

Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica

André May¹; Arthur Bernardes Cecílio Filho²; Diego Resende de Queirós Porto²; Pablo Forlan Vargas²; José Carlos Barbosa²

¹IAC, Av. Barão de Itapura, 1481, C. Postal 28, 13001-970 Campinas-SP; ²UNESP/FCAV, Via de acesso Prof. Paulo D. Castellane s/n, 14884-900 Jaboticabal-SP; E-mail: amay@iac.sp.gov.br; rutra@fcav.unesp.br.

RESUMO

O trabalho foi realizado em São José do Rio Pardo-SP, de 07 de março a 08 de agosto de 2004 para avaliar o efeito do nitrogênio, potássio e população de plantas na massa do bulbo e produtividade de duas cultivares de cebola. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 4 repetições, com os tratamentos em esquema fatorial 2 x 4 x 4 x 4: cultivares (Optima e Superex), doses de nitrogênio (0; 50; 100 e 150 kg ha⁻¹ de N), doses de potássio (0; 75; 150 e 225 kg ha⁻¹ de K₂O) e população de plantas (60; 76; 92 e 108 pl m⁻²). A produtividade foi influenciada pela interação doses de N e cultivar e doses de K e cultivar, enquanto a massa de bulbo, além das interações verificadas para a produtividade, foi influenciada significativamente pela interação N e população de plantas. Não houve interação tripla para nenhuma das variáveis estudadas. Massas menores de bulbo foram obtidas com aumento na população de plantas e para todas as populações. O aumento de N proporcionou incremento na massa do bulbo. Para se obter 90% da produtividade máxima, estimada em 71 t ha⁻¹ e 64,8 t ha⁻¹ para as cultivares Superex e Optima, em solo semelhante ao do presente estudo, devem ser fornecidas quantidades de 125 kg ha⁻¹ e 105 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, sem a necessidade de aplicação de K.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., nutrição, produção, densidade de plantas.

ABSTRACT

Plant density and nitrogen and potassium fertilization rates on yield of onion hybrids

An experiment was carried out in Sao Jose do Rio Pardo, the onion producing area in São Paulo State, Brazil, from March 07 to August 08, 2004. The objective of the research was to evaluate the effects of nitrogen and potassium fertilizer rates on yield of two onion cultivars, growing in different plant populations. The experimental design was in blocks with four replications in a 2x4x4x4 factorial scheme: cultivars (Optima and Superex), nitrogen (0; 50; 100 and 150 kg ha⁻¹ of N), potassium (0; 75; 150 and 225 kg ha⁻¹ of K₂O) and plant population (60; 76; 92 and 108 pl m⁻²). The effects of N and K doses on yield were cultivar dependent. Average individual bulb mass increased with decreasing plant population and increasing nitrogen doses application. To reach 90% of the maximum expected crop yield of 71 t ha⁻¹ for 'Superex' and 64.8 t ha⁻¹ for 'Optima', nitrogen doses of 125 and 105 kg ha⁻¹ should be applied, respectively, without potassium fertilization.

Keywords: *Allium cepa* L., nutrition, yield, plant density.

(Recebido para publicação em 28 de janeiro de 2006; aceito em 9 de abril de 2007)

No Brasil, a cebola é considerada a terceira hortaliça mais importante em termos de valor econômico, ficando atrás apenas da batata e do tomate. É preferencialmente consumida *in natura* em saladas, temperos e condimentos (Boeing, 2002).

O município de São José do Rio Pardo é uma tradicional zona produtora 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 cultivo¹.

A competição por água, luz e nutrientes faz com que o tamanho dos bulbos e a produtividade total variem con-

forme a população de plantas na área (Nichols, 1967). Stoffella (1996) observou que com o aumento da população de plantas, alterando-se o espaçamento na linha e entre as plantas (0,229 a 0,457 m entre linhas x 0,076 a 0,229 m entre plantas), houve aumento da produtividade de bulbos de cebola, acompanhado de redução da massa do bulbo.

Santos *et al.* (2000) avaliaram o comportamento da cv. Texas Grano em diferentes espaçamentos (0,05; 0,10 e 0,15 m entre plantas na linha), utilizando 0,3 m nas entrelinhas. Os autores observaram que os menores espaçamentos promoveram reduções na massa do bulbo, com grande influência

na produtividade. O menor espaçamento entre as plantas na linha proporcionou a maior produtividade (40,3 t de bulbos e 53,1 g por bulbo), enquanto com 0,10 m entre plantas obtiveram-se bulbos maiores (83,4 g), havendo porém redução na produtividade em 19,35%. Dellacecca & Lovato (2000), estudando três populações de plantas (26,6; 40 e 80 plantas m⁻²), verificaram que a maior população proporcionou maior produtividade (31 t ha⁻¹), embora com menor massa do bulbo, sendo 105,5 g e 189,0 g por bulbo para a maior e menor densidade de plantas, respectivamente. Rumpel & Felczynski (2000) estudaram o efeito da população de plantas entre

¹ Breda Junior, J. M. (Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé – Filial São José do Rio Pardo) Informação Pessoal, 2005.

