



## PRODUÇÃO DE SILAGEM E RECICLAGEM DE NUTRIENTES EM MILHO. 2 – COMPOSIÇÃO MINERAL E RECICLAGEM DE NUTRIENTES<sup>1</sup>

JOÃO BATISTA DE ANDRADE<sup>2</sup>, WIGNEZ HENRIQUE<sup>3</sup>, GILBERTO BRAUN<sup>2</sup> e ROSANA APARECIDA POSSENTI<sup>2</sup>

**RESUMO-** Em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, no Instituto de Zootecnia, SP, foi desenvolvido um experimento em blocos casualizados com parcelas subdivididas para avaliar a produção e reciclagem de nutrientes em três variedades e quatro cultivares de milho para silagem, cortados a 15 e 50 cm acima da superfície do solo. Os resultados mostraram que a concentração de potássio na base do colmo, o equivalente a 87 kg /há de cloreto de potássio.

**Termos para indexação:** variedades, cultivares, altura de corte.

*SILAGEM PRODUCTION AND NUTRIENTS RECYCLING IN SEVEN CORN CULTIVARS. 2 – MINERAL COMPOSITION AND NUTRIENTS RECYCLING*

**SUMMARY –** In a Ultisol, in the Instituto de Zootecnia, SP, an experiment was conducted in split plot design, with three replications, to measure dry matter, yield and the recycling of nutrients of three varieties and four corn cultivars, harvested and two height cuts (15 and 50 cm above ground). The potassium percentage in the base of the stem (50 cm) was higher than that was in the whole plant. The high cut (50 cm) can return to the soil the equivalent of 87 kg/há to potassium chloride.

**Index terms:** varieties, cultivars, cut height.

### INTRODUÇÃO

Embora algumas forrageiras mostrem produções de matéria seca maior que o milho, este produz mais energias digestível, com um menor custo (NUSSIO, 1991).

São poucos os trabalhos que mostram a composição mineral da planta de milho produzido para confecção de silagem, PHILIPPS e WELLER (1979) determinaram em cinco cultivares de milho para silagem 0,27% de fósforo, 0,46% de cálcio, 0,21% de magnésio e 1,44 % de potássio. SCHWARTZ e KAFKAFI (1978) determinaram em experimento com milho colhido aos 90 dias, 1,76% de potássio, 0,31% de cálcio e 0,20% de

magnésio. AGBOOLA e COREY (1973), em trabalho que visou a correlação do teor do elemento no tecido da folha com o conteúdo deste no solo, determinaram na matéria seca da folha (da inserção da espiga), 2,68% de de nitrogênio, 0,27% de fósforo, 2,36% de potássio, 0,50% de cálcio e 0,23% de magnésio.

CRUZ (1992) determinou para a palhada de milho porcentagem de 0,74 de nitrogênio, 0,10 de fósforo, 0,50 de cálcio, 0,94 de magnésio e 0,94 de potássio. Estas porcentagens dos minerais, provavelmente, levariam a menores extrações de fósforo e potássio e maiores de cálcio e magnésio.

Quanto à extração de nutrientes do solo, FARIA (1986) citando dados de Barrer e Olson (1968), para o

1 Trabalho desenvolvido pelo Instituto de Zootecnia em parceria com a firma Agroceres S. A.

2 Pesquisadores do Instituto de Zootecnia, Rua Heitor Penteado, 56 Centro, 13.460-000, Nova Odessa, SP.

3 Pesquisadora do Instituto de Zootecnia, Estação Experimental de Zootecnia de São José do Rio Preto, Rodovia Washington Luiz, Km 445, CP 1013, SP



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

milho seco (produção de grãos), relatou extrações de 169 kg de nitrogênio, 36 kg de fósforo, 36 kg de cálcio, 39 kg de magnésio, 175 kg de potássio e 19 kg de enxofre para uma produção de 15.500 kg de matéria seca/ha. MALAVOLTA e DANTAS (1987) apresentaram dados de Andrade (1975), mostrando a seguinte extração de minerais pela planta de milho seco: 179 kg de nitrogênio, 29 kg de fósforo, 30 kg de cálcio, 27 kg de magnésio, 186 kg de potássio e 30 kg de enxofre, para uma produção de 16.900 kg de matéria seca/ha.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a produção de matéria seca e a reciclagem de nutrientes em três variedades e quatro cultivares de milho cortado a 15 e a 50 cm de altura em relação à superfície do solo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental de São José do Rio Preto, SP, do Instituto de Zootecnia, em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo. Foi efetuado em 04/11/1996, um aplicação de calcário dolomítico calcinado, de 3.800 kg/ha.

