ReGeo ISSN: 2177-3246

FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL E MINERAL NA PRODUÇÃO DE ALFACE CRESPA E SEU EFEITO RESIDUAL NO SOLO EM CULTIVOS SUCESSIVOS

SOURCES AND DOSES OF ORGANOMINERAL AND MINERAL FERTILIZER IN THE PRODUCTION OF GREEN-LEAF LETTUCE AND ITS RESIDUAL EFFECT ON SOIL IN SUCCESSIVE CROPS

FUENTES Y DOSIS DE FERTILIZANTES ORGANOMINERALES Y MINERALES EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA RIZADA Y SU EFECTO RESIDUAL EN EL SUELO EN CULTIVOS SUCESIVOS

https://doi.org/10.56238/revgeov17n7-041

Data de submissão: 24/05/2026 **Data de publicação:** 08/07/2026

Rúbia Rejane Ribeiro
Mestrado em Produção Vegetal
Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
E-mail: rubiarejaneribeiro@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1637-9900
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8167752643833100

José Luiz Rodrigues Torres
Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTM) - Campus Uberaba
E-mail: jlrtorres@iftm.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4211-4340
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4851653122959387

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes fontes e doses de adubação organomineral e mineral na produção de alface crespa e seu efeito residual no solo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (6x3), com 4 repetições, totalizando 72 parcelas, onde foram avaliadas seis doses de fertilizantes: 1 = 0; 2 = 25; 3 = 50; 4 = 100; 5 = 150 e 6 = 200% da adubação recomendada para a cultura da alface, e três fontes de fertilizantes, esterco bovino e de aves poedeiras totalmente curtidos, em base úmida, realizadas 100% no plantio: 1 = Esterco bovino (EB) 0; 12,5; 25; 50; 75 e 100 t ha-1; 2 = Esterco de aves poedeiras (EA) 0; 5; 10; 20; 30 e 40 t ha-1; e uma exclusivamente mineral variando somente as quantidades de nitrogênio (N); 3 = 0; 37,5; 75; 150; 225 e 300 kg ha-1. Manteve-se a recomendação de 400 kg ha-1 de P2O5 e 60 kg ha-1 de K2O, em todas as parcelas, inclusive nas que receberam adubação orgânica, sendo que a adubação fosfatada e potássica foram realizadas 100% no plantio, enquanto que a adubação nitrogenada foi parcelada 20% no plantio, 20% na primeira, mais 30% na segunda e terceira adubação de cobertura, utilizando-se como fontes ureia (45% N), superfosfato simples (20% P2O5) e cloreto de potássio (60% K2O) em dois cultivos sucessivos. O esterco de aves poedeiras se mostrou mais eficiente na produção de alface crespa que o esterco bovino e ureia. De forma geral nos dois cultivos o esterco de aves melhorou os atributos químicos do solo pH, P meh-1, K+, Ca2+, SB e t e o esterco bovino os de M.O. e C.O. e a ureia apresentou os menores valores de pH, Ca2+, SB e t e os maiores valores de H+Al, piorando as características químicas do solo nestes atributos. As doses 202% e 157% correspondentes a 40,4 e 31,4 t ha-1, respectivamente, da adubação de esterco de aves poedeiras em base úmida conferiram maiores produtividades para alface crespa num Latossolo Vermelho.

Palavras-chave: Nitrogênio. Esterco Bovino. Esterco de Galinha. Adubação. *Lactuca sativa*.

ABSTRACT
The objective in this study was to evaluate the influence of different sources and doses of organomineral and mineral fertilization on the production of green-leaf lettuce and its residual effect on soil in successive crops. The experimental design was arranged in randomized blocks (DBC), in a factorial scheme (6x3), with 4 replications, totaling 72 plots, where six fertilizer doses were evaluated: 1 = 0; 2 = 25; 3 = 50; 4 = 100; 5 = 150 and 6 = 200% of the recommended fertilization for lettuce, and three sources of fertilizers, cattle manure and hen manure in wet basis, 100% at planting: 1 = cattle manure (EB) 0 ; 12.5; 25; 50; 75 and 100 t ha-1; 2 = hen manure (EA) 0; 5; 10; 20; 30 and 40 t ha-1; and an exclusively mineral varying only the amounts of nitrogen (N); 3 = 0; 37.5; 75; 150; 225 and 300 kg ha-1. It was maintained the recommendation of 400 kg ha-1 of P2O5 and 60 kg ha-1 of K2O in all plots, including those that received organic fertilization, and phosphorus and potassium fertilization was performed 100% at planting, while the nitrogen fertilization was divided in 20% in the plantation, 20% in the first, 30% in the second and third cover fertilization, using urea (45% N), simple superphosphate (20% P2O5) and potassium chloride (60% K2O) in two successive crops. Hen manure proved to be more efficient in the production of green-leaf lettuce than cattle manure and urea. In general, in both crops, the hen manure improved the soil chemical attributes pH, P meh-1, K+, Ca2+, SB and t and catlle manure of M.O. and C.O. and urea presented the lowest values of pH, Ca2+, SB and t and the most high values of H + Al, worsening the chemical characteristics of the soil in these attributes. The 202% and 157% doses corresponding to 40,4 and 31,4 t ha-1, respectively, of fertilization with hen manure on wet basis conferred higher yields for green-leaf lettuce on a Red Latosol.

Keywords: Nitrogen. Cattle Manure. Hen Manure. Fertilization. *Lactuca sativa*.

RESUMEN
El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de diferentes fuentes y dosis de fertilización organomineral y mineral en la producción de lechuga rizada y su efecto residual en el suelo en cultivos sucesivos. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar (DBC), en un esquema factorial (6x3), con 4 repeticiones, totalizando 72 parcelas, donde se evaluaron seis dosis de fertilizantes: 1 = 0; 2 = 25; 3 = 50; 4 = 100; 5 = 150 y 6 = 200% de la fertilización recomendada para la lechuga, y tres fuentes de fertilizantes, estiércol bovino y de gallinas en base húmeda, 100% al momento de la siembra: 1 = estiércol bovino (EB) 0; 12,5; 25; 50; 75 y 100 t ha-1; 2 = estiércol de gallina (EA) 0; 5; 10; 20; 30 y 40 t ha-1; y un exclusivamente mineral variando solo los montos de nitrógeno (N); 3 = 0; 37,5; 75; 150; 225 y 300 kg ha-1. Se mantuvo la recomendación de 400 kg ha-1 de P2O5 y 60 kg ha-1 de K2O en todas las parcelas, incluidas las que recibieron fertilización orgánica, y la fertilización de fósforo y potasio se realizó 100% al momento de la siembra, mientras que la fertilización de nitrógeno se dividió en 20% en la siembra, 20% en la primera, 30% en la segunda y tercera fertilización de cobertura, usando urea (45% N), superfosfato simple (20% P2O5) y cloruro de potasio (60% K2O) en dos cultivos sucesivos. El estiércol de gallina demostró ser más eficiente en la producción de lechuga rizada que el estiércol bovino y la urea. En general, en ambos cultivos, el estiércol de gallina mejoró los atributos químicos del suelo pH, P meh-1, K+, Ca2+, SB y t y el estiércol bovino de M.O. y C.O. y la urea presentó los valores más bajos de pH, Ca2+, SB y t y los valores más altos de H + Al, empeorando las características químicas del suelo en estos atributos. Las dosis de 202% y 157% correspondientes a 40,4 y 31,4 t ha-1, respectivamente, de fertilización con estiércol de gallina en base húmeda confirieron mayores rendimientos para lechuga rizada en un Latosol Rojo.

Palabras clave: Nitrógeno. Estiércol Bovino. Estiércol de Gallina. Fertilización. *Lactuca sativa*.

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais cultivada e consumida no Brasil, seus cultivos são realizados principalmente em pequenas propriedades rurais e por agricultores familiares (RESENDE *et al.*, 2007). É uma hortaliça folhosa que tem grande importância na alimentação e na saúde humana, como fonte de vitaminas e sais minerais e por constituir-se na mais popular hortaliça folhosa, devido à facilidade de aquisição, produção durante o ano todo e baixo custo (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

A qualidade do solo agrícola é avaliada sob os aspectos físicos, químicos e biológico, que geralmente são alterados positivamente quando ocorre à adição de matéria orgânica, via formas de adubação ou cultivo de plantas com a finalidade de realizar uma adubação verde aos solos da área, que possibilitam dar maior sustentabilidade aos sistemas de produção utilizados (ARATANI *et al.*, 2009). Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes fontes e doses de adubação organomineral e mineral na produção de alface crespa e seu efeito residual no solo em cultivos sucessivos no cerrado mineiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental do setor de Olericultura do Instituto Federal Triângulo Mineiro Campus Uberaba, localizado no município de Uberaba-MG, na altitude de 764 m, latitude de 19º45'27" S e longitude de 47º55'36" W, em uma área em pousio há dois anos, no período entre 08/07/17a 03/11/2017.

O clima da região é caracterizado como tropical chuvoso, com inverno seco e verão úmido, Aw segundo classificação de Köppen. As estações são climaticamente definidas, apresentando estação fria e estação quente com características bem marcadas, com precipitação pluviométrica total e temperatura média anual de 2181 mm e 23,2ºC, respectivamente, no ano de 2008 (UBERABA EM DADOS, 2009), entretanto, durante o período que o estudo foi conduzido não ocorreu precipitação pluviométrica.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013), textura média, apresentando na camada de 0,00-0,20 m quatro meses antes da calagem os seguintes valores: 21% de argila, 68% de areia e 11% de silte, pH CaCl2 5,5; 9,8 mg dm-3 de P (meh-1); 131 mg dm-3 de K+; 1,6 cmolc dm3 de Ca2+; 0,5 cmolc dm3 de Mg2+; 3,2 cmolc dm3 de H+Al e 2,1 dag kg-1 de matéria orgânica, V = 43,2%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (6x3), com 4 repetições, totalizando 72 parcelas, onde foram avaliadas seis doses de fertilizantes: 1 = 0; 2 = 25; 3 = 50; 4 = 100; 5 = 150 e 6 = 200% da adubação recomendada (Ribeiro *et*

al., 1999) para a cultura da alface, e três fontes de fertilizantes, esterco bovino e de aves poedeiras totalmente curtidos, em base úmida, realizadas 100% no plantio: 1 = Esterco bovino (EB) 0; 12,5; 25; 50; 75 e 100 t ha-1; 2 = Esterco de aves poedeiras (EA) 0; 5; 10; 20; 30 e 40 t ha-1; e uma exclusivamente mineral variando somente as quantidades de nitrogênio (N); 3 = 0; 37,5; 75; 150; 225 e 300 kg ha-1.

