



## Balço de nutrientes no solo após o cultivo do milho para silagem colhida em diferentes alturas<sup>1</sup>

Julio Cezar Heker Junior<sup>2</sup> Julio Hülse<sup>3</sup> Mikael Neumann<sup>4</sup>  
Robson Kyoshi Ueno<sup>5</sup> Itacir Elói Sandini<sup>6</sup>

14 abr. 2016

Resumo – O objetivo do estudo foi avaliar o balanço de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) do solo após a colheita da forragem do milho em diferentes alturas para silagem (20, 40, 60, 80 e 100 cm do solo), O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os dados foram submetidos a análise de regressão. A extração de macronutrientes pela biomassa foi em média ( $P>0,05$ ) de 204,77; 191,23; 54,76 kg ha<sup>-1</sup> de N, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Com a elevação de colheita observou-se um balanço final no solo a cada 10 cm de 3,6 kg ha<sup>-1</sup> de N; 1,3 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 9,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Porém mesmo com o corte mais alto (100 cm), a reciclagem de nutrientes via fitomassa remanescente não foi suficiente para suprir o consumo de o K<sub>2</sub>O do solo, ficando valores negativos de 37,7 kg ha<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: fósforo. macronutrientes. nitrogênio. potássio. reciclagem.

### 1. INTRODUÇÃO

Em um sistema de produção de alimentos conservados como a silagem de milho, busca-se produções elevadas e com alta qualidade, para isso é necessário um cuidado em especial com a fertilidade do solo visto que são retirados uma maior quantidade de nutrientes que seriam reciclados, no caso de apenas ser colhido os grãos do milho (UENO et al., 2013).

De acordo com Neumann et al. (2007), a colheita da planta em altura mais elevada contribui para o

aumento da reciclagem de matéria orgânica no solo e com o retorno de parte dos nutrientes concentrados nas porções remanescentes das plantas, que geralmente são extraídos pela altura de colheita rente ao solo.

Von Pinho et al. (2009), salienta que as recomendações de adubação para a cultura do milho devem ser baseadas em nível de produção e tipo de exploração. Porém a maioria dos produtores de silagem cultiva o milho com a adubação recomendada para produção de grãos, o que causa déficits ao solo

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado do segundo autor.

<sup>2</sup> jr\_heker@hotmail.com, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

<sup>3</sup> julioh@agraria.com.br, Médico Veterinário, Mestre em Produção Vegetal, UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

<sup>4</sup> neumann.mikael@hotmail.com, Professor do Departamento de Ciências Veterinárias da UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

<sup>5</sup> robsonueno@hotmail.com, Doutorando em Zootecnia, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>6</sup> isandini@hotmail.com, Professor do Departamento de Ciências Veterinárias da UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.



de nitrogênio e principalmente potássio (UENO et al., 2013).

Com isso este trabalho tem por objetivo quantificar a exportação de macronutrientes (N, P, K) do solo pela colheita da forragem do milho em diferentes alturas para silagem, e mensurar o potencial de ciclagem dos macronutrientes no solo pela necromassa remanescente (colmos de resteva).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava PR. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno típico. A dimensão do experimento foi de 720 m<sup>2</sup>, subdividido em 25 parcelas com seis linhas de cultivo cada (4,8 x 6 m), com o híbrido simples 30F53HRR.

A implantação do milho foi efetuada no dia 05/12, em sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade de semeadura de 4 cm e distribuição de seis sementes por metro linear. Realizou-se a adubação de base com 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 05-25-25 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). A adubação de cobertura foi com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia quando as plantas apresentaram quatro folhas expandidas, conforme CQFS (2004).

Os tratamentos foram: forragem colhida a 20, 40, 60, 80 e 100 cm do solo. A coleta de dados foi efetuada no estágio fenológico de grão farináceo a duro (R5) aos 134 dias após a emergência das plantas (ponto de ensilagem). Na avaliação procedeu-se a coleta de amostras da forragem e dos colmos remanescentes contidos na área útil de cada parcela, As amostras foram pesadas e pré-secas em estufa de circulação de ar forçado a 55 °C até atingir peso constante. Após secagem as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey com peneira de malha de 1 mm para determinação dos teores de N, P, K, realizadas de acordo com a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). A concentração dos nutrientes foram

ponderadas pela produção de matéria seca e de colmos remanescente para o cálculo da exportação de nutrientes no solo conforme o tratamento.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, considerando a variável altura de corte das plantas, pelo procedimento PROC REG do programa estatístico SAS.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 está contido o balanço de nutrientes, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, do solo após colheita de silagem de milho em diferentes alturas, mostrando os nutrientes fornecidos via adubação (F), os extraídos pela fitomassa total (E), os contidos na fitomassa remanescente (R), os exportados pela fitomassa ensilável (Ex=E-R), o saldo de nutrientes no solo (S=F-Ex) e as equações de regressão, demonstradas quando as probabilidades gerais foram menores que (P>0,05).

