

Fenologia e acumulação de nutrientes por cebola de dia curto em sementeira direta

Phenology and nutrient uptake by short-day onion in direct seeding

Carolina C. de Moraes^{1,*}, Humberto S. de Araujo², Thiago L. Factor³ e Luis Felipe V. Purquerio¹

¹Centro de Horticultura, Instituto Agronômico, CEP: 13012-970, Campinas, SP, Brasil;

²Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios Extremo Oeste, CEP: 16900-970, Andradina, SP, Brasil;

³Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista, CEP: 13730-970, Mococa, SP, Brasil.

(*E-mail: carolcmoraes@hotmail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA15109>

Recebido/received: 2015.08.24

Aceite/accepted: 2015.11.23

RESUMO

O objetivo do trabalho consistiu em caracterizar a fenologia e a acumulação de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo de cebola de dia curto estabelecida por sementeira direta. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, onde os tratamentos foram épocas de avaliação. Avaliou-se o número de folhas, diâmetro transversal e longitudinal do bulbo, massa seca e acumulação de nutrientes na planta. Na colheita as plantas atingiram 39,0 g de massa seca. A sequência de acumulação de nutrientes (g planta⁻¹) verificada foi: K (0,80) > N (0,49) > Ca (0,26) > S (0,17) > P (0,09) > Mg (0,05) e (mg planta⁻¹) Fe (2,17) > Zn (1,42) > Mn (1,36) > Cu (1,06) > B (0,92). Para uma população de 320.000 plantas ha⁻¹ com produtividade de 78,9 t ha⁻¹, ao final do ciclo de cultivo, a planta acumulou 256,2; 157,2; 83,6; 53,2; 29,1; 15,4 kg ha⁻¹ de K, N, Ca, S, P e Mg e 694,8; 455,7; 436,0; 339,3; 294,6; g ha⁻¹ de Fe, Zn, Mn, Cu, e B. Os bulbos exportaram 38, 55, 38, 28, 42, 40, 41, 9, 20, 10 e 30% do N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Palavras-chave: absorção de nutrientes, *Allium cepa* L., nutrição de plantas, sustentabilidade.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the phenology and nutrient uptake throughout the crop cycle of short-day onion established by direct seeding. The experimental design was in randomized blocks with four replications. The treatments were different evaluation times. The characteristics evaluated were number of leaves, transversal and longitudinal diameter of the bulb, dry mass and plant nutrient accumulation. At the harvest, the plants reached 39.0 g of dry mass. The sequence of nutrient accumulation (g plant⁻¹) was K (0.80) > N (0.49) > Ca (0.26) > S (0.17) > P (0.09) > (0.05) and (mg plant⁻¹) Fe (2.17) > Zn (1.42) > Mn (1.36) > Cu (1.06) > B (0.92). For a population of 320,000 plants ha⁻¹ and yield of 78.9 t ha⁻¹, the plants extracted at the end of the cycle, 256.2; 157.2; 83.6; 53.2; 29.1; 15.4 kg ha⁻¹ of K, N, Ca, S, P and Mg, and 694.8; 455.7; 436.0; 339.3; 294.6; g ha⁻¹ of Fe, Zn, Mn, Cu, and B. The bulbs exported 38, 55, 38, 28, 42, 40, 41, 9, 20, 10 and 30% of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn.

Key words: *Allium cepa* L., nutrient absorption, plant nutrition, sustainability.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a cebola destaca-se como uma das oleícolas mais importantes, constituindo respeitável atividade socioeconômica no país. Em 2014, foram cultivados aproximadamente 57.000 hectares, cuja produção atingiu 1.649.000 t, com produtividade média de 28,5 t ha⁻¹. A região Sudeste concentra 21% desta produção, sendo São Paulo o principal

estado produtor (51%) (IBGE, 2014).

A cebola é fortemente influenciada por fatores ambientais, que condicionam a adaptação de uma cultivar a determinadas regiões geográficas. O fotoperíodo é um fator limitante para a formação do bulbo, haja vista que a planta de cebola apenas

forma bolbos se o comprimento do dia for igual ou superior a um fotoperíodo crítico. Há considerável variabilidade entre as cultivares quanto ao mínimo de horas de luz para promover formação do bolbo, de modo que podem ser classificadas em cultivares de dia curto, intermediário e longo (Costa *et al.*, 2002).

Na região Sudeste do Brasil, faz-se a semeadura da cebola de fevereiro a maio, neste período, a quantidade de horas de luz na região é compatível com as cebolas de dia curto. Sendo assim, a escolha da cultivar deve ser definida em função da compatibilidade de suas exigências fisiológicas com as condições ambientais locais (Costa *et al.*, 2007).

A quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas é função das características intrínsecas do vegetal, bem como dos fatores externos que condicionam o processo (Vidigal *et al.*, 2002). Ainda, na cadeia produtiva da horticultura, há constante atualização de cultivares e híbridos lançados por empresas públicas e privadas. Esses materiais aproveitam melhor os insumos disponíveis, o que aumenta seu potencial produtivo e qualitativo. Conseqüentemente, com a maior produção de massa vegetal, altera-se a necessidade nutricional dessas plantas (Furlani e Purquerio, 2010).

Entre os novos híbridos de cebola de dia curto disponíveis no mercado, o híbrido em estudo, 'Aquarius', tem significativa participação no mercado brasileiro de cebola (16%). Apresenta uniformidade na formação do bolbo, tolerância às principais doenças e permite o adensamento de plantas, além de apresentar grande potencial produtivo (Agristar, 2015).

Deste modo, para a otimização da produtividade e qualidade do produto, é necessário adotar e atualizar o nível tecnológico das ferramentas produtivas. De entre elas, a nutrição e adubação de plantas são fundamentais para o sucesso de qualquer atividade agrícola (Purquerio, 2010).

