

## Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola “Superex” estabelecida por semeadura direta

### Evaluating macronutrients accumulated in onion plants of the ‘Superex’ cultivar in direct seeding system

Diego Resende de Queirós Pôrto<sup>I\*</sup> Arthur Bernardes Cecílio Filho<sup>I</sup> André May<sup>I</sup>  
Pablo Forlan Vargas<sup>II</sup>

#### RESUMO

O objetivo do trabalho foi quantificar o acúmulo de macronutrientes ao longo do ciclo da cebola, cv. “Superex”, estabelecida por semeadura direta. O experimento foi conduzido na Fazenda Rio Doce, entre os municípios de Itobi e São José do Rio Pardo, SP. As amostragens de plantas foram realizadas aos 30, 50, 70, 90, 110, 130 e 150 dias após a semeadura (DAS), para determinação da matéria seca e do acúmulo dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). Os acúmulos máximos de matéria seca da parte aérea e do bulbo foram, respectivamente, de 4,70g planta<sup>-1</sup> e 17,86g planta<sup>-1</sup>, aos 150 DAS. A parte aérea e o bulbo contribuíram, respectivamente, com cerca de 20 e 80% na matéria seca da planta inteira ao final do ciclo. A seqüência de acúmulo dos nutrientes verificada para a cebola “Superex” foi: K>N>Ca>S>Mg>P. A planta de cebola acumulou 202,43; 31,23; 295,28; 172,42; 35,20 e 73,47mg, respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S. Exportou, pelo bulbo, 67% do N, 85% do P, 68% do K, 57% do Ca, 56% do Mg e 81% do S acumulado pela planta.

**Palavras-chave:** *Allium cepa* L., crescimento, nutrição de plantas, sistema de cultivo.

#### ABSTRACT

This research was aimed at counting the concentration of macronutrients throughout the onion, cv Superex, established by direct seeding. The experiment was conducted at Rio Doce farm, between the counties of Itobi and São José do Rio Pardo, state of São Paulo, Brazil (21°37'16"S and 46°53'15"W). The macronutrients N, P, K, Ca, Mg, and S as well as plant dry matter content were evaluated in plant samples taken at 30, 50, 70, 90, 110, and 150 days after seeding (DAS). The maximum dry matter content in the bulb and in the aerial part were reached at 150 DAS and were, respectively, of 4.70 and 17.86g plant<sup>-1</sup>. The aerial part and the bulb contributed respectively with 20 and 80% of the whole mature plant dry matter. The macronutrients were

accumulated in the plant in the following order: K>N>Ca>S>Mg>P. The onion plant accumulated 202.43; 31.23; 295.28; 172.42; 35.20 e 73.47 mg of N, P, K, Ca, Mg, and S, respectively, and exported 67%, 85%, 68%, 57%, 56% and 81%, respectively, of N, P, K, Ca, Mg and S accumulated for the plant.

**Key words:** *Allium cepa* L., growth, plant nutrition, cropping system.

#### INTRODUÇÃO

Dentre as várias espécies olerícolas cultivadas pertencentes ao gênero *Allium*, a cebola destaca-se pelo volume de consumo e valor econômico (SOUZA & RESENDE, 2002), sendo considerada a terceira hortaliça mais importante no Brasil, em termos de valor econômico, atrás apenas da batata e do tomate (BOEING, 2002).

O sistema de cultivo de cebola por transplântio de mudas é o mais difundido no Brasil, enquanto que, nos Estados Unidos e em diversos países da Europa, a técnica de semeadura direta em áreas extensas é bastante utilizada (FONTES & SILVA, 2002). Esse método é o mais econômico, porém o menos usado no Brasil, embora esteja em expansão nos Estados de Minas Gerais, Goiás e São Paulo (FERREIRA, 2000).

Informações obtidas em literatura quanto ao acúmulo de nutrientes em cebola referem-se a culturas estabelecidas por mudas. No entanto, existem grandes diferenças entre esse método e o de semeadura direta,

<sup>I</sup>Programa de Pós-graduação em Agronomia Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV). Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: rutra@fcav.unesp.br. \*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Programa de Pós-graduação em Agronomia Genética e Melhoramento de Plantas, UNESP, FCAV, Jaboticabal, SP, Brasil.

as quais afetam o desenvolvimento da cebola. Em consequência, altera-se a demanda por nutrientes ao longo do ciclo que, segundo MENGEL & KIRKBY (1987), é reflexo direto do acúmulo de matéria seca. Outro fator que pode interferir no acúmulo é a densidade populacional adotada na cultura implantada por semeadura direta, que é muito maior que a empregada na cultura implantada por transplantio de mudas.