Manteve-se a recomendação de 400 kg ha-1 de P2O5 e 60 kg ha-1 de K2O, em todas as parcelas, inclusive nas que receberam adubação orgânica, sendo que a adubação fosfatada e potássica foram realizadas 100% no plantio, enquanto que a adubação nitrogenada foi parcelada 20% no plantio, 20% na primeira, mais 30% na segunda e terceira adubação de cobertura, utilizando-se como fontes ureia (45% N), superfosfato simples (20% P2O5) e cloreto de potássio (60% K2O) em dois cultivos sucessivos.

As parcelas experimentais tinham 2,5 x 1,0 m (2,5 m2), as mudas foram transplantadas com espaçamento de 0,25 m entre plantas e entre linhas, em 4 linhas de plantio, sendo 10 plantas por linha, perfazendo um total de 40 plantas por parcela. Em cada parcela útil foram consideradas 12 plantas das duas fileiras centrais, sendo as demais consideradas bordadura.

Fez-se a calagem da área no dia 16/12/2016, aplicando-se 1,7 t ha-1 de calcário com a seguinte composição química: 36,4% de óxido de cálcio, 44% de óxido de magnésio, 99,87% de poder de neutralização (PN) e 90,28% de poder relativo de neutralização total (PRNT), para elevar a saturação de base a 70%.

Foi realizada uma análise química do solo antes do transplante das mudas que apresentou os seguintes valores na camada de 0,00-0,20 m: pH CaCl2 6,5; 20,9 mg dm-3 de P (meh-1); 161 mg dm-3 de K+; 2,9 cmolc dm3 de Ca2+; 1,5 cmolc dm3 de Mg2+; 2,0 cmolc dm3 de H+Al e 1,8 dag kg-1 de matéria orgânica, V = 71%.

As semeaduras foram realizadas nos dias 08/07/17 e 25/08/17 em bandejas plásticas de 200 células, utilizando-se subtrato comercial Bioplant, com sementes de alface crespa da cultivar Vanda da Sakata, sendo as mudas produzidas sob estufa de plástico.

Os fertilizantes orgânicos e os minerais foram distribuídos e incorporados nas parcelas dois dias antes do transplante das mudas nos dois cultivos em 04/08/17 e 22/09/17.

O esterco de aves poedeiras tinha a seguinte composição química em base úmida: pH CaCL2 0,01M = 9,00; Umidade total = 14,79%; MO Total = 16,37%; N total = 0,90%; P (P2O5 total) = 2,83%; K (K2O total) = 1,78%; Ca = 5,68%; Mg = 0,40%; S = 0,24%; B = 28,00 mg kg-1; Cu = 42,00 mg kg-1; Fe = 1845,00 mg kg-1; Mn = 409,00 mg kg-1; Zn = 345,00 mg kg-1 e Na = 277,00 mg kg-1; O esterco bovino tinha pH Ca CL2 0,01M = 7,60; Umidade total = 37,65%; MO Total = 16,18%; N total = 0,67%;

P (P2O5 total) = 0,59%; K (K2O total) = 0,47%; Ca = 0,85%; Mg = 0,17%; S = 0,14%; B = 9,00 mg kg-1; Cu = 31,00 mg kg-1; Fe = 1809,00 mg kg-1; Mn = 170 mg kg-1; Zn = 93,00 mg kg-1 e Na = 49,00 mg kg-1.

As plantas foram irrigadas diariamente por gotejadores, com vazão de 1,8 l h-1 espaçados a cada 0,5 m, com um tempo de irrigação de aproximadamente 40 minutos, mantendo-se a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

Os transplantes das mudas ocorreram nos dias 06/08/17 e 24/09/17 para os canteiros definitivos, com largura de 1,0 m, altura de 0,3 m e 45 m de comprimento, levantados com rotoencanteirador tratorizado.

Foi realizada uma análise química do solo antes do transplante das mudas que apresentou os seguintes valores na camada de 0,00-0,20 m: pH CaCl2 6,5; 20,9 mg dm-3 de P (meh-1); 161 mg dm-3 de K+; 2,9 cmolc dm3 de Ca2+; 1,5 cmolc dm3 de Mg2+; 2,0 cmolc dm3 de H+Al e 1,8 dag kg-1 de matéria orgânica, V = 71%.

As plantas infestantes foram controladas com capinas manuais nos períodos de 29/08 a 03/09 e de 27 a 22/10.

Foram realizadas três adubações de cobertura nos dias 21/08, 28/08, 04/09/17 e 09/10, 16/10 e 23/10.

As colheitas ocorreram nos dias 16/09/17, 70 dias após a semeadura (DAS) e 41 dias após o transplante (DAT) e 03/11/17, 70 (DAS) e 40 (DAT), no momento em que as plantas apresentaram padrão comercial, sem indícios de florescimento e com máximo desenvolvimento vegetativo. As plantas foram cortadas logo abaixo das folhas basais, rentes ao solo e levadas ao laboratório para realização das avaliações.

Quatro dias após as duas colheitas, foram coletadas amostras de solo em cada parcela na camada de 0-0,20 m de profundidade, para a realização de análise química do solo e determinação do efeito residual dos adubos utilizados.

Avaliaram-se o potencial hidrogeniônico em água (pH H2O), fósforo (P) pelo método Mehlich-1 (P meh-1), potássio (K+), cálcio (Ca2+), magnésio (Mg2+), acidez potencial pelo método Ca (OAC)2 (H + Al), matéria orgânica (MO), carbono orgânico (CO), soma de bases = Ca2+ + Mg2+ + K+ + Na+ em cmolc dm-3 (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva em cmolc dm-3 (t = SB + Al3+) em cmolc dm-3, CTC a pH 7 (T = SB + (H + Al)) em cmolc dm-3, saturação por bases atual do solo (V = 100 SB/T) em %.

Os resultados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F para significância, quando significativos, foram submetidos à análise de regressão dos fatores quantitativos (doses) e as

médias dos fatores qualitativos (fontes) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa AGROESTAT.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os dados observou-se que a fonte de fertilizante orgânico de esterco de aves poedeiras foi significativamente superior ($p<0,05$), no primeiro (Tabela 1) e segundo cultivo (Tabela 2) para todas as variáveis respostas analisadas, quando comparado à adubação mineral com ureia e esterco bovino, exceto para número de folhas no 1º cultivo.

Tabela 1. Avaliação agronômica do 1º cultivo de alface crespa cultivada sob diferentes fertilizantes e doses, em Uberaba-MG.

Cultura	Alface crespa					
Variáveis	NF (un.)	AP (cm)	DC (cm)	MF (g pl^{-1})	MS (g pl^{-1})	P (t ha^{-1})
			Fertilizantes (F)			
UR	27,2	19,2 b	1,7 b	236,4 b	9,4 c	37,8 b
EA	28,0	21,6 a	1,8 a	317,3 a	14,8 a	50,8 a
EB	28,2	19,8 b	1,8 ab	244,3 b	11,9 b	39,1 b
Teste F	$0,5138^{ns}$	$<0,0001^{**}$	$0,0076^{**}$	$<0,0001^{**}$	$<0,0001^{**}$	$<0,0001^{**}$
			Doses (D)			
0	24,8	16,5	1,6	153,4	7,4	24,5
25	27,0	18,7	1,7	221,8	10,3	35,5
50	27,4	19,6	1,8	249,5	11,7	39,9
100	28,4	20,8	1,8	285,3	13,7	45,6
150	29,7	22,7	1,9	344,1	14,7	55,0
200	29,4	22,8	1,9	342,1	14,5	54,7
Teste F	$0,0015^{**}$	$<0,0001^{**}$	$<0,0001^{**}$	$<0,0001^{**}$	$<0,0001^{**}$	$<0,0001^{**}$
			Interação F x D			
Teste F	$0,9133^{ns}$	$0,0166^{*}$	$0,2375^{ns}$	$0,0087^{**}$	$0,0003^{**}$	$0,0087^{**}$
CV (%)	10,5	8,1	8,5	18,8	9,0	18,8

^{ns} = Não significativo; * = Significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). UR = ureia; EA = esterco de aves poedeiras; EB = esterco bovino; NF = número de folhas; AP = altura de planta; DC = diâmetro do caule; MF = Massa fresca da parte aérea; MS = Massa seca da parte aérea; P = Produtividade.
Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2. Avaliação agronômica do 2º cultivo de alface crespa cultivada sob diferentes fertilizantes e doses, em Uberaba-MG.

