

PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE BULBOS DE CEBOLA E TEORES DE NUTRIENTES NA

Miralda Bueno de Paula¹

Joaquim Gonçalves de Pádua²

Paulo Cezar Rezende Fontes³

Júlio César Bertoni⁴

RESUMO

Realizou-se um experimento na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso, em solo contendo $5,4 \text{ mg dm}^{-3}$ de S- SO_4^{2-} e 47 mg dm^{-3} de K, com o objetivo de verificar o efeito de fontes de potássio e de doses de gesso associadas ao cloreto de potássio na produção e qualidade do bulbo de cebola, na composição mineral da folha e nas características químicas do solo. No primeiro ano, três fontes de potássio (KCl, K_2SO_4 e $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$) e quatro doses de gesso agrícola adicionadas ao KCl (0,5; 1; 2; e 3 vezes a quantidade de S- SO_4^{2-} , fornecido pelo tratamento com K_2SO_4) foram aplicadas ao solo no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Um segundo cultivo foi realizado no segundo ano, nas mesmas parcelas do primeiro, com a adição dos mesmos tratamentos, com exceção do gesso. A maior produção de bulbos foi obtida com K_2SO_4 , $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$ e KCl + 388 kg ha^{-1} de gesso. A adição de gesso ao KCl também melhorou a armazenagem dos bulbos e aumentou os teores de S na folha e no solo em comparação ao KCl. Os teores de sólidos solúveis, ácido pirúvico e acidez titulável nos bulbos e de K, Ca, Mg e N nas folhas não foram influenciados pelos tratamentos.

Palavras-chaves: *Allium cepa*, enxofre, adubação, análise foliar.

¹ Aceito para publicação em 6-3-2002. Trabalho financiado pela FAPEMIG.

² EPAMIG, Cx. Postal 176, 37200-000 Lavras, MG. Bolsista do CNPq. E-mail: bueno@ufla.br; epamig@ufla.br

³ DFT/UFV, 36570-000 Viçosa, MG. Bolsista do CNPq.

⁴ Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas/UFLA, bolsista da CAPES.

ABSTRACT

YIELD, QUALITY AND NUTRIENT CONTENTS IN ONION LEAF AND SOIL AS AFFECTED BY POTASSIUM SOURCE AND PHOSPHOGYPSUM RATES

An experiment was carried out at EPAMIG São Sebastião do Paraíso Experimental Station in soil with 5.4 mg dm^{-3} of S- SO_4^{2-} and 47 mg dm^{-3} of K to evaluate the effects of potassium source and gypsum rates added to KCl fertilizer on onion yield, leaf mineral contents and soil chemical characteristics. In the first year, three potassium sources (KCl, K_2SO_4 and $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$) and four phosphogypsum rates added to KCl (0.5, 1, 2, and 3 times the SO_4^{2-} amount added as K_2SO_4) were applied in a randomized complete-block design with four replications. A second cultivation was accomplished in the same plots with the same treatments, but without gypsum. The highest bulb yield was obtained with K_2SO_4 , $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$ and KCl plus phosphogypsum at 388 kg ha^{-1} . Gypsum addition to KCl also improved bulb storage and increased leaf and soil S contents compared to KCl alone. Bulb soluble solids, pyruvic acid and acidity as well as K, Ca, Mg and N in leaf dry matter were not affected by the treatments.

Key words: *Allium cepa*, sulfur, fertilization, plant analysis.

INTRODUÇÃO

A produtividade média brasileira de cebola está em torno de 15 t ha^{-1} , que extraem 60 kg de potássio (K) e 15 kg de enxofre (S). O K, nutriente absorvido em maior quantidade, tem papel importante como ativador enzimático, além de influenciar o tamanho, acidez, resistência ao transporte, armazenamento, valor nutritivo e qualidade industrial dos bulbos (16). Diversas fontes podem fornecer o K às plantas, havendo, quase sempre, efeitos similares sobre a produtividade de diversas hortaliças, como tomate (14), batata (23), pepino e melão (22), entre outras. As fontes mais comuns são o cloreto e o sulfato de potássio, apesar de a utilização do cloreto ser questionada em algumas culturas.

O uso do cloreto tem crescido em razão do custo mais baixo por unidade de K_2O quando comparado ao sulfato, que apresenta quase total ausência de cloro e é fonte de enxofre (S) em forma assimilável pelas plantas. As raízes das plantas absorvem S na forma de S- SO_4^{2-} , principalmente. O enxofre absorvido e não utilizado para o crescimento e desenvolvimento da planta é armazenado nos vacúolos, como SO_4^{2-} . A cebola metaboliza parte do excesso de S na síntese de compostos organossulfurados, principais precursores do sabor (27).

O peculiar sabor, em parte responsável pelo elevado consumo da cebola, pode ser afetado pela disponibilidade de S no solo e pelo cultivar (27, 28). Normalmente, doses altas de S, temperaturas elevadas e pouca água durante o ciclo contribuem para incremento no sabor. Além disto, a aplicação de S aumenta a produtividade da cebola, independentemente de

fonte, sulfato de cálcio, S elementar, superfosfato simples ou sulfato de amônio (30) e do tipo de solo, arenoso, franco-argilo-arenoso e argiloso (19). Porém, dose excessiva de S reduz a produtividade (19).

Redução na produtividade de cebola é observada em condição de deficiência de S (1), que pode, entretanto, ser evitada pelo uso do sulfato de amônio, superfosfato simples ou sulfato de potássio. Com o uso mais acentuado de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, juntamente com sistemas intensivos de produção, o reduzido uso de fertilizantes orgânicos e de defensivos contendo S e a extração pelas culturas podem limitar o suprimento de S à cebola. Talvez, nesta situação, a adição de gesso como fonte de S possa aumentar-lhe a produtividade.

