

Produtividade e classificação de bulbos de cebola em função da fertilização nitrogenada e potássica, em semeadura direta¹.

Yield and bulbs classification of onion as regards of nitrogen and potassium fertilization at direct seeding.

Arthur Bernardes CECÍLIO FILHO², Marina Weyand MARCOLINI³, André MAY⁴, José Carlos BARBOSA⁵

¹ Parte da tese de doutorado do terceiro autor; Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP;

² Doutor em Agronomia; Universidade Estadual Paulista (UNESP); Depto. Produção Vegetal; ruta@fcav.unesp.br; Autor para correspondência

³ Graduação em Agronomia; Unesp, Jaboticabal-SP, Brasil.

⁴ Engenheiro Agrônomo; Doutor em Agronomia; Embrapa Milho e Sorgo; andremay@cnpmc.embrapa

⁵ Engenheiro Agrônomo; Doutor em Estatística e Experimentação Agronômica; FCAV/UNESP; jcbarbosa@fcav.unesp.br

Resumo

O experimento foi conduzido no município de São José do Rio Pardo-SP, nos meses de março a agosto de 2004, visando a avaliar a produtividade e a classificação de bulbos de cebola, híbrido Superex, em função de doses de nitrogênio e potássio, em sistema de semeadura direta. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com 4 repetições, compreendendo quatro doses de nitrogênio (0; 50; 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) e quatro doses de potássio (0; 75; 150 e 225 kg ha⁻¹ de K₂O). A maior produtividade (89,5 t ha⁻¹) foi alcançada com 150 kg ha⁻¹ de N e 150 kg ha⁻¹ de K₂O. As percentagens de bulbos na classe 3 (50 a 70 mm de diâmetro) e bulbos duplos cresceram com o aumento das doses de nitrogênio, enquanto diminuíram nas classes 1 (15 a 35 mm de diâmetro) e refugos (diâmetro <15 mm).

Palavras-chave adicionais: *Allium cepa*, sistema de cultivo, adubação nitrogenada, adubação potássica, rendimento.

Abstract

An experiment was carried out in São José do Rio Pardo, from March to August of 2004, in order to evaluate the yield and the commercial classification of onion bulbs, hybrid Superex, by using different amounts of N and K, at the direct seeding. The experiment design was a randomized blocks with the treatments arranged in a factorial scheme 4x4 with four replications, it including four amounts of nitrogen (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) and four amounts of potassium (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de K₂O). The highest yield (89.5 t ha⁻¹) was reached by fertilizer applied at the amounts of with 150 kg ha⁻¹ of N and 150 kg ha⁻¹ of K₂O. The percentages of bulbs graded into class 3 (50 to 70 mm of diameter) and double bulbs increased with the increment of N, whereas, the class 1 (15 to 35 mm of diameter) and bulbs no marketable (diameter <15 mm) decreased.

Additional keywords: *Allium cepa*, cultivation system, nitrogen fertilization, potassium fertilization, performance.

Introdução

A produção mundial de cebola (*Allium cepa* L.), em 2007, foi de, aproximadamente, 70 milhões de toneladas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2010). No Brasil, a cebola é considerada a terceira hortaliça mais importante, perdendo para batata e tomate, sendo consumida *in natura* em saladas ou como condimento (RESENDE et al., 2002). A produtividade média brasileira, em 2010, foi de 22 t ha⁻¹, com cerca de 1,4 milhão de toneladas de bulbos produzidos em mais de 65 mil hectares (IBGE, 2010).

O município de São José do Rio Pardo é um tradicional município produtor de cebola, cujo sistema de cultivo predominante é o transplante de mudas, com produtividades que dificilmente passam

de 50 t ha⁻¹ de bulbos, mesmo nos melhores anos de cultivo.

O nitrogênio e o potássio destacam-se como os nutrientes mais importantes para a cultura da cebola. O N é o segundo nutriente em quantidade na planta, superado apenas pelo K. Embora significativos e bastante destacados, os efeitos do nitrogênio nas plantas, especialmente para culturas formadoras de órgãos de reserva, pesquisadores relatam sobre a importância do emprego de nitrogênio junto ao potássio para incremento da eficiência da adubação (VIDIGAL, 2000).

HASSAN (1984) verificou aumento na produção de cebola com até 90 kg ha⁻¹ de N, enquanto AUJLA & MADAN (1992) obtiveram as melhores produtividades com a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N, durante dois anos de estudo, com doses de 0 a 150

kg. ASIEGBU (1989) encontrou melhor produtividade com 150 kg ha^{-1} de N.

RESENDE et al. (2008), estudando os efeitos de doses de nitrogênio e potássio sobre a produção e a qualidade de bulbos de cebola da cultivar Franciscana IPA-10, verificaram que a aplicação de 90 e 180 kg ha^{-1} de K_2O proporcionou máxima produtividade, e que quando combinada com $175,8 \text{ kg ha}^{-1}$ e $169,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de N resultou em $59,74$ e $61,28 \text{ t ha}^{-1}$ de bulbos comerciais, respectivamente.