Conforme a Tabela 1, as adubações realizadas na cultura forneceram ao solo 215 kg ha<sup>-1</sup> de N, 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e foram iguais para todos os tratamentos. A extração pela fitomassa foi constante (P>0,05) para as cinco alturas de colheita e para todos os nutrientes, apresentando extrações médias decrescentes de N>K<sub>2</sub>O>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, de 204,77; 191,23; 54,76 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores similares foram encontrados por Ueno et al. (2013) em trabalho com exportação de macronutrientes com o híbrido simples (SG 6010) e com produção de 17.613 t MS ha<sup>-1</sup>, com exportação de 241,31; 170,39; 96,50 kg ha<sup>-1</sup> para os mesmos nutrientes.

O desbalanço causado pela extração de nutrientes pela fitomassa foi amenizado pela reciclagem dos nutrientes, que a cada 10 cm na elevação de colheita observou-se um aumento na reposição ao solo de médio de 8,9 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; 3,9 kg ha<sup>-1</sup> de N; e 0,7



kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Tabela 1. Nutrientes fornecidos via adubação, extraídos pela fitomassa total, contidos na fitomassa remanescente, os exportados pela fitomassa ensilável, o saldo de nutrientes no solo em cinco diferentes alturas de colheita.

Parâmetros	Alturas de colheita (cm)				
	20	40	60	80	100
N (kg/ha)					
Fornecido (F)	215,0	215,0	215,0	215,0	215,0
Extraído (E)	204,0	205,4	200,9	204,7	208,8
Remanescente (R)	3,1	8,9	16,0	23,0	36,0
Exportado (Ex=E-R)	200,9	196,5	185,0	181,7	172,8
Saldo no solo (S=F-Ex)	+14,1	+18,5	+30,0	+33,3	+42,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)					
Fornecido (F)	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Extraído (E)	55,5	58,1	55,7	52,6	51,9
Remanescente (R)	0,5	1,3	2,3	3,9	5,9
Exportado (Ex=E-R)	55,0	56,8	53,4	48,7	46,0
Saldo no solo (S=F-Ex)	+20,0	+18,2	+21,6	+26,3	+29,0
K <sub>2</sub> O (kg/ha)					
Fornecido (F)	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Extraído (E)	198,9	190,8	183,2	190,4	192,9
Remanescente (R)	13,4	24,8	43,5	68,2	80,2
Exportado (Ex=E-R)	185,5	166,0	139,7	122,2	112,7
Saldo no solo (S=F-Ex)	-110,5	-91,0	-64,7	-47,2	-37,7
Parâmetros	Equações de regressão				
Fornecido (F)					
Extraído (E)	NS				
Remanescente (R)	y = -6,6 <sup>***</sup> + 0,399 <sup>***</sup> x (CV: 20,6%; R <sup>2</sup> : 0,92)				
Exportado (Ex=E-R)	y = 208,7 <sup>***</sup> - 0,355 <sup>***</sup> x (CV: 9,7%; R <sup>2</sup> : 0,25)				
Saldo no solo (S=F-Ex)	y = 6,3 <sup>NS</sup> + 0,355 <sup>***</sup> x (CV: 65,6%; R <sup>2</sup> : 0,25)				
Fornecido (F)					
Extraído (E)	NS				
Remanescente (R)	y = -1,2 <sup>***</sup> + 0,067 <sup>***</sup> x (CV: 28,6%; R <sup>2</sup> : 0,86)				
Exportado (Ex=E-R)	y = 59,8 <sup>***</sup> - 0,131 <sup>***</sup> x (CV: 14,7%; R <sup>2</sup> : 0,20)				
Saldo no solo (S=F-Ex)	y = 15,2 <sup>***</sup> + 0,131 <sup>***</sup> x (CV: 33,1%; R <sup>2</sup> : 0,20)				
Fornecido (F)					
Extraído (E)	NS				
Remanescente (R)	y = -7,1 <sup>***</sup> + 0,885 <sup>***</sup> x (CV: 22,4%; R <sup>2</sup> : 0,87)				
Exportado (Ex=E-R)	y = 202,1 <sup>***</sup> - 0,947 <sup>***</sup> x (CV: 17,1%; R <sup>2</sup> : 0,56)				
Saldo no solo (S=F-Ex)	y = -127,1 <sup>***</sup> + 0,95 <sup>***</sup> x (CV: 35,4%; R <sup>2</sup> : 0,56)				

\*\*\*P<0,01; \*\*P<0,05; \*P<0,10; NS = não significativo.