O presente trabalho objetivou verificar o efeito de fontes de potássio e de doses de gesso associadas ao cloreto de potássio na produção e qualidade do bulbo de cebola, na composição mineral das folhas e nas características químicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso. O solo, Latossolo Vermelho-Escuro (LE), foi amostrado em duas profundidades, 0-20 e 20-40 cm, e analisado segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (7), sendo o enxofre determinado pelo método turbidimétrico com $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, segundo Hunter (13). As características das amostras do solo estão apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1 - Características químicas e granulométricas do LE utilizado no experimento

Características	Profundidade cm	
	0 - 20	20 - 40
pH em água	6,0	5,5
P $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (1)	5	3
K $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (1)	47	14
S- SO_4^{2-} $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (2)	5,4	14
Ca $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ (3)	32	13
Mg $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ (3)	11	2
Al $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ (3)	1	1
H + Al $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ (4)	21	23
S $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$	44	15
t $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$	45	16
T $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$	65	38
m%	2	6
V%	68	40
Matéria orgânica ⁽⁵⁾ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	27	17
Areia ⁽⁶⁾ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	250	340
Silte ⁽⁶⁾ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	380	100
Argila ⁽⁶⁾ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	370	560

(1) Extrator Mehlich - 1; (2) extrator fosfato monocálcio em ácido acético; (3) extraído com $\text{KCl} \text{ 1mol} \cdot \text{L}^{-1}$; (4) extraído com acetato de cálcio $0,5 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, pH 7.0; (5) método Walkley e Block; (6) método da pipeta; S = soma de bases; t = CTC efetiva; T = (S + H + Al); e m = saturação por alumínio.

O experimento constou de sete tratamentos, todos com 200 kg ha⁻¹ de K₂O fornecidos em dose única, no momento do transplante. Os três primeiros foram as fontes de potássio KCl, K₂SO₄ e K₂SO₄. MgSO₄ (K-Mg). Nos demais tratamentos, o KCl foi adicionado junto com doses crescentes de gesso agrícola, em quantidades necessárias para fornecer 0,5; 1; 2; e 3 vezes o teor de SO₄²⁻ fornecido pelo tratamento com K₂SO₄. A composição química do gesso agrícola foi determinada no Laboratório do Dep. de Química da UFLA. Os tratamentos encontram-se no Quadro 2. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela foi formada por 12 fileiras, com 4 m de comprimento.

QUADRO 2 – Quantidades de potássio, cloro, enxofre, magnésio e cálcio utilizadas nos tratamentos contendo fontes de potássio e doses de gesso (G) associadas ao cloreto de potássio

Tratamentos	Nutriente (kg/ha)				
	K ₂ O	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	MgO	CaO
K-Mg	200	-	200	163	-
K ₂ SO ₄	200	-	60	-	-
KCl	200	133,2	-	-	-
KCl + 200 kg G	200	133,2	30	-	52
KCl + 400 kg G	200	133,2	60	-	104
KCl + 800 kg G	200	133,2	120	-	208
KCl + 1200 kg G	200	133,2	180	-	312

K-Mg = 22% K₂O; 22% S e 18% MgO. K₂SO₄ = 50% K₂O e 17% S. KCl = 60% K₂O e 47% Cl⁻. CaSO₄. 2H₂O = 16% S e 26% Ca.

Procedeu-se uma calagem na área experimental para elevar o índice de saturação de bases (V%) a 70%, 60 dias antes do transplante, utilizando calcário com 37,5% de CaO, 15,7% de MgO e 80,6% de PRNT. Nas parcelas foram feitos dois cultivos sucessivos, em épocas apropriadas. O gesso foi aplicado apenas no primeiro. Nos dois cultivos, a semeadura do cultivar Baía Periforme foi realizada em abril de cada ano, em sementeira adubada com esterco de curral (10 L m⁻²) e superfosfato triplo (100 g m⁻²). Em junho, as mudas foram arrancadas da sementeira, aparado o excesso de raízes, seccionadas as folhas na altura de 10 cm e transplantadas para as parcelas. O espaçamento foi de 0,25 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. A adubação básica constou de 120 de N (uréia), 300 de P₂O₅ (superfosfato triplo), 7 de Zn (óxido de zinco) e 2,5 de B (bórax), todos em kg ha⁻¹. O N foi parcelado segundo a 4ª aproximação da CFSEMG (5).

A cultura foi conduzida nos moldes tradicionais, sendo irrigada quando necessário. Aos 80 dias após o plantio, retirou-se a terceira folha

completamente desenvolvida a partir do centro da planta. As amostras foliares foram submetidas à digestão nítrico-perclórica em bloco digestor. No extrato determinaram-se os teores de P por colorimetria, K por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. O N foi determinado pelo método do micro Kjeldahl, conforme Malavolta et al. (18), e o enxofre por turbidimetria, segundo Blanchar et al. (3).

Após a seca das folhas, os bulbos foram colhidos e colocados à sombra para cura, por 20 dias, quando os bulbos comerciais foram submetidos à toaleta, classificados e pesados. A classificação ocorreu de acordo com o diâmetro dos bulbos, seguindo as normas para cebolas do grupo 1, que apresentam bulbos de forma periforme: graúda (diâmetro mínimo de 60 mm), média (diâmetro de 45 a 60 mm), miúda (diâmetro de 30 a 45 mm) e miudinha (diâmetro de 10 a 30 mm).

Após a cura, foram determinados os teores de sólidos solúveis totais (SST), utilizando-se o refratômetro de Brix; a acidez titulável total (ATT), por titulação com NaOH 0,1 mol L⁻¹; e o teor de ácido pirúvico, segundo metodologia de Schwimmer e Weston (29). Amostras de bulbos curados (3 kg) oriundos do primeiro cultivo foram armazenadas em galpão ventilado, por sete meses, sendo retirados os chochos e os podres. Ao término do período de armazenamento, os bulbos foram pesados.

Após a colheita dos bulbos do primeiro cultivo, foram retiradas amostras de solo que foram analisadas quimicamente, utilizando as metodologias enumeradas anteriormente.

O efeito de fontes de potássio sobre as variáveis analisadas foi determinado pela análise de variância e pelo teste de médias, e o efeito de doses de gesso, pela análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade e conservação dos bulbos

Em ambos os cultivos, houve efeito da fonte de potássio sobre a produtividade de bulbos comerciais (Quadro 3) e das classes graúda e miudinha (Quadro 4). As menores produtividades de bulbos comerciáveis e porcentagem de bulbos graúdos foram obtidas com o KCl. Porém, a associação do KCl com quantidade adequada de gesso, 388,6 kg ha⁻¹, que forneceu 58 kg ha⁻¹ de enxofre, propiciou a produtividade máxima estimada de bulbos de 15,6 t ha⁻¹ (Figura 1), similar àquelas obtidas com a adição das outras fontes, K-Mg e K₂SO₄. A adição de gesso ao KCl aumentou a produtividade, provavelmente devido ao S, sendo a exigência de S pelas plantas da mesma ordem do P (17). Pela produtividade no presente experimento houve, provavelmente, a extração de cerca de 25 kg de enxofre na planta, sendo 15 kg nos bulbos (8). Dependendo do teor no

solo, dose em torno de 80 kg ha⁻¹ de S tem efeito positivo na produtividade de cebola (21, 25), independentemente da fonte (30). Porém, Meena e Singh (19) mostraram que dose de S maior que 30 mg kg⁻¹ de solo causou redução na produtividade da cebola, em vaso.