A cebola é uma espécie que extrai grandes quantidades de potássio. Contudo, segundo FILGUEIRA (2008), de forma geral, não tem sido observado incremento significativo na produtividade de bulbos, ou as respostas apresentam-se divergentes. Por exemplo, AKTAR et al. (2002) observaram aumento na produtividade de bulbos até 200 kg ha^{-1} de K_2O , quando combinadas as aplicações de fósforo e nitrogênio, enquanto MOHANTY & DAS (2001) observaram aumento no diâmetro transversal e na massa fresca dos bulbos com a aplicação de baixas doses de potássio (60 kg ha^{-1} de K_2O). MAY (2006), em estudo de doses de nitrogênio e potássio na cultura da cebola em solo com baixo teor de K, verificou que o incremento na produtividade em resposta ao aumento no fornecimento de K foi pequeno, quando comparado ao incremento verificado com aumento na dose de N. RESENDE & COSTA (2009), estudando o comportamento de Alfa-Tropical em Petrolina-PE, sob doses de nitrogênio e potássio, verificaram comportamentos diversos, conforme a dose de K aplicada. Sem a aplicação de nitrogênio, conjugada com 180 kg ha^{-1} de K_2O , foi possível a produtividade de $42,1 \text{ t ha}^{-1}$ de bulbos comerciais. Já com a aplicação de 97 kg ha^{-1} de N, sem fornecimento de K, a produtividade estimada foi de $36,5 \text{ t ha}^{-1}$ de bulbos. Contudo, a aplicação de 90 kg ha^{-1} de K_2O e 180 kg ha^{-1} de N propiciou produtividade de $36,2 \text{ t ha}^{-1}$ de bulbos, demonstrando que as respostas ao fornecimento de potássio podem ser muito variáveis, com ou sem nitrogênio.

O presente trabalho objetivou avaliar a produtividade e a classificação de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio e potássio, em sistema de semeadura direta.

Material e métodos

O experimento foi conduzido nos meses de março a agosto de 2004, na Fazenda Rio Doce, no município de São José do Rio Pardo-SP, situado a $21^{\circ}37'16'' \text{ S}$, $46^{\circ}53'15'' \text{ W}$ e altitude de aproximadamente 900 m . De acordo com a classificação internacional de Keppen, a área encontra-se entre os tipos climáticos Aw e Cwa, segundo descrição de VIANELLO & ALVES (1991).

A análise química do solo, na camada de 0 a 20 cm , foi realizada seguindo o método descrito por RAIJ et al. (1987), e constatou-se pH CaCl_2 de $5,2$, matéria orgânica = 25 g kg^{-1} e P-resina = 24 mg dm^{-3} . Os teores de K, Ca, Mg e H+Al foram, respectivamente, de $1,4$; 31 ; 10 e $28 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, e a CTC de $70,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A análise granulométrica

do solo, segundo o método da pipeta (DAY, 1965), apresentou 410 ; 150 ; 200 e 240 g kg^{-1} , respectivamente, de argila, limo, areia fina e areia grossa, classe textural argilosa. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 1999).

O preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens, sendo a primeira operação realizada para a incorporação do calcário, cuja dose foi calculada objetivando elevar a saturação por bases a 70% (TRANI et al., 1997), realizada três meses antes da implantação do experimento. A adubação fosfatada (superfosfato simples) foi realizada no dia anterior ao da semeadura do experimento, sobre os canteiros e incorporada com auxílio de encanteiradora tratorizada. Foram aplicados 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 (TRANI et al., 1997) e $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de B (bórax).

As irrigações foram diárias durante as primeiras semanas após a semeadura, e a cada quatro dias em complementação às precipitações, sendo o sistema utilizado o de aspersão convencional, com lâmina de 10 mm .

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4×4 , com quatro repetições. Os fatores avaliados foram doses de nitrogênio (0 ; 50 ; 100 e 150 kg ha^{-1} de N) e doses de potássio (0 ; 75 ; 150 e 225 kg ha^{-1} de K_2O).

O experimento ocupou uma área total aproximada de 272 m^2 , sendo instalado no dia 7 de março de 2004. O comprimento da parcela foi de $2,5 \text{ m}$. Cada parcela continha cinco linhas de plantas, espaçadas entre si em $0,275 \text{ m}$ e $0,055 \text{ m}$ entre plantas da cv. Superex, perfazendo $76 \text{ plantas m}^{-2}$, obtidas com desbaste após a emergência.

Previamente, à semeadura, foi feita a aplicação de 30 kg ha^{-1} de N (nitrato de amônio) e 40 kg ha^{-1} de K_2O (cloreto de potássio), sendo o restante parcelado aos 30 , 45 e 60 dias após a semeadura (DAS), baseado em TRANI et al. (1997). As quantidades de N e K de cada tratamento foram distribuídas manualmente de maneira uniforme sobre toda a área da parcela.

Aos 110 DAS , foram avaliados a altura e o número de folhas, e aos 150 DAS , a produtividade e a classificação dos bulbos. A altura de plantas foi obtida pela medição entre o nível do solo e a extremidade da maior folha. Para obter o número de folhas, foram contadas as folhas completamente desenvolvidas.