O plantio foi realizado em 25/11/1996, com plantadeira de milho, para abrir os sulcos e depositar o adubo, na dose de 800 kg/ha de 4-14-8 (+0,3% de zinco). Com saraquá, semearam-se 10 sementes (duas a duas) por metro linear, em linhas espaçadas de 0,90 metro. Foi efetuado um desbaste em 23/12/1996, deixando-se 5 plantas por metro linear. As sementes foram tratadas com semente (1 litro/50 kg de sementes).

Como adubações de cobertura foram aplicados 400 kg/há de 20-00-20 (5 folhas emergidas) e 300 kg/há de sulfato de amônio (9 folhas emergidas).

Houve duas pulverizações contra lagarta do cartucho (karatê, 150 ml/400 litros de água/hectare).

Cada parcela experimental compreendia 8 linhas com 5 metros cada.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas subdivididas avaliando-se nas parcelas (milhos estudados) e nas sub-parcelas (altura de corte, 15 e 50 cm).

Avaliaram-se três variedades: AL-25, AL-34 e AL Manduri (Cooperadora de Assistência Técnica Integra, CATI) e quatro cultivares: AG-122, AG-1051, AG-3010 e AG-5011 (Agrocere S. A.).

Para a produção de matéria seca foram amostrados 2,00 metros lineares, cortando-se um metro linear em cada uma das duas linhas centrais de cada subparcela.

Nas subparcelas do corte a 15 cm, acima da superfície do solo, as plantas foram cortadas a 15 cm. Nas subparcelas do corte a 50 cm, as plantas foram cortadas rente ao solo e no laboratório, cortadas, novamente, para separar a porção basal do colmo correspondente a 50 cm.

Os resultados mostraram que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) de tipo de milho para a porcentagem de nitrogênio, fósforo e cálcio, porém não houve efeito significativo para altura de corte e nem houve interação entre tipo de milho e altura de corte ( $P > 0,05$ ), (Quadros 1 e 2). O cultivar AG-5011 apresentou porcentagem de nitrogênio maior que a variedade AL-Manduri, porém estes foram semelhantes aos outros milhos testados. A porcentagem de nitrogênio dos milhos testados, colhidos para produção de silagem, foi maior que aquela calculada por FARIA (1986) e por MALAVOLTA e DANTAS (1987), para o milho para produção de grãos.

A porcentagem de fósforo do cultivar AG-122 foi maior que aquela da variedade AL-Manduri e ambos foram semelhantes aos demais milhos estudados. A porcentagem de fósforo dos milhos estudados foram semelhantes àquelas calculadas por FARIA (1986) e MALAVOLTA e DANTAS (1987) para o milho para produção de grãos, porém, inferiores àquelas encontradas por PHIPPS e WELLER (1979) e SCHWATZ e KAFKAFI (1978) para o milho no momento da ensilagem.

Para a porcentagem de magnésio, a análise mostrou efeito de tipo de milho e altura de corte ( $P < 0,05$ ), porém, não foi encontrada interação entre essas variáveis ( $P > 0,05$ ), (Quadros 1 e 2). Os resultados mostraram que o cultivar AG-122 apresentou porcentagem de magnésio menor que as variedades AL-25 e AL-Manduri e o cultivar AG-3010, sendo todos esses semelhantes aos demais quanto à esta característica. As plantas cortadas a 15 cm de altura, acima da superfície do solo, apresentaram maior porcentagem de magnésio que aquelas cortadas a 50 cm de altura. As porcentagens de magnésio encontradas, para os milhos testados, são maiores que aquelas calculadas de MALAVOLTA e DANTAS (1987) e semelhantes àquelas calculadas de FARIA (1986), para o milho seco, porém, inferiores as mencionadas por PHIPPS e WELLER (1979) e SCHWATZ e KAFKAFI (1978), para o milho no ponto de ensilar.