A utilização de curvas de acúmulo de nutrientes para as diversas cultivares de hortaliças, como um parâmetro para a recomendação de adubação, é uma boa indicação da demanda em cada etapa do desenvolvimento da planta. A relação entre as quantidades acumuladas de nutrientes e de matéria seca auxilia, assim, no estabelecimento de um programa de fertilização do solo para a cultura (ROBERTS & DOLE, 1985; VILLAS BOAS et al., 2001).

Estudando o crescimento e o acúmulo de nutrientes da cultivar “Baia Periforme Precoce de Piracicaba”, implantada por transplantio de mudas, em casa de vegetação, num ciclo de cultivo superior a 190 dias, HAAG et al. (1970) observaram que o acúmulo de nutrientes pela cebola acompanhou o acúmulo de matéria seca. HALVORSON et al. (2002), em cebola irrigada por sulco, verificaram que o acúmulo de matéria seca de folhas teve incremento até pouco mais da metade do ciclo e depois sofreu decréscimo. Esse decréscimo foi justificado pelos autores como resultado da alteração, na planta, do principal dreno. Com o início da formação do bulbo, este recebeu prioritariamente nutrientes e outros compostos.

Avaliando o crescimento e a marcha de acúmulo de nutrientes da cultivar “Alfa Tropical” cultivada no sistema de transplante de mudas, num ciclo de cultivo de 130 dias, VIDIGAL et al. (2002) observaram que a cebola cultivada no verão cresceu lentamente até próximo à metade do ciclo e, após esse período, o crescimento foi intensificado até o final. A quantidade de macronutrientes acumulados seguiu a seguinte seqüência:  $K > N > Ca > S > P > Mg$ , na parte aérea, e  $K > N > Ca > P > S > Mg$ , nos bulbos. GOTO (1983), estudando o efeito de adubos orgânicos combinados com adubação mineral em cebola, verificou a seguinte seqüência de nutrientes:  $K > N > P > Ca > Mg > S$ , na parte aérea, e  $N > Ca > K > Mg > P > S$ , no bulbo.

Os poucos trabalhos encontrados na literatura referem-se ao sistema de transplante de mudas. Não foram encontrados resultados de pesquisa sobre marcha de acúmulo de nutrientes, exigência nutricional e exportação de nutrientes para as principais cultivares plantadas na Região Sudeste, sob condições de semeadura direta e com elevado número de plantas  $m^{-2}$ .

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou quantificar a exigência nutricional, a exportação e a marcha de acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola “Superex”, em cultura estabelecida por semeadura direta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Rio Doce, entre os municípios de Itobi e São José do Rio Pardo, SP, com latitude Sul  $21^{\circ}37'16''$ , longitude Oeste  $46^{\circ}53'15''$  e altitude de aproximadamente 900m, no período de março a agosto de 2004. O clima da região é do tipo tropical com inverno seco, classificado como Aw, segundo Köppen (VIANELLO & ALVES, 1991). A precipitação média anual situa-se em torno de 1.400 mm, e as temperaturas médias anuais máxima e mínima são de  $31,6^{\circ}C$  e  $17,9^{\circ}C$ , respectivamente.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico (EMBRAPA, 1999). Foram retiradas amostras compostas de solo do local do experimento antes da implantação da cultura à profundidade de 0 a 0,2m. A análise química do solo coletado foi feita pelo Departamento de Solos e Adubos, UNESP, Campus de Jaboticabal, e revelou os seguintes resultados: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,2; M.O. =  $25g\ dm^{-3}$ ; P (resina) =  $24mg\ dm^{-3}$ ; K =  $1,4mmol\ c\ dm^{-3}$ ; Ca =  $31mmol\ c\ dm^{-3}$ ; Mg =  $10mmol\ c\ dm^{-3}$ ; H+Al =  $28mmol\ c\ dm^{-3}$ ; SB =  $42,4mmol\ c\ dm^{-3}$ ; T =  $70,4mmol\ c\ dm^{-3}$  e V = 60%.