A produtividade total de bulbos, expressa em t ha^{-1} , foi obtida com o somatório das massas dos bulbos colhidos em 1 m central das três linhas centrais da parcela. Os bulbos colhidos foram classificados pelo maior diâmetro transversal, baseando-se na classificação da CEAGESP (2001). Os bulbos foram classificados em classe 0 ou refugo: menor que 15 mm ; classe 1: 15 a 35 mm ; classe 2: 35 a 50 mm e classe 3: 50 a 70 mm , com os resultados expressos em porcentagem do número total de bulbos produzidos. Os bulbos duplos representaram a porcentagem do número total de bulbos colhidos em cada parcela, segundo critérios da CEAGESP (2001).

O ciclo foi calculado pelo número de dias que compreendeu o desenvolvimento das plantas, ou seja, desde a semeadura até o estalo ou amadurecimento. O ponto de colheita foi determinado visualmente, quando 60% das plantas da parcela “estalaram”. Esse percentual encontra-se dentro da faixa citada por FINGER & CASALI (2002), que é de 50 a 80% de estalo.

Realizou-se a análise de variância dos dados pelo teste F, segundo o delineamento proposto, usando-se o programa estatístico Estat (Unesp/Jaboticabal).

Foi realizado estudo de regressão polinomial quando houve efeito significativo dos fatores.

Os dados de classificação de bulbos (expressos em porcentagem) foram transformados pela função $\log(x+1)$.

Resultados e discussão

A altura de planta, aos 110 DAS, foi influenciada significativamente pela dose de nitrogênio (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de F, significâncias e coeficientes de variação para as características altura de planta, número de folhas por planta, ciclo e produtividade. *Values of F, significants and variation coefficients of height of plant, number of leaves per plant, cycle and yield.*

Fontes de variação	Altura de planta	Nº de folhas / planta	Ciclo	Produtividade
Nitrogênio(N)	24,07**	7,10**	11,82**	60,75**
Potássio (K)	0,16 ^{NS}	1,38 ^{NS}	2,46 ^{NS}	2,37 ^{NS}
N x K	0,40 ^{NS}	0,72 ^{NS}	1,08 ^{NS}	2,66*
CV (%)	20,70	20,60	1,99	19,50

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo a 5% de probabilidade. ** and * Significant, respectively, to 1% and 5% of probability for test F; ^{NS} Not significant to 5% of probability for test F. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

O nitrogênio influenciou na altura de planta (Figura 1). A menor altura de planta (59,8 cm), foi obtida quando não se utilizou N, e a maior altura (79,6 cm) com 150 kg ha⁻¹ de N (Figura 1). O incre-

mento na altura de planta com a aplicação de nitrogênio pode proporcionar maior capacidade de produção de fotoassimilados, capaz de refletir na produtividade de bulbos.

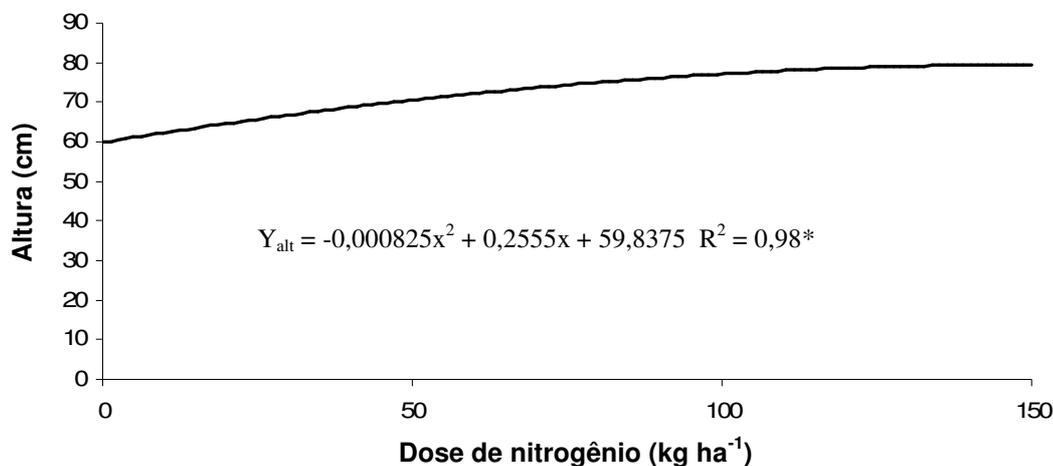


Figura 1 - Altura de planta em função da dose de nitrogênio. *Plant height in function of nitrogen doses.*

GHAFFOOR et al. (2003) relataram que a maior altura de planta de cebola, ao longo do ciclo de desenvolvimento (52,6 cm), foi alcançada com 150 kg ha⁻¹ de N, e que dose superior (180 kg ha⁻¹) não resultou em aumento no tamanho de planta. KHAN et al. (2002) também verificaram redução na altura da planta com doses acima de 100 kg ha⁻¹ de N, contudo os valores foram crescentes até a referida dose, quando atingiu 30,4 cm. A variação na dose de N aplicada para a expressão máxima da característica altura de planta, entre as diferentes pesquisas, pode ser devido à variabilidade entre as

condições de cultivo e cultivar utilizadas em cada experimento, assim como as características de cada solo, os fatores climáticos próprios da região e a época de plantio. Contudo, todas as pesquisas demonstram efeito do N sobre o crescimento da planta em altura.