Para as porcentagens de potássio e de enxofre não foram observados efeitos significativos de tipo de milho ( $P > 0,05$ ). Para altura de corte houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para a porcentagem de enxofre, não havendo porcentagem de potássio. Não foi encontrada interação entre essas duas variáveis ( $P > 0,05$ ), (Quadros 1 e 2). A porcentagem de enxofre nas plantas cortadas a 15 cm de altura foi maior que aquela das plantas cortadas a 50 cm de altura. A porcentagem de potássio determinada nos milhos estudados são semelhantes àquelas de PHIPPS e WELLER (1979) e inferiores as de SCHWATZ e KAFKAFI (1978). A porcentagem de enxofre, nos



milhos estudados, são semelhantes e inferiores as calculadas do trabalho de FARIA (1986) e MALAVOLTA e DANTAS (1987), para o milho para a produção de grãos, respectivamente.

Na análise da base do colmo (50 cm), os resultados da análise de variância não mostram efeito significativo de tipo de milho ( $P > 0,05$ ) para porcentagem de matéria

sêca, nitrogênio, fósforo, e enxofre da base do colmo são menores que aquelas determinadas na planta inteira, cortada a 15 ou 50 cm de altura. Já a porcentagem de potássio da base do colmo é maior que aquela observada na planta inteira, cortada a 15 ou 50 cm de altura (Quadro 2 e 3).

**Quadro 1. Porcentagem de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e enxofre (S) em função do cultivares.**

Cultivar ou Variedade	N	P	Ca	Mg	K	S
-----% na matéria seca-----						
AL-25 <sup>1</sup>	1,43 AB	0,23 AB	0,32 A	0,21 A	1,44	0,11
AL-34 <sup>1</sup>	1,48 AB	0,25 AB	0,25 AB	0,20 AB	1,31	0,11
AL-Manduri <sup>1</sup>	1,54 AB	0,28 A	0,20 B	0,16 B	1,18	0,12
AG-122	1,54 AB	0,28 A	0,20 B	0,16 B	1,18	0,12
AG-5011	1,57 AB	0,23 AB	0,20 B	0,19 AB	1,37	0,12
AG-3010	1,49 AB	0,26 AB	0,24 AB	0,021 A	1,28	0,12
AG-1051	1,40 AB	0,23 AB	0,20 B	0,18 AB	1,10	0,11
CV%	4,29	7,76	13,78	7,32	10,88	10,61
DMS	0,18	0,05	0,09	0,04	0,39	0,03

Médias seguidas de letras maiúsculas, na coluna, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

**Quadro 2 – Porcentagem de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e enxofre (S) em função da altura de corte**

Altura de Corte	N	P	Ca	Mg	K	S
-----% de matéria seca-----						
15 cm	1,46	0,24	0,24	0,21 A	1,26	0,13 A
50 cm	1,47	0,24	0,23	0,19 B	1,24	0,10 B
CV %	9,42	9,59	23,03	7,41	11,51	23,01
DMS	0,09	0,02	0,04	0,01	0,10	0,02

Médias seguidas de letras maiúsculas, na coluna, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

**Quadro 3 – Porcentagem de matéria seca (% MS) nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), e enxofre (S), determinados na base do colmo (50 cm), em função de cultivares.**