A adição de 794 kg ha⁻¹ de gesso ao KCl propiciou a porcentagem máxima estimada de bulbos graúdos, 6,9% (Figura 2). Segundo a literatura, plantas adequadamente nutridas em S produzem bulbos de maior tamanho (2) e a deficiência de S acarreta crescimento reduzido da planta e considerável decréscimo no peso dos bulbos (1).

QUADRO 3 - Produtividade de bulbos comerciáveis de cebola nos tratamentos

Tratamentos	Produtividade (t/ha)			Valor relativo
	1º cultivo	2º cultivo	Média	
K-Mg	15,72 a	15,76 a	15,74	100
K ₂ SO ₄	15,74 a	14,91 a	15,33	97
KCl	11,09 c	11,03 b	11,06	70
KCl + 200 kg G	13,26 b	11,56 b	12,41	79
KCl + 400 kg G	17,50 a	13,60 b	15,55	99
KCl + 800 kg G	12,98 bc	11,44 b	12,21	78
KCl + 1200 kg G	11,64 bc	11,30 b	11,47	73
C.V.(%)	9,81	10,10	-	-

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5%.

QUADRO 4 - Distribuição percentual das classes de cebola graúda, média, miúda e miudinha nos tratamentos do primeiro cultivo

Tratamentos	Classes %			
	Graúda	Média	Miúda	Miudinha
K-Mg	7,51 a	43,05	43,41	6,01 bc
K ₂ SO ₄	5,34 abc	39,89	48,77	6,07 b
KCl	2,46 c	44,10	43,89	9,53 a
KCl + 200 kg G	3,97 bc	38,31	51,93	5,77 bc
KCl + 400 kg G	7,78 a	40,00	47,16	3,97 c
KCl + 800 kg G	5,40 abc	37,76	52,62	4,73 bc
KCl + 1200 kg G	6,30 ab	38,54	50,49	4,62 bc
C.V.(%)	13,9	7,3	8,9	11,04

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5%.

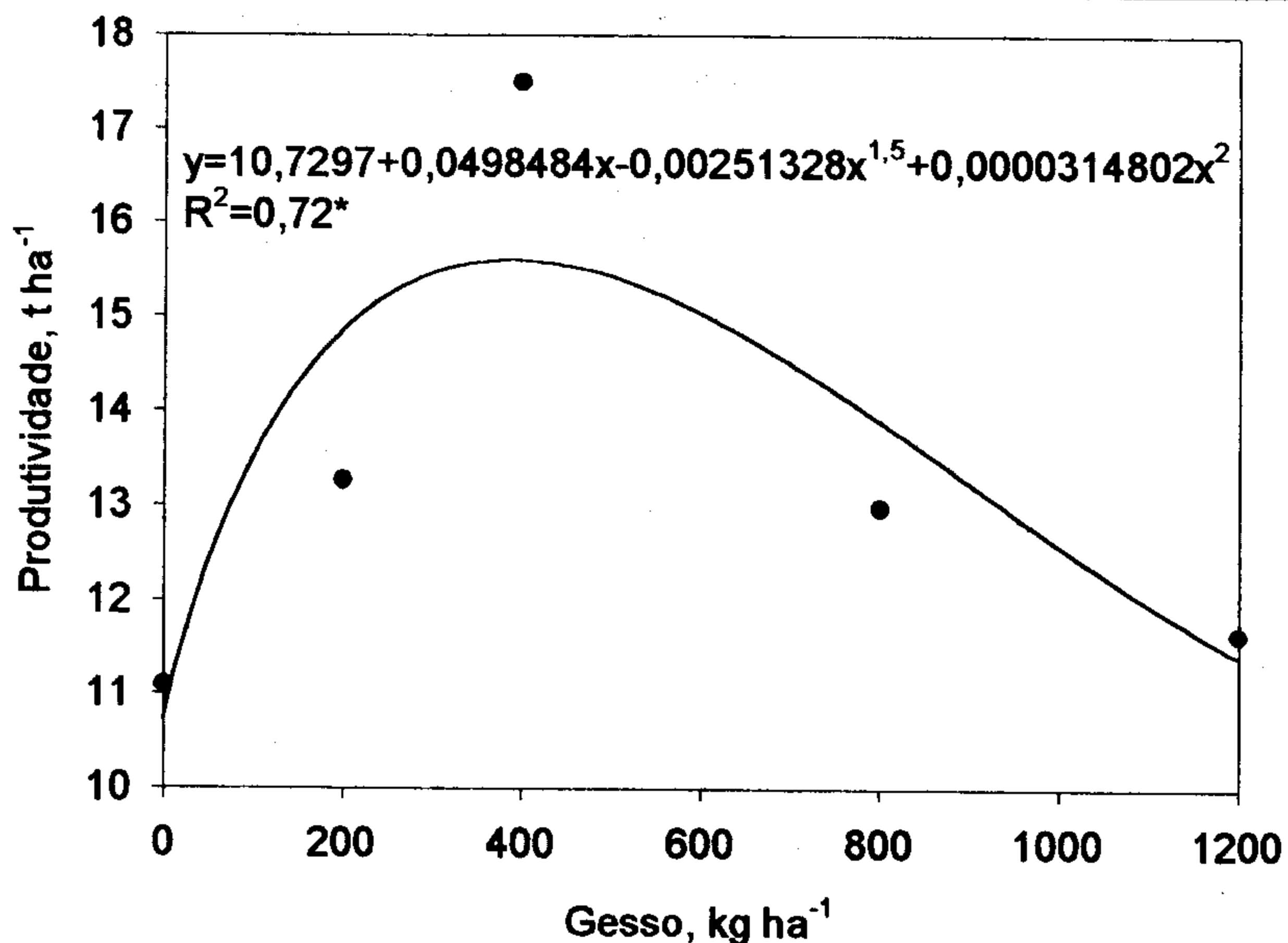


FIGURA 1 - Produtividade de bulbos comerciais de cebola em resposta às doses de gesso associadas ao KCl, no primeiro cultivo.