20 e 140 plantas m⁻² na produtividade da cultura de cebola e verificaram que as maiores produtividades foram de 32,8 e 59,0 t ha⁻¹ respectivamente no primeiro e no segundo ano, obtidas com 80 plantas m⁻².

VIDIGAL *et al.* (2002) relatam, para a 'Alfa Tropical', que a planta toda extraiu 124,62; 21,35; 130,73; 62,78; 8,47; 20,14 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Henriksen (1987), avaliando doses de N entre 0 e 180 kg ha⁻¹, observou que 120 kg ha⁻¹ de N, utilizando o fertilizante nitrato de cálcio, proporcionou produtividade de 61,5 t ha⁻¹ de bulbos comerciais em cultura estabelecida pelo sistema de transplantio na população de 80 plantas m⁻². Em solos da região do Cerrado é comum a aplicação de doses em torno de 120 kg ha⁻¹ de N (Magalhães, 1993).

A exigência de potássio pela cebola é alta, sendo um nutriente de grande importância no transporte de fotoassimilados das folhas para os órgãos de reserva (Faquin, 1994). Apesar da cebola extrair grandes quantidades de potássio, as respostas da cultura a este nutriente são pequenas (Magalhães, 1993), de forma contrária ao que ocorre com o N (Brewster, 1994). Araújo & Costa (1975), em solo de cerrado, não observaram influência da variação no fornecimento do potássio entre 0 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, na produtividade de cebola. A ausência de resposta do K na produtividade da cebola também foi observada por Pande & Mundra (1971), utilizando até 89,6 kg ha⁻¹ de K₂O.

O trabalho objetivou quantificar a produtividade de cultivares de cebola, em função da população de plantas e da fertilização com nitrogênio e potássio em cultura estabelecida por semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de São José do Rio Pardo-SP. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com os tratamentos em esquema fatorial 2 x 4 x 4 x 4, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram: duas cultivares (híbridos Optima e Superex); quatro

populações de plantas (60; 76; 92 e 108 plantas m⁻²); quatro doses de nitrogênio (0; 50; 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) e 4 doses de potássio (0; 75; 150 e 225 kg ha⁻¹ de K₂O). As parcelas foram localizadas em canteiros de 1,2 m de largura, com cinco linhas longitudinais ao canteiro e com comprimento de 2,5 m. O espaçamento entre linhas foi de 0,275 m.

O solo do local do experimento é classificado como um LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, textura argilosa (Embrapa, 1999). A análise do solo na profundidade de 0 a 0,2 m revelou pH em CaCl₂ de 5,2 e 25 g dm⁻³ de matéria orgânica, além de 24 mg dm⁻³ de P-resina. Os teores de K, Ca, Mg, H+Al foram, respectivamente, 1,4; 31; 10 e 28 mmol_c dm⁻³ e a CTC efetiva igual a 70,4 mmol_c dm⁻³, segundo metodologia descrita por Raij *et al.* (2001).

Com base na análise de solo feita em laboratório da UNESP em Jaboticabal e nas recomendações de Trani *et al.* (1996) para a calagem e adubação da cultura da cebola, sistema de transplantio, fez-se aplicação de calcário, um mês antes da semeadura, para elevar a saturação por bases a 70%. Na semana da instalação do experimento, foram aplicados 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte superfosfato simples, à lanço em área total, e 1,5 kg ha⁻¹ de B, utilizando como fonte bórax.

Dois dias antes da semeadura foram aplicados 30 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de K₂O em todos os tratamentos, exceto na testemunha, incorporados com enxada. O restante do nitrogênio e do potássio de cada tratamento foi parcelado em quantidades iguais e aplicado aos 30, 45 e 60 dias após a semeadura (DAS). Foram empregados como fontes os fertilizantes nitrato de amônio e cloreto de potássio.

A semeadura foi realizada de 7 a 9 de março de 2004. Para auxiliar na implantação do fator população de plantas, a semeadura foi feita em pequenas covas de 3 cm de profundidade, abertas com o auxílio de um quadro furador metálico. Este furador era composto por um quadro de metal com 1,10 m de largura com cinco barras de ferro soldadas, distanciadas em 27,5 cm entre cada uma delas (espaçamento entre linhas). Em cada barra de ferro foram soldados

ferros 3/12" de 3 cm de comprimento para marcação das covas, distanciados em 6,92; 5,46; 4,51; 3,84 cm para a população de planta de 60; 76; 92 e 108 pl m⁻². Em cada cova aberta foram colocados cerca de cinco a sete sementes de cebola, sendo realizado um posterior desbaste para estabelecer o devido espaçamento entre plantas para cada parcela. Durante a semeadura, manteve-se o solo umedecido para que as covas permanecessem abertas. Após a semeadura, as covas foram cobertas com terra do próprio canteiro de forma a manter o canteiro uniforme em seu nível. A emergência das plântulas iniciou em 17/03/04 e, aproximadamente 15 dias após, fez-se o desbaste para estabelecer o número correto de plantas em cada parcela, de acordo com o fator população de plantas.

A aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas foi feita de acordo com as necessidades apresentadas pela lavoura. As irrigações foram diárias durante as primeiras semanas após a semeadura, e a cada quatro dias em complementação às precipitações pluviárias, nos períodos subsequentes, sendo utilizado o sistema de aspersão convencional, com a aplicação de uma lâmina média de 10 mm. O controle de plantas daninhas foi feito com auxílio de enxada sempre que necessário.

O ponto de colheita foi determinado quando 70% das plantas "estalarão", ponto este caracterizado pelo amolecimento do pseudocaule e tombamento da parte aérea, baseado na proposta de Finger & Casali (2002) de 50 a 80% de estalo. As plantas foram arrancadas e deixadas sobre os canteiros com as folhas distribuídas sobre os bulbos para que ficassem protegidos da irradiação direta. A colheita foi iniciada em 27/07/04 e finalizada em 08/08/04. Após quatro dias de insolação, os bulbos foram retirados do local e encaminhados para o laboratório, onde foram feitas as avaliações subsequentes, após a eliminação da parte aérea e das raízes. As parcelas foram colhidas separadamente, conforme a identificação do ponto de colheita de cada uma delas.

A massa do bulbo (g bulbo⁻¹) foi calculada pela divisão da massa total de bulbos por parcela pelo número de bul-

Tabela 1. Análise da superfície de resposta para as variáveis: massa do bulbo em função das doses de N e K para a cultivar Optima para 60 pl m⁻² (1), para 76 pl m⁻² (2), para 92 pl m⁻² (3) e 108 pl m⁻² (4); massa do bulbo em função das doses de N e K para a cultivar Superex para 60 pl m⁻² (5), para 76 pl m⁻² (6), para 92 pl m⁻² (7) e 108 pl m⁻² (8) e massa do bulbo em função da dose de nitrogênio e da população de plantas de cebola para a cultivar Optima (9) e para a Superex (10) (Analysis of answer to the values: bulb mass as result of doses of N and K for the cultivar Optima of 60 pl m⁻² (1), of 76 pl m⁻² (2), of 92 pl m⁻² (3) and 108 pl m⁻² (4); bulb mass as result of doses of N and K for the cultivar Superex of 60 pl m⁻² (5), of 76 pl m⁻² (6), of 92 pl m⁻² (7) and 108 pl m⁻² (8) and, bulb mass as a function of nitrogen doses and of onion plants population for the cultivar Optima (9) and Superex (10)). Jaboticabal, UNESP, 2004.

Parâmetros do modelo	1	2	3	4	5	6	7	8	Parâmetros do modelo	9	10
b ₀ (Intercepto)	69,556100	58,602700	40,712050	32,133800	37,823750	37,810600	29,849400	26,968650	b ₀ (Intercepto)	206,930572	119,939620
b ₁ (N)	1,190962	0,807842	0,802161	0,870751	1,158478	1,190192	1,167338	0,864746	b ₁ (N)	1,111503	1,645411
b ₂ (K)	0,100075	0,027284	0,177824	0,131461	0,568172	0,221341	0,325365	0,205197	b ₂ (PP)	-2,754748	-1,136735
b ₃ (N ²)	-0,003867	-0,002302	-0,002147	-0,003115	-0,002003	-0,003450	-0,003515	-0,002931	b ₃ (N ²)	-0,002858	-0,002975
b ₄ (N×K)	-0,000530	-0,000386	0,000084747	-0,000144	-0,000244	-0,000823	-0,000342	0,000251	b ₄ (N×PP)	-0,002631	-0,006938
b ₅ (K ²)	-0,000141	0,000377	-0,000657	-0,000257	-0,001899	-0,000328	-0,001138	-0,000665	b ₅ (PP ²)	0,011343	0,003518
Teste F para o modelo	13,834**	10,860**	18,550**	9,831**	61,027**	16,06**	63,314**	18,155**	Teste F para o modelo	113,8**	163,6**
R ²	0,87	0,84	0,90	0,83	0,97	0,89	0,97	0,90	R ²	0,98	0,99
CV (%)	12,11	12,90	13,08	17,15	8,52	14,24	8,16	14,69	CV (%)	5,47	5,47
Ponto crítico N	148,8359	171,1212	189,6784	134,7496	281,1417	155,5435	160,2687	155,3568	Ponto crítico N	131,5456	41,0015
Ponto crítico K	75,2210	51,5260	147,5886	218,3483	131,5611	142,1310	118,8472	183,4691	Ponto crítico PP	136,6867	201,9886
Tipo	Máximo	Ponto de sela	Máximo	Máximo	Máximo	Máximo	Máximo	Máximo	Tipo	Ponto de sela	Ponto de sela
Valor predito no ponto crítico	161,9489	128,4250	129,9107	105,1526	238,0465	146,1037	142,7277	112,9644	Valor predito no ponto crítico	91,7685	38,8680

