matemático referente à variável massa verde da cultura da alface em razão das doses de nitrogênio do experimento

Modelo Matemático	R ²	P
Linear (-0,0229x + 5,374)	0,6399	0,005

Fonte: os autores.

De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que há uma relação de causa e efeito, ou seja, a variável X (doses de nitrogênio) influencia a variável Y (massa verde), apresentando um comportamento linear negativo, com uma influência de 63%. A dose de 50% da dose recomendada foi a que mostrou melhor rendimento, seguido da testemunha (0%), posteriormente, a dose de 150% e, por último, a dose de 100%. Constatou-se que a dose de 200% foi letal às plantas de alface. O acúmulo de massa verde na dose de 50% foi de 5,2 g, na testemunha (0%), foi de 4,97 g, na dose de 150%, foi de 3,72g, na dose de 100%, foi de 1,52 g e na dose de 200%, foi de 0 g. A produção de massa verde estimada, para espaçamento de 0,25 m X 0,25 m, é de 832 kg/ha para a dose de 50%, 795,2 Kg/ha para a dose testemunha (0%), 595,2 kg/ha para a dose de 150%, 243,2 kg/ha para a dose de 100% e 0 kg/ha para a dose de 200%.

A massa verde não será o enfoque deste trabalho, pois, segundo Floss (2011), a matéria verde não expressa propriamente no crescimento das plantas, pois, como o teor de água é alto, a sua variabilidade conduz a erros. Uma estiagem pode representar uma perda de acúmulo de peso, e uma noite de chuva, determinar um grande crescimento, quando, na verdade, o que variou, significativamente, foi o teor de água nos tecidos, não o peso de biomassa seca. Portanto, o acúmulo de massa verde contraria o conceito de crescimento de que é um processo irreversível. Porém, o peso de massa verde não pode ser desprezado. Do ponto de vista comercial, não tem nenhum sentido avaliar o rendimento de hortaliças, tubérculos, frutas e a quantidade de forragem ingerida pelo animal em pastejo somente pelo peso seco. A massa verde é importante, pois é ela quem vai caracterizar a real produtividade com o objetivo de rendimentos financeiros.

A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos fatores olerícolas (cultura da alface) e doses de ureia em relação à variável massa seca (g) (Tabela 3).

Tabela 3 – Modelo matemático referente à variável massa seca da cultura da alface em razão das doses de nitrogênio do experimento

Modelo Matemático	R²	P
Linear (-0,002x + 0,508)	0,601	0,005

Fonte: os autores.

Pode-se observar na Tabela 3 que há uma relação de causa e efeito, ou seja, a variável X (doses de nitrogênio) influencia a variável Y (massa seca), apresentando um comportamento linear negativo, com uma influência de 61%. Para o acúmulo da massa seca, foi verificado o mesmo comportamento da influência da dose de nitrogênio em relação ao acúmulo de massa verde. Novamente a dose testemunha (0%) e a dose de 50% se mostraram superiores às demais doses; porém, não houve diferença de peso seco entre a testemunha e a dose de 50%. As demais doses tiveram o mesmo comportamento observado na avaliação do acúmulo de massa verde. Para a testemunha e para a dose de 50%, o acúmulo de massa seca foi de 0,47 g, para a dose de 150%, foi de 0,39 g, para a dose de 100%, foi de 0,19 g e para a dose de 200%, foi de 0 g.

A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos fatores olerícolas (cultura da alface) e doses de ureia em relação à variável teores de nitrato (g/kg) (Tabela 4).

Tabela 4 – Modelo matemático referente à variável teores de nitrato da cultura do alface em razão das doses de nitrogênio do experimento

Modelo Matemático	R²	P
Linear (-0,25x + 0,775)	0,4032	0,005

Fonte: os autores.

Na Tabela 4, é possível perceber que há uma relação de causa e efeito, ou seja, a variável X (doses de nitrogênio) influencia a variável Y (teores de nitrato), apresentando um comportamento linear negativo, com uma influência de 40,3%. As doses de 50% e 150% obtiveram maior acúmulo de nitrato; ambas acumularam 75 g/kg de nitrato na parte aérea. Em seguida, a dose de 0% (testemunha) acumulou 62,5 g/kg de nitrato na parte aérea e a dose de 100% acumulou 50 g/kg de nitrato na parte aérea. Esses valores correspondem a 75000 mg/kg para os tratamentos 50% e 150%, 62500 mg/kg no tratamento 0% (testemunha) e 50000 mg/kg no tratamento de 100%.