O estudo da absorção de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo é uma ferramenta que permite conhecer os períodos de maior exigência nutricional, obtendo-se informações seguras quanto às épocas mais convenientes de aplicação de fertilizantes (Pôrto *et al.*, 2007). Com a utilização das curvas de acumulação geradas para novas cultivares é possível evitar uma possível deficiência ou consumo de luxo de

algum nutriente pela planta (Haag e Minami, 1988; Purquerio, 2010; Furlani e Purquerio, 2010).

Existem alguns trabalhos no Brasil sobre absorção de nutrientes ao longo do ciclo cultivo para a cebola, os quais foram feitos em locais e sistemas de cultivo distintos, para diferentes cultivares. Pôrto *et al.* (2006, 2007) estudaram os híbridos de dia curto 'Optima' e 'Superex' e verificaram produtividades de 72 t ha⁻¹ para ambos. A ordem de acumulação de nutrientes para a 'Optima', aos 150 dias após a semeadura, foi de K (0,27) > N (0,16) > Ca (0,15) > S (0,08) > Mg (0,03) > P (0,02 g planta⁻¹). Para 'Superex' foi de K (0,29) > N (0,20) > Ca (0,17) > S (0,07) > Mg (0,03) > P (0,03 g planta⁻¹). Já Vidigal *et al.* (2010) estudaram a cultivar de dia longo 'Alfa Tropical', a qual é recomendada no cultivo de verão, época menos favorável ao cultivo. Os valores máximos de macronutrientes acumulados, expressos em g planta⁻¹, foram de 0,23 de K, 0,21 de N, 0,10 de Ca, 0,03 de S, 0,03 de P, 0,01 de Mg. A produtividade aos 132 dias de ciclo foi de 24 t ha⁻¹.

Posteriormente, Aguiar Neto *et al.* (2014) realizaram estudo em dois locais do nordeste brasileiro com as cultivares 'IPA 11' e 'Texas Grano 502', ambas indicadas para o cultivo em dias curtos e altas temperaturas. Os nutrientes foram acumulados na seguinte ordem, em g planta⁻¹: Ca 0,53 > K 0,21 > N 0,15 > Mg 0,03 > P 0,02 para 'Texas Grano 502' e Ca 0,53 > K 0,37 > N 0,33 > Mg 0,11 > P 0,05 para 'IPA 11' em Petrolina - PE e K 0,79 > Ca 0,42 > N 0,34 > Mg 0,09 > P 0,01 para 'Texas Grano 502' e K 0,42 > N 0,39 > Ca 0,23 > Mg 0,04 > P 0,01 para 'IPA 11' em Baraúna - RN.

Diante do exposto, é necessário atualizar os estudos envolvendo curvas de absorção de nutrientes ao longo do ciclo produtivo para cada material genético e para diferentes condições de cultivo e ambiente. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a fenologia e a acumulação de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo de híbrido de cebola de dia curto estabelecido por semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido próximo da cidade de Santo Antônio de Posse (SP), em área com latitude 22°34'09.8"S e longitude 46°59'54.8"W, no período de 2 de abril a 27 de agosto de 2014. Durante o período experimental, as médias das temperaturas

máxima, média e mínima do ar foram de 27,4; 18,4 e 10,6 °C. A precipitação pluvial total foi de 270,4 mm.

O solo da área experimental está classificado como Argiloso (EMBRAPA, 1999). O resultado da análise química do solo (0 a 0,2 m) revelou os seguintes resultados: M.O = 35 g dm⁻³; pH = 5,1; P = 60 mg dm⁻³; K = 4,5 mmol_c dm⁻³; Ca = 40 mmol_c dm⁻³; Mg 20 mmol_c dm⁻³; Na 0,4 mmol_c dm⁻³; H+Al = 31 mmol_c dm⁻³; SB = 64,9 mmol_c dm⁻³; V% = 68; B = 1,41 mg dm⁻³; Cu = 4,9 mg dm⁻³; Fe = 15 mg dm⁻³; Mn = 4,1 mg dm⁻³; Zn = 5,9 mg dm⁻³.

O ensaio foi instalado sob delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, onde os tratamentos foram épocas de avaliação (36, 50, 64, 78, 92, 106, 120, 134 e 148 dias após a semeadura - DAS). O preparo do solo constou de lavoura e gradagem e posterior levantamento dos canteiros. Cada canteiro constituiu um bloco e tinha 30 m de comprimento por 1,20 m de largura. Além dos quatro canteiros, foram instalados mais dois canteiros de bordadura ao longo do comprimento do ensaio.

Na plantação, foram aplicados 35 kg ha⁻¹ de N, 195 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 75 kg ha⁻¹ de K₂O, 150 kg ha⁻¹ de S, 1,3 kg ha⁻¹ de B e 4 kg ha⁻¹ de Zn, conforme resultado de análise de solo, recomendação para o Estado de São Paulo de Trani e Raij (1997) e experiência com a cultivar. Em cobertura foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N e 35 kg ha⁻¹ de S, divididos aos 15 e 80 dias após a semeadura (DAS), 140 kg ha⁻¹ de K₂O divididos aos 80, 98 e 120 DAS e 33 kg ha⁻¹ de Ca aos 80 DAS. Na plantação e cobertura foram utilizados os fertilizantes nitrato de cálcio (14% N e 18% Ca), sulfato de amônio (20% N e 23% S), superfosfato simples (18% P₂O₅ e 10% S), cloreto de potássio (58% K₂O), sulfato de potássio (48% K₂O e 16% S), ácido bórico (17% B) e sulfato de zinco (20% Zn e 9% S).