**Significativo a 1 % de probabilidade pelo Teste F. (significant at 1% probability, test F)

bos colhidos. A estimativa da produtividade (t ha⁻¹) foi realizada a partir da pesagem dos bulbos colhidos das três linhas centrais da parcela (deixando-se uma linha de bordadura de cada lado) em um metro linear de canteiro e feita a proporção para 1 hectare com 5.900 m² efetivamente cultivados.

Foram utilizados os programas SAS e ESTAT para as análises estatísticas, utilizando-se os dados originais; e programa Statistica, para ajuste das equações polinomiais múltiplas. As equações que regem as regressões polinomiais múltiplas nas superfícies de resposta de segunda ordem seguiram o modelo:

$$Y = b_0 + b_1 (\text{Fator 1}) + b_2 (\text{Fator 2}) + b_3 (\text{Fator 1})^2 + b_4 (\text{Fator 1}) * (\text{Fator 2}) + b_5 (\text{Fator 2})^2$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram constatadas interações significativas entre cultivares e doses de nitrogênio, cultivares e doses de potássio e

doses de nitrogênio e população de plantas. Houve efeitos significativos para todos os fatores isoladamente, exceto para cultivares, sobre a massa do bulbo.

Os ajustes de superfícies de resposta de segunda ordem para a massa do bulbo, em todas as populações de plantas, para cada cultivar e para a produtividade são apresentados nas Tabela 1 e 2, respectivamente.

Foram feitas isolinhas combinando N e K para massa do bulbo para cada população de plantas e para cada cultivar estudada, pois a população de plantas foi muito importante para a expressão da variável massa do bulbo, já que foi verificada interação entre doses de N e população de plantas e interação entre cultivares e doses de N e cultivares e doses de K, demonstrando que houve um comportamento diferente para cada cultivar para a expressão dessa variável.

Nas interações, a ‘Superex’ sempre apresentou massa do bulbo maior que a

‘Optima’, em todas as populações de plantas, sendo de 188,81 (Figura 1E), 136,17 (Figura 1F), 132,07 (Figura 1G) e 105,05 g bulbo⁻¹ (Figura 1H), respectivamente com 60; 76; 92 e 108 pl m⁻²; enquanto para a cultivar Optima, os valores máximos obtidos foram de 153,54 (Figura 1A), 132,74 (Figura 1B), 118,73 (Figura 1C) e 98,44 g bulbo⁻¹ (Figura 1D), respectivamente com 60; 76; 92 e 108 pl m⁻².

Observa-se que quanto maior a população de plantas, maiores quantidades de N foram necessárias para manter a massa do bulbo nos máximos valores, para cada cultivar estudada.

Para a ‘Optima’, as doses acima de 150 kg ha⁻¹ de N com 60 kg ha⁻¹ de K₂O não foram suficientes para a produção de bulbos com massa superior a 98,44 g, quando cultivadas com 108 pl m⁻² (Figura 1D). Já para ‘Superex’ (Figura 1H), a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N com 75 kg ha⁻¹ de K₂O proporcionou bulbos com massa 105,5 g, na maior população de

Tabela 2. Análise da superfície de resposta para a variável produtividade em função das doses de N e K para a cultivar Optima (11) e Superex (12) (Analysis of the response for the yield as result of N and K doses for the cultivar Optima (11) and Superex (12)) Jaboticabal, UNESP, 2004.

Parâmetros do modelo	Variável	11	12
b ₀	Intercepto	26,569500	18,190600
b ₁	N	0,547780	0,663310
b ₂	K	0,059140	0,162223
b ₃	N ²	-0,001756	-0,001916
b ₄	NxK	-0,000064000	-0,000143
b ₅	K ²	-0,000075111	-0,000476
Teste F para o modelo		69,719**	116,64**
R ²		0,97	0,98
CV (%)		6,18	5,96
Ponto crítico N		149,9639	167,6581
Ponto crítico K		329,7934	145,2687
Tipo		Máximo	Máximo
Valor predito no ponto crítico		77,3951	85,5782

**Significativo a 1 % de probabilidade pelo Teste F (significant at 1% probability, test F)

plantas estudada, demonstrando maior resposta da planta às fertilizações.