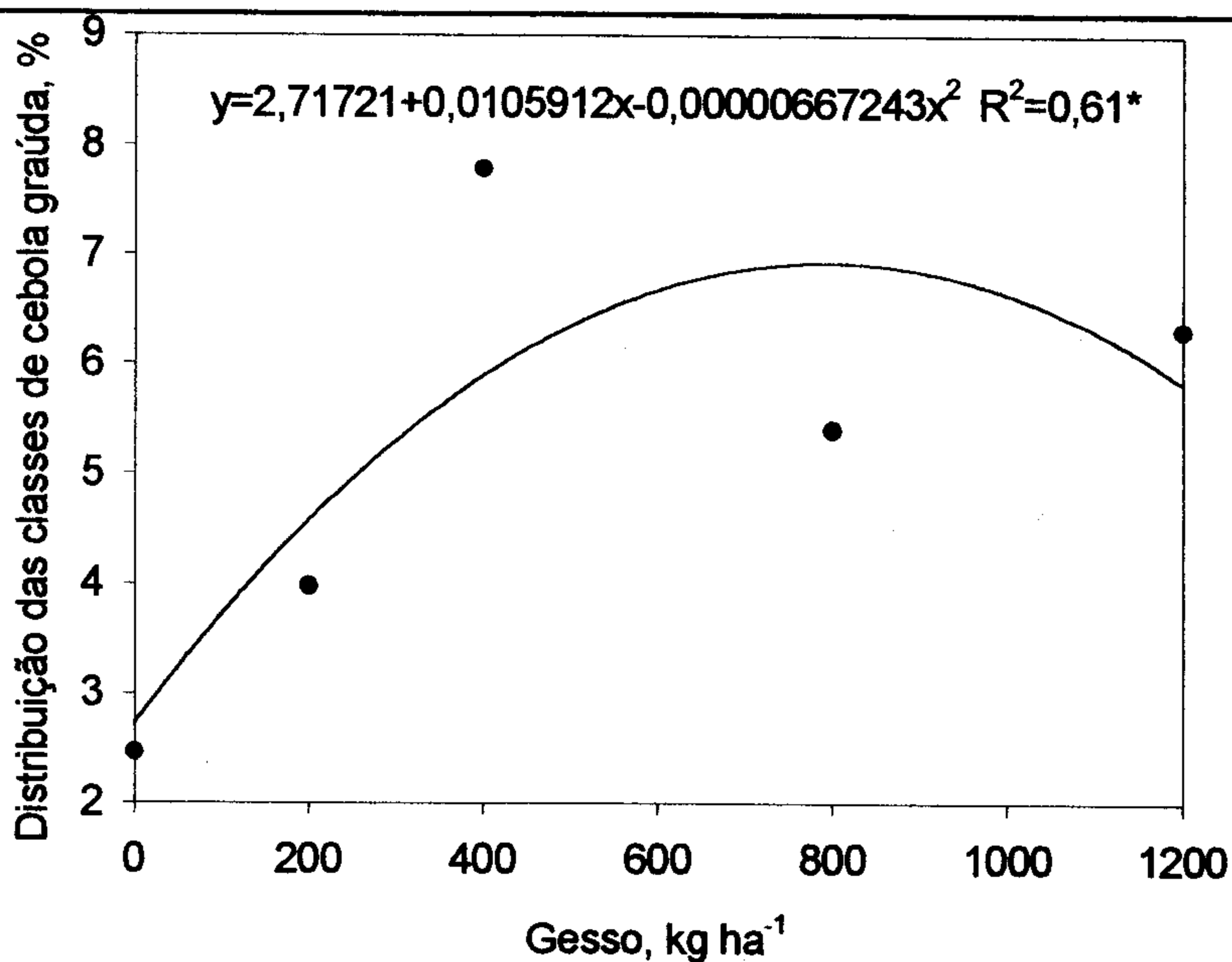


FIGURA 2 - Distribuição porcentual de bulbos de cebola da classe graúda, em função das doses de gesso associadas ao KCl, no primeiro cultivo.

O efeito do gesso na nutrição das plantas envolve também aspectos ligados ao equilíbrio entre K, Ca e Mg pela elevação dos teores de Ca no solo. A adequação do teor de Ca^{+2} é necessária para o crescimento das raízes e a integridade funcional da membrana citoplasmática, importante ao adequado processo de absorção iônica. Contudo, nível muito alto de Ca e S pode levar ao desequilíbrio nutricional da planta e reduzir a produtividade, conforme verificado no presente experimento.

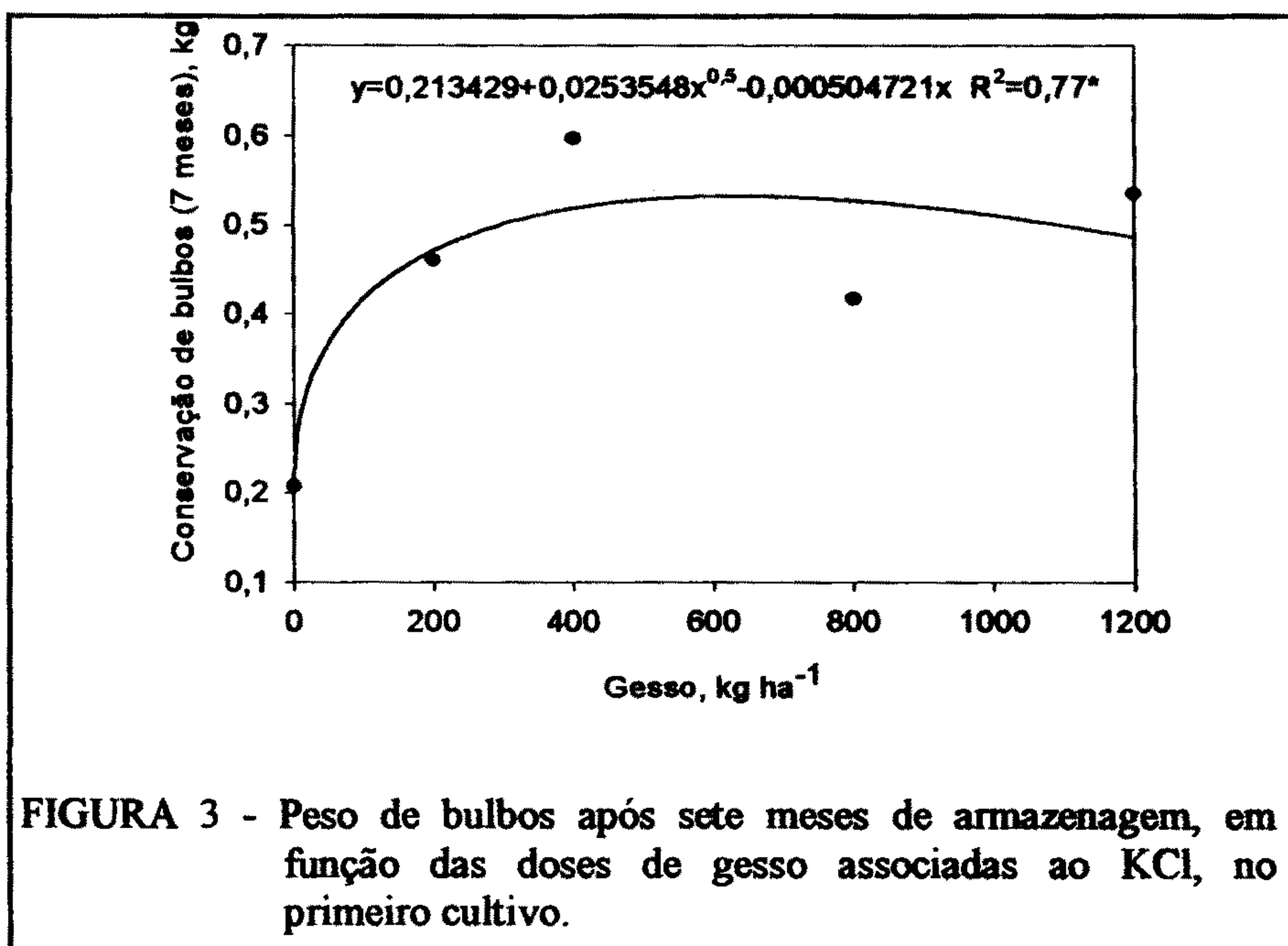
Não houve efeito residual do gesso sobre a produtividade de bulbos comerciáveis (Quadro 3), talvez pelo baixo teor de enxofre no solo (Quadro 1) e pela lixiviação do SO_4^{--} no perfil. Também não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de sólidos solúveis, ácido pirúvico e acidez titulável, determinados nos bulbos oriundos do primeiro cultivo, sendo os teores médios de 9,3; 0,28; e 4,0 %, respectivamente. Há variação no conteúdo de ácido pirúvico de diferentes cultivares de cebola em condições de alto suprimento de S, mas não em baixo (10). Hamilton et al. (11) não conseguiram modificar a pungência e o teor de açúcares em bulbos de cebola pela escolha da área ou pela aplicação de S em campo comercial com teor suficiente de S no solo.

