

CURVA DE CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MATÉRIA SECA EM COUVE-FLORES CULTIVADA EM SUBSTRATO

CURVE OF GROWTH AND DRY MATTER ACCUMULATION IN CAULIFLOWER CULTIVATED ON SUBSTRATE

**Ancélio Ricardo de Oliveira GONDIM¹; Renato de Mello PRADO²;
Marcus André Ribeiro CORREIA³; Adriana Ursulino ALVES⁴;
Arthur Bernardes CECÍLIO FILHO²; Lucas Sanches POLITI⁵**

1. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor; Instituto Federal do Ceará – IFCE, Iguatu, CE, Brasil. anceliogondim@hotmail.com;
2. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. mrprado@fcav.unesp.br, rutra@fcav.unesp.br; 3. Engenheiro Agrônomo, Msc., Doutorando, FCAV – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. marcusribeiro@hotmail.com; 4. Engenheira Agrônoma, Professora, Doutora; Universidade Federal Piauí, Campus de Bom Jesus, Bom Jesus, PI, Brasil. adrianaursulino@hotmail.com; 5. Engenheiro Agrônomo, Mestrando, FCAV – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar a curva de crescimento e o acúmulo de matéria seca na couve-flor ‘Verona’ cultivada em substrato comercial para hortaliças Plantmax® um experimento foi conduzido em casa de vegetação da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com seis tratamentos, cinco repetições, sendo cada parcela constituída por uma planta. Os tratamentos foram constituídos pelas épocas de amostragem (20; 30; 40; 50; 60 e 70 dias após o transplante). Avaliou-se a altura das plantas, o número de folhas, o diâmetro do caule, a área foliar, a matéria seca da parte aérea, da raiz e planta inteira e massa fresca da inflorescência. Além disso, calculou-se a taxa de crescimento relativo (TCR) das folhas, caules, raízes, inflorescências e planta inteira, apresentada em gramas dia⁻¹ planta⁻¹. O híbrido Verona apresentou crescimento inicial lento, intensificando-se a partir dos 30 dias após o transplante. O máximo acúmulo de massa seca total por planta foi de 87g aos 70 DAT, sendo a participação das folhas de 53,8%, caule de 9,9%, inflorescência de 30,7% e das raízes 6,5%. O cultivo de couve-flor ‘Verona’ em substrato Plantmax® apresentou alto acúmulo de matéria seca da inflorescência.

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. Absorção. Crescimento. Nutrição de plantas. Cultivo em vasos.

INTRODUÇÃO

Na região Sudeste do Brasil, especialmente no estado de São Paulo, concentram cerca de 60% das hortaliças produzidas no país (CAMARGO FILHO; MAZZEI, 2001). Para o estado de São Paulo, o cultivo de hortaliças apresenta valor econômico bastante importante, devido ao fato de esse ser o maior produtor e consumidor do Brasil (FILGUEIRA, 2000). Dentre as hortaliças cultivadas no Estado, a couve-flor é uma das dez mais importantes. A couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), pertencente à família *Brassicaceae*, é uma hortaliça herbácea, bienal, de clima temperado ameno, originária da costa do Mediterrâneo. A espécie é cultivada em várias partes do mundo, sendo plantada, no Brasil, nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina (BLANCO et al., 1997). É uma hortaliça muito consumida e apreciada no mundo todo, sendo uma rica fonte de vitamina C, cálcio, ferro, β-caroteno, vitaminas B₁ e B₂, fósforo e compostos sulfurados (CARVALHO, 1983; SANTOS, 2000).

As hortaliças produzidas em ambiente protegido e com tecnologia moderna fazem parte do início de uma ‘nova olericultura’, mais eficiente e capaz de garantir a continuidade, a competitividade e o crescimento do agronegócio brasileiro. A principal finalidade de se conduzir uma cultura em ambiente protegido é a obtenção de colheitas nas épocas em que as cotações dos produtos são mais elevadas e que, normalmente, coincide com a menor oferta do produto no mercado. Esta menor oferta, por sua vez, muitas vezes é consequência da maior dificuldade de se produzir em locais ou épocas cujas condições climáticas são desfavoráveis ao cultivo pelo sistema convencional, ou seja, a céu aberto (MAKISHIMA; CARRIJO, 1998).