As duas cultivares apresentaram superfícies de resposta semelhantes à interação doses de N e populações de plantas. Para a 'Optima', com a elevação das doses de 104 kg ha⁻¹ até 150 kg ha⁻¹ de N, a massa do bulbo não foi alterada, mantendo-se em 150,36 g bulbo⁻¹, para populações entre 60 e 66 pl m² (Figura 2A). Para 'Superex', de 120 a 150 kg ha⁻¹ de N, a massa do bulbo permaneceu a mesma (168,78 g bulbo⁻¹) com população entre 60 e 67 pl m² (Figura 2B).

Para a cultivar Optima, a população de plantas de 60 pl m², com aplicação de doses de N acima de 100 kg ha⁻¹ associada com até 225 kg ha⁻¹ de K₂O ou 110 kg ha⁻¹ de N sem a aplicação de K, proporcionou bulbos com massa de 153,54 g (Figura 1A). Para a 'Superex', a aplicação de N acima de 124 kg ha⁻¹ de N, combinada com inúmeras doses de K₂O, proporcionou bulbos com 188,81 g, na menor população de plantas (Figura 1E), demonstrando diferença de desempenho de cada cultivar em diferentes combinações de fertilização e população de plantas. Assim, para que se aumente a população de plantas é preciso associar a fertilização nitrogenada de modo a alcançar maiores massas do bulbo, dentro dos níveis estudados, uma vez que os pontos críticos estão fora da faixa estudada para cada um dos fatores, sendo 131 kg ha⁻¹ de N e 137 pl m² para

'Optima' e 41 kg ha⁻¹ de N e 202 pl m², para 'Superex' (Figura 2 A e B).

As maiores massas do bulbo, 150,36 e 168,78 g bulbo⁻¹, respectivamente para a 'Optima' e 'Superex', foram obtidas na população de 60 pl m² com a dose de 150 kg ha⁻¹ de N (Figura 2A e B).

Para a produção de bulbos com 150 g, preferida pelo mercado consumidor (Silva *et al.*, 1991), considerando-se as doses de 105 e 125 kg ha⁻¹ de N para obter as produtividades de 64,8 e 71 t ha⁻¹ (90% da máxima) respectivamente para as cultivares Optima e Superex, foram necessárias 66 pl m² para a 'Optima' e 76 pl m² para a 'Superex' (Figura 2C e D), demonstrando a superioridade produtiva da cultivar Superex com aplicação de N, sendo capaz de manter altas produtividades em populações de plantas superiores àquelas limites para a 'Optima', fixando-se a massa do bulbo.

Santos *et al.* (2000) verificaram também uma redução significativa na massa do bulbo com o aumento do número de plantas por área. No entanto, os autores encontraram reflexos negativos na produtividade quando o espaçamento entre plantas foi aumentado. Houve incremento na massa do bulbo de até 57%, associado a uma queda de 19,35% na produtividade total, quando o espaçamento entre plantas passou de 0,05 m para 0,10 m, com 0,3 m nas entrelinhas.

Houve efeito significativo de doses de nitrogênio e de doses de potássio isoladamente, não havendo efeito de cultivares e da população de plantas sobre a produtividade da cebola. Também foram constatadas interações significativas entre cultivares e doses de nitrogênio e cultivares e doses de potássio.

Em decorrência da interação significativa de cultivares com doses de N e de K, foram estimadas superfícies de respostas para melhor avaliar a influência do N e K na produtividade de cada cultivar (Tabelas 2).

Para as duas cultivares, o efeito da aplicação de nitrogênio foi mais expressivo do que o promovido pelo potássio, verificado pela inclinação da isolinha, que se acentua à medida que se aumenta a dose de N (Figura 2C e D). Considerando a isolinha de produtividade de 68,61 t ha⁻¹ de bulbos para a 'Optima', seria suficiente a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N e 108 kg ha⁻¹ de K₂O. No entanto, para se alcançar à próxima isolinha (produtividade máxima da cultivar, 72,02 t ha⁻¹) com a aplicação da mesma quantidade de N (100 kg ha⁻¹ de N), seriam necessários cerca de 225 kg ha⁻¹ de K₂O. Porém, a produtividade máxima poderia ser alcançada com a aplicação de 125 kg ha⁻¹ de N e 103 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 2C). Para a 'Superex', considerando o mesmo raciocínio, para alcançar 74,35 t ha⁻¹ de bulbos, seria suficiente a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N e 81 kg ha⁻¹ de K₂O. No entanto, conforme a Figura 2D, mesmo com aplicação da máxima dose de K estudada (225 kg ha⁻¹ de K₂O), associado a 100 kg ha⁻¹ de N, a produtividade máxima para a cultivar Superex (78,91 t ha⁻¹) não seria alcançada, sem alteração na quantidade aplicada de N. No entanto, com a aplicação da mesma quantidade de K (81 kg ha⁻¹ de K₂O) e apenas mais 20 kg ha⁻¹ de N, a produtividade seria a máxima.

As produtividades máximas obtidas neste trabalho, de 72,02 t ha⁻¹ para a 'Optima' e 78,91 t ha⁻¹ para a 'Superex' (Figura 2C e D). Essas produtividades foram superiores à média brasileira, que, segundo Boeing (2002), é de 15 a 17 t ha⁻¹ de bulbos.