Utilizou-se o híbrido de dia curto 'Aquarius', o qual apresenta boa produtividade, bolbos arredondados, uniformes, coloração amarela, folhagem vigorosa e com boa cerosidade, tolerância a raiz rosada e as principais doenças foliares, além de permitir adensamento de plantas (Agristar, 2015).

A semeadura do híbrido 'Aquarius' foi realizada em 2/4/2014 diretamente em canteiro, com quatro linhas de plantação. O espaçamento utilizado foi de 0,04 x 0,20 m. Aos 22 DAS foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta a cada 0,08 m. O sistema de irrigação foi o localizado por gotejamento,

utilizando-se uma linha entre duas linhas de plantação, com distância entre emissores de 0,2 m. O controle fitossanitário foi realizado conforme necessidade.

Aos 78 DAS foram coletadas folhas diagnose para análise dos teores no tecido vegetal, segundo recomendação de Trani e Raij (1997).

A partir de 7/5/2014 foram realizadas avaliações com intervalos de 14 dias. Foram avaliadas as características número de folhas, diâmetro transversal e longitudinal do bolbo, massa seca das folhas, bolbo e raízes, e produtividade.

A cada avaliação foram colhidas plantas das duas linhas centrais de plantação, deixando-se aproximadamente 6 plantas como bordadura para a realização da colheita subsequente.

Foram amostradas aproximadamente 200 e 80 plantas na primeira e segunda avaliações, respectivamente. Nas avaliações sequenciais (terceira a sétima) foram recolhidas 10 plantas e, nas duas últimas (oitava e nona), 4 plantas por canteiro. O sistema radicular foi recolhido num volume de solo de 20 x 20 x 20 cm. A última avaliação ocorreu aos 148 DAS, quando mais de 60% das plantas estavam no ponto de colheita, com as folhas tombadas (estaladas).

Após cada colheita, as plantas foram lavadas em água e detergente, separadas em folhas, bolbo e raízes para determinação do peso fresco. As partes da planta foram secas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 60 °C, até massa seca constante. Após a secagem, o material foi pesado e submetido a análise química no Laboratório de Análise de Solo e Planta do Instituto Agrônomico para determinação dos teores de nutrientes nas diferentes partes da planta (folhas, bolbo e raízes).

Posteriormente, determinou-se a quantidade acumulada na planta calculando o produto do teor de cada nutriente no tecido vegetal pela matéria seca de cada parte da planta.

Os dados foram analisados por regressão utilizando-se o programa SigmaPlot 12.5. Para a construção das curvas de acumulação, utilizaram-se equações para ajuste dos dados, definidas de acordo com a melhor significância biológica, ajuste estatístico e coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de folhas por planta aumentou do início do ciclo de cultivo até aos 120 dias após a sementeira (DAS), totalizando 12 folhas (Figura 1a), segundo o valor estimado pela regressão obtida. Após os 120 dias até a colheita, houve estabilização no aumento do mesmo. Em detrimento dos dias após a sementeira, essa característica fenológica pode ser utilizada para acompanhar o desenvolvimento da planta, e auxiliar no planeamento da distribuição dos nutrientes em épocas e regiões de cultivo com diferenças climáticas que interfiram na duração do ciclo produtivo da cebola.

Os diâmetros transversal e longitudinal do bolbo atingiram 8,0 e 7,0 cm na colheita (Figura 1a). Segundo a classificação da Companhia de Entreposto e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2001), os bolbos foram classificados como classe "4". Já os verificados dos 124 aos 135 DAS, foram classificados como classe "4" (70 a 90 mm).

A acumulação total de massa seca foi lenta no início do ciclo de cultivo. Observou-se que até aos 64 DAS, as plantas não alcançaram 10% da massa estimada de 39,0 g planta⁻¹ no final do ciclo (Figura 1b). Aguiar Neto (2014) observaram aumento na acumulação de massa seca das cebolas 'IPA 11' e 'Texas Grano 502' a partir dos 75 DAS. No entanto, de maneira similar ao observado no presente trabalho, a cv. de dia longo 'Alfa Tropical' com sementeira direta apresentou crescimento lento até aos 56 DAS, que se intensificou até a colheita (Vidigal *et al.*, 2010).

As folhas apresentaram acumulação lenta de massa seca até aos 64 DAS. Após essa data houve intensificação até aos 120 DAS, com ganho estimado de 88% do total. O máximo valor estimado foi de 19,8 g planta⁻¹ na colheita. A desaceleração observada na acumulação de massa ocorreu devido à senescência das folhas em função do crescimento dos bolbos ao final do ciclo de cultivo. Essa desaceleração pode ser atribuída à translocação de fotoassimilados para o bolbo no período de maturação, quando nas plantas de cebola, ocorre a murchidão e seca das folhas (Vidigal *et al.*, 2010). A acumulação de massa seca pelo bolbo foi intenso dos 106 aos 148 DAS, atingindo ao final do ciclo de cultivo 20,6 g planta⁻¹.

Dos 36 aos 106 DAS as raízes acumularam praticamente a totalidade de sua massa seca, e na colheita atingiu valor estimado de 0,4 g planta⁻¹. Em relação ao total da planta, a massa seca das raízes compreendeu apenas 1%, sendo pouco representativa.