A conservação foi avaliada no primeiro cultivo, e a maior perda de peso dos bulbos armazenados ocorreu no tratamento em que as plantas foram adubadas com KCl (Quadro 5). A adição de gesso ao KCl melhorou a conservação dos bulbos (Figura 3), mostrando o efeito favorável do S e do Ca no armazenamento. O fornecimento de doses adequadas de gesso, associado ao KCl, além de aumentar a produtividade, aumentou a conservação da cebola.

QUADRO 5 - Percentagem do peso de bulbos de cebola amostrados (3 kg), após sete meses de armazenagem

Tratamentos	%
K-Mg	19 a
K_2SO_4	18 ab
KCl	6,9 c
KCl + 200 kg G	15,3 ab
KCl + 400 kg G	19,9 a
KCl + 800 kg G	13,9 b
KCl + 1200 kg G	17,8 ab
C.V.(%)	11,7

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente, pelo teste Tukey a 5%.



Composição mineral da folha

Os teores de K, Ca, Mg e N na matéria seca das folhas não foram alterados pelos tratamentos, sendo encontradas as médias de 26,7; 8,2; 3,0; e 21,5 g kg⁻¹, respectivamente, que podem ser consideradas adequadas pelo critério de Huett et al. (12). Entretanto, o teor foliar de S foi menor nas plantas adubadas com KCl em comparação com aqueles em folhas de plantas que receberam fertilizante contendo enxofre (Quadro 6). Apesar de haver diferenças na concentração de S entre cultivares e estádios de desenvolvimento (26), em todos os tratamentos os teores de S foram menores que 5 a 10 g kg⁻¹, faixa considerada adequada por Huett et al. (12) e Mills e Jones Jr. (20) para a cebola. Hamilton et al. (10) mostraram que plantas de cebola, em condições de deficiência e suficiência de S, apresentavam 2,6 e 8,55 g kg⁻¹ de S na matéria seca das folhas, respectivamente.

Houve aumento no teor de S na matéria seca das folhas (Figura 4) e queda na relação N/S com o aumento na dose de gesso (Figura 5). Outros autores encontraram aumento nos teores de N e S em folhas de milho (9) com a adição de gesso. A relação N/S variou de 5,55 a 6,00 nos tratamentos que proporcionaram as maiores produtividades de bulbos comerciais. Utilizando os valores apresentados por Huett et al. (12) e Mills e Jones Jr. (20) é possível constatar que a relação ótima entre os teores de

N/S em folhas de cebola pode variar na faixa ampla de 2 a 11; Magalhães (15) propõe 6,8 como valor apropriado da relação.