Conforme as equações da superfície de resposta (Tabela 2), para uma mes-

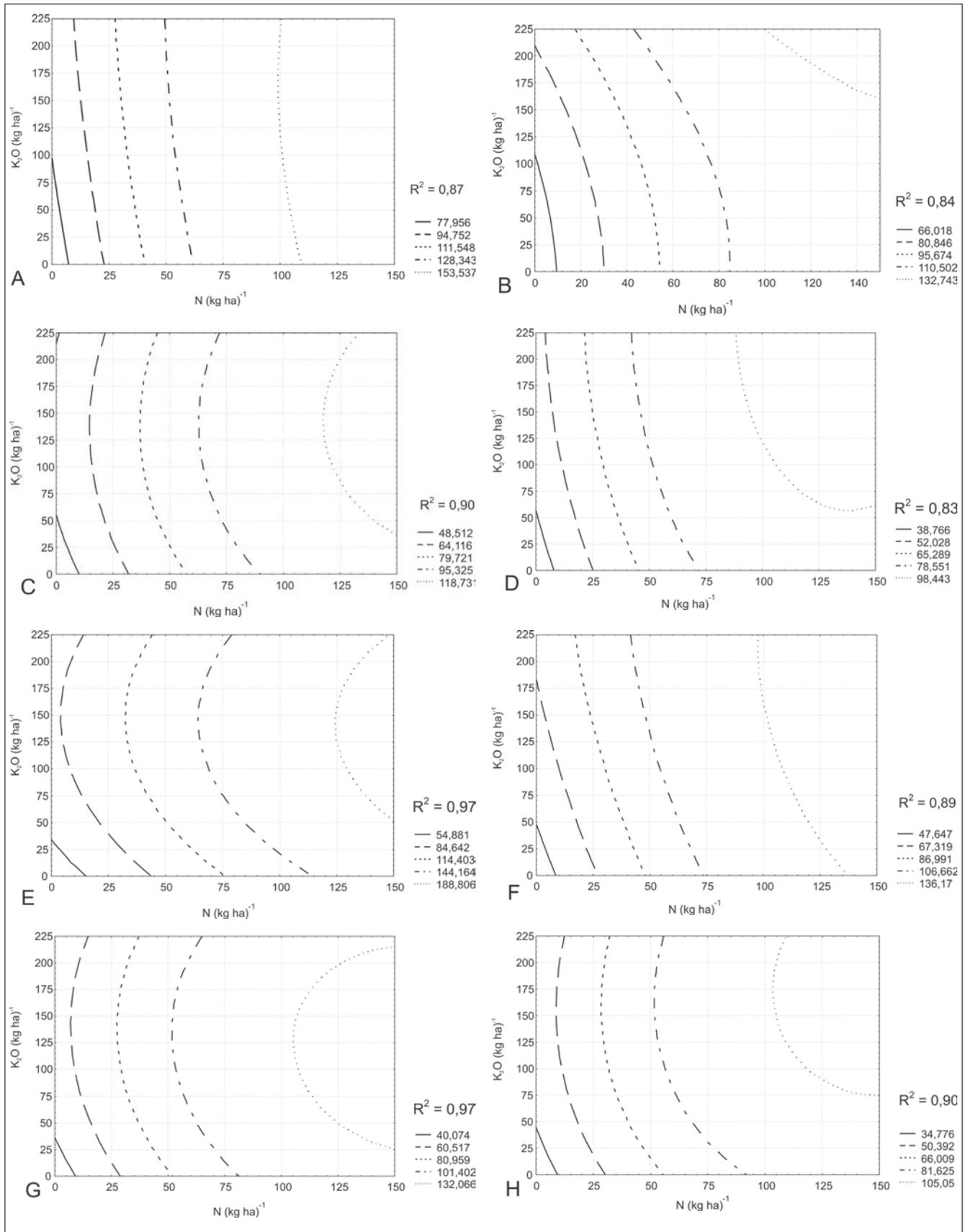


Figura 1. Isolinhas da superfície de resposta para a massa do bulbo da cultivar Optima para 60 pl m⁻² (A), 76 pl m⁻² (B), 92 pl m⁻² (C), 108 pl m⁻² (D) e da cultivar Superex para 60 pl m⁻² (E), 76 pl m⁻² (F), 92 pl m⁻² (G), 108 pl m⁻² (H), em função das doses de nitrogênio e de potássio (Isolines of the answer for bulb mass of the cultivar Optima on 60 pl m⁻² (A), 76 pl m⁻² (B), 92 pl m⁻² (C), 108 pl m⁻² (D) and of the cultivar Superex on 60 pl m⁻² (E), 76 pl m⁻² (F), 92 pl m⁻² (G), 108 pl m⁻² (H), as result of doses of N and K). Jaboticabal, UNESP, 2004.