O número de folhas por planta, assim como a altura de planta, foi influenciado significativamente somente pelo fator doses de nitrogênio (Tabela 1). Maiores números de folhas foram observados com a aplicação de nitrogênio (Figura 2).

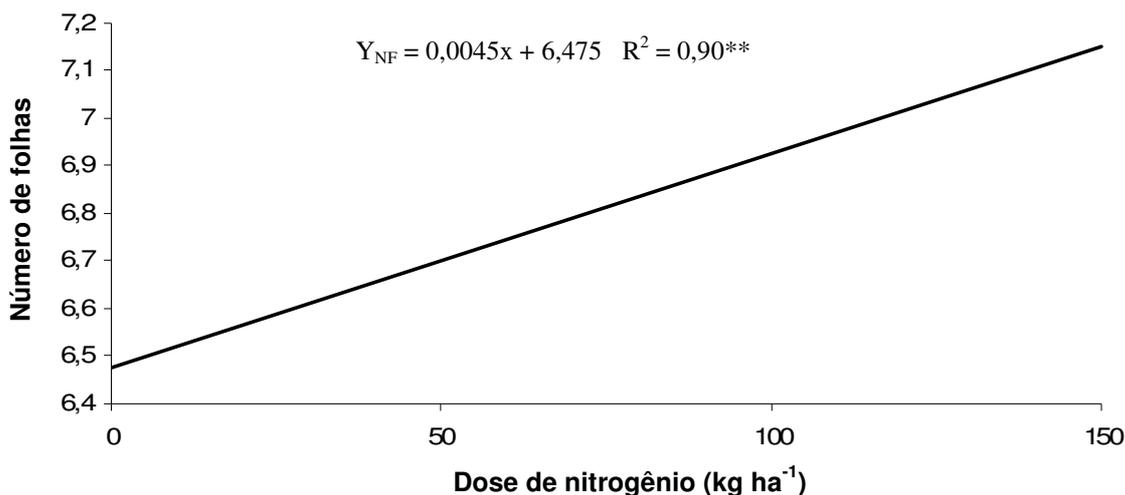


Figura 2 - Número de folhas por planta em função da dose de nitrogênio. *Number of leaves per plant in function of nitrogen doses.*

Quando a cultura recebeu 150 kg ha⁻¹ de N, a planta apresentou o maior número de folhas (7,15 folhas) e, sem a aplicação de N, o menor número de folhas da planta, 6,47 folhas. Assim como observado para a altura da planta, o nitrogênio influenciou marcadamente no número de folhas da planta, resultando em maior vigor da parte aérea com maiores doses do nutriente. ASIEGBU (1989) observou aumento no número de folhas aos 150 dias após a semeadura, com aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N. KHAN et al. (2002) relataram incremento em número de folhas por planta com utilização de doses de N até 100 kg ha⁻¹. Contudo, em doses superiores a 150 kg ha⁻¹ de N, o número de folhas apresentou pequena redução, passando de 6,78 para 6,56 folhas/planta.

O ciclo foi influenciado significativamente apenas pelo fator dose de nitrogênio (Tabela 1). Dessa forma, o número de dias para colheita reduziu-se linearmente à medida que maior foi a dose de

N aplicada (Figura 3). Na maior dose (150 kg ha⁻¹ de N), a 'Superex' apresentou ciclo de 143,6 dias. Entre as doses de 0 e 150 kg ha⁻¹ de N, a redução no ciclo foi de 5,7 dias.

LOPES (1989) cita que plantas deficientes em nitrogênio têm seu crescimento bastante prejudicado, levando a maior lentidão no desenvolvimento devido à menor atividade metabólica. HENRIKSEN (1987) relata que há um adiantamento na maturação de plantas de cebola com a aplicação de nitrogênio comparativamente às plantas não fertilizadas. Os resultados obtidos estão de acordo com os verificados por MAIER et al. (1990) que, estudando doses de nitrogênio (0; 15; 40; 90; 190; 290; 390 e 590 kg ha⁻¹ de N), em solos arenosos da Austrália, também verificaram que a aplicação de N acelerou a senescência das plantas, enquanto a deficiência provocou a desuniformidade de "estalo" (amadurecimento).

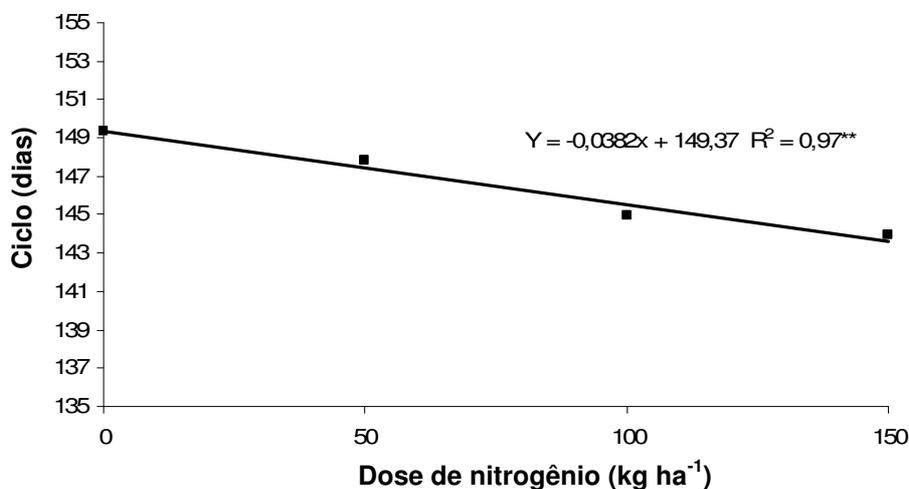


Figura 3 - Ciclo em função da dose de nitrogênio. *Cycle in function of nitrogen doses.*