Cultura	Alface crespa					
Variáveis	NF (un.)	AP (cm)	DC (cm)	MF (g pl^{-1})	MS (g pl^{-1})	P (t ha^{-1})
			Fertilizantes (F)			
UR	30,8 b	20,9 b	1,5 b	228,0 b	33,8 b	36,5 b
EA	33,0 a	23,2 a	1,8 a	296,7 a	40,4 a	47,5 a
EB	30,2 b	19,3 c	1,3 c	200,2 b	35,4 b	32,0 b
Teste F	$<0,0021^{**}$	$<0,0001^{**}$	$<0,0001^{**}$	$<0,0001^{**}$	$0,0010^{**}$	$<0,0001^{**}$
			Doses (D)			
0	25,2	15,5	1,1	110,1	28,2	17,6
25	31,3	19,6	1,4	204,5	32,7	32,7
50	31,6	21,1	1,5	237,7	36,0	38,0
100	32,3	22,8	1,7	280,3	39,5	44,8

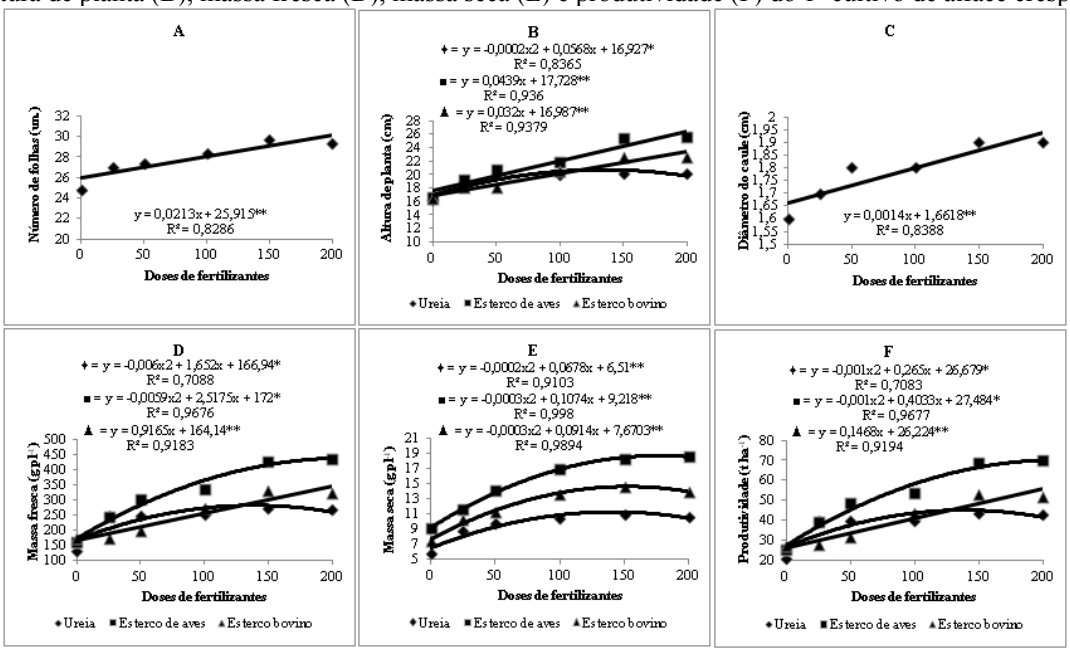
150	34,0	23,7	1,8	303,3	41,7	48,5
200	33,5	24,0	1,8	313,9	41,2	50,2
Teste F	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**
			Interação F x D			
Teste F	0,9061ns	0,0019**	0,0005**	0,0128*	0,7325ns	0,0128*
CV (%)	8,7	7,7	13,3	18,9	16,5	18,9

ns = Não significativo; * = Significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). UR = ureia; EA = esterco de aves poedeiras; EB = esterco bovino; NF = número de folhas; AP = altura de planta; DC = diâmetro do caule; MF = Massa fresca da parte aérea; MS = Massa seca da parte aérea; P = Produtividade.
Fonte: Elaborado pelos autores

No 1º cultivo as variáveis NF e DC foram influenciadas pelos fatores em estudo isoladamente aumentando linearmente, atingindo os valores de 30,18 un. e 1,94 cm, respectivamente, na dose 200%, e ocorreu interação entre fertilizante e dose de forma significativa para as variáveis AP, MF, MS e P (Figura 01).

Após os desdobramentos das interações, através do estudo da regressão polinomial, pode-se observar que no 1º cultivo para a variável AP, o solo adubado com ureia apresentou ajuste quadrático atingindo o valor máximo de 20, 96 cm com a dose 142% e os solos adubados com esterco de aves poedeiras e bovino apresentaram ajustes lineares atingindo os valores de 26,51 e 23,39 cm na dose 200%, sendo 50 e 38% superiores, respectivamente, quando comparados à dose zero (Figura 01).

Figura 1. Efeito das doses no número de folhas (A) e diâmetro do caule (C), efeito das doses dentro de fertilizantes em altura de planta (B), massa fresca (D), massa seca (E) e produtividade (F) do 1º cultivo de alface crespa.



Fonte: Elaborado pelos autores

Para a variável MF no 1º cultivo os solos adubados com ureia e esterco de aves poedeiras apresentaram ajustes quadráticos atingindo os valores máximos de 280,65 e 440,55 g pl-1 com as doses

138 e 213%, respectivamente, e o solo adubado com esterco bovino apresentou ajuste linear atingindo o valor de 347,44 g pl-1 na dose 200%, sendo 112% superior quando comparado à dose zero (Figura 01).

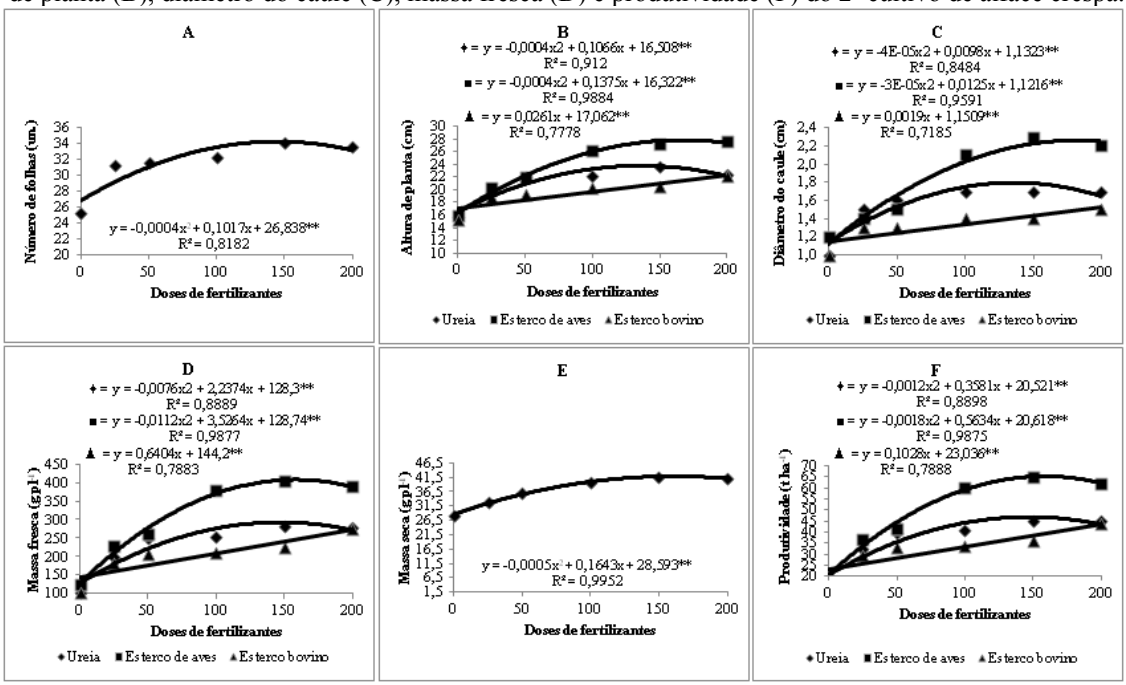
Na variável MS no 1º cultivo os solos adubados com ureia, esterco de aves poedeiras e bovino apresentaram ajustes quadráticos, atingindo os valores máximos de 12,26, 18,83 e 14,63 g pl-1 com as doses 170, 179 e 152%, respectivamente (Figura 01).

Já para a variável P no 1º cultivo os solos adubados com ureia e esterco de aves poedeiras apresentaram ajustes quadráticos atingindo os valores máximos de 44,24 e 68,15 t ha-1 com as doses 66 e 148%, respectivamente, e o solo adubado com esterco bovino apresentou ajuste linear atingindo o valor de 55,58 t ha-1 na dose 200%, sendo 112% superior quando comparado à dose zero (Figura 01).

As doses que conferiram maiores potenciais produtivos no 1º cultivo para ureia, esterco de aves e esterco bovino foram de 133, 202% e 200% que correspondem a 199,5 Kg ha-1, 40,4 e 100 t ha-1 de fertilizantes aplicados e 44,24, 68,15 e 55,58 t ha-1 de produtividade, respectivamente.

No 2º cultivo as variáveis NF e MS foram influenciadas pelos fatores em estudo isoladamente apresentando ajuste quadrático, atingindo os valores de 30,18 un. e 1,94 g pl-1 nas doses 127 e 164%, respectivamente, e ocorreu interação entre fertilizante e dose de forma significativa para as variáveis AP, DC, MF e P (Figura 02).

Figura 02. Efeito das doses no número de folhas (A) e massa seca (E), efeito das doses dentro de fertilizantes em altura de planta (B), diâmetro do caule (C), massa fresca (D) e produtividade (F) do 2º cultivo de alface crespa.



Fonte: Elaborado pelos autores

Após os desdobramentos das interações, através do estudo da regressão polinomial, verificou-se que no 2º cultivo para a variável AP, os solos adubados com ureia e esterco de aves poedeiras apresentaram ajustes quadráticos atingindo os valores máximos de 23,61 e 28,14 cm com as doses 133 e 172%, respectivamente, e o solo adubado com esterco bovino apresentou ajuste linear atingindo o valor de 22,28 cm com a dose 200%, sendo 31% superior quando comparado à dose zero (Figura 02).

Ao estudar a produção de alface crespa cultivar Vanda cultivada sob ambientes protegido e aberto, adubação orgânica e mineral, utilizando as doses de 0, 1,0 e 2,0 vezes a recomendação para composto orgânico (3,6 kg m-2 de NPK), adubo mineral (0,02 kg m-2 de N via ureia), 0,08 kg m-2 de P (superfosfato simples) e 0,008 kg m-2 de K (cloreto de potássio), Cavalheiro *et al.*, (2015) verificaram que em ambiente aberto as maiores médias encontradas foram na maior dose de adubação orgânica para AP (15,6 cm), na dose recomendada de adubação mineral para NF (8,6) e DC (1,13 cm) e em maior dose de adubação mineral para MF (96,78 g pl-1) e P (36,0 t ha-1).

Valores estes todos inferiores aos encontrados no presente estudo para alfaces do tipo crespas que apresentaram para esterco de aves os valores de NF (28,0 e 33,0), AP (21,6 e 23,2 cm), DC (1,8 e 1,8 cm), MF (317,3 e 296,7 pl-1), MS (14,8 e 40,4 pl-1) e P (50,8 e 47,5 t ha-1), no 1º e 2º cultivo, respectivamente.