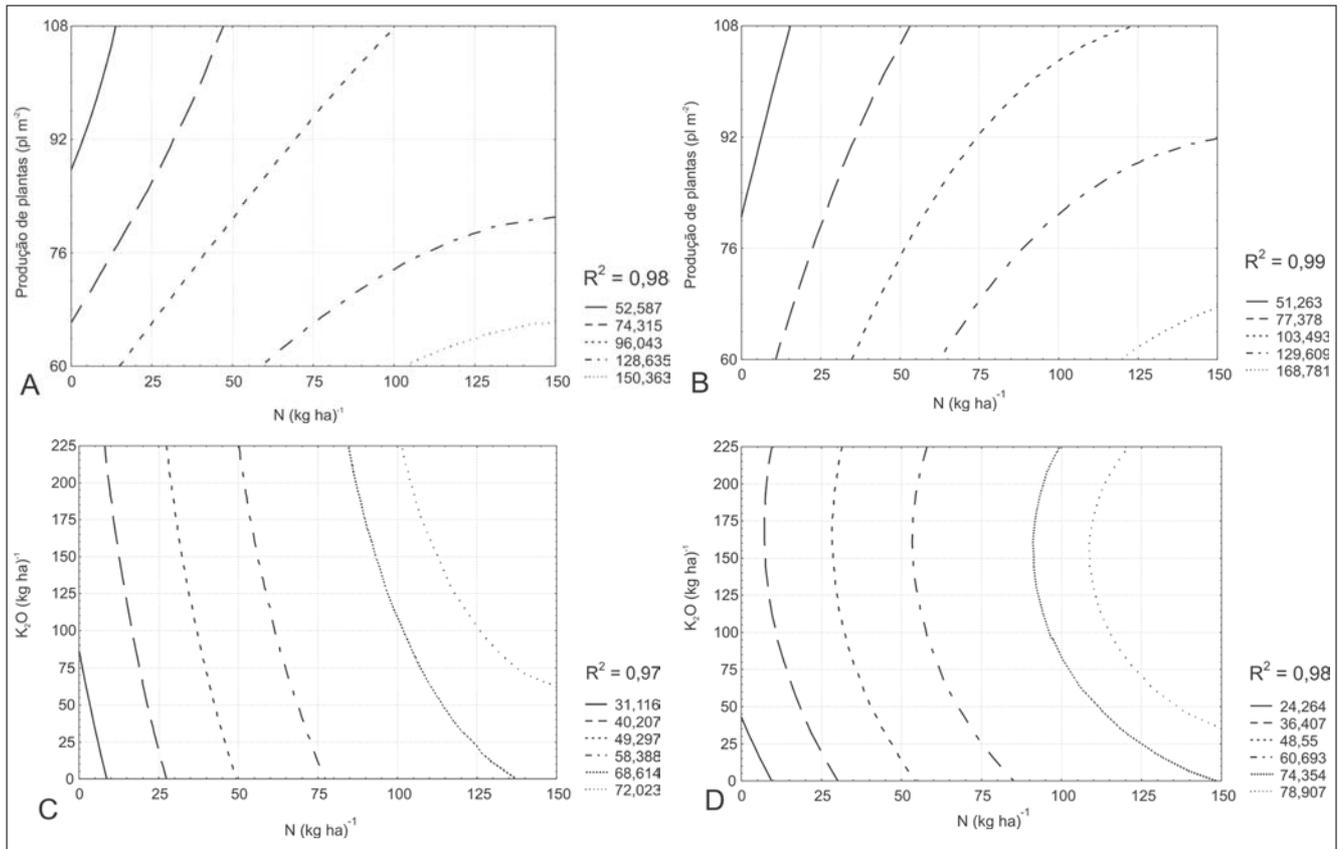


Figura 2. Isolinas da superfície de resposta para a massa do bulbo da cultivar Optima (A) e Superex (B) em função das doses de nitrogênio e da população de plantas, e para a produtividade total da cultivar Optima (C) Superex (D) em função de doses de nitrogênio e potássio (Isolines of the surface for bulb mass from cultivar Optima (A) and Superex (B) as result of doses of N and plants population and, for total yield of cultivar optima (C) and Superes (D) as a function of doses of N and K). Jaboticabal, UNESP, 2004.

ma produtividade, existem inúmeras combinações N x K possíveis (Figura 2). Observa-se que, considerando 90% da produtividade máxima, há uma redução significativa das doses de N e K necessárias. Neste sentido, para se obter 64,8 t ha⁻¹ de bulbos na cultivar Optima (90% da produção máxima), se não for realizada a aplicação de potássio, são necessários 105 kg ha⁻¹ de N. Para a cultivar Superex, objetivando 90% da produtividade máxima (71 t ha⁻¹), com zero de potássio, deve-se aplicar 125 kg ha⁻¹ de N. Assim, há uma redução na necessidade de fertilizantes com pequena diminuição na produtividade almejada, além de dispensar a aplicação de K, para as condições de fertilidade original do solo estudado, cujo teor do nutriente foi de 1,4 mmol_c dm⁻³. Embora este teor de K no solo seja considerado baixo na proposta de adubação da cultura de Trani *et al.* (1996), observa-se que o incremento na produtividade da cultura em resposta ao aumento nas do-

ses de K foi pequeno, quando comparado ao que o N proporcionou. As respostas da cultura a esse nutriente são, de maneira geral, pouco expressivas (Magalhães, 1993), de forma contrária ao que se observa para N (Brewster, 1994).