Os autores informam que algumas plantas permaneceram verdes e eretas até a colheita, quando doses foram inferiores a 100 kg ha⁻¹ de N. VIDIGAL (2000) observou ciclo de 130 a 159 dias, em estudo de parcelamento da adubação nitrogenada para a cultivar Alfa Tropical, em sistema de transplante de mudas, no norte do Estado de Minas Gerais.

A produtividade da cultura foi influenciada significativamente pela interação N e K (Tabela 1). Os resultados mostram que a produtividade da

cebola variou de 20,2 t ha⁻¹ a 89,5 t ha⁻¹, conforme a combinação das doses de N e K (Figura 4), evidenciando a grande participação da adequada nutrição da planta, entre tantos outros fatores de produção, na composição da produtividade da cultura.

A menor produtividade (20,2 t ha⁻¹) foi obtida quando não foi realizada a adubação com nitrogênio e potássio. Além disso, mesmo sem o fornecimento de nitrogênio, mas com a aplicação de 225 kg ha⁻¹ de K₂O, a produtividade alcançou 36 t ha⁻¹ (Figura 4).

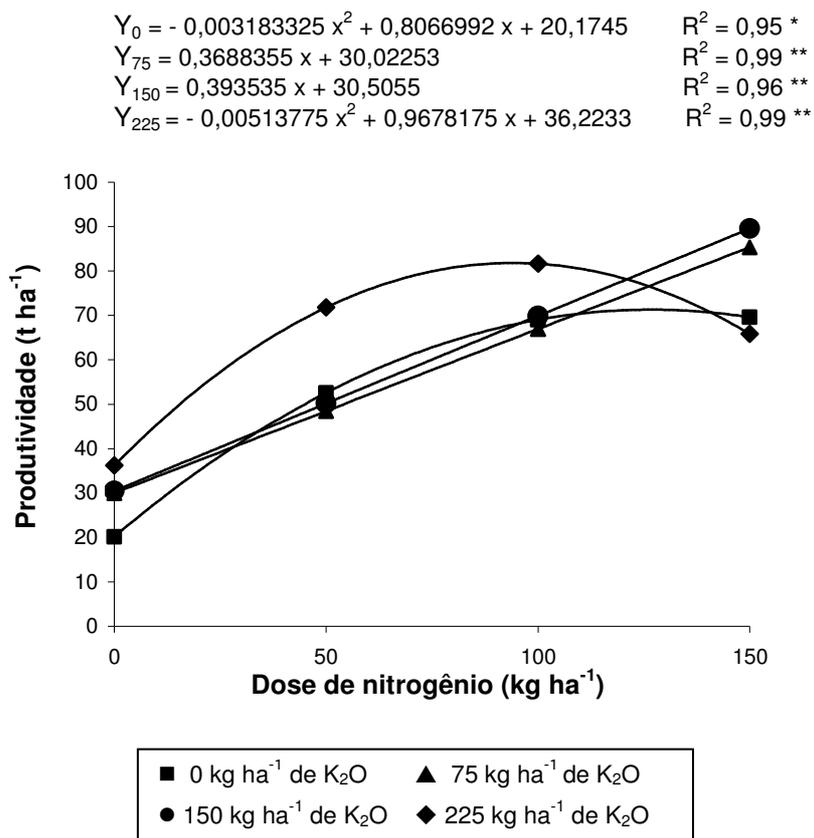


Figura 4 - Produtividade total da cebola em função da dose de nitrogênio e potássio. *Yield of onion in function of nitrogen and potassium doses.*

Contudo, o nitrogênio influenciou na produtividade da cebola de forma muito mais expressiva do que o potássio. Sem a aplicação de K, a produtividade de bulbos foi de 20 t ha⁻¹, com 0 kg ha⁻¹ de N, passando para 69,5 t ha⁻¹ com a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N, sendo máxima em 127 kg ha⁻¹ de N (Figura 4). Dessa forma, sem a aplicação de K e com a aplicação de doses de N superiores a 127 kg ha⁻¹ de N, houve redução na produtividade de bulbos. Mas, quando houve o fornecimento de N com K, foi possível obter a produtividade máxima de bulbos (89,53 t ha⁻¹), na combinação de 150 kg ha⁻¹ de N com 150 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 4). Contudo, mesmo na maior dose estudada de potássio (225 kg ha⁻¹ de K₂O), a produtividade máxima alcançada foi de apenas 81,8 t ha⁻¹, com a aplicação de 94 kg ha⁻¹ de N, sendo que doses de N acima deste limite, mantendo a máxima dose aplicada de K, resultaram em queda de produtividade.