O experimento foi instalado sob delineamento de blocos casualizados, avaliando-se a planta em sete épocas (30, 50, 70, 90, 110, 130 e 150 dias após a semeadura), com três repetições. A unidade experimental teve área de  $3,0m^2$ , correspondendo a  $2,5m$  de comprimento por  $1,2m$  de largura, contendo 60 plantas  $m^{-2}$ .

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 visando a elevar a 80% a saturação de bases do solo (TRANI & RAIJ, 1997).

No plantio, foram aplicadas doses equivalentes a  $30kg\ N\ ha^{-1}$ ,  $300kg\ P_2O_5\ ha^{-1}$ , conforme TRANI & RAIJ (1997), e  $40kg\ K_2O\ ha^{-1}$  e  $1,0kg\ B\ ha^{-1}$ . Em cobertura foram aplicadas doses e equivalentes a  $70kg\ N\ ha^{-1}$  e  $110kg\ K_2O\ ha^{-1}$ , parcelada em quantidades iguais, aos 30, 45 e 60 dias após a semeadura (DAS). Foram utilizados os fertilizantes nitrato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio e bórax, para o fornecimento de N, P, K e B, respectivamente. Os adubos foram aplicados dois dias antes da semeadura e posteriormente incorporados com auxílio de um

rotoencanteirador tratorizado. O bórax foi aplicado com o auxílio de um pulverizador costal com distribuição em área total anteriormente ao preparo dos canteiros.

A semeadura foi realizada em 08-03-2004, diretamente em canteiro, com cinco linhas de plantio. Adotou-se o espaçamento entre covas de 0,275 x 0,06m, resultando em 60 plantas m<sup>-2</sup>. Em pequenas covas de 1cm de diâmetro e 1cm de profundidade, abertas com auxílio de um marcador de ferro, gabaritado para as dimensões e espaçamentos desejados, fez-se o semeio de 5 a 7 sementes por cova, cobrindo-as com terra do próprio canteiro. Aos 21 dias após a semeadura, e 11 dias da emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta a cada 0,06m. Foi utilizado o híbrido "Superex", sendo uma das duas cultivares mais cultivadas no município. 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. A última coleta foi realizada em 5-08-2004, época em que ocorreu o tombamento da parte aérea ("estalo" do pseudocaule).

Nas coletas, com intervalos de 20 dias, foram amostradas cinco plantas por unidade experimental. Após cada coleta, as plantas foram lavadas, obedecendo-se a seguinte ordem: 1<sup>o</sup>) água corrente; 2<sup>o</sup>) água deionizada + 5ml L<sup>-1</sup> de detergente neutro; 3<sup>o</sup>) água deionizada + 0,01mol L<sup>-1</sup> de HCl; 4<sup>o</sup>) água deionizada; e 5<sup>o</sup>) água deionizada novamente. Em seguida, bulbo e parte aérea foram separados e secados em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C±1°C, por cinco dias. Após a secagem, procedeu-se à moagem do material em moinho de aço inoxidável tipo Wiley, com peneira de malha 1mm. O material moído foi digerido conforme metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983) para a determinação dos teores de macronutrientes na parte aérea e no bulbo. Calculou-se a quantidade dos macronutrientes acumulados na planta pelo produto entre o teor do nutriente no tecido e a matéria seca correspondente a cada parte da planta e época avaliadas. Posteriormente, obteve-se a quantidade acumulada pela cultura, expressa em kg ha<sup>-1</sup>, que, na proporção de 60 plantas m<sup>-2</sup> (420.000 plantas ha<sup>-1</sup>), produziu 72t ha<sup>-1</sup>.

Os acúmulos de matéria seca e dos macronutrientes ao longo do ciclo foram obtidos ajustando-se os acúmulos do nutriente de cada época de avaliação, utilizando-se o programa gráfico "Origin 6.0" (MICROCAL, 2005) pelo modelo logístico, não-linear, que obedece à seguinte equação:  $Y = a / (1 + e^{-k(x-x_0)})$ , em que: a = máximo assintótico (acúmulo ou crescimento máximo), e = base do logaritmo neperiano, k = taxa média de crescimento; x = tempo (dias); x<sub>0</sub> = tempo necessário

para atingir metade do crescimento máximo. Os critérios utilizados para ajuste das equações foram o maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e a menor soma de quadrados dos desvios, dos valores observados em relação aos valores estimados pela curva.