Na variável DC no 2º cultivo, os solos adubados com ureia e esterco de aves poedeiras apresentaram ajustes quadráticos atingindo os valores máximos de 1,73 e 2,42 cm com as doses 123 e 208%, respectivamente, e o solo adubado com esterco bovino apresentou ajuste linear atingindo o valor de 1,53 cm com a dose 200%, sendo 33% superior quando comparado à dose zero (Figura 02).

Para a variável MF no 2º cultivo, os solos adubados com ureia e esterco de aves poedeiras apresentaram ajustes quadráticos atingindo os valores máximos de 292,97 e 406,32 g pl-1 com as doses 147 e 157%, respectivamente, e o solo adubado com esterco bovino apresentou ajuste linear atingindo o valor de 272,28 g pl-1 com a dose 200%, sendo 89% superior quando comparado à dose zero (Figura 02).

Fonseca *et al.* (2016) avaliaram a produtividade de alface crespa cultivar Vera, em função e diferentes doses de esterco bovino (0, 10, 20, 40, 60 e 80 t ha-1), observaram que quanto maior a dose de esterco, maior o acúmulo de massa fresca na parte aérea da alface atingindo 522 g na dose de 80 t ha-1 na ausência de fertilização mineral e as maiores produtividades de 52,55 e 59,52 t ha-1, foram obtidas nos tratamentos sem fertilização mineral com 60 e 80 t ha-1, respectivamente, valores superiores aos encontrados no presente estudo, porém trata-se de uma cultivar diferente da utilizada.

Já para a variável P no 2º cultivo, os solos adubados com ureia e esterco de aves poedeiras apresentaram ajustes quadráticos atingindo os valores máximos de 47,24 e 64,70 t ha-1 com as doses

149 e 157%, respectivamente, e o solo adubado com esterco bovino apresentou ajuste linear atingindo o valor de 43,60 t ha-1 com a dose 200%, sendo 89% superior quando comparado à dose zero (Figura 02).

Peixoto Filho *et al.* (2013), verificaram que o esterco de frango proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo, a partir do segundo cultivo foi superado pelos estercos bovino e ovino e que as maiores doses dos estercos proporcionaram produtividades elevadas até o terceiro cultivo sendo imprescindível nova aplicação dos mesmos a partir daí e o fertilizante mineral só promoveu boas produtividades até o segundo cultivo de alface, diferentemente ao encontrado neste estudo, pois o esterco de aves se mostrou mais eficiente que o esterco bovino na produção de alface crespa.

O esterco de aves poedeiras diferiu significativamente dos demais no 1º cultivo para os atributos químicos do solo pH, P meh-1, K+, Ca2+, SB, t, T e V, o esterco bovino para Mg2+, M.O., C.O. e a ureia para K+ e H + Al (Tabela 3).

Tabela 3. Avaliações dos atributos químicos do Latossolo Vermelho do 1º cultivo de alface crespa sob diferentes fertilizantes e doses, em Uberaba-MG.

Cultura	Alface crespa							
Atributos	pH	P	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	H+Al	MO	CO
	1-2,5	mg dm^{-3}	.....$cmol_c$ dm^{-3}.....				.....dag kg^{-1}.....	
				Fertilizantes (F)				
UR	6,3 c	40,5 c	0,3 a	2,7 c	0,8 b	2,1 a	1,4 b	0,8 b
EA	6,8 a	135,5 a	0,3 a	3,7 a	0,9 ab	1,6 c	1,5 b	0,9 b
EB	6,5 b	81,7 b	0,2 b	3,2 b	1,0 a	1,8 b	1,8 a	1,0 a
Teste F	$<1.10^{-4**}$	1.10^{-4**}	6.10^{-4**}	1.10^{-4**}	$0,0099^{**}$	1.10^{-4**}	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$
				Doses (D)				
0	6,3	39,5	0,1	2,5	0,8	2,0	1,4	0,8
25	6,4	72,5	0,3	3,1	0,9	1,9	1,5	0,9
50	6,5	70,9	0,2	3,1	0,9	1,8	1,5	0,9
100	6,6	95,5	0,3	3,4	1,0	1,7	1,6	0,9
150	6,6	118,9	0,4	3,6	1,0	1,8	1,7	1,0
200	6,6	118,0	0,4	3,5	1,1	1,8	1,7	0,9
Teste F	$0,0124^{*}$	1.10^{-4**}	1.10^{-4**}	1.10^{-4**}	$0,0529^{*}$	$0,0931^{ns}$	1.10^{-4**}	$0,0002^{**}$
				Interação F x D				
Teste F	$<1.10^{-4**}$	1.10^{-4**}	1.10^{-4**}	$0,0059^{**}$	$0,9750^{ns}$	$0,0057^{**}$	$0,0188^{*}$	$0,0017^{**}$
CV (%)	3,9	37,5	24,8	15,1	23,5	15,0	10,7	9,8

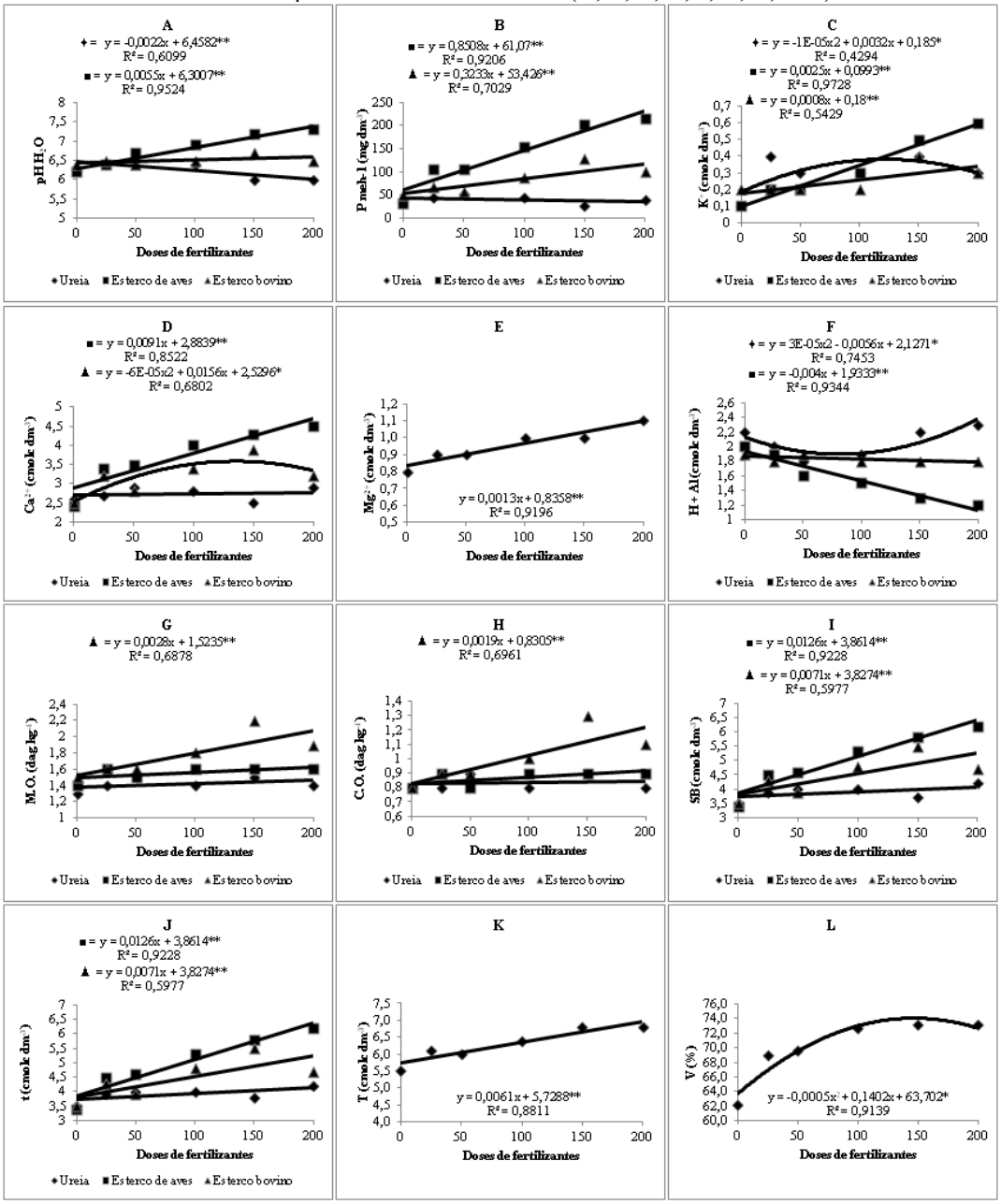
^{ns} = Não significativo; * e ** = Significativo a 1 e 5%, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). UR = ureia; EA = esterco de aves poedeiras; EB = esterco bovino.

Fonte: Elaborado pelos autores

Com relação ao efeito residual nos atributos químicos do solo para o tipo de fertilizante utilizado, no 1º cultivo os atributos Mg2+, T e V foram influenciados pelos fatores em estudo isoladamente, aumentando linearmente para Mg2+, T e apresentando ajuste quadrático para V, atingindo os valores de 1,10 e 6,95 cmolc dm-3 com a dose 200% e 73,53% com a dose 140%,

respectivamente, ocorrendo interação entre fertilizante e dose de forma significativa para pH H2O, P meh-1, K+, Ca2+, H + Al, M.O., C.O., SB, t. (Figura 03).

Figura 3. Efeitos das doses em Mg2+ (E), T (K) e V% (L) e efeito das doses de ureia, esterco de aves e bovino dentro dos fertilizantes nos atributos químicos do solo estudados (A, B, C, D, F, G, H, I e J) do 1º cultivo.



Fonte: Elaborado pelos autores

Após os desdobramentos das interações, através do estudo da regressão polinomial, verificou-se que no 1º cultivo a ureia reduziu linearmente o valor do pH do solo em 7%, apresentando ajustes quadráticos para K+ e H+Al, atingindo valor máximo de 0,44 cmolc dm-3 com a dose 144% e valor mínimo de 1,87 cmolc dm-3 com a dose 93% (Figura 03).

O esterco de aves no 1º cultivo aumentou linearmente os valores de pH, P meh-1, K+, Ca2+, SB e t, atingindo valores de 7,4, 231,23 mg dm-3, 0,6, 4,7, 6,38 e 6,38 cmolc dm-3 com a dose 200%, sendo 17, 279, 504, 63, 65 e 65% superiores quando comparados à dose 0, respectivamente, e reduziu linearmente em 41% o valor de H+Al quando comparado à dose 0, atingindo o valor 1,13 cmolc dm-3 com a dose 200% (Figura 03).