A redução na dose de potássio para 75 kg ha⁻¹ de K₂O com 150 kg ha⁻¹ de N proporcionou 85 t ha⁻¹ de bulbos, demonstrando que, reduzindo a dose de K, a produtividade de bulbos apresentou melhores resultados do que na máxima dose do nutriente (Figura 4). KHAN et al. (2002) verificaram incremento na produtividade de bulbos de cebola com até 100 kg ha⁻¹ de N, e que maiores doses não promoveram ganho de produtividade. DIXIT (1997) concluiu que a dose de 120 kg ha⁻¹ de N foi a que proporcionou a melhor produtividade. FEIGIN et al. (1980) relataram maiores produtividades com o uso de 180 kg ha⁻¹ de N. ASIEGBU (1989) também verificou aumento gradual da produtividade com doses crescentes de N até 200 kg ha⁻¹, sendo que as produtividades com 150 e 200 kg N ha⁻¹ foram similares.

A classificação dos bulbos em classe 1, classe 3 e refugo foi influenciada significativamente

pelas doses de N, não havendo efeito significativo da dose de K e interação dos fatores para essas classificações. Contudo, o número de bulbos duplos

foi significativamente influenciado pela dose de K e houve interação significativa apenas para a classe 2 (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de F, significâncias e coeficientes de variação para as classificações de bulbo. *Values of F, significants and variation coefficients of bulb classification.*

Fontes de variação	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Bulbos duplos	Refugo
Nitrogênio(N)	7,58**	4,30**	29,03**	9,39**	10,33**
Potássio (K)	0,08 ^{NS}	1,98 ^{NS}	0,52 ^{NS}	3,77*	1,84 ^{NS}
N x K	1,07 ^{NS}	2,20*	1,29 ^{NS}	1,13 ^{NS}	1,97 ^{NS}
CV (%)	20,70	20,60	31,99	38,50	120,80

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo ao nível de 1% de probabilidade. ** and * Significant, respectively, to 1% and 5% of probability for test F; ^{NS} Not significant to 5% of probability for test F. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Os coeficientes de variação para as características refugo (120,80%) e bulbos duplos (38,50%) foram altos em razão da elevada variação entre e dentro dos tratamentos, uma vez que o aparecimento dessas características não foi comum em qualquer tratamento. A produção de bulbos com

diâmetros menores que 35 mm (classe 1 e refugo) no número total de bulbos produzidos foi reduzida com a aplicação de nitrogênio (Figura 5), sendo que, na dose de 150 kg ha⁻¹ de N, a produção de bulbos com diâmetro menor que 15 mm (refugo) foi praticamente zero (0,57%).

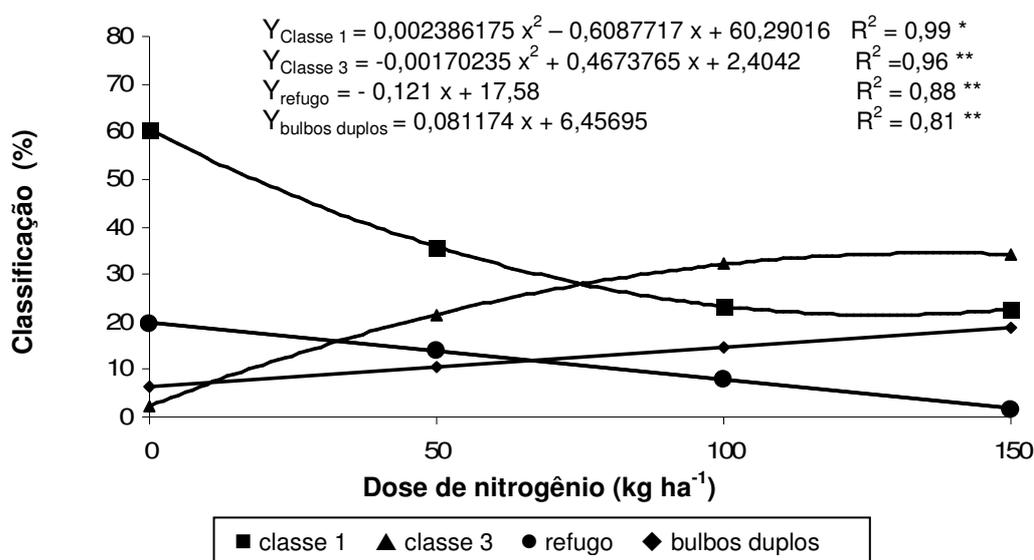


Figura 5 - Percentagens das classes 1, 3, refugo e bulbos duplos em função da dose de nitrogênio. *Percentages of yield onion classified as type 1, 3, refuse and double bulb in function of nitrogen doses.*

A produção de bulbos com diâmetro entre 50 e 70 mm (classe 3), preferida pelo mercado consumidor (SILVA et al., 1991), sem a aplicação de N, foi de apenas 2,4% do total de bulbos produzidos. Contudo, com o aumento das doses de N aplicadas, a participação de bulbos distribuídos nessa classificação foi crescente até 137 kg ha⁻¹ de N (34,5%), quando houve ligeira queda a partir desse ponto, resultando em diferença de apenas 0,3% entre a porcentagem de bulbos classe 3 nessa dose de nitrogênio (ponto de inflexão da curva) até 150 kg ha⁻¹ de N (Figura 5). Assim, pôde-se notar a grande importância do N para o aumento de bulbos comercialmente desejáveis (MAIER et al., 1990). No entanto, a aplicação de N aumentou a participação de bulbos duplos (Figura 5), passando de 6,5% para

18,6% da produção total de bulbos para 0 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. A participação de grandes quantidades de bulbos duplos na classificação da produção não é uma característica desejável, sendo considerado um distúrbio fisiológico. HASSAN (1984) também observou que altas doses de N (acima de 90 kg ha⁻¹) aumentaram o aparecimento de bulbos duplos, de 12,49% para 21,47%.