Os resultados da análise dos teores no tecido vegetal, coletado aos 78 DAS, mostraram teores de N (29,4 g kg⁻¹), K (32,0 g kg⁻¹), B (32,1 mg kg⁻¹), Cu (23,1 mg kg⁻¹), Fe (62,6 mg kg⁻¹) e Zn (35,3 mg kg⁻¹) dentro da faixa proposta em folhas de cebola, citada por Trani e Raji (1997). Os teores de P (5,3 g kg⁻¹) e S (8,8 g kg⁻¹) se mostraram levemente acima da faixa indicada e os de Ca (7,3 g kg⁻¹), Mg (1,3 g kg⁻¹) e Mn (31,5 mg kg⁻¹) abaixo do menor valor da faixa. Deve-se lembrar que os teores são inerentes a cada cultivar, podendo estar deslocados da faixa proposta. Ressalta-se ainda que independente dos teores observados, a produtividade atingida de 78,9 t ha⁻¹, foi considerada alta.

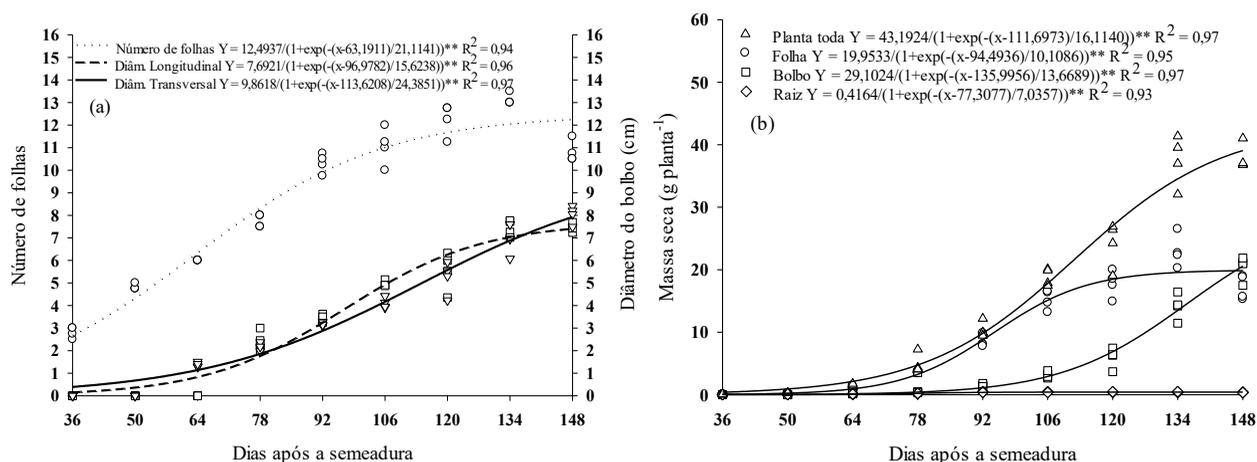


Figura 1 - Número de folhas por planta, diâmetro transversal e longitudinal do bolbo (a) e acumulação de massa seca (b) pela cebola 'Aquarius', em função dos dias após a sementeira. **p<0,01.

O azoto (N) foi o segundo macronutriente mais acumulado, com valor estimado de 0,49 g planta⁻¹ (Figura 2a). O período de maior acumulação pela planta toda ocorreu entre 64 e 120 DAS, com 74% do total.

A cebola 'Aquarius' foi mais exigente em N quando comparada com trabalhos desenvolvidos por outros autores. A cultivar de dia curto 'Optima' acumulou 0,15 g planta⁻¹, a 'Superex' 0,20 g planta⁻¹ (Pôrto *et al.*, 2006; 2007). A 'Alfa tropical' acumulou 0,19 g planta⁻¹ (Vidigal *et al.*, 2010). No entanto, ressalta-se que a cebola 'Aquarius' obteve produtividade de superior à dos híbridos citados.

Ao final do ciclo de cultivo, aproximadamente 63, 34 e 2% do azoto (N) encontrava-se, respectivamente, nas folhas, bolbo e raízes. Entretanto, os períodos de maior acumulação diferiram entre as partes da planta. Nas folhas este período ocorreu entre 64 e 120 DAS. No bolbo, a absorção de N foi crescente dos 106 DAS até a colheita, quando atingiu o estimado de 0,19 g planta⁻¹. Vidigal *et al.* (2010) observaram fato semelhante com a Alfa Tropical, que apresentou acumulação crescente de N pelo bolbo ao final do ciclo produtivo, atingindo 0,09 g planta⁻¹. O aumento na acumulação de N pelo bolbo foi simultâneo com a desaceleração da acumulação pelas folhas nos últimos 30 dias do ciclo produtivo, podendo ter ocorrido redistribuição do N das folhas para o bolbo (Pôrto *et al.*, 2006). As raízes apresentaram acumulação pequena (2%) em relação ao total, fato semelhante se repetiu para os demais macronutrientes, com 2% de P, 2% de K, 1% de Ca, 3% de Mg e 2% de S.

O fósforo foi exigido em pequena quantidade pela cebola, com valor estimado de 0,09 g planta⁻¹ aos 148 DAS (Figura 2b). Dos 78 aos 120 DAS a planta acumulou 71% do total, sendo este o período de maior acumulação. Em cebolas de dia curto 'IPA 11' e 'Texas Grano 502', Aguiar Neto (2014) observaram resultado semelhante quanto ao período de maior acumulação do P (75 a 120 DAS), com valores de 0,05 g planta⁻¹ e 0,02 g planta⁻¹ respectivamente.

A participação das folhas na acumulação total foi de 51%, enquanto o bolbo participou com 48% e as raízes com 2%. Notou-se que a partir dos 120 DAS a absorção de P pelas folhas mostrou-se estável, ao contrário, no bolbo, a acumulação foi crescente até a colheita. Pôrto *et al.* (2006) obtiveram resultado

semelhante com o híbrido 'Optima', onde o P praticamente deixou de ser acumulado pelas folhas a partir dos 110 DAS, enquanto a acumulação pelo bolbo permaneceu crescente até o final do ciclo produtivo (150 DAS).