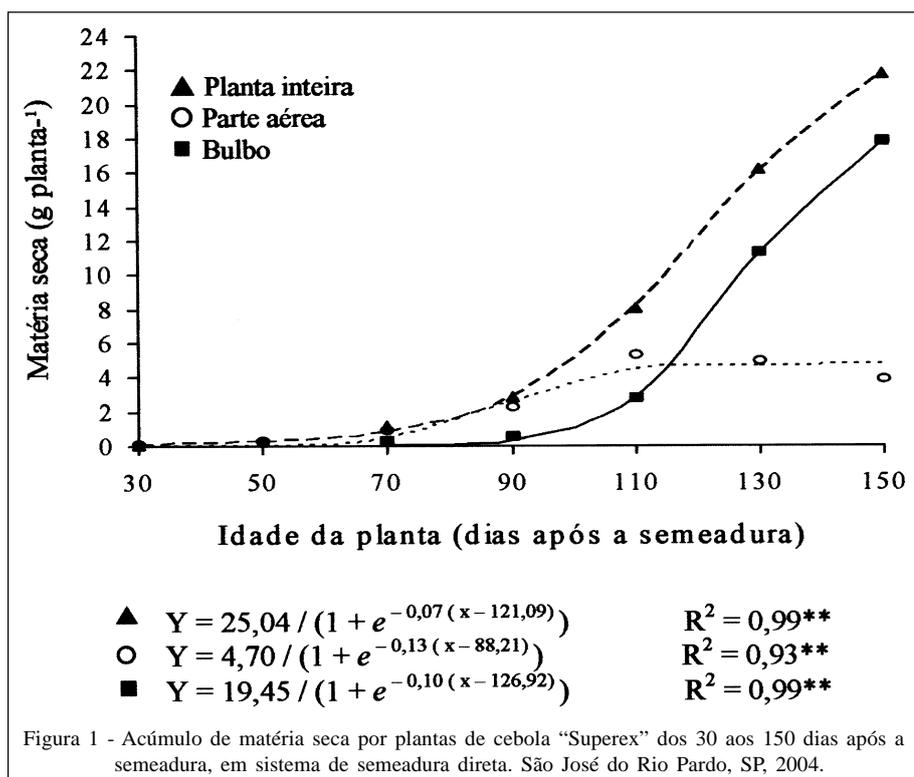
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA), assim como a matéria seca de bulbo (MSB), apresentou três fases distintas quanto à duração das fases e magnitude do acúmulo de matéria, sobretudo na segunda fase. Na primeira fase, os acúmulos de matéria seca da parte aérea e do bulbo foram muito pequenos em relação aos máximos acumulados nestas partes da planta. Enquanto a duração desse período para MSPA foi de 40 dias (30 a 70 DAS), para MSB foi muito menor, apenas 20 dias (70 a 90 DAS) (Figura 1).

A segunda fase foi marcada pelo maior acúmulo de matéria seca. Na parte aérea, cujo período ocorreu de 70 a 110 DAS, foi acumulado 4,03g planta<sup>-1</sup> de matéria seca, o que correspondeu a 85,7% do total acumulado na parte aérea da cebola. No bulbo, o período foi dos 90 aos 130 DAS e acumulou 10,89g planta<sup>-1</sup>, equivalente a 61,0% do total de MSB ao final do ciclo. Nesse período, o incremento médio diário de matéria seca no bulbo foi de 272,17mg planta<sup>-1</sup> (Figura 1).

A terceira fase de acúmulo de matéria seca foi caracterizada por pequeno acúmulo de matéria e durou 40 dias para a parte aérea (110 a 150 DAS) e 20 dias para bulbo (130 a 150 DAS). Nessa fase houve supressão do crescimento da parte aérea e desaceleração no incremento de MSB (Figura 1), justificado, no primeiro caso, pela perda da posição de dreno principal para o bulbo e, no segundo caso, pela aproximação da colheita, com alterações no bulbo principalmente de ordem qualitativa (maturação) em sobreposição à quantitativa.