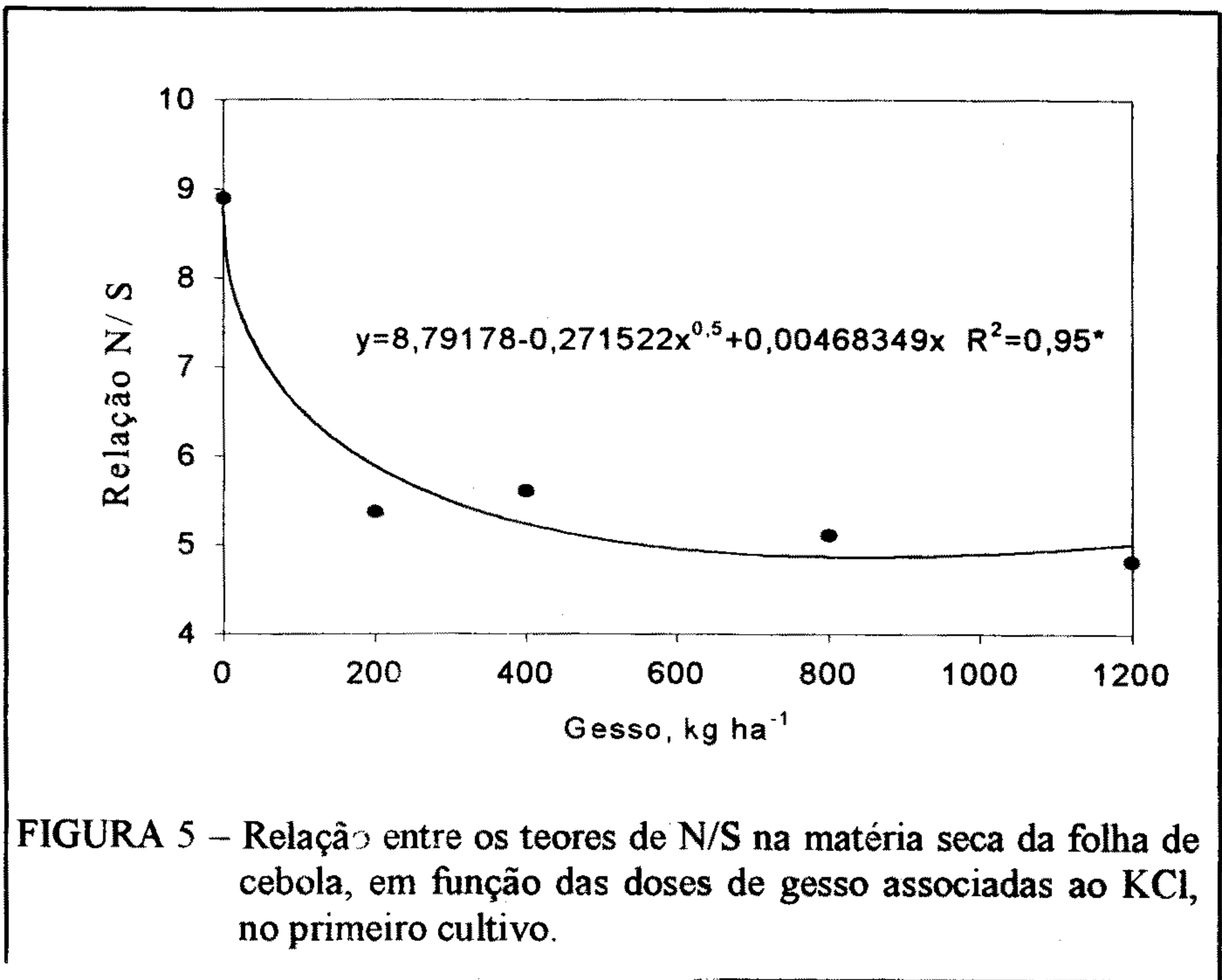
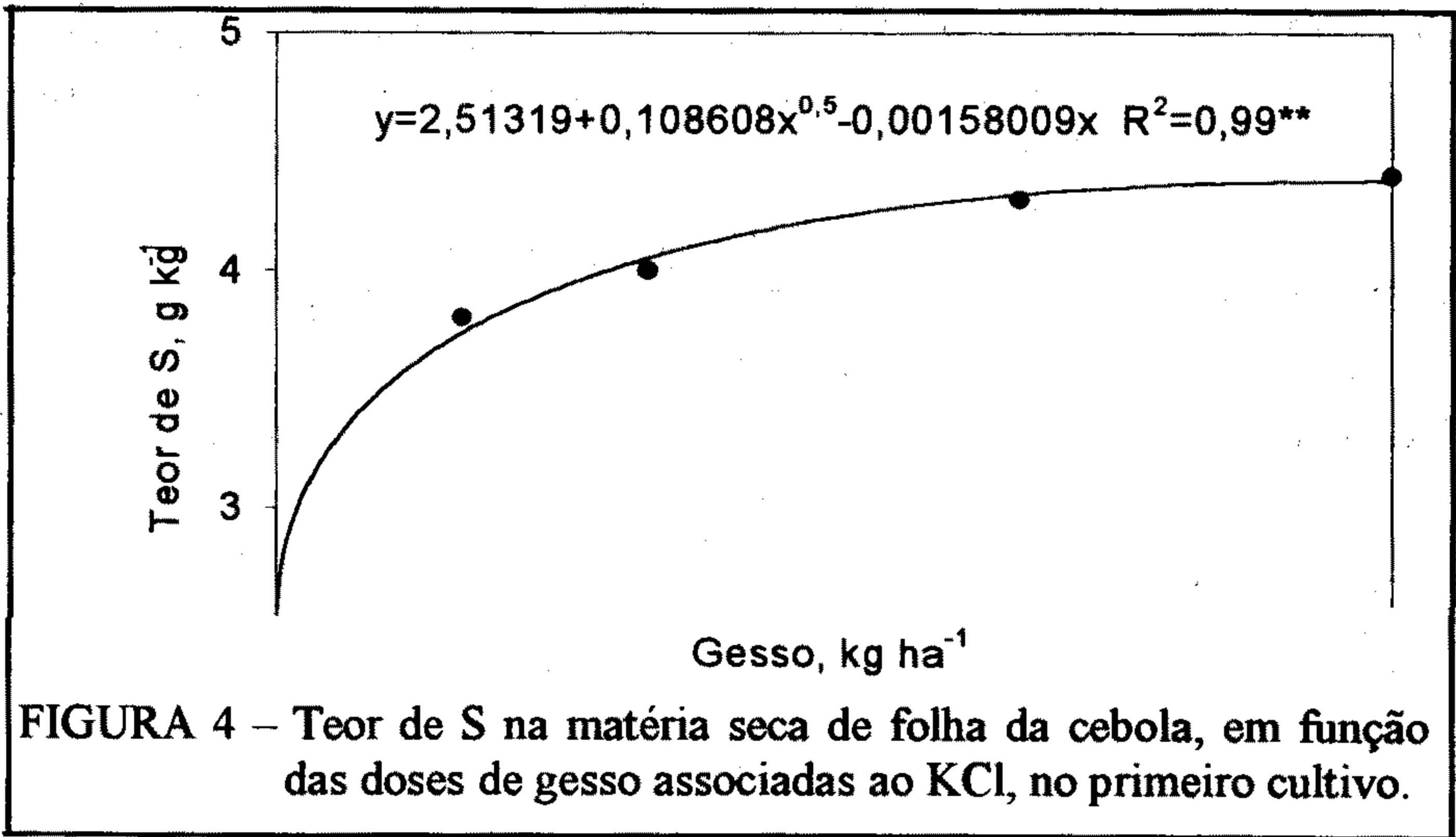
QUADRO 6 – Teor de enxofre (S) e relação entre os teores de nitrogênio (N) e enxofre na matéria seca de folha de cebola, nos tratamentos, no primeiro cultivo		
Tratamentos	S (g kg ⁻¹)	N/S
K-Mg	3,8 ab	5,55 ab
K ₂ SO ₄	3,5 ab	6,00 ab
KCl	2,5 b	8,90 a
KCl + 200 kg G	3,8 ab	5,37 ab
KCl + 400 kg G	4,0 a	5,60 b
KCl + 800 kg G	4,3 a	5,10 ab
KCl + 1200 kg G	4,4 a	4,81 b
C.V.(%)	12,14	6,27

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5%.