A técnica de cultivo em substrato tem-se difundido, por permitir melhor aproveitamento dos nutrientes, maior produtividade e melhorar a qualidade do produto, além de facilitar a execução dos tratos culturais (CALABRETTA et al., 1994). O cultivo em substrato pode, inclusive, ser efetivo na proteção da cultura contra patógenos do solo. Apesar desse sistema de cultivo apresentar custo elevado e exigir melhor nível tecnológico, a técnica

tem atraído produtores em vários países (PINAMONTI et al., 1997; RIVIERI; CARON, 2001). A exemplo do tomateiro, o sistema de cultivo em recipientes, adubado via gotejamento, pode substituir o cultivo no solo, tanto em ambiente protegido quanto no campo (FONTES, 2004).

As pesquisas envolvendo melhoramento genético vegetal têm proporcionado o surgimento de novas cultivares vigorosas, com ciclos de produção reduzidos e, especialmente, com alta capacidade de produção. Isto implica na necessidade de novos estudos envolvendo não somente a caracterização do crescimento e acúmulo de matéria seca por essas novas cultivares, mas também no que diz respeito ao sistema de cultivo dessas em ambiente protegido em vasos preenchidos com diferentes substratos.

Como se trata de um sistema de cultivo relativamente recente no Estado de São Paulo, a pesquisa é importante para a expansão deste sistema de produção. Entretanto, na área de produção de hortaliças cultivadas em vasos preenchidos com substrato, os trabalhos realizados no Brasil são escassos, especialmente com couve-flor. Além disso, o conhecimento da curva de crescimento e marcha de acúmulo de matéria seca da cultura produzida em vasos preenchidos com substrato, nas diferentes fases de seu ciclo, é importante na determinação das épocas em que a planta apresenta maior demanda por nutrientes, evitando-se assim, prováveis deficiências nutricionais que porventura venham a ocorrer durante o ciclo da cultura. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a curva de crescimento e acúmulo de matéria seca da couve-flor cultivada em vasos preenchidos com substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado a partir do mês de agosto de 2008, sob telado com sombrite (50% de luminosidade), no Departamento de Solos e Adubos, localizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP (21° 15' 22'' S e 48° 18' 58'' W também é interessante colocar a altitude do local). O município de Jaboticabal-SP encontra-se na região Norte do Estado de São Paulo e apresenta precipitação e temperatura média anual de 1400 mm e 21 °C, respectivamente.

As mudas foram produzidas no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-medicinais, em espuma fenólica de 2,5 x 2,5 x 3,8 cm, utilizando-se a couve-flor híbrido Verona, o qual se adapta as condições climáticas de Jaboticabal, sendo o híbrido mais utilizado no verão. Após sete dias da emergência, as plântulas foram transplantadas para

canais de polipropileno de 5 cm de largura com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950), em sistema hidropônico tipo “nutrient film technique” (NFT), com recirculação da solução, ficando nessa condição durante uma semana. Logo após esse período, as plântulas foram transplantadas para vasos de 5 dm³, os quais foram preenchidos com substrato Plantmax®.

Durante os primeiros quinze dias após o transplante das mudas para os vasos, as plantas receberam solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950), diluída a 1/4 da concentração usual. Após o período com uso da solução nutritiva diluída, as plantas foram submetidas às aplicações diárias, aproximadamente cinco vezes ao dia em períodos de 15 minutos, da solução nutritiva completa (até o final do ciclo da cultura) garantido a adequada nutrição das plantas. O substrato foi mantido com o teor de umidade sempre próximo da capacidade máxima de retenção. A irrigação foi suspensa imediatamente após a observação do início do escorrimento da água nos vasos, a fim de reduzir as perdas de nutrientes por lixiviação. Além disso, foi feito o controle rotineiro de pragas e doenças.