O acúmulo máximo de matéria seca da planta inteira foi de 21,77g planta<sup>-1</sup>, obtida aos 150 DAS. As matérias secas da parte aérea e de bulbo contribuíram com aproximadamente 20 e 80%, respectivamente, na matéria seca da planta inteira ao final do ciclo. O acúmulo máximo de matéria seca da parte aérea e do bulbo foi de 4,70g planta<sup>-1</sup> e 17,86g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, aos 150 DAS (Figura 1). Esses resultados se assemelham aos obtidos por VIDIGAL et al. (2002), que avaliaram a cultura da cebola cultivada no sistema de transplante de mudas, em que as contribuições da matéria seca da parte aérea e do bulbo forem de aproximadamente 36 e 64%, respectivamente, da matéria seca total. O acúmulo de matéria seca da



planta inteira aos 30 DAS (fase inicial) foi de 63,8mg, resultado esse diferente do obtido por TEI et al. (1996), que avaliaram o crescimento de cebola estabelecida por semeadura direta e verificaram que o acúmulo médio de matéria seca de três cultivos sem limitações de água e de nutrientes foi de 4,4mg planta<sup>-1</sup> na fase inicial dos ciclos, até próximo dos 40 dias após a emergência (DAE). Diferem também daqueles obtidos por PÔRTO (2005), que avaliou o crescimento e o acúmulo de macronutrientes pela cebola "Optima", em cultura estabelecida por semeadura direta, e verificou um acúmulo de matéria seca pela planta inteira de 4,3mg aos 30 DAS. Já no final do ciclo, 150 DAE, TEI et al. (1996) verificaram acúmulo médio de matéria seca de 31,6g planta<sup>-1</sup>, valor esse bastante superior ao observado neste trabalho, que foi de 21,8g planta<sup>-1</sup>. Por outro lado, PÔRTO (2005) verificou um acúmulo semelhante ao obtido neste trabalho, que foi de 18,6g planta<sup>-1</sup>, no final do ciclo da cultura aos 150 DAS.

Entre as épocas de avaliações do crescimento da cebola, a maior taxa de acúmulo de matéria seca da parte aérea ocorreu dos 70 aos 90 DAS e foi de 100,82mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Já a maior taxa de acúmulo de matéria seca do bulbo foi de 423,01mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no período de 110 a 130 DAS. Para a planta toda, a maior taxa de acúmulo de matéria foi de 395,76mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, no período de 110 a 130 DAS. Da semeadura até

90 DAS, as taxas de acúmulo de matéria seca da parte aérea foram maiores que as taxas observadas para a parte subterrânea e, a partir dessa época, as taxas de acúmulo de matéria seca no bulbo superaram as taxas de acúmulo na parte aérea.

O nitrogênio foi o segundo nutriente mais acumulado, 202,43mg planta<sup>-1</sup> (Figura 2A). De acordo com FILGUEIRA (2003), o nitrogênio normalmente é o segundo macronutriente mais requerido pelas culturas olerícolas. VIDIGAL et al. (2002), trabalhando com cebola "Alfa Tropical", também constataram que o nitrogênio foi o segundo macronutriente mais acumulado, com 218mg planta<sup>-1</sup>. Ao final do ciclo, do total presente na planta, aproximadamente 33 e 67% encontravam-se, respectivamente, na parte aérea e no bulbo. Entretanto, os períodos de maiores demandas diferiram nas duas partes da planta. Enquanto na parte aérea o período de 50 a 90 DAS pode ser considerado como o de maior requerimento de N; no bulbo, este período foi de 40 dias (110 a 150 DAS). O fato de o bulbo ter acumulado uma quantidade de nitrogênio maior que a parte aérea ao final do ciclo pode ser atribuído à remobilização do N da parte aérea ao bulbo.

O fósforo foi o macronutriente acumulado em menor quantidade, 31,23mg planta<sup>-1</sup>, aos 150 DAS. O período de maior acúmulo para esse nutriente foi de 110 a 150 DAS (Figura 2B). A participação do bulbo no