Os limites máximos aceitáveis de nitrato em alface estabelecidos pelo Governo Holandês são de 4500 mg/kg de tecido seco para alfaces cultivadas no inverno (GUNES et al., 1994 apud FERREIRA, 2002). Traiani e Raji (1997 apud MANTOVALI et al., 2005), consideraram os teores de 30 e 50 g/kg de nitrogênio adequados para plantas de alface. Porém, segundo Fontes et al. (1997 apud MANTOVALI et al., 2005), determinaram o teor de 37,5 g/kg de nitrogênio na massa seca como nível crítico para alface. Na Tabela 5 são apresentados os percentuais de acúmulo de nitrato.

Tabela 5 – Percentual de acúmulo de nitrato por tratamento no experimento

Tratamentos	% Nitrato Acumulado
0%	6,25
50%	7,50
100%	5,00
150%	7,50

Fonte: os autores.

Ferreira (2002), em estudo com plantas de alface, verificou o acúmulo, em percentual, de 2,7% em doses de 200 kg/ha de nitrogênio. Porém, para a CQFS (2004), o teor de nitrato adequado para folhas de alface varia de 3% a 5%. A concentração de nitrogênio na massa seca varia de 2 a 4% (MENGEL; KIRKBY, 1987 apud FLOSS, 2011).

Ao analisar a cultura da rúcula, a análise de variância não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) das doses de ureia em relação às variáveis massa verde (g), massa seca (g) e teores de nitrato (g/kg).

4 CONCLUSÃO

Para a cultura da alface com o aumento das doses de nitrogênio houve uma diminuição nos teores de massa fresca, seca e nitrato.

Já para a cultura da rúcula, a análise de variância não revelou efeito significativo para todas as variáveis analisadas.

Nitrate in vegetable crops under different doses of urea

Abstract

In order to evaluate the levels of nitrate in vegetable crops under different doses of urea was carried out this research which was conducted in a greenhouse at the University of West of Santa Catarina, approximate Campus of São José do Cedro, SC. We used a randomized block design in a factorial 2x5x4. Study was conducted to evaluate the influence of nitrogen rate on the culture of lettuce and arugula. The doses used were 0% (control), 50%, 100%, 150% and 200% of the recommended dosage, 0 kg/ha, 50 kg/ha, 100 kg/ha, 150 kg/ha and 200 kg/ha nitrogen respectively. Data were subjected to regression analysis with the choice of mathematical models on the significance and magnitude of the coefficient of determination (R^2). We determined the fresh weight, dry weight and the nitrate content of the treatments. It was concluded that for the culture of lettuce with increasing levels of nitrogen, there was a decrease in the fresh weight yields, dried and nitrate. As for the culture of arugula, analysis of variance revealed no significant effect for all variables.

Keywords: Lettuce. Arugula. Green mass. Dry mass. Nitrate.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 16th ed. Washington, D.C., 1995.

BACK, Alvaro José et al. Tendências climáticas e produção de uva na região dos Vales da Uva Goethe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2012000400004&lang=pt>. Acesso em: 16 maio 2013.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes. **Pós-colheita de frutas e frutas: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. Lavras: UFLA, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013.

FERREIRA, Vitório Poletto. **Doses e Parcelamento de Nitrogênio em Alface**. Porto Alegre: [S.n.], 2002.

FLOSS, Elmar Luiz. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que não se vê**. 5. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2011.

HORTA E VITALIDADE. **Alface ORGÂNICA e Hidropônica (não confunda!)**. Toledo, 2008. Disponível em: <<http://hortavitalidade.blogspot.com.br/2008/09/alfaceorganica-e-hidropnica.html>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 27 ago. 2014.

LUZ, Gean Lopes da et al. **Desenvolvimento e qualidade do rabanete sob diferentes fontes de potássio.** Mossoró, 2001. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/531/pdf_122>. Acesso em: 13 ago. 2012.

MANTOVANI, José Ricardo et al. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 1, p. 53-59, 2005.

MANTOVANI, José Ricardo et al. Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/hb/v23n3/a14v23n3.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina:** Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10. ed. Porto Alegre: [S.n.], 2004.

SOUZA, Jacimar Luiz. **Cultivo Orgânico de Hortaliças** – Sistema de Produção. Viçosa: CPT, 2009.

TEDESCO, Marino José et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995.