A população de plantas não influenciou a produtividade, e pode ser explicado pela compensação existente entre a massa do bulbo, que aumentou gradativamente com o menor número de plantas por metro quadrado. No entanto, há necessidade de fertilizações nitrogenadas em doses diferenciadas para cada situação estudada, visando alcançar a massa do bulbo comercialmente mais desejável.

Os valores preditos no ponto crítico para a 'Optima' e 'Superex' para a variável produtividade estão acima da faixa de fertilização estudada em razão do tipo de ponto crítico (máximo). Portanto, é provável que possa existir alguma resposta dessas cultivares quando fertilizadas em níveis superiores aos aqui estudados.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo auxílio à pesquisa concedido; ao CNPQ pela bolsa de doutorado; às empresas Agristar do Brasil Ltda e Takii do Brasil Ltda, nas pessoas de Maurício Coutinho Pellegrini e Eduardo Hideomi Seo, respectivamente; a Rosemari Teotônio Rodrigues; a Salete Anelise Nappi pela ajuda nos trabalhos de campo; e ao produtor rural Osmar Molina.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO MT; COSTA RA. 1975. Efeito da adubação NPK e adubo de lixo industrializado sobre a produção de cebola (*Allium cepa* L.) em solos de cerrado. *Revista de Olericultura* 13: 111-115.
- BOEING G. 2002. *Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense*. Florianópolis: Instituto CEPA/SC. 88 p.
- BREWSTER JL. 1994. *Onion and other vegetable Alliums*. Wellesbourne: Horticulture Research International/CAB Internacional. 236 p.

- DELLACECCA V; LOVATO AFS. 2000. Effects of different plant densities and planting systems on onion (*Allium cepa* L.) bulb quality and yield. *Acta Horticulturae* 533: 197-201.
- EMBRAPA. 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412p.
- FAQUIN V. 1994. *Nutrição Mineral de Plantas*. Lavras: ESAL/FAEPE. 227p.
- FINGER FL; CASALI VWD. 2002. Colheita, cura e armazenamento da cebola. *Informe Agropecuário* 23: 93-98.
- HENRIKSEN K. 1987. Effect of N and P fertilization on yield and harvest time in bulb onions. *Acta Horticulturae* 198: 207-215.
- MAGALHÃES JR. 1993. Nutrição e adubação da cebola. In: FERREIRA ME; CASTELLANE PD; CRUZ MCP. (Ed.). *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: Potafos. p. 381-393.
- NICHOLS MA. 1967. A note on a plant density and fertilizer experiment with onions in New Zealand. *Horticultural Research* 7: 144-147.
- PANDE RC; MUNDRA RS. 1971. Note on response of onion (*Allium cepa* L.) to varying levels of N, P and K. *Indian Journal of Agricultural Science* 41: 107-108.
- RAIJ B. Van; ANDRADE JC; CANTARELLA H; QUAGGIO JA. 2001. *Análise Química para avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais*. Campinas: Instituto Agronômico. 285p.
- RUMPEL J; FELCZYNSKI K. 2000. Effect of plant density on yield and bulb size of direct sown onions. *Acta Horticulturae* 533: 179-186.
- SANTOS HS; TANAKA MT; WATANABE SH; ARANTES PAZ; IVONE TT. 2000. Produção de cebola em função de tamanho de muda e espaçamento. *Horticultura Brasileira* 18: 556-557.
- SILVA E; TEIXEIRA LAJ; AMADO TJC. 1991. The increase in onion production in Santa Catarina State, South Brazil. *Onion Newsletter for the Tropics* 3: 7-9.
- STOFFELLA PJ. 1996. Planting arrangement and density of transplants influence sweet spanish onion yields and bulbs size. *Hortscience* 7: 1129-1130.
- TRANI PE; TAVARES M; SIQUEIRA WJ. 1996. Cebola (sistema de mudas). In: RAIJ B Van; CANTARELLA H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*, Campinas/SP: IAC. p. 176. (Boletim Técnico 100).
- VIDIGAL SM; PEREIRA PRG; PACHECO DD. 2002. Nutrição mineral e adubação da cebola. *Informe Agropecuário* 23: 36-50.
-