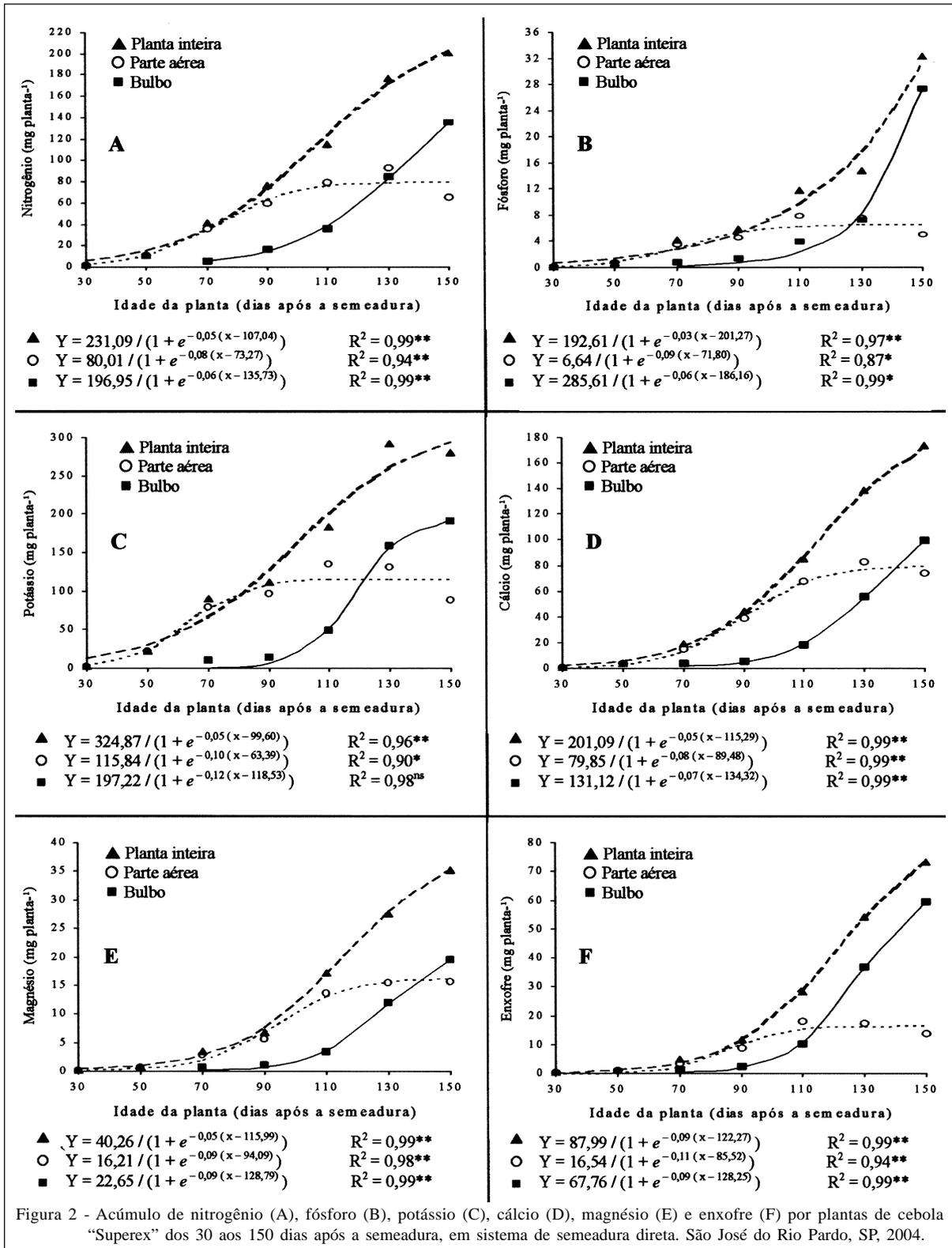


Figura 2 - Acúmulo de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) por plantas de cebola "Superex" dos 30 aos 150 dias após a semeadura, em sistema de semeadura direta. São José do Rio Pardo, SP, 2004.

acúmulo total de P foi de aproximadamente 85%, enquanto a parte aérea contribuiu com cerca de 15% do P. Enquanto o acúmulo de N na parte aérea tem seu incremento praticamente suprimido a partir de 110 DAS, nota-se que, para P, isto ocorre 20 dias antes, ou seja, 90 DAS. Observa-se que o P, praticamente, deixa de ser acumulado na parte aérea. Ao contrário, no bulbo, o acúmulo é contínuo até a colheita. O P é um importante nutriente no crescimento do bulbo, pois está envolvido no armazenamento e fornecimento de energia, onde tem como principal composto armazenador de energia o ATP (MALAVOLTA, 1980).