O potássio foi o macronutriente mais absorvido pela 'Aquarius' (Figura 2c), assim como observado para as cvs. de dia curto 'Optima' (0,27 g planta⁻¹) e 'Superex' (0,29 g planta⁻¹); 'IPA 11' (0,42 g planta⁻¹) e 'Texas Grano 502' (0,79 g planta⁻¹); e a de dia longo 'Alfa Tropical' (0,24 g planta⁻¹), estudadas respectivamente por Pôrto *et al.* (2006; 2007), Aguiar Neto *et al.* (2014) e Vidigal *et al.* (2010).

O total acumulado estimado foi de 0,80 g planta⁻¹, desta quantidade, as folhas representaram 61%, o bolbo 37% e as raízes 2%. A maior acumulação de K pela planta situou-se entre 78 e 134 DAS, neste período a planta acumulou aproximadamente 84% do total. Resultado pouco inferior foi encontrado por Pôrto *et al.* (2007) com o híbrido 'Superex', que absorveu 65% do total acumulado pela planta dos 70 aos 130 DAS. Para as diferentes partes da planta, os períodos de maior acumulação de K pelas folhas e bolbo foram, respectivamente, dos 78 aos 120 e dos 106 aos 134 DAS.

A acumulação estimada de cálcio na planta totalizou 0,26 g planta⁻¹ (Figura 2d), sendo o terceiro nutriente mais absorvido. Ao final do ciclo de cultivo as folhas acumularam valor estimado de 0,18 g planta⁻¹, o bolbo 0,07 g planta⁻¹ e as raízes 0,003 g planta⁻¹. Diferentemente do N, P e K, na colheita as folhas acumularam 2,6 vezes mais Ca que o bolbo, apresentando, respectivamente, uma proporção de 72 e 27% da acumulação total. Esta distribuição do Ca pode ser resultado da genética da planta e da baixa mobilidade deste nutriente no floema, o que faz com que a redistribuição seja muito pequena (Epstein e Bloom, 2004). O período de maior absorção do Ca pela planta toda e pelas folhas ocorreu entre 92 e 134 DAS. Já no bolbo, a acumulação se estabilizou durante os últimos 14 dias do ciclo de cultivo, ao contrário do que ocorreu com a acumulação do N, P e K.

Vidigal *et al.* (2010) observaram que o Ca foi o terceiro nutriente mais acumulado pela cebola de dia longo 'Alfa Tropical', atingindo valor estimado de 0,09 g planta⁻¹, bem inferior ao encontrado nesta pesquisa. No entanto, Aguiar Neto *et al.* (2014) verificaram que o Ca foi o terceiro nutriente mais