Cultivar ou Variedade	MS %	N	P	Ca	Mg	K	S
-----% na matéria seca-----							
AL-25	21,63	0,64	0,02	0,19 B	0,20 C	3,14	0,05
AL-34	19,49	0,76	0,04	0,30 AB	0,28 ABC	2,59	0,06
AL-Manduri	19,81	0,79	0,02	0,23 B	0,27 ABC	2,50	0,05
AG-122	19,10	0,63	0,03	0,23 B	0,22 BC	2,78	0,05
AG-5011	19,78	0,74	0,04	0,24 B	0,31 AB	2,48	0,07
AG-3010	19,02	0,72	0,03	0,37 A	0,33 A	2,60	0,08
AG-1051	19,81	0,69	0,03	0,20 B	0,26 ABC	2,86	0,04
CV %	10,42	11,23	38,78	16,62	13,36	18,98	30,11
DMS	5,90	0,23	0,03	0,12	0,10	1,47	0,05

Médias seguidas de letras maiúsculas, na coluna, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

1 = variedades

Houve efeito significativo do tipo de milho ( $P < 0,05$ ) para a porcentagem de cálcio que as variedades

AL-25 e AL-Manduri e os cultivares AG122, AG-5011 e AG-1051, porém, semelhante à variedade AL-34, que



se mostrou semelhante a todos os outros. Em relação à porcentagem de cálcio determinada na planta inteira, cortada a 15 ou 50 cm de altura, aquela observada na base do colmo foi bastante próxima. O cultivar AG 122 e a variedade AL34, porém foi semelhante aos demais. A porcentagem média de magnésio observada na base do colmo, nos milhos testados, tendeu a ser maior que aquela determinada na planta inteira, cortada a 15 ou 50 cm de altura.

Não foi encontrado efeito significativo de tipo de milho para produção de matéria seca e para extração de nitrogênio ( $P > 0,05$ ), (Quadros 4 e 5). o corte a 50 cm do solo, produziu menos que o corte a 15 cm de altura, mostrando que essa prática de corte alto reduz a produção de matéria seca dos milhos estudados. Em consequência disso, o corte baixo, 15 cm, propiciou aumento na extração de nitrogênio do solo pela cultura, embora a porcentagem de nitrogênio da planta não tenha sido afetada pela altura de corte (Quadro 2).

Os resultados das análises mostraram que houve efeito significativo de tipo de milho e de altura de corte (Quadro 2).

Os resultados das análises mostraram que houve efeito significativo de tipo de milho e de altura de corte ( $P < 0,05$ ) para extração de fósforo, cálcio, magnésio, potássio e enxofre (Quadro 4 e 5), porém, não foi encontrada interação ( $P > 0,05$ ) entre tipo de milho e altura de corte para todas essas características. O cultivar AG-122, mostrou extração de fósforo maior que as variedades AL-25 e AL-Manduri e o cultivar GA-5011, sendo que todos esses apresentaram extração de fósforo semelhante aos demais. A extração de cálcio da variedade AL-25 foi maior que o cultivar AG-1051, porém, a extração de cálcio destes foram semelhantes as dos demais milhos testados. A variedade AL-Manduri apresentou extração de magnésio maior que do cultivar

AG-122, tendo esses milhos mostrado extração de magnésio semelhantes as dos outros milhos testados. A extração do potássio do cultivar AG-1051 e da variedade AL-Manduri foram menores que aquela apresentada pela variedade AL-25, sendo no entanto a extração de potássio desses milhos semelhantes as dos demais. Para a extração de enxofre, a do cultivar AG-122 foi maior que do cultivar AG-1051, havendo porém, semelhança entre esses cultivares e os demais. Para a extração de enxofre, a do cultivar AG-122 foi maior que do cultivar AG-1051, havendo porém semelhança entre esses cultivares e os demais milhos testados para a extração de enxofre.

Todos os resultados de extrações de minerais foram semelhantes aos relatados em FARIA (1986) e MALAVOLTA e DANTAS (1987).