O potássio foi o nutriente acumulado em maior quantidade pela cebola, 295,28mg planta<sup>-1</sup> (Figura 2C). VIDIGAL et al. (2002) obtiveram resultado semelhante com a cultivar "Alfa Tropical", na qual o acúmulo máximo de potássio foi de 267mg planta<sup>-1</sup>. Do total de potássio acumulado ao final do ciclo da cultura, o bulbo contribuiu com aproximadamente 68% (191,22mg planta<sup>-1</sup>). A alta exigência em potássio por culturas que armazenam compostos orgânicos nos bulbos, como é o caso da cebola, pode também ser explicada pela sua importante função no transporte de fotoassimilados das folhas para os órgãos de reserva (FAQUIN, 1994). De acordo com TAIZ & ZEIGER (2004), o potássio presente nas plantas desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais e na abertura e fechamento dos estômatos. A maior demanda de K pela planta situou-se no período de 70 a 130 DAS. Nesse período, a planta acumulou 193,18mg, o equivalente a 65% do total acumulado pela planta. A taxa média de acúmulo de K entre 70 e 130 DAS foi de 3,22mg planta dia<sup>-1</sup> (1,35kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), muito superior à taxa de 1,34mg planta dia<sup>-1</sup> no período antecessor (30 a 70 DAS). Para as diferentes partes da planta, os períodos de maiores demandas de K pela parte aérea e bulbo foram, respectivamente, 50 a 70 DAS e 110 a 130 DAS.

O cálcio, terceiro nutriente mais absorvido pela planta, atingiu a quantidade de 172,42mg planta<sup>-1</sup> no fim do ciclo, com maiores incrementos entre os 90 e 130 DAS (Figura 2D). Nesse período, o acúmulo de Ca correspondeu a 55% do total acumulado na planta inteira. Na parte aérea, o período de maior demanda ocorreu dos 70 aos 110 DAS, enquanto no bulbo esse período foi de 110 a 150 DAS. A parte aérea acumulou aproximadamente 43% do cálcio total, enquanto o bulbo acumulou cerca de 57% ao fim do ciclo.

O acúmulo de Mg na planta foi de 35,20mg planta<sup>-1</sup> no fim do ciclo, com maior demanda entre os 90 e 130 DAS (Figura 2E). A parte aérea acumulou aproximadamente 44% do Mg, enquanto o bulbo acumulou cerca de 56% do Mg total. A parte aérea

apresentou maior demanda no período compreendido entre 70 e 110 DAS, com incrementos de 0,278mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, já o bulbo apresentou maior demanda entre 110 e 150 DAS, com incrementos de 0,399mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

O enxofre acumulado pela planta atingiu a quantidade de 73,47mg planta<sup>-1</sup> no fim do ciclo, com maior demanda entre os 90 e 150 DAS (Figura 2F). Houve maior demanda de S na parte aérea no período compreendido entre 70 e 110 DAS. No bulbo, esse período foi dos 110 aos 150 DAS, com incrementos de 0,325mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e 1,223mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, durante esse período. O acúmulo de S foi maior no bulbo, cerca de 81%, enquanto que, na parte aérea, o acúmulo foi de aproximadamente 19% do S total na colheita. Esse resultado está de acordo com os obtidos por NASREEN et al. (2003), os quais verificaram que o enxofre acumulou-se mais no bulbo, ao final do ciclo da cultura. Segundo os autores, do total de enxofre acumulado na planta inteira aos 90 DAT (145 DAS), 12% encontravam-se nas folhas e 82% no bulbo. Para esses mesmos autores, o aumento do acúmulo de enxofre no bulbo à medida que a planta atingiu a fase de maior desenvolvimento fotossintético foi devido ao crescimento foliar adequado, o que permitiu uma ótima translocação e partição de fotossintatos das folhas para os bulbos, que resultaram em maior tamanho de bulbo com uma maior matéria seca. A cebola é uma planta exigente em S, e geralmente esse nutriente é o terceiro ou quarto em ordem decrescente de acúmulo. Já em alface e berinjela, entre outras hortaliças, o enxofre é o macronutriente menos acumulado na planta (MALAVOLTA, 1980).

A seqüência de acúmulo dos nutrientes verificada para a cebola "Superex" foi: K > N > Ca > S > Mg > P. Este resultado foi semelhante aos obtidos por vários autores quando se trata da seqüência do acúmulo de K, N e Ca. VIDIGAL et al. (2002) constataram a seguinte ordem de acúmulo de nutrientes pela cebola "Alfa Tropical": K > N > Ca > S > P > Mg, enquanto ZINK (1962) constatou para cebola "Southport White Globe": K > N > Ca > P > Na > Mg. Por outro lado, HAAG et al. (1970) verificaram K > N > S > P > Mg > Ca.