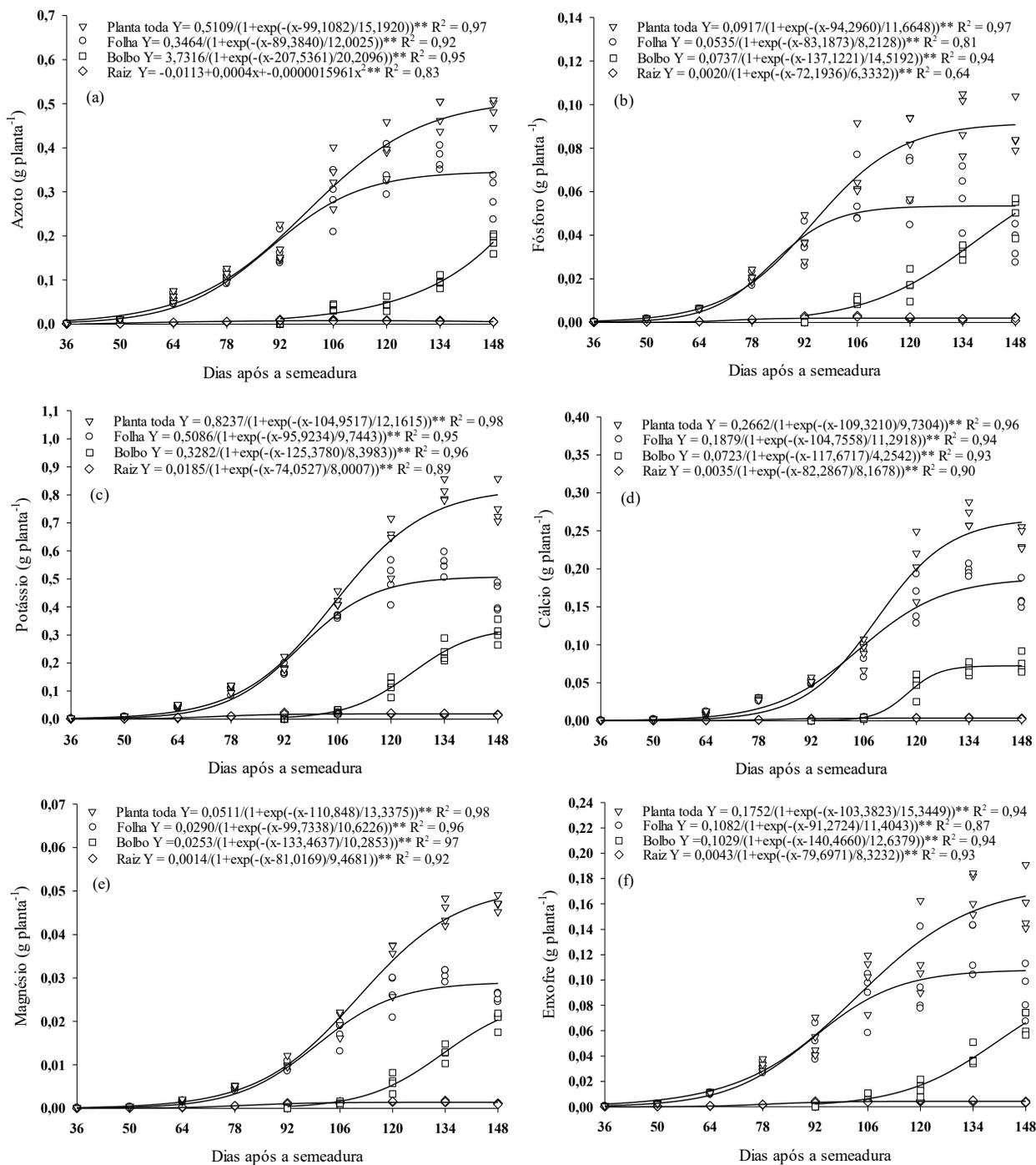


Figura 2 - Acumulação de azoto (a), fósforo (b), potássio (c), cálcio (d), magnésio (e) e enxofre (f) pela cebola 'Aquarius', em função dos dias após a semeadura. $**p < 0,01$.

acumulado pela cebola de dia curto 'IPA 11' em Baraúna – RN, com acumulação máxima estimada de 0,24 g planta⁻¹.

O magnésio foi o macronutriente acumulado em menor quantidade pela 'Aquarius' (Figura 2e). O total estimado acumulado pela planta foi 0,05 g, desta quantidade, as folhas representaram 57%, o

bolbo 40% e as raízes 3%. O período de intensificação da acumulação de Mg para a planta toda ocorreu a partir dos 92 DAS até a colheita.

Como observado nesta pesquisa, Pôrto *et al.* (2006; 2007) trabalhando com os híbridos 'Optima' e 'Superex', evidenciaram que o Mg foi um dos macronutrientes absorvidos em menor quantidade,

atingindo valor estimado de 0,03 em g planta⁻¹ para ambos os híbridos.

O enxofre foi o quarto macronutriente mais exigido pela cebola, com valor estimado de 0,17 g planta⁻¹ (Figura 2f). Pôrto *et al.* (2007) e Vidigal *et al.* (2010) observaram, de maneira semelhante, que S foi o quarto nutriente na ordem de absorção pelas cebolas 'SupereX' e 'Alfa Tropical', entretanto, os valores atingidos foram de 0,07 e 0,06 g planta⁻¹ respectivamente, inferiores ao verificado na 'Aquarius'.

A maior acumulação de S pela planta toda ocorreu entre 78 e 134 DAS, quando a planta absorveu o equivalente a 75% do total. Ao final do ciclo de cultivo, as folhas representaram 60% da acumulação total, o bolbo 38% e as raízes 2%. O enxofre não somente aumenta a produtividade da cebola, mas também melhora a qualidade do bolbo, especialmente quanto à pungência e aroma (Jaggi e Dixit, 1999; Nasreen *et al.*, 2003), devido a ser constituinte dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina, precursores de compostos sulfurados voláteis responsáveis pelo aroma característico da cebola (Malavolta *et al.*, 1997).

Dentre os micronutrientes, o boro foi o menos exigido, com total estimado de 0,92 mg planta⁻¹ (Figura 3a). O aumento na acumulação ocorreu dos 78 aos 134 DAS (81% do total). Aos 148 DAS a proporção de acumulação nas partes da planta foi de 59, 40 e 1% respectivamente, nas folhas, bolbo e raízes. Em relação aos outros micronutrientes, o boro foi o mais acumulado no bolbo, sendo representativo nessa parte da planta, pois auxilia na formação das catáfilas externas do bolbo, entre outras funções.

O cobre foi um dos micronutrientes menos absorvidos pela cebola, atingindo um total estimado de 1,06 mg planta⁻¹ (Figura 3b). A acumulação de cobre para a cebola de dia longo Alfa Tropical, atingiu acumulação estimada de 0,7 mg planta⁻¹ (Vidigal *et al.*, 2010).

A curva de absorção de Cu se assemelhou à curva do Mn, onde a acumulação do nutriente foi baixo até aos 92 DAS com posterior aumento até aos 134 DAS. As folhas representaram 90% da acumulação total, o bolbo representou 9% e as raízes 1%.

Entre os micronutrientes, o ferro foi acumulado em maior quantidade na planta, com o valor estimado

de 2,17 mg planta⁻¹ (Figura 3c), assim como o observado para a cebola 'Alfa Tropical' com 0,18 mg planta⁻¹ (Vidigal *et al.*, 2010). Durante o início do ciclo de cultivo a acumulação de Fe apresentou-se lenta, a partir dos 64 DAS até aos 134 DAS houve a intensificação. Nos últimos 15 dias do ciclo de cultivo notou-se desaceleração na absorção de Fe, tendendo a estabilizar. A participação das folhas na acumulação total foi de 63%, enquanto o bolbo participou com 20% e as raízes, diferentemente dos outros nutrientes, foi mais representativa, com 18% do total acumulado de Fe na data da colheita.

A acumulação de manganês apresentou-se muito baixa até aos 92 DAS. A partir deste período até os 134 DAS, observou-se aumento na intensidade da mesma, sendo que a planta absorveu 80% do total (Figura 3d). Na data da colheita, a quantidade total acumulada pela planta foi o estimado de 1,36 mg planta⁻¹, sendo que a maior parte foi representada pelas folhas, com 84%, seguida pelo bolbo com apenas 10%, e as raízes com 6%. Vidigal *et al.* (2010) constataram máximo de acumulação de 0,81 mg planta⁻¹ e aumento na demanda de Mn a partir dos 59 até 87 DAS, no entanto, o ciclo da cebola 'Alfa Tropical' de 101 dias foi mais precoce em relação à 'Aquarius'.