O esterco bovino no 1º cultivo aumentou linearmente os valores de P meh-1, K+, M.O., C.O., SB e t, atingindo valores de 118,09 mg dm-3, 0,34 cmolc dm-3, 2,08 e 1,21 dag kg-1, com a dose 200%, sendo 121, 89, 37, 46, 37 e 37% superiores quando comparados à dose 0, respectivamente, e apresentou ajuste quadratico para Ca2+ atingindo o valor de 3,54 cmolc dm-3com a dose 130% (Figura 03).

O esterco de aves poedeiras diferiu significativamente dos demais no 2º cultivo para os atributos químicos do solo pH, P meh-1, K+, Ca2+, SB, t, T e V, o esterco bovino para K+, Mg2+, M.O., C.O., SB, t, T e V e a ureia para H + Al (Tabela 4).

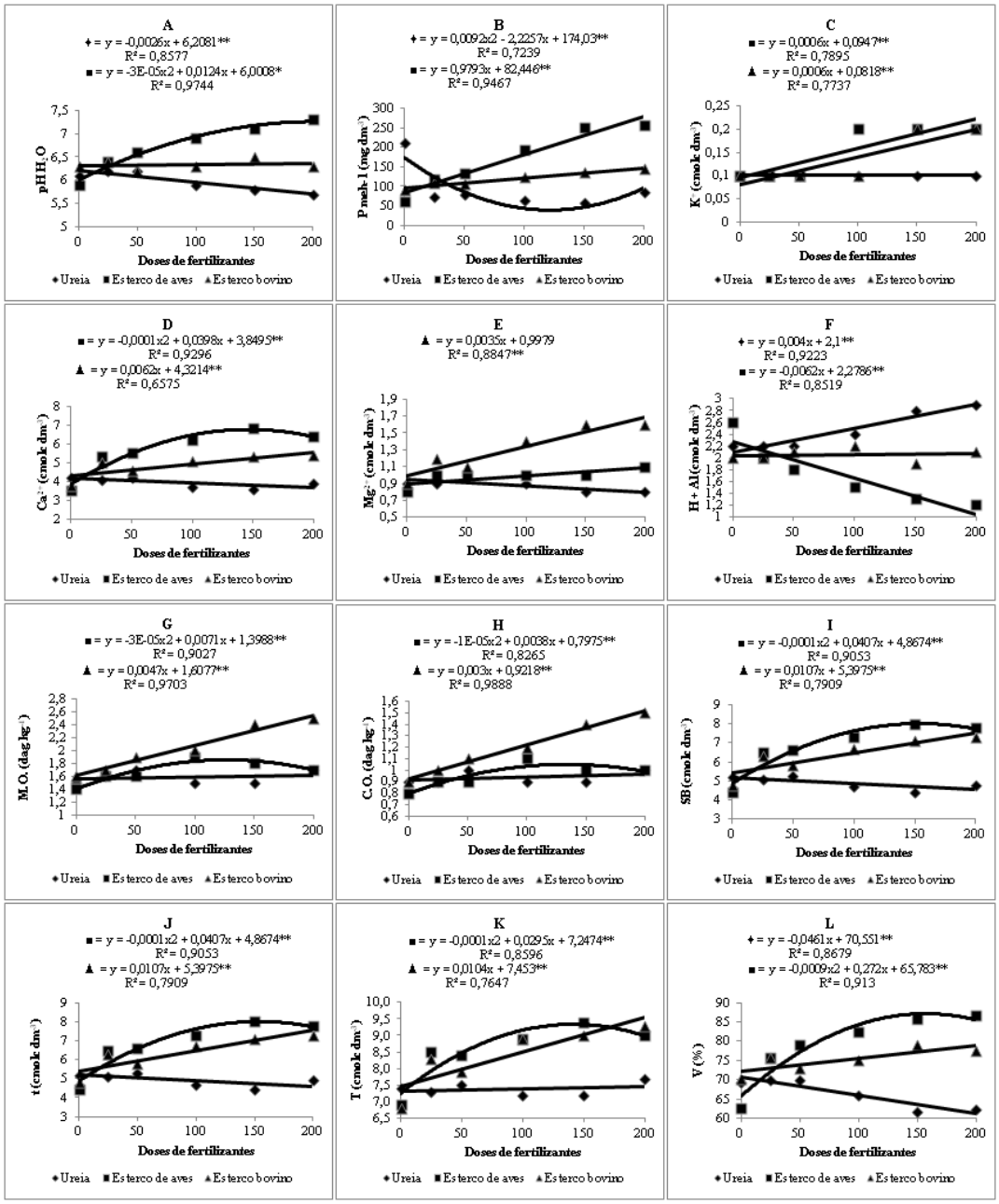
Tabela 4. Avaliações dos atributos químicos do Latossolo Vermelho do 2º cultivo de alface crespa sob diferentes fertilizantes e doses, em Uberaba-MG.

Cultura	Alface crespa							
Atributos	pH	P	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	H+Al	MO	CO
	1-2,5	mg dm^{-3}	.....$cmol_c$ dm^{-3}.....				.....dag kg^{-1}.....	
				Fertilizantes (F)				
UR	6,0 c	94,8 b	0,1 b	4,0 c	0,9 b	2,4 a	1,6 b	0,9 b
EA	6,7 a	168,1 a	0,1 a	5,6 a	1,0 b	1,7 c	1,7 b	1,0 b
EB	6,3 b	118,5 b	0,1 a	4,9 b	1,3 a	2,0 b	2,0 a	1,1 a
Teste F	$<1.10^{-4**}$	$<3.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$
				Doses (D)				
0	6,1	121,2	0,1	3,8	0,9	2,2	1,5	0,9
25	6,3	99,8	0,1	4,8	1,0	2,1	1,6	0,9
50	6,3	105,5	0,1	4,8	1,0	2,0	1,7	1,0
100	6,4	126,2	0,1	5,0	1,1	2,1	1,8	1,1
150	6,5	147,9	0,1	5,2	1,1	2,0	1,9	1,1
200	6,4	162,2	0,2	5,2	1,2	2,0	2,0	1,1
Teste F	$0,0741^{ns}$	$0,0933^{ns}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$0,0146^{*}$	$0,6500^{ns}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$
				Interação F x D				
Teste F	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$<1.10^{-4**}$	$0,0045^{**}$	$<1.10^{-4**}$	$0,0028^{**}$	$0,0029^{**}$
CV (%)	4,8	46,4	26,0	12,6	19,0	17,5	12,7	12,7

^{ns} = Não significativo; * e ** = Significativo a 1 e 5%, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). UR = ureia; EA = esterco de aves poedeiras; EB = esterco bovino.

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4. Efeitos das doses de ureia, esterco de aves e bovino dentro dos fertilizantes nos atributos químicos do solo estudados do 2º cultivo.



Fonte: Elaborado pelos autores

Ocorreu interação entre fertilizante e dose de forma significativa para todos os atributos do solo estudados no 2º cultivo pH H2O, P meh-1, K+, Ca2+, Mg2+, H + Al, M.O., C.O., SB, t, T e V. (Figura 04).

Após os desdobramentos das interações, através do estudo da regressão polinomial, verificou-se que no 2º cultivo a ureia reduziu linearmente os valores do pH e V do solo em 8 e 13% quando comparados à dose 0, atingindo os valores de 5,69, 61,33% com a dose 200%, respectivamente, e aumentou linearmente o valor de H+Al em 38%, quando comparado à dose 0, atingindo o valor de 2,9

cmolc dm-3, e apresentou ajuste quadrático para P meh-1, atingindo o valor mínimo de 39,42 mg dm-3 com a dose 121% (Figura 04).

O esterco de aves no 2º cultivo aumentou linearmente os valores de P meh-1, K+, atingindo valores de 278,31 mg dm-3 0,21 cmolc dm-3 com a dose 200%, sendo 238 e 127% superiores quando comparados à dose 0, respectivamente, reduziu linearmente em 54% o valor de H+Al quando comparado à dose 0, atingindo o valor 1,04 cmolc dm-3 com a dose 200%, e apresentou ajuste quadrático para pH, Ca2+, M.O., C.O., SB, t , T e V, atingindo os valores de 7,28, 7,81 cmolc dm-3, 1,82 e 1,16 dag kg-1, 9,01, 9,01 e 9,42 cmolc dm-3 e 86,33%, com as doses 207, 199, 118, 190, 204, 204, 148 e 151%, respectivamente (Figura 04).

O esterco bovino no 2º cultivo aumentou linearmente os valores de K+, Ca2+, Mg2+, M.O., C.O., SB e t e T atingindo valores de 0,20, 5,56 e 1,7 cmolc dm-3, 2,55 e 1,52 dag kg-1, 7,54, 7,54 e 9,53 cmolc dm-3 com a dose 200%, sendo 147, 29, 70, 58, 65, 40, 40 e 28% superiores quando comparados à dose 0, respectivamente (Figura 04).

Avaliando a qualidade microbiológica e produtividade de alface cultivar Vera sob adubação química e orgânica em seis tratamentos, que foram testemunha (sem adubação), adubação química 37,5 g m-2 de N, 175 g m-2 de P2O5 e 16,25 g m-2 de K (conforme análise do solo), esterco de galinha (1,5 kg m-2), esterco bovino (3,0 kg m-2), húmus de minhoca (2,0 kg m-2) e composto orgânico (3,0 kg m-2), Abreu *et al.*, (2010) observaram que a adubação com esterco de galinha proporcionou os maiores valores de pH em água (7,1), de MO, P (mel-1), potássio (K+), Ca + Mg (7,9 cmolc dm-3), de Ca (6,8 cmolc dm-3), K (0,46 cmolc dm-3) e de CTC (11,2 cmolc dm-3), enquanto que a adubação com esterco bovino apresentou os maiores valores MO (51,8 g kg-1) e de P (mel-1) (16 mg dm-³), ocorrendo uma melhoria nos atributos químicos do solo quando cultivado com fertilizantes orgânicos.