Para a população de 420.000 plantas ha<sup>-1</sup> e a produtividade obtida de 72t ha<sup>-1</sup>, verificou-se, ao final do ciclo da cultura aos 150 DAS, o acúmulo de 84,2; 13,5; 117,6; 72,8; 14,8 e 30,8kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S. O híbrido "Superex" exportou pelo bulbo cerca de 67% do N, 85% do P, 68% do K, 57% do Ca, 56% do Mg e 81% do S, o que correspondeu a 56,7; 11,4; 80,3; 41,7; 8,2 e 25,0kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Portanto, constata-se que a seqüência de macronutrientes exportados pelo bulbo não foi a mesma observada pela exigência nutricional da planta

inteira, pois o Mg foi o macronutriente menos exportado pelo bulbo, enquanto o P foi o macronutriente menos extraído pela planta inteira.

## CONCLUSÕES

A cebola, cv. "Superex", apresenta crescimento muito lento até 70 dias após a semeadura. Maiores incrementos na matéria seca da parte aérea e do bulbo ocorrem, respectivamente, nos períodos de 70 a 110 dias e de 90 a 130 dias do ciclo. Na colheita, a parte aérea da cebola e o bulbo representam 20 e 80% da matéria seca total acumulada. A planta de cebola acumulou 202,43; 31,23; 295,28; 172,42; 35,20 e 73,47 mg, respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S. Além disso, exportou, pelo bulbo, 67% do N, 85% do P, 68% do K, 57% do Ca, 56% do Mg e 81% do S acumulado pela planta.

## AGRADECIMENTOS

À Capes, pela concessão de bolsa ao primeiro autor, e à FAPESP pelo auxílio à pesquisa, processo 2003/13794-3.

## REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48p.
- BOEING, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2002. 88p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.
- FERREIRA, M.D. **Cultura da cebola: recomendações técnicas**. Campinas: ASGROW, 2000. 36p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.
- FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. da. Métodos de produção de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.218, p.28-35, 2002.
- GOTO, R. **Efeito de doses de diferentes adubos orgânicos na cultura de cebola (*Allium cepa* L.) de verão**. 1983. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura), Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP.
- HAAG, H.P. et al. Nutrição mineral de hortaliças. VIII. Absorção de nutrientes pela cultura da cebola. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.27, p.143-153, 1970.
- HALVORSON, A.D. et al. Nitrogen fertilizer use efficiency of furrow-irrigated onion and corn. **Agronomy Journal**, v.94, p.442-449, 2002.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo/SP: Agronômica Ceres, 1980. 215p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Berne: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MICROCAL. **Programa gráfico "Origin 6.0"**. Capturado em 31 mar. 2005. Online. Disponível na internet <http://www.microcal.com>.
- NASREEN, S. et al. Sulphur effects on growth responses and yield of onion. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.12, n.12, p.897-902, 2003.
- PÓRTO, D.R.de Q. **Crescimento e acúmulo de macronutrientes pela cebola, em cultura estabelecida por semeadura direta**. 2005. 33f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal/SP.
- ROBERTS, S.; DOLE, R.E. Potassium nutrition of potatoes. In: MUNSON, R.D. **Potassium in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1985. p.799-818.
- SOUZA, R.J.; RESENDE, G.M. **Cultura da cebola**. Lavras: UFLA, 2002. 115p. (Textos Acadêmicos - Olericultura, 21).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TEI, F. et al. Growth of lettuce, onion, and red beet. 1. Growth analysis, light interception, and radiation use efficiency. **Annals of Botany**, v.78, p.633-643, 1996.
- TRANI, P.E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van. et al. (Ed). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. Cap.18, p.157-185. (Boletim Técnico, 100).
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991. 449p.
- VIDIGAL, S.M. et al. Nutrição mineral e adubação de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.218, p.36-50, 2002.
- VILLAS BOAS, R.L. et al. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. V.2, cap.2, p.71-103.
- ZINK, F.M. Growth and nutrient absorption of green bunching onions. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.80, p.430-435, 1962.