O zinco, segundo micronutriente mais absorvido pela planta, atingiu valor estimado de 1,42 mg planta⁻¹ no final do ciclo de cultivo (Figura 3e). As folhas acumularam a maior parte, sendo responsáveis por 64% do total, enquanto o bolbo participou com 30% e as raízes com 6%. O período de maior acumulação na planta toda ocorreu entre 78 e 134 DAS, quando foi absorvido 79% da quantidade total.

A ordem decrescente de acumulação estimada dos nutrientes para a cebola 'Aquarius' foi: K (0,80 g planta⁻¹) > N (0,49 g planta⁻¹) > Ca (0,26 g planta⁻¹) > S (0,17 g planta⁻¹) > P (0,09 g planta⁻¹) > Mg (0,05 g planta⁻¹) e Fe (2,17 mg planta⁻¹) > Zn (1,42 mg planta⁻¹) > Mn (1,36 mg planta⁻¹) > Cu (1,06 mg planta⁻¹) > B (0,92 mg planta⁻¹).

Para uma população de 320.000 plantas ha⁻¹ e uma produtividade de 78,9 t ha⁻¹, ao final do ciclo de cultivo (148 DAS) a cebola 'Aquarius' extraiu em kg ha⁻¹, 157,2 de N; 29,1 de P; 256,2 de K; 83,6 de Ca; 15,4 de Mg; 53,2 de S e, em g ha⁻¹, 294,6 de B; 339,3 de Cu; 694,8 de Fe; 436,0 de Mn e 455,7 de Zn.

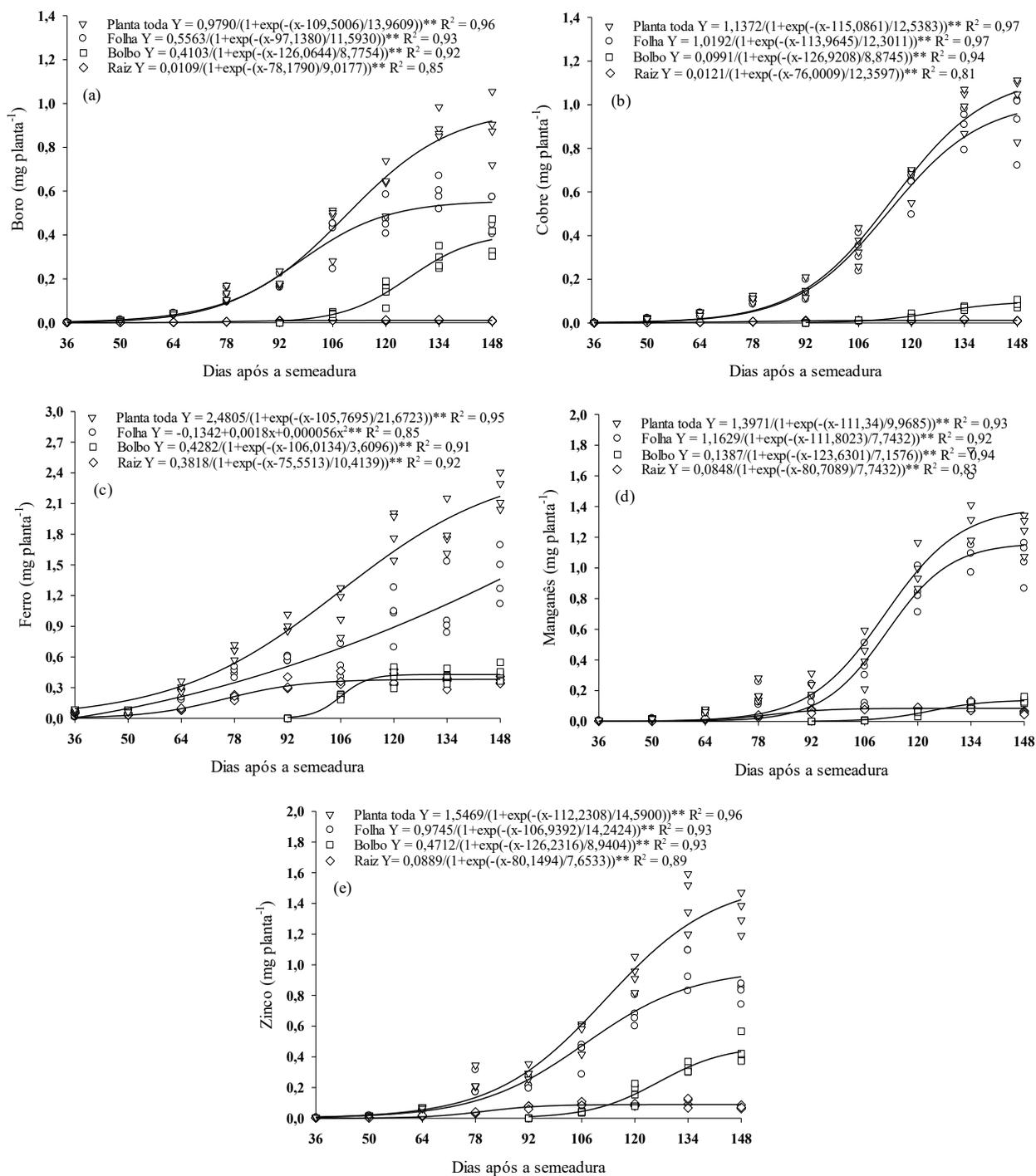


Figura 3 - Acumulação de boro (a), cobre (b), ferro (c), manganês (d) e zinco (e) pela cebola 'Aquarius', em função dos dias após a semeadura. ******p<0,01.