Quanto à altura de corte, as análises mostraram que a extração de todos os minerais foi mais elevada na menor altura de corte (15 cm), contudo, pela baixa porcentagem da maioria dos nutrientes na base do colmo (Quadro 3), a reciclagem de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre deve ser baixa. Devemos ressaltar, no entanto, que a reciclagem de potássio pode ser efetiva em se fazendo o corte alto (50 cm), pois, tanto a diferença entre as extrações desse elemento entre o corte baixo e alto, 35,0 Kg de potássio/há, (Quadro 5), com a elevada porcentagem desse elemento na base do colmo, de 2,48 a 3,14% de potássio (Quadro 3) indicam a possibilidade. A extração de potássio pela base do colmo, sugere que o corte alto (50 cm), seria uma prática efetiva na reciclagem desse nutriente, podendo retornar com a base do colmo o equivalente a 87 kg de cloreto de potássio ao solo, tomando-se por base a extração média de potássio pela base do caule dos milhos estudados.

Quadro 4 – Efeito de cultivares sobre a produção de matéria seca (MS) e extração de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e enxofre (S).

Cultivar ou Variedade	MS	N	P	Ca	Mg	K	S
-----Kg/há-----							
AL-25	12.609	178	29 B	38 A	26 AB	201 A	15 AB
AL-34	13.197	194	33 AB	37 AB	26 AB	180 AB	15 AB
AL-Manduri	14.244	195	30B	37 AB	31 A	151 B	15 AB
AG-122	13.665	210	39 A	28 AB	23 B	163 AB	19 A
AG-5011	12.846	202	30 B	27 AB	25 AB	175 AB	15 AB
AG-3010	13.114	196	34 AB	32 AB	27 AB	168 AB	16 AB
AG-1051	13.436	188	31 AB	21 B	24 AB	147 B	14 B
CV %	8,00	8,35	9,39	18,11	10,10	9,71	9,00
DMS	3.042	46,52	8,73	16,33	7,54	47,10	4,00

**Quadro 5 – Efeito da altura de corte sobre a produção de matéria seca (MS) e extração de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (CA), magnésio (Mg), potássio (K) e enxofre (S).**

Altura de Corte	MS	N	P	Ca	Mg	K	S
	-----kg/há-----						
15 cm	14566 A	213 A	6 A	34 A	30 A	185 A	18 A
50 cm	12038 B	177 B	29 B	29 B	22 B	155 B	13 B
CV%	11,77	14,00	16,92	20,34	16,61	21,27	21,47
DMS	1035,30	18,03	3,64	4,24	2,87	23,86	2,21

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na coluna, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

### CONCLUSÕES

As quantidades de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, em kg/há, reciclada pela base do colmo, quando se faz o corte alto (50 cm) são muito pequenas.

A quantidade de potássio, em kg/há, reciclada pela base do colmo, quando se faz o corte alto (50 cm) é elevada, podendo restituir ao solo, o equivalente a 87 kg/ha de KCl.

Há diferença entre os milhos estudados quanto à composição mineral e reciclagem dos nutrientes.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGBOOLA, A. A., COREY, R.B. The relationship between soil pH, organic matter, available phosphorus, exchangeable potassium, calcium, magnesium, and nine elements in the maize tissue. *Soil Science*, Madison, v. 115, n.6, p.367-375, 1973.
- CRUZ, G.M. Utilização de restos de culturas e palhadas na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1., São Carlos, 1992, Anais..., São Carlos, EMBRAPA, 1992. p. 99-121.
- FARIA, V. P. Técnicas de produção de silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8, Piracicaba, 1986. Anais..., Piracicaba: FEALQ, 1986, p. 119-144.
- MALAVOLTA, E., DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. Melhoramento e produção do milho. Campinas Fundação Cargill, 1987, v. 2, p. 539-594.
- NUSSIO, L. G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor nutritivo alimentício. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, Piracicaba, 1991. Anais..., Piracicaba: FEALQ, 1991. P.59-168.
- PHIPPS, R.H., WELLER, R.F. The development of plant components and their effects on composition of fresh and ensiled forage maize, 1 The accumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize. *J. of Agric. Sci., Cambridge*, v.92, n.2, p.471-484, 1979.
- SCHWARTZ, S., KAFKAFI, U. Mg., Ca, and K status of silage corn and wheat periodic stages of growth in the field. *Agron. J., Madison*, v.70, n.2, p.227-231, 1978.