Características químicas do solo

Nas camadas de solo de 0-20 e 20-40 cm, o menor teor de SO₄²⁻ residual no solo foi verificado no tratamento que recebeu apenas o KCl (Quadro 7). Com a adição deste, as concentrações de SO₄²⁻ na camada de 20-40 cm aumentaram linearmente com o incremento da dose de gesso (Figura 6), indicando que a lixiviação do SO₄²⁻ foi proporcional à dose de S aplicada. Braga et al. (4) observaram maior movimentação descendente de Ca, Mg e S com o aumento das doses de gesso. A permanência do SO₄²⁻ na camada arável, indicada pelas maiores concentrações de S, foi aparentemente pequena. A persistência do gesso no solo depende de diversos fatores, dentre os quais taxa de dissociação e graus de adsorção e desorção ao solo (6).

O teor de K trocável no solo, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, não foi afetado pelos tratamentos, atingindo as médias de 37 e 10 mg dm⁻³, respectivamente. A aplicação de diferentes fontes de K e KCl associado ao gesso não causou lixiviação desse cátion no perfil do solo, concordando com os dados obtidos por Braga et al. (4) e oposto ao que foi observado por Pavan et al. (24), talvez em razão das doses de gesso e potássio utilizadas, da CTC do solo (Quadro 1), da quantidade de calcário que pode ter proporcionado maior adsorção do K e também da exigência de K pela cultura da cebola que extrai, em média, 4 kg de K para 1 t de bulbos (8). Os tratamentos também não alteraram os teores de Ca e Mg no solo. Foram encontrados, respectivamente, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, teores de 29 e 20 mmol_c dm⁻³, no caso de Ca, e 9,5 e 6,3 mmol_c dm⁻³, referentes ao Mg.



QUADRO 7 – Teor de SO_4^{--} (mg dm^{-3}) em duas profundidades do solo, nos tratamentos, após a colheita dos bulbos do primeiro cultivo.

Tratamentos	Profundidade (cm)	
	0 – 20	20 – 40
K-Mg	10,50 a	17,70 a
K_2SO_4	7,00 bc	16,80 ab
KCl	5,70 c	11,38 b
KCl + 200 kg G	7,25 abc	10,94 b
KCl + 400 kg G	9,00 abc	15,33 ab
KCl + 800 kg G	9,80 ab	14,55 ab
KCl + 1200 kg G	7,40 abc	18,20 a
C.V.(%)	14,40	16,6

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

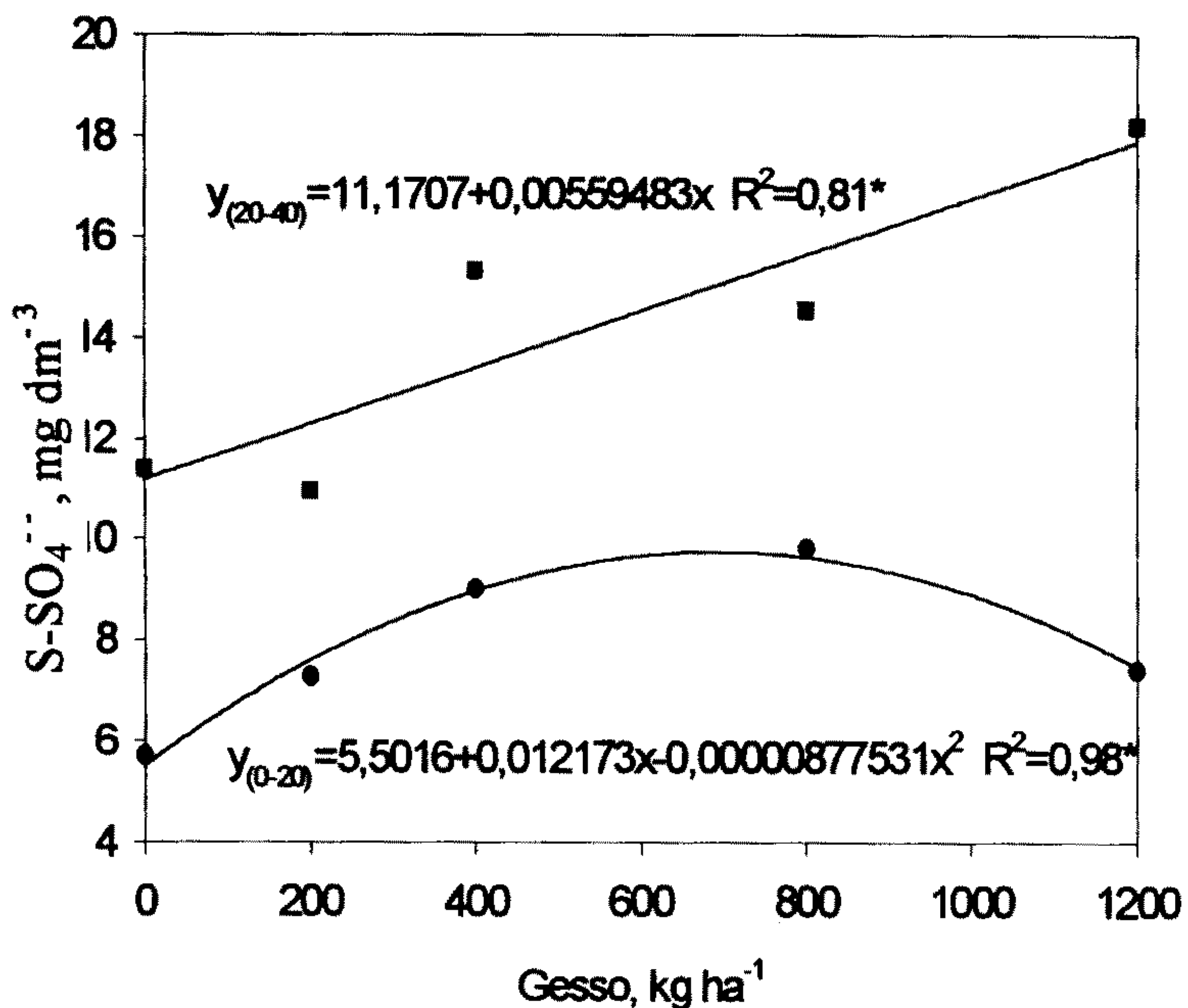


FIGURA 6 – Teor de S-SO_4^{--} no solo (profundidades de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm), em função das doses de gesso associadas ao KCl, após o primeiro cultivo.