Os nutrientes exportados pelo bolbo representam importante quantidade retirada do solo, portanto, é interessante sua reposição para a manutenção da fertilidade do mesmo. Já os nutrientes extraídos pelas folhas, não serão retirados da área de cultivo, já que as folhas permanecem na mesma, colaborando para a devolução desses nutrientes. A exportação de nutrientes foi de 59,6 de N; 16,0 de

P; 98,4 de K; 23,1 de Ca; 6,5 de Mg; 21,2 kg ha⁻¹ de S e 121,3 de B; 29,0 de Cu; 137,0 de Fe; 43,0 de Mn e 138,6 g ha⁻¹ de Zn. Essas quantidades corresponderam a 38% do N extraído pela planta, 55% do P, 38% do K, 28% do Ca, 42% do Mg, 40% do S, 41% do B, 9% do Cu, 20% do Fe, 10% do Mn, 30% do Zn.

CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas onde o ensaio foi conduzido e considerando um único ano de resultados conclui-se que foi possível realizar a caracterização fenológica e nutricional do híbrido de dia curto 'Aquarius'.

Os dados fenológicos indicam crescimento inicial lento, com aceleração a partir dos 64 dias. Na colheita, as folhas, bolbo e raízes representaram 49%, 50% e 1% da massa seca total. Os dados nutricionais permitem o entendimento da quantidade requerida de nutrientes pela planta, bem como o

momento de maior demanda, e auxiliarão no refinamento das recomendações de adubação.

Na colheita, os nutrientes foram absorvidos pela seguinte ordem: $K > N > Ca > S > P > Mg$ e $Fe > Zn > Mn > Cu > B$.

AGRADECIMENTOS

À empresa Agristar do Brasil Ltda e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado da primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agristar. (2015) – Topseed Premium Tecnologia em Sementes. [cit. 2015-10-19]. <<http://agristar.com.br/topseed-premium/cebola-hibrida/aquarius-f1/2679>>.
- Aguiar Neto, P.; Grangeiro, L. C.; Mendes, A. M. S.; Costa, N. D.; Marrocos, S.T.P. e Sousa, V.F.L. (2014) - Crescimento e acúmulo de macronutrientes na cultura da cebola em Baraúna (RN) e Petrolina (PE). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 18, n. 4, p. 370-380.
- CEAGESP. (2001) - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Classificação da cebola. [cit. 2015-03-30]. <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/folders/cebola.pdf>.
- Costa, N.D.; Leite, D.L.; Santos, C.A.F.; Candeia, J.A. e Vidigal, S.M. (2002) – Cultivares de cebola. In: *Cultura da cebola*. Informa Agropecuário, Belo Horizonte, vol. 23, n. 218, p. 20-27.
- Costa, N.D.; Cunha, T.J.F.; Resende, G.M. (2007) – EMBRAPA. Cultivo da Cebola no Nordeste. [cit. 2015-10-15]. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNordeste/solos.htm>
- EMBRAPA. (1999) - *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 412 p.
- Epstein, E. e Bloom, A.J. (2006) - *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. 2. ed. Londrina, Planta, 387p.
- Furlani, P.R. e Purquerio, L.F.V. (2010) - Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: Mello Prado, R.; Cecilio Fo, A.B.; Correia, M.A.R. e Puga, A.P. (Eds.) - *Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças*. Jaboticabal, FCAV, p.45-62.
- Haag, H.P. e Minami, K. (1988) - *Nutrição mineral de hortaliças*. Campinas, Fundação Cargill, 538 p.
- IBGE. (2014) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. [cit. 2015-03-02]. <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtml>>
- Jaggi, R.C. e Dixit, S.P. (1999) - Onion (*Allium cepa* L.) responses to sulphur in representative vegetable growing soils of Kangra Valley of Himachal Pardesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 69, n. 4, p. 289-291.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C. e Oliveira, S.A. (1997) - *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, 319p.
- Nasreen, S.; Haq, S.M.I. e Hossain, M.A. (2003) - Sulphur Effects on Growth Responses and Yield of Onion. *Asian Journal of Plant Sciences*, vol. 2, p. 897-902. <http://dx.doi.org/10.3923/ajps.2003.897.902>
- Pôrto, D.R.Q.; Cecílio Filho, A.B.; May, A. e Barbosa, J.C. (2006) – Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola 'Optima' estabelecida por semeadura direta. *Horticultura Brasileira*, vol. 24, n. 4, p. 470-475. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000400015>
- Pôrto, D.R.Q.; Cecílio Filho, A.B.; May, A. e Vargas, P.F. (2007) – Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola 'Superex' estabelecida por semeadura direta. *Ciência Rural*, vol. 37, n. 4, p. 949-955. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400005>
- Purquerio, L.F.V. (2010) - Evolução histórica das tecnologias e insumos para a sustentabilidade na olericultura. *Horticultura brasileira*, vol. 28, p. S77-S84.
- Trani, P.E. e Raij. B. van (1997) – Hortaliças. In: Raij, B. van.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. e Furlani, A.M.C.

(Eds.) - *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2 ed. rev. atual. Campinas, IAC, p.157-185.

Vidigal, S.M.; Pereira, P.R.G. e Pacheco, D.D. (2002) – Nutrição mineral da cebola. *In: Cultura da cebola*. Informa Agropecuário, Belo Horizonte, vol. 23, n. 218, p. 36-50.

Vidigal, S.M.; Moreira, M.A. e Pereira, P.R.G. (2010) - Crescimento e absorção de nutrientes pela planta cebola cultivada no verão por semeadura direta e por transplântio de mudas. *Bioscience Journal*, vol. 26, p. 59-70.