Estes dados corroboram com os resultados encontrados neste estudo, pois a adubação com estercos de aves poedeiras melhoraram os atributos químicos do solo, pH, P meh-1, K+, Ca2+, SB e t, reduzindo a acidez potencial e conferindo elevada produtividade à alface crespa.

O aumento do pH do solo promovido pela adubação de esterco de aves poedeiras pode ser atribuído à presença de ânions orgânicos solúveis (R-COO- e R-O-) em resíduos orgânicos, que ao serem liberados podem adsorver H+ da solução do solo por meio de reação de troca, envolvendo principalmente íons Ca2+.

O aumento na disponibilidade de P (mel-1) verificado pela adubação com esterco aves poedeiras deve-se à presença deste nutriente em suas composições, a elevação do pH e do teor de matéria orgânica, pois o pH do solo próximo a 7,0 propicia maior disponibilidade de fósforo, uma vez que, em condições ácidas, ocorre reação do H2PO4- com as formas iônicas de ferro (Fe) e alumínio

(Al), formando compostos de baixa solubilidade, além de maior adsorção do ânion por óxidos de Fe e Al presentes na fase sólida, enquanto que a associação com a matéria orgânica bloqueia os sítios de adsorção em óxidos de Fe e de Al do solo, diminuindo a capacidade de adsorção do H2PO4-, conforme destacado por Novais e Smyth (1999).

4 CONCLUSÕES

O esterco de aves poedeiras se mostrou mais eficiente na produção de alface crespa que o esterco bovino e a ureia.

De forma geral nos dois cultivos o esterco de aves melhorou os atributos químicos do solo pH, P meh-1, K+, Ca2+, SB e t e o esterco bovino os de M.O. e C.O. e a ureia apresentou os menores valores de pH, Ca2+, SB e t e os maiores valores de H+Al, piorando as características químicas do solo nestes atributos.

As doses 202% e 157% correspondentes a 40,4 e 31,4 t ha-1, respectivamente, da adubação de esterco de aves poedeiras em base úmida conferiram maiores produtividades para alface crespa num Latossolo Vermelho.

REFERÊNCIAS

ABREU, I. M. O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica**. Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas-SP, v. 30, supl.1, p. 108-118, mai. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v30s1/18.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2016.

ARATANI, R. G.; FREDDI, O. DA S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sobdiferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 677-687, 2009.

CAVALHEIRO, D. B.; KLOSOWSKI, É. S.; HENKEMEIER, N. P.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; VASCONCELOS, E. S.; CHIBIAQUI, E. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Vanda, cultivada sob diferentes ambientes e níveis de adubação mineral e orgânica. **Cultivando o Saber**, v. 8, p.109-124, 2015.

FONSECA, M. S.; SANTOS, I. C.; PEDROSA, M. W.; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; RESENDE, N. A.; RESENDE, G. A. **Produção de alface sob manejo da adubação orgânica e mineral na região Campo das Vertentes de Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?searchword=Produ %E7%E3o+de+alface+s&option=com_search&Itemid=>. Acesso em: 20 jan. 2016.

NOVAIS, R.; F. SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, p. 211-217, 2004.

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G. dos S; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.419-424, 2013.

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção**. Brasília: Embrapa Hortaliça, 2007. 16p. Circular técnica, 56.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 176 p. 1999.

UBERABA EM DADOS. **Prefeitura Municipal de Uberaba**. 2009. Disponível em: <http:www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/desenvolvimento/arquivos/Uberaba_em_dados/ Edicao_2009/Capitulo01.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

ANEXOS

Tabela 1. Desdobramento da interação entre fertilizante e dose para as variáveis respostas estudadas do 1º cultivo.

	Doses						Média
	0	25	50	100	150	200	
				AP (cm)			
UR	16,2 aB	18,8 aAB	20,0 aA	20,0 aA	20,2 bA	20,1 bA	19,2 b
EA	16,7 aC	19,2 aBC	20,7 aB	21,8 aB	25,4 aA	25,6 aA	21,6 a
EB	16,5 aC	18,2 aBC	18,2 aBC	20,6 aAB	22,6 bA	22,6 bA	19,8 b
Média	16,5 D	18,7 C	19,6 BC	20,8 AB	22,7 A	22,8 A	
				MF (g pl^{-1})			
UR	132,2 aB	247,9 aA	248,4 abA	249,9 aA	271,8 bA	268,1 bA	236,4 b
EA	157,7 aC	243,9 aBC	303,3 aB	333,8 aAB	428,8 aA	436,5 aA	317,3 a
EB	170,3 aB	173,4 aB	196,8 bB	272,1 aAB	331,6 bA	321,8 bA	244,3 b
Média	153,4 D	221,8 C	249,5 BC	285,3 AB	344,1 A	342,1 A	
				MS (g pl^{-1})			
UR	5,8 bB	8,8 bA	9,8 bA	10,4 cA	11,0 cA	10,7 cA	9,4 c
EA	9,1 aD	11,7 aC	14,1 aB	16,9 aA	18,3 aA	18,7 aA	14,8 a
EB	7,4 abC	10,3 abB	11,3 bB	13,7 bA	14,7 bA	14,0 bA	11,9 b
Média	7,4 D	10,3 C	11,7 B	13,7 A	14,7 A	14,5 A	
				P (t ha^{-1})			
UR	21,1 aB	39,7 aA	39,7 abA	40,0 aA	43,5 bA	42,9 bA	37,8 b
EA	25,2 aC	39,0 aBC	48,5 aB	53,4 aAB	68,6 aA	69,8 aA	50,8 a
EB	27,2 aB	27,7 aB	31,5 bB	43,5 aAB	53,0 bA	51,5 bA	39,1 b
Média	24,5 D	35,5 C	39,9 BC	45,6 AB	55,0 A	54,7 A	

Médias gerais seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si (Tukey, $p<0,05$). UR = Ureia; EA = Esterco de aves poedeiras; EB = Esterco bovino.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 2. Desdobramento da interação entre fertilizante e dose para as variáveis respostas estudadas do 2º cultivo.

Fert.	Doses						Média
	0	25	50	100	150	200	
				AP (cm)			
UR	15,6 aC	19,7 aB	21,9 aAB	22,2 bAB	23,6 bA	22,4 bAB	20,9 b
EA	15,8 aC	20,3 aB	22,0 aB	26,1 aA	27,2 aA	27,6 aA	23,2 a
EB	15,3 aB	18,8 aA	19,3 aA	20,2 bA	20,4 cA	22,1 bA	19,3 c
Média	15,5 D	19,6 C	21,1 BC	22,8 AB	23,7 A	24,0 A	
				DC (cm)			
UR	1,0 aB	1,5 aA	1,6 aA	1,7 bA	1,7 bA	1,7 bA	1,5 b
EA	1,2 aB	1,4 aB	1,5 aB	2,1 aA	2,3 aA	2,2 aA	1,8 a
EB	1,0 aB	1,3 aAB	1,3 aAB	1,4 bAB	1,4 bAB	1,5 bA	1,3 c
Média	1,1 D	1,4 C	1,5 BC	1,7 AB	1,8 A	1,8 A	
				MF (g pl^{-1})			
UR	102,4 aB	201,5 aA	248,2 aA	253,6 bA	282,1 bA	280,2 bA	228,0 b
EA	123,1 aC	228,5 aB	258,9 aB	377,1 aA	404,3 aA	388,0 aA	296,7 a
EB	104,7 aB	183,6 aAB	205,9 aA	210,1 bA	223,6 bA	273,5 bA	200,2 b
Média	110,1 D	204,5 C	237,7 BC	280,3 AB	303,3 A	313,9 A	
				P (t ha^{-1})			
UR	16,4 aB	32,2 aA	39,7 aA	40,6 bA	45,1 bA	44,8 bA	36,5 b
EA	19,7 aC	36,6 aB	41,4 aB	60,3 aA	64,7 aA	62,1 aA	47,5 a
EB	16,7 aB	29,4 aAB	32,9 aA	33,6 bA	35,8 bA	43,8 bA	32,0 b
Média	17,6 D	32,7 C	38,0 BC	44,8 AB	48,5 A	50,2 A	

Médias gerais seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas letra não diferem entre si (Tukey, $p<0,05$). UR = ureia; EA = esterco de aves; EB = esterco bovino.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 3. Equações de regressão do efeito das doses nas variáveis respostas estudadas do 1º cultivo.

Variáveis	Equação	R^2	Fert.	Valor	Dose %	≠ %
NF	$y = 0,0213x + 25,915$**	0,8286	-	30,18	200	16
AP	$y = -0,0002x^2 + 0,0568x + 16,927$*	0,8365	UR	20,96	142	24
	$y = 0,0439x + 17,728$**	0,936	EA	26,51	200	50
	$y = 0,032x + 16,987$**	0,9379	EB	23,39	200	38
DC	$y = 0,0014x + 1,6618$**	0,8388	-	1,94	200	17
MF	$y = -0,006x^2 + 1,652x + 166,94$*	0,7088	UR	280,65	138	68
	$y = -0,0059x^2 + 2,5175x + 172$*	0,9676	EA	440,55	213	156
	$y = 0,9165x + 164,14$**	0,9183	EB	347,44	200	112
MS	$y = -0,0002x^2 + 0,0678x + 6,51$**	0,9103	UR	12,26	170	88
	$y = -0,0003x^2 + 0,1074x + 9,218$**	0,998	EA	18,83	179	104
	$y = -0,0003x^2 + 0,0914x + 7,6703$**	0,9894	EB	14,63	152	91
P	$y = -0,001x^2 + 0,265x + 26,679$*	0,7083	UR	44,24	133	66
	$y = -0,001x^2 + 0,4033x + 27,484$*	0,9677	EA	68,15	202	148
	$y = 0,1468x + 26,224$**	0,9194	EB	55,58	200	112

** = Significativo a 1%; * = Significativo a 5%, pelo teste de Tukey. Fert. = fertilizante; UR = Ureia; EA = Esterco de aves; EB = Esterco bovino; NF = número de folhas; AP = altura de planta; DC = diâmetro do caule; MF = Massa fresca da parte aérea; MS = Massa seca da parte aérea; P = Produtividade.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 4. Equações de regressão do efeito das doses nas variáveis respostas estudadas do 2º cultivo.

Variáveis	Equação	R^2	Fert.	Valor	Dose %	≠ %
NF	$y = -0,0004x^2 + 0,1017x + 26,838$**	0,8182	-	33,30	127	24
AP	$y = -0,0004x^2 + 0,1066x + 16,508$**	0,912	UR	23,61	133	43
	$y = -0,0004x^2 + 0,1375x + 16,322$**	0,9884	EA	28,14	172	72
	$y = 0,0261x + 17,062$**	0,7778	EB	22,28	200	31
DC	$y = -0,00004x^2 + 0,0098x + 1,1323$**	0,8484	UR	1,73	123	53
	$y = -0,00003x^2 + 0,0125x + 1,1216$**	0,9591	EA	2,42	208	116
	$y = 0,0019x + 1,1509$**	0,7185	EB	1,53	200	33
MF	$y = -0,0076x^2 + 2,2374x + 128,3$**	0,8889	UR	292,97	147	128
	$y = -0,0112x^2 + 3,5264x + 128,74$**	0,9877	EA	406,32	157	216
	$y = 0,6404x + 144,2$**	0,7883	EB	272,28	200	89
MS	$y = -0,0005x^2 + 0,1643x + 28,593$**	0,9952	-	42,09	164	47
P	$y = -0,0012x^2 + 0,3581x + 20,521$**	0,8898	UR	47,24	149	130
	$y = -0,0018x^2 + 0,5634x + 20,618$**	0,9875	EA	64,70	157	214
	$y = 0,1028x + 23,036$**	0,7888	EB	43,60	200	89

** = Significativo a 1%; * = Significativo a 5%, pelo teste de Tukey. Fert. = fertilizante; UR = Ureia; EA = Esterco de aves; EB = Esterco bovino; NF = número de folhas; AP = altura de planta; DC = diâmetro do caule; MF = Massa fresca da parte aérea; MS = Massa seca da parte aérea; P = Produtividade.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 5. Desdobramento da interação entre fertilizante e dose para os atributos químicos do solo do 1º cultivo.

Fert.	Doses						Média
	0	25	50	100	150	200	
				pH H_2O			
UR	6,3 aAB	6,4 aAB	6,5 aA	6,4 bAB	6,0 cB	6,0 cAB	6,3 c
EA	6,2 aD	6,4 aCD	6,7 aBCD	6,9 aABC	7,2 aAB	7,3 aA	6,8 a
EB	6,4 aA	6,5 aA	6,4 aA	6,5 abA	6,7 bA	6,5 bA	6,5 b
Média	6,3 B	6,4 AB	6,5 AB	6,6 A	6,6 A	6,6 A	
				P meh^{-1} (mg dm^{-3})			
UR	35,5 aA	44,9 bA	51,2 aA	45,1 bA	25,8 cA	40,3 cA	40,5 c
EA	32,7 aC	105,0 aB	105,1 aB	154,5 aAB	201,7 aA	214,1 aA	135,5 a

EB	50,3 aB	67,8 abAB	56,5 aB	87,0 bAB	129,2 bA	99,5 bAB	81,7 b
Média	39,5 C	72,5 BC	70,9 BC	95,5 AB	118,9 A	118,0 A	
				K^+ (cmolc dm^{-3})			
UR	0,1 aB	0,4 aA	0,3 aA	0,3 aA	0,4 bA	0,3 bA	0,3 a
EA	0,1 aC	0,2 bBC	0,2 abBC	0,3 aB	0,5 aA	0,6 aA	0,3 a
EB	0,2 aC	0,2 bC	0,2 bBC	0,2 aABC	0,4 bA	0,3 bAB	0,2 b
Média	0,1 C	0,3 B	0,2 BC	0,3 B	0,4 A	0,4 A	
				Ca^{2+}(cmolc dm^{-3})			
UR	2,6 aA	2,7 aA	2,9 aA	2,8 bA	2,5 bA	2,9 bA	2,7 c
EA	2,4 aC	3,4 aBC	3,5 aB	4,0 aAB	4,3 aAB	4,5 aA	3,7 a
EB	2,5 aB	3,2 aAB	2,8 aB	3,4 abAB	3,9 aA	3,2 bAB	3,2 b
Média	2,5 B	3,1 AB	3,1 AB	3,4 A	3,6 A	3,5 A	
				H + Al (cmolc dm^{-3})			
UR	2,2 aA	2,0 aA	1,8 aA	1,9 aA	2,2 aA	2,3 aA	2,1 a
EA	2,0 aA	1,9 aAB	1,6 aABC	1,5 aABC	1,3 bBC	1,2 bC	1,6 c
EB	1,9 aA	1,8 aA	1,9 aA	1,8 aA	1,8 aA	1,8 aA	1,8 b
Média	2,0 A	1,9 A	1,8 A	1,7 A	1,8 A	1,8 A	
				M.O. (dag kg^{-1})			
UR	1,3 aA	1,4 aA	1,5 aA	1,4 bA	1,5 bA	1,4 bA	1,4 b
EA	1,4 aA	1,6 aA	1,5 aA	1,6 abA	1,6 bA	1,6 abA	1,5 b
EB	1,5 aC	1,6 aBC	1,6 aC	1,8 aBC	2,2 aA	1,9 aAB	1,8 a
Média	1,4 C	1,5 BC	1,5 BC	1,6 ABC	1,7 A	1,7 AB	
				C.O. (dag kg^{-1})			
UR	0,8 aA	0,8 aA	0,9 aA	0,8 aA	0,9 bA	0,8 bA	0,8 b
EA	0,8 aA	0,9 aA	0,8 aA	0,9 aA	0,9 bA	0,9 abA	0,9 b
EB	0,8 aC	0,9 aBC	0,9 aBC	1,0 aBC	1,3 aA	1,1 aAB	1,0 a
Média	0,8 C	0,9 ABC	0,9 BC	0,9 ABC	1,0 A	0,9 AB	
				SB (cmolc dm^{-3})			
UR	3,5 aA	3,9 aA	4,0 aA	4,0 bA	3,7 bA	4,2 bA	3,9 c
EA	3,4 aC	4,5 aBC	4,6 aBC	5,3 aAB	5,8 aAB	6,2 aA	5,0 a
EB	3,5 aB	4,3 aAB	3,9 aB	4,8 abAB	5,5 aA	4,7 bAB	4,5 b
Média	3,5 B	4,3 AB	4,2 AB	4,7 A	5,0 A	5,0 A	
				t (cmolc dm^{-3})			
UR	3,5 aA	3,9 aA	4,0 aA	4,0 bA	3,8 bA	4,2 bA	3,9 c
EA	3,4 aC	4,5 aBC	4,6 aBC	5,3 aAB	5,8 aAB	6,2 aA	5,0 a
EB	3,5 aB	4,3 aAB	3,9 aB	4,8 abAB	5,5 aA	4,7 bAB	4,5 b
Média	3,5 B	4,3 AB	4,2 AB	4,7 A	5,0 A	5,0 A	

Médias gerais seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si (Tukey, $p<0,05$). UR = Ureia; EA = Esterco de aves poedeiras; EB = Esterco bovino.
Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 6. Desdobramento da interação entre fertilizante e dose para os atributos químicos do solo do 2º cultivo.

Fert.	Doses						Média
	0	25	50	100	150	200	
				pH H_2O			
UR	6,1 aA	6,2 aA	6,2 aA	5,9 bA	5,8 cA	5,7 cA	6,0 c
EA	5,9 aD	6,4 aCD	6,6 aBC	6,9 aABC	7,1 aAB	7,3 aA	6,7 a
EB	6,3 aA	6,4 aA	6,2 aA	6,3 bA	6,5 bA	6,3 bA	6,3 b
Média	6,1 B	6,3 AB	6,3 AB	6,4 AB	6,5 A	6,4 AB	
				P meh^{-1} (mg dm^{-3})			
UR	211,7 aA	73,4 aB	77,8 aB	62,6 bB	57,9 bB	85,5 bB	94,8 b
EA	61,8 bD	117,5 aCD	131,6aBCD	192,9aABC	249,3aAB	255,7aA	168,1 a
EB	90,2 bA	108,5 aA	107,1 aA	123,2 abA	136,6 bA	145,4bA	118,5 b
Média	121,2 A	99,8 A	105,5 A	126,2 A	147,9 A	162,2 A	
				K^+ (cmolc dm^{-3})			
UR	0,1 aA	0,1 aA	0,1 aA	0,1 bA	0,1 bA	0,1 bA	0,1 b
EA	0,1 aD	0,1 aD	0,1 aCD	0,2 aBC	0,2 aAB	0,2 aA	0,1 a
EB	0,1 aC	0,1 aC	0,1 aC	0,1 abBC	0,2 aAB	0,2 aA	0,1 a

Média	0,1 D	0,1 CD	0,1 CD	0,1 BC	0,1 AB	0,2 A	
				Ca^{2+}(cmolc dm^{-3})			
UR	4,2 aA	4,1 bA	4,2 bA	3,7 cA	3,6 cA	3,9 bA	4,0 c
EA	3,5 aC	5,3 aB	5,5 aB	6,2 aAB	6,8 aA	6,4 aAB	5,6 a
EB	3,8 aB	5,0 abAB	4,6 abAB	5,1 bA	5,3 bA	5,4 aA	4,9 b
Média	3,8 B	4,8 A	4,8 A	5,0 A	5,2 A	5,2 A	
				Mg^{2+} (cmolc dm^{-3})			
UR	0,9 aA	0,9 aA	1,0 aA	0,9 bA	0,8 bA	0,8 bA	0,9 b
EA	0,8 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 bA	1,0 bA	1,1 bA	1,0 b
EB	0,9 aC	1,2 aBC	1,1 aBC	1,4 aAB	1,6 aA	1,6 aA	1,3 a
Média	0,9 B	1,0 AB	1,0 AB	1,1 AB	1,1 A	1,2 A	
				H + Al (cmolc dm^{-3})			
UR	2,2 aA	2,2 aA	2,2 aA	2,4 aA	2,8 aA	2,9 aA	2,4 a
EA	2,6 aA	2,0 aAB	1,8 aBC	1,5 bBC	1,3 bBC	1,2 cC	1,7 c
EB	2,0 aA	2,0 aA	2,1 aA	2,2 aA	1,9 bA	2,1 bA	2,0 b
Média	2,2 A	2,1 A	2,0 A	2,1 A	2,0 A	2,0 A	
				M.O. dag kg^{-1}			
UR	1,5 aA	1,6 aA	1,7 aA	1,5 bA	1,5 bA	1,7 bA	1,6 b
EA	1,4 aB	1,6 aAB	1,6 aAB	1,9 aA	1,8 bAB	1,7 bAB	1,7 b
EB	1,6 aC	1,7 aC	1,9 aC	2,0 aBC	2,4 aAB	2,5 aA	2,0 a
Média	1,5 C	1,6 BC	1,7 ABC	1,8 AB	1,9 A	2,0 A	
				C.O. dag kg^{-1}			
UR	0,9 aA	0,9 aA	1,0 aA	0,9 bA	0,9 bA	1,0 bA	0,9 b
EA	0,8 aB	0,9 aAB	0,9 aAB	1,1 aA	1,0 bAB	1,0 bAB	1,0 b
EB	0,9 aC	1,0 aC	1,1 aC	1,2 aBC	1,4 aAB	1,5 aA	1,1 a
Média	0,9 C	0,9 BC	1,0 ABC	1,1 AB	1,1 A	1,1 A	
				SB (cmolc dm^{-3})			
UR	5,2 aA	5,1 aA	5,3 aA	4,7 bA	4,4 bA	4,8 bA	4,9 b
EA	4,4 aB	6,5 aA	6,6 aA	7,3 aA	8,0 aA	7,8 aA	6,8 a
EB	4,8 aB	6,3 aAB	5,8 aAB	6,7 aA	7,1 aA	7,3 aA	6,3 a
Média	4,8 B	6,0 A	5,9 A	6,2 A	6,5 A	6,6 A	
				t (cmolc dm^{-3})			
UR	5,2 aA	5,1 aA	5,3 aA	4,7 bA	4,4 bA	4,9 bA	4,9 b
EA	4,4 aB	6,5 aA	6,6 aA	7,3 aA	8,0 aA	7,8 aA	6,8 a
EB	4,8 aB	6,3 aAB	5,8 aAB	6,7 aA	7,1 aA	7,3 aA	6,3 a
Média	4,8 B	6,0 A	5,9 A	6,2 A	6,5 A	6,6 A	
				T (cmolc dm^{-3})			
UR	7,4 aA	7,3 bA	7,5 aA	7,2 bA	7,2 bA	7,7 bA	7,4 b
EA	6,9 aB	8,5 aA	8,4 aA	8,9 aA	9,4 aA	9,0 aA	8,5 a
EB	6,8 aC	8,3 abAB	7,9 aBC	8,9 aAB	9,0 aAB	9,3 aA	8,4 a
Média	7,0 B	8,0 A	7,9 A	8,3 A	8,5 A	8,7 A	
				V (%)			
UR	69,4 aA	69,9 aA	69,9 aA	65,9 bA	61,6 bA	62,4 bA	66,5 b
EA	62,5 aB	75,8 aA	78,9 aA	82,5 aA	85,6 aA	86,6 aA	78,7 a
EB	70,2 aA	75,7 aA	73,0 aA	75,2 abA	79,1 aA	77,6 aA	75,1 a
Média	67,4 B	73,8 AB	73,9 AB	74,5 A	75,4 A	75,5 A	

Médias gerais seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si (Tukey, $p<0,05$). UR = Ureia; EA = Esterco de aves poedeiras; EB = Esterco bovino.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 7. Equações de regressão do efeito das doses dentro dos fertilizantes nos atributos químicos do solo estudados do 1º cultivo.

Atributos	Equação	R^2	Fert.	Valor	Dose (%)	≠ %
pH H_2O	y = -0,0022x + 6,4582**	0,6099	UR	6,02	200	-7
	y = 0,0055x + 6,3007**	0,9524	EA	7,40	200	17
P meh-1	y = 0,8508x + 61,07**	0,9206	EA	231,23	200	279
	y = 0,3233x + 53,426**	0,7029	EB	118,09	200	121

K^+	$y = -0,00001x^2 + 0,0032x + 0,185^*$	0,4294	UR	0,44	160	138
	$y = 0,0025x + 0,0993^{**}$	0,9728	EA	0,60	200	504
	$y = 0,0008x + 0,18^{**}$	0,5429	EB	0,34	200	89
Ca^{2+}	$y = 0,0091x + 2,8839^{**}$	0,8522	EA	4,70	200	63
	$y = -0,00006x^2 + 0,0156x + 2,5296^*$	0,6802	EB	3,54	130	40
Mg^{2+}	$0,0013x + 0,8358^{**}$	0,9196	-	1,10	200	31
H + Al	$y = 0,00003x^2 - 0,0056x + 2,1271^*$	0,7453	UR	1,87	93	-12
	$y = -0,004x + 1,9333^{**}$	0,9344	EA	1,13	200	-41
MO	$y = 0,0028x + 1,5235^{**}$	0,6878	EB	2,08	200	37
CO	$y = 0,0019x + 0,8305^{**}$	0,6961	EB	1,21	200	46
SB	$y = 0,0126x + 3,8614^{**}$	0,9228	EA	6,38	200	65
	$y = 0,0071x + 3,8274^{**}$	0,5977	EB	5,25	200	37
T	$y = 0,0126x + 3,8614^{**}$	0,9228	EA	6,38	200	65
	$y = 0,0071x + 3,8274^{**}$	0,5977	EB	5,25	200	37
T	$y = 0,0061x + 5,7288^{**}$	0,8811	-	6,95	200	21
V (%)	$y = -0,0005x^2 + 0,1402x + 63,702^*$	0,9139	-	73,53	140	15

** = Significativo a 1%; * = Significativo a 5%, pelo teste de Tukey. Fert. = fertilizante; UR = Ureia; EA = Esterco de aves; EB = Esterco bovino; pH H_2O = potencial hidrogeniônico em água; P meh-1 = fósforo (P) pelo método Mehlich-1; K^+ = potássio; Ca^{2+} = cálcio; Mg^{2+} = magnésio; H + Al = acidez potencial pelo método $Ca(OAc)_2$; M.O. = matéria orgânica; C.O. = carbono orgânico; SB = soma de bases = $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$, em cmolc dm^3; t = SB + Al^{3+}, em cmolc dm^3; T = CTC a pH 7 = SB + (H + Al), em cmolc dm^3; V = Saturação por bases atual do solo = 100 SB/T, em %.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 8. Equações de regressão do efeito das doses dentro dos fertilizantes nos atributos químicos do solo estudados do 2º cultivo.

Atributos	Equação	R^2	Fert.	Valor	Dose %	≠ %
pH H_2O	$y = -0,0026x + 6,2081^{**}$	0,8577	UR	5,69	200	-8
	$y = -0,00003x^2 + 0,0124x + 6,0008^*$	0,9744	EA	7,28	207	21
P meh-1 (mg dm^{-3})	$y = 0,0092x^2 - 2,2257x + 174,03^{**}$	0,7239	UR	39,42	121	-77
	$y = 0,9793x + 82,446^{**}$	0,9467	EA	278,31	200	238
K^+ (cmolc dm^{-3})	$y = 0,0006x + 0,0947^{**}$	0,7895	EA	0,21	200	127
	$y = 0,0006x + 0,0818^{**}$	0,7737	EB	0,20	200	147
Ca^{2+} (cmolc dm^{-3})	$y = -0,0001x^2 + 0,0398x + 3,8495^{**}$	0,9296	EA	7,81	199	103
	$y = 0,0062x + 4,3214^{**}$	0,6575	EB	5,56	200	29
Mg^{2+} (cmolc dm^{-3})	$y = 0,0035x + 0,9979^{**}$	0,8847	EB	1,70	200	70
H + Al (cmolc dm^{-3})	$y = 0,004x + 2,1^{**}$	0,9223	UR	2,90	200	38
	$y = -0,0062x + 2,2786^{**}$	0,8519	EA	1,04	200	-54
M.O. (dag kg^{-1})	$y = -0,00003x^2 + 0,0071x + 1,3988^{**}$	0,9027	EA	1,82	118	30
	$y = 0,0047x + 1,6077^{**}$	0,9703	EB	2,55	200	58
C.O. (dag kg^{-1})	$y = -0,00001x^2 + 0,0038x + 0,7975^{**}$	0,8265	EA	1,16	190	45
	$y = 0,003x + 0,9218^{**}$	0,9888	EB	1,52	200	65
SB (cmolc dm^{-3})	$y = -0,0001x^2 + 0,0407x + 4,8674^{**}$	0,9053	EA	9,01	204	85
	$y = 0,0107x + 5,3975^{**}$	0,7909	EB	7,54	200	40
T (cmolc dm^{-3})	$y = -0,0001x^2 + 0,0407x + 4,8674^{**}$	0,9053	EA	9,01	204	85
	$y = 0,0107x + 5,3975^{**}$	0,7909	EB	7,54	200	40
T (cmolc dm^{-3})	$y = -0,0001x^2 + 0,0295x + 7,2474^{**}$	0,8596	EA	9,42	148	30
	$y = 0,0104x + 7,453^{**}$	0,7647	EB	9,53	200	28
V (%)	$y = -0,0461x + 70,551^{**}$	0,8679	UR	61,33	200	-13
	$y = -0,0009x^2 + 0,272x + 65,783^{**}$	0,913	EA	86,33	151	31

** = Significativo a 1%; * = Significativo a 5%, pelo teste de Tukey. Fert. = fertilizante; UR = Ureia; EA = Esterco de aves; EB = Esterco bovino; pH H_2O = potencial hidrogeniônico em água; P meh-1 = fósforo (P) pelo método Mehlich-1; K^+ = potássio; Ca^{2+} = cálcio; Mg^{2+} = magnésio; H + Al = acidez potencial pelo método $Ca(OAc)_2$; M.O. = matéria orgânica; C.O. = carbono orgânico; SB = soma de bases = $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$, em cmolc dm^3; t = SB + Al^{3+}, em cmolc dm^3; T = CTC a pH 7 = SB + (H + Al), em cmolc dm^3; V = Saturação por bases atual do solo = 100 SB/T, em %.

Fonte: Elaborada pelos autores