Os tratamentos foram constituídos pelas épocas de amostragem (20; 30; 40; 50; 60 e 70 dias após o transplante das mudas para os vasos), sob delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por uma planta.

Inicialmente, em cada coleta de plantas, foram avaliados a altura, o diâmetro do caule, número de folhas e a área foliar. A área foliar das plantas foi determinada com o auxílio de um aparelho integrador de áreas LI-COR® modelo LI-3100. Em seguida, as plantas foram divididas em raízes, caule e folhas. Dependendo da época da coleta, aproximadamente aos 50 DAT, foi avaliada a inflorescência da couve-flor (parte da planta de interesse comercial), quantificando-se a massa fresca e seca dessa.

As amostras coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos e Adubos da FCAV/UNESP, onde foram submetidas à lavagem em água com detergente (3 mL L⁻¹), enxague em água corrente, lavagem em água deionizada com ácido clorídrico diluído a 0,1 M, e por fim, enxague em água destilada pura, sendo então secas e embaladas em sacos de papel. Após, foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 a 70 °C e quantificada a massa seca das partes da planta. De posse dos dados de massa seca das partes da planta, calculou-se a taxa de crescimento relativo (TCR) das folhas, caules,

raízes, inflorescências e planta inteira, apresentada em $g\ g^{-1}\ dia^{-1}$.

O cálculo da taxa de crescimento relativo (TCR) que reflete o aumento da matéria orgânica seca, de quaisquer de seus órgãos num intervalo de tempo, sendo função do tamanho inicial, ou seja, de material pré-existente, isto é, no dia do transplante (BENINCASA, 2003). Desta forma, a taxa de crescimento relativo (TCR) é dada pela fórmula: $TCR = (\ln M2 - \ln M1) / (t2 - t1) \dots (g\ g^{-1}\ dia^{-1})$, onde: M1 e M2 = massa do órgão ou da planta referente aos tempos t1 e t2, respectivamente. E o ln = logaritmo neperiano.

Os dados de crescimento e massa seca das partes da planta foram submetidos à análise

estatística e, se significativos pelo teste F ($P < 0,05$ e $P < 0,01$), ajustou-se as equações de regressão polinomial, com maiores coeficientes de determinação, utilizando-se o programa estatístico SAEG (Ribeiro Júnior, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que para todas as variáveis avaliadas houve efeito significativo ao longo do ciclo, ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 1).

Houve incremento com ajuste quadrático para a ALT, DC, NFOL e AF ao longo do ciclo da cultura (Figura 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância, em função das características avaliadas. FCAV-UNESP, Jaboticabal. SP. 2008.

| FV | GL | QM | | | | | | | | |
|--------|----|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | ALT ⁽¹⁾ | NFOL ⁽²⁾ | DC ⁽³⁾ | AF ⁽⁴⁾ | MSC ⁽⁵⁾ | MSR ⁽⁶⁾ | MSF ⁽⁷⁾ | MSINF ⁽⁸⁾ | MST ⁽⁹⁾ |
| Blocos | 4 | 4,15 | 0,62 | 0,23 | 0,12+06 | 0,52 | 0,39 | 25,23 | 9,53 | 24,86 |
| Trat. | 5 | 240,65** | 171,63** | 51,48** | 0,19+08** | 44,27** | 22,06** | 1083,04** | 734,45** | 4303,58** |
| Res. | 20 | 3,42 | 3,12 | 0,67 | 0,87+05 | 0,44 | 0,18 | 14,51 | 9,11 | 23,58 |
| CV % | | 6,8 | 9,8 | 7,7 | 9,0 | 16,1 | 11,9 | 12,9 | 20,9 | 11,0 |

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. ⁽¹⁾ altura de plantas; ⁽²⁾ número de folhas; ⁽³⁾ diâmetro dos caules; ⁽⁴⁾ área foliar; ⁽⁵⁾ massa seca do caule; ⁽⁶⁾ massa seca da raiz; ⁽⁷⁾ massa seca das folhas; ⁽⁸⁾ massa seca da inflorescência e ⁽⁹⁾ massa seca da planta inteira.