Em resposta ao K aplicado, a porcentagem de bulbos duplos no número total de bulbos produzidos ajustou-se a uma equação cúbica, o que não permitiu a interpretação biológica do resultado. Se não fosse pela redução acentuada da porcentagem na dose de 150 kg ha⁻¹ de K₂O, poder-se-ia propor uma possível tendência de incremento, ainda que não confirmada pela estatística. As médias obser-

vadas foram 9,6%, 15,2%, 9,2% e 16,1%, respectivamente, para 0; 75; 150 e 225 kg ha⁻¹ de K₂O.

MAY (2006), estudando o efeito do nitrogênio e potássio sobre a classificação de bulbos das cultivares de cebola Optima e Superex, verificou que o aumento de doses de potássio favorece uma elevação na porcentagem de bulbos duplos, passando de 5,3 para 7,22%, com a aplicação de 0 e 225 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

A classe 2 foi influenciada significativamente pela interação dos nutrientes N e K (Tabela 2). Não houve ajuste de equação para a dose de 150 kg ha⁻¹ de K₂O, mas para 0; 75 e 225 kg ha⁻¹ de K₂O, verificou-se aumento linear no percentual da classe 2 à medida que maiores foram as doses de N (Figura 6). Sem aplicação de N, o percentual de bulbos na classe 2, para as doses de 75 e 225 kg ha⁻¹ de K₂O, foi de 28,3%, atingindo, respectivamente para cada dose de K, 45 e 48,5% na dose de 150 kg ha⁻¹. Sem aplicação de potássio, a resposta

da planta ao fornecimento de N também foi linear, passando de 18%, com 0 kg ha⁻¹ de N, para 42,8%, com 150 kg ha⁻¹ de N.

ASIEGBU (1989) constatou resultados semelhantes quanto à distribuição de bulbos na classificação segundo o diâmetro transversal, em relação ao número total de bulbos produzidos, verificando aumento na proporção de bulbos com diâmetros maiores de acordo com o aumento da dose de nitrogênio. Da mesma forma, RESENDE et al. (2008) verificaram que a aplicação de nitrogênio reduziu gradativamente a produção de bulbos refugo (não comerciais) e elevou para até 85,8% a quantidade de bulbos distribuídos entre 50 e 70 mm de diâmetro com a dose estimada de 153,6 kg ha⁻¹ de N, retratando, dessa forma, que esse nutriente contribui muito para a melhoria da produtividade da espécie estudada.

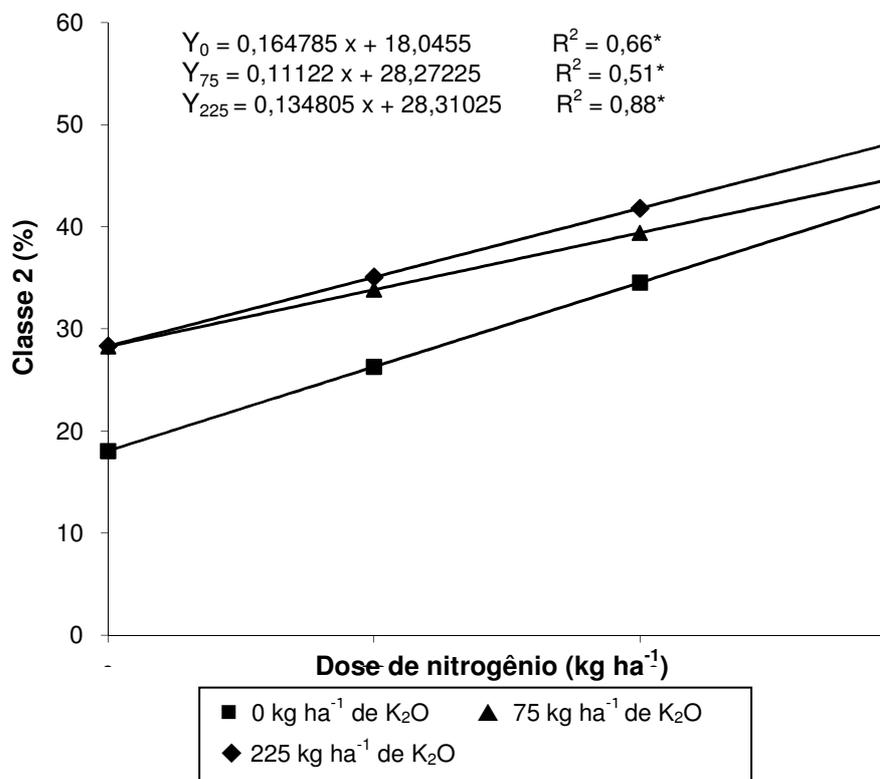


Figura 6 - Percentual da classe 2 em função da dose de nitrogênio e potássio. *Percentage of class 2 in function of nitrogen doses.*

Conclusões

A maior produtividade (89,53 t ha⁻¹) foi alcançada com as doses de 150 kg ha⁻¹ de N e 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

A aplicação de nitrogênio promoveu incrementos na altura e no número de folhas da planta.