Conforme se elevou a altura de colheita, uma maior quantidade de nutrientes que permaneceu no solo

com efeito linear crescente, inversamente proporcional ao exportado pela fitomassa. A cada 10 cm na elevação de colheita observou-se um balanço final no solo de 3,6 kg ha<sup>-1</sup> de N; 1,3 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 9,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Porém mesmo com o corte mais alto (100 cm), a reciclagem de nutrientes via fitomassa remanescente não foi suficiente para suprir o consumo de o K<sub>2</sub>O do solo, ficando valores negativos de 37,7 kg ha<sup>-1</sup>. Enquanto os valores de N e o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ficaram positivos em 42,21 e 29,00 kg ha<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Ueno et al. (2013) colhendo silagem a 20 cm de altura encontrou valores similares de déficit de K<sub>2</sub>O (-100,39 kg ha<sup>-1</sup>) comparando com o presente trabalho (-110,5 kg ha<sup>-1</sup>), sendo diferente para N, onde o mesmo encontrou um déficit de -93,31 kg ha<sup>-1</sup> diferente do presente estudo que apresentou saldo positivo de 14,1 kg ha<sup>-1</sup>.

Segundo Ueno et al. (2013) há déficit de 30,40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O mesmo com reposição de nutrientes via adubação orgânica, pelas fezes dos animais alimentos com a silagem, o que também é demonstrado por Silva et al. (2010) que depois de seis anos de avaliação fazendo reposição mineral e orgânica em áreas de silagem também encontrou déficit de K<sub>2</sub>O.

#### 4 CONCLUSÕES

A exportação de nutrientes do solo diminui com elevação da altura de colheita do milho. A adubação de potássio, seguida conforme a recomendação para a cultura do milho, não foi suficiente para suprir a exportação de nutrientes pelas diferentes alturas de corte da silagem, sendo uma alternativa inviável para suprir os déficits de potássio no solo, mostrando que a adubação de potássio deve ter uma atenção especial por parte dos produtores em procurar estratégias para sanar esta deficiência. Não foram observados déficits no balanço de nitrogênio e potássio no solo em todas as alturas de colheita do milho.



## Nutrient balance in the soil after maize cultivation silage harvested at different heights

Abstract – The objective of the study was to evaluate the balance of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) in the soil after harvest of forage maize at different times for silage (20, 40, 60, 80 and 100 cm in the soil) the experimental design was completely randomized and the data were submitted to regression analysis. The extraction of macronutrients by biomass averaged ( $P > 0.05$ ) was 204,77; 191,23; 54,76 kg ha<sup>-1</sup>, in N, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectively. With the increase crop was observed a final statement on the soil every 10 cm of 3,6 N kg ha<sup>-1</sup>; 1,3 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 9.5 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. But even with the highest cut (100 cm), the recycling of nutrients through the remaining biomass was not sufficient to meet the consumption of soil K<sub>2</sub>O, getting negative values of 37.7 kg ha<sup>-1</sup>.

Keywords: phosphorus. macronutrients. nitrogen. potassium. recycling.

### REFERÊNCIAS

- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.; RESTLE, J.; OST, P.R.; LUSTOSA, S.B.C.; FALBO, M.K. Ensilagem de milho (*Zea mays* L.) em diferentes alturas de colheita e tamanho de partículas: produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 3, p. 379–397, 2007.
- SILVA, J. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; VELOSO, C. M.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, L. F. C. Esterco de gado leiteiro associado a adubação mineral e sua influência na fertilidade se um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 453–463, 2010.
- 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, 174 p.
- UENO R.K.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; REINEHR, L.L.; POCZYNEK, M.; MICHALOVICZ, L. Exportação de macronutrientes do solo em área cultivada com milho para alimentação de bovinos confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3001–3018, 2013.
- VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; PEREIRA, J.L.A.R.; REIS, M.C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 157–173, 2009.

#### Correspondência:

Julio Cezar Heker Junior

jr\_heker@hotmail.com, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

Recebido: 18 nov. 2015

Aprovado: 07 abr. 2016

Como citar: HEKER JUNIOR, Julio Cezar; HÜLSE, Julio; NEUMANN, Mikael; UENO, Robson Kyoshi; SANDINI, Itacir Elói. Balanço de nutrientes no solo após o cultivo do milho para silagem colhida em diferentes alturas. **Syn. Scy. UTFPR**, Pato Branco, v. 11, n. 1, p. 39–42, jan./mar. 2016. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Artigos convidados do XVII Simpósio Paranaense de Ovinocultura, V Simpósio Paranaense de Caprinocultura e V Simpósio Sul Brasileiro de Ovinos e Caprinos. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: “em processo de registro”

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.