CONCLUSÃO

O uso de fontes de potássio como K-Mg e K_2SO_4 ou KCl, associadas ao gesso, favorece o rendimento e conservação dos bulbos de cebola. Recomenda-se, portanto, para esta cultura, fontes de potássio que contenham enxofre como componente secundário ou o KCl associado ao gesso.

REFERÊNCIAS

1. AJAY, K.; ONKAR, S.; KUMAR, A. & SINGH, O. Effect of sulphur deficiency on plant growth and yield of onion. *Indian Journal of Agricultural Research*, 29: 127-30, 1995.
2. ANEZ, B.; TAVIRA, E. & FIGUEREDO, C. Producción de cebola en respuesta a la aplicación de fertilizantes en suelos alcalinos. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad del Zulia*, 13: 509-20, 1996.
3. BLANCHAR, R.W.; REHM, G. & CALDWELL, A.C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acids. *Soil Science Society American Proceedings*, 29: 71-2, 1965.
4. BRAGA, F. de A.; VALE, F.R. do & MUNIZ, J.A. Movimentação de nutrientes no solo, crescimento e nutrição mineral do eucalipto, em função de doses de gesso e níveis de irrigação. *Revista Brasileira Ciência Solo*, 19: 69-77, 1995.
5. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4ª aproximação. Lavras, 1989. 176p.
6. COUTO, W.; LATHWEL, D.I. & BOULDIN, D.R. Sulfate sorption by two oxisols and na alfisol of the tropics. *Soil Science*, 127: 108-16, 1979.
7. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
8. FONTES, P.C.R. Cultura da cebola. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1994. 40p.
9. FORESTIERI, E.F. & DE-POLLI, H. Calagem, enxofre e micronutrientes no crescimento do milho e da mucuna-preta num Podzólico Vermelho-Amarelo. *Revista Brasileira Ciência Solo*, 14: 163-6, 1990.
10. HAMILTON, B.K; PIKE, L.M. & YOO, K.S. Clonal variations of pungency, sugar content, and bulb weight of onions due to sulphur nutrition. *Scientia Horticulturae*, 71: 131-6, 1997.
11. HAMILTON, B.K; YOO, K.S. & PIKE, L.M. Changes in pungency of onions by soil type, sulphur nutrition and bulb maturity. *Scientia Horticulturae*, 74: 249-56, 1998.
12. HUETT, D.O.; MAIER, N.A.; SPARROW, L.A. & PIGGOTT, T.J. Vegetables. In: Reuter, D.J. & Robinson, J.B. (eds.). *Plant analysis: an interpretation manual*. 2nd. ed. Collingwood, Australia, CSIRO, 1997. p. 385-464.
13. HUNTER, H.A. Proposed methods for sulfur and boron in soils. Orange City. Internacional Soil Fertility Evaluation and Improvement Project, Agro Service Internacional, 1988. n.p. (Datilografado).
14. LOCASCIO, S.J.; HOCHMUTH, G.J.; OLSON, S.M.; HOCHMUTH, R.C.; CSIZINSZKI, A.A. & SHULER, K.D. Potassium source and rate for polyethylene-mulched tomatoes. *HortScience*, 32: 1204-7, 1997.

15. MAGALHÃES, J.R. Nutrição e adubação de cebola. In: Ferreira, M.N.; Catellane, P.D. & Cruz, M.C.P. da. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba, PATAFOS, 1993, p.381-93.
16. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1980. 215p.
17. MALAVOLTA, E. O gesso agrícola no ambiente e na nutrição da planta. In II Seminário sobre o uso do Gesso na Agricultura. Uberaba, IBRAGOS, 1992, p.41-66.
18. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
19. MEENA, O.S. & SINGH, D. Effect of sulfur and zinc application on onion yield and sulfur and zinc uptake in three soil orders. *Journal of Indian Society of Soil Science*, 46: 636-40, 1998.
20. MILLS, H.A. & JONES Jr, J.B. Plant analysis handbook II. Athens, Georgia, USA, MicroMacro Publishing, 1996. 422 p.
21. NAGAICH, K.N.; TRIVEDI, S.K.; RAJESH, L. & LEKHI, R. Effect of sulphur and potassium fertilization in onion (*Allium cepa* L.). *South Indian Horticulture*, 46: 266-71, 1998.
22. NERSON, H.; EDELSTEIN, M.; BERDUGO, R. & ANKORION, Y. Monopotassium phosphate as a phosphorus and potassium source for greenhouse-winter-grown cucumber and muskmelon. *Journal Plant Nutrition*, 20: 335-44, 1997.
23. PANIQUE, E.; KELLING, K.A.; SCHULTE, E.E.; HERO, D.E.; STEVENSON, W.R. & JAMES, R.V. Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. *American Potato Journal*, 74: 379-98, 1997.
24. PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. & PRATT, P.T. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium, and aluminum following lime or gypsum applications to a Brazilian oxisol. *Soil Science* 48: 33-8, 1982.
25. RAJAS, R.N.; GHULAXE, S.N. & TAYDE, S.R. Effect of varying levels of sulphur and spacing compared with frequencies of irrigation on yield of onion grown in Vidarbha. *Journal of Soils and Crops*, 3: 37- 40, 1993.
26. RANDLE, W.M.; BUSSARD, M.L. & WARNOCK, D.F. Ontogeny and sulfur fertility affect leaf sulfur in short-day onions. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118: 762-5, 1993.
27. RANDLE, W.M.; LANCASTER, J.E.; SHAW M.L.; SUTTON K.H.; HAY, R.L. & BUSSARD, M.L. Quantifying onion flavor compounds responding to sulfur fertility - sulfur increases levels of alk(en)yl cysteine sulfoxides and biosynthetic intermediates. *Journal American Society for Horticultural Science*, 120: 1075-81, 1995.
28. RANDLE, W.M.; KOPSELL, D.E.; KOPSELL, D.A. & SNYDER, R.L. Total sulfur and sulfate accumulation in onion is affected by sulfur fertility. *Journal Plant Nutrition*, 22: 45-51, 1999.
29. SCHWIMMER, S. & WESTON, W.J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 9: 301-4, 1961.
30. SUMANTRA, K.; TIWARI, R.S. & KAR, S. Effect of sulphur on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) cv. Pusa Red. *Recent Horticulture*, 4: 138-9, 1997/98.