O nitrogênio aumentou a porcentagem de bulbos entre 50 e 70 mm no número total de bulbos

produzidos, assim como promoveu elevação da porcentagem de bulbos duplos.

Agradecimentos

À FAPESP, pela bolsa de iniciação científica (Processo 04/03346-6) e pelo auxílio à pesquisa (Processo 03/13794-3). Ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa ao primeiro autor.

Referências

- AKTAR, M. E.; BASHIR, K.; KHAN, M. Z.; KHOKLAR, K. M. Effect of potash application on yield of different varieties of onion (*Allium cepa* L.). **Asian Journal of Plant Science**, Islamabad, v.1, n.4, p.324-325, 2002.
- ASIEGBU, J. E. Response of onion to lime and fertilizer N in a tropical Ultisol. **Tropical Agriculturae**, Trinidad, v.66, n.2, p. 161-166, 1989.
- AUJLA, T. S.; MADAN, P. S. Response of onion (*Allium cepa* L.) to irrigation, nitrogen fertilizer and row spacing on deep sandy-loam soil in subtropical monsoon region. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v.62, n.2, p.129-34, 1992.
- COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO_CEAGESP. **Programa Brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros**. São Paulo, 2001.
- DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C. A. (Ed.) **Methods of soil analysis**: part 1. Madison: ASA, 1965. p. 545-567.
- DIXIT, S. P. Response of onion (*Allium cepa*) to nitrogen and farmyard manure in dry temperate high hills of Himachal Pradesh. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 67, n.5, p. 222-223, 1997.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Agricultural production, primary crops**. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 04 agos. 2010.
- FEIGIN, A.; SAGIU, B.; MITCHNICK, Z. Response of onion (cv. Ori) to manuring and nitrogen fertilization in loes soil. **Horticultural Abstracts**, Farnham Royal, v.50, n.6, p.531, 1980.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia, moderna produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa-MG: UFV, 2008 421p.
- FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. Colheita, cura e armazenamento da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 93-98, 2002.
- GHAFFOOR, A.; JILANI, M. S.; KHALIQ, G.; WASEEM, K. Effect of different NPK levels on the growth and yield of three onion (*Allium cepa* L.) varieties. **Asian Journal of Plant Sciences**, Islamabad, v.2, n.3, p. 342-346, 2003.
- HASSAN, M. S. Effects of frequency of irrigation and fertilizer nitrogen on yield and quality. **Acta Horticulturae**, Richmond, v. 8, n. 143, p. 341-346, 1984.
- HENRIKSEN, K. Effect of N and P fertilization on yield and harvest time in bulb onions. **Acta Horticulturae**, Richmond, n. 198, p. 207-215, 1987.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 agos. 2010.
- KHAN, H.; IQBAL, M.; GHAFFOOR, A.; WASEEM, K. Effect of various plant spacing and different nitrogen levels on the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) **Journal of Biological Sciences**, Bombay, v.2, n.8, p.545-547, 2002.
- LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.
- MAIER, N. A.; DAHLENBURG, A. P.; TWIGDEN, T. K. Effect of nitrogen on the yield and quality of irrigated onions (*Allium cepa* L.) cv. Cream Gold grown on siliceous sands. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 30, p. 845-851, 1990.
- MAY, A. **Desempenho de híbridos de cebola em função da população de plantas e fertilização nitrogenada e potássica**. 2006. 142f. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- MOHANTY, B. B.; DAS, J. N. Response of rabi onion cv. Nasik Red to nitrogen and potassium fertilization. **Vegetable Science**, Varanasi, v.28, n.1, p.40-42, 2001.
- RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.
- RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Produtividade e armazenamento de cebola (*Allium cepa* L.) submetida a doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras/MG, v.33, n.5, p.1314-1320, 2009.
- RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; PINTO, J. M. Produtividade e qualidade pós-colheita de cebola adubada com doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p. 388-392, 2008.
- RESENDE, L. M. de A.; MASCARENHAS, M. H. T.; SIMÃO, M. L. R. Panorama da produção e da comercialização da cebola em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.218, p.7-19, 2002.
- SILVA, E.; TEIXEIRA, L. A. J.; AMADO, T. J. C. The increase in onion production in Santa Catarina State, South Brazil. **Onion Newsletter for the Tropics**, Rent, n. 3, p. 7-9, 1991.
- TRANI, P. E.; TAVARES, M.; SIQUEIRA, W. J. Cebola (Sistema de mudas). In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.

M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p. 176. (Boletim Técnico, 100).

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1991. 449 p.

VIDIGAL, S. M. **Adubação nitrogenada de cebola irrigada cultivada no verão – Projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais**. 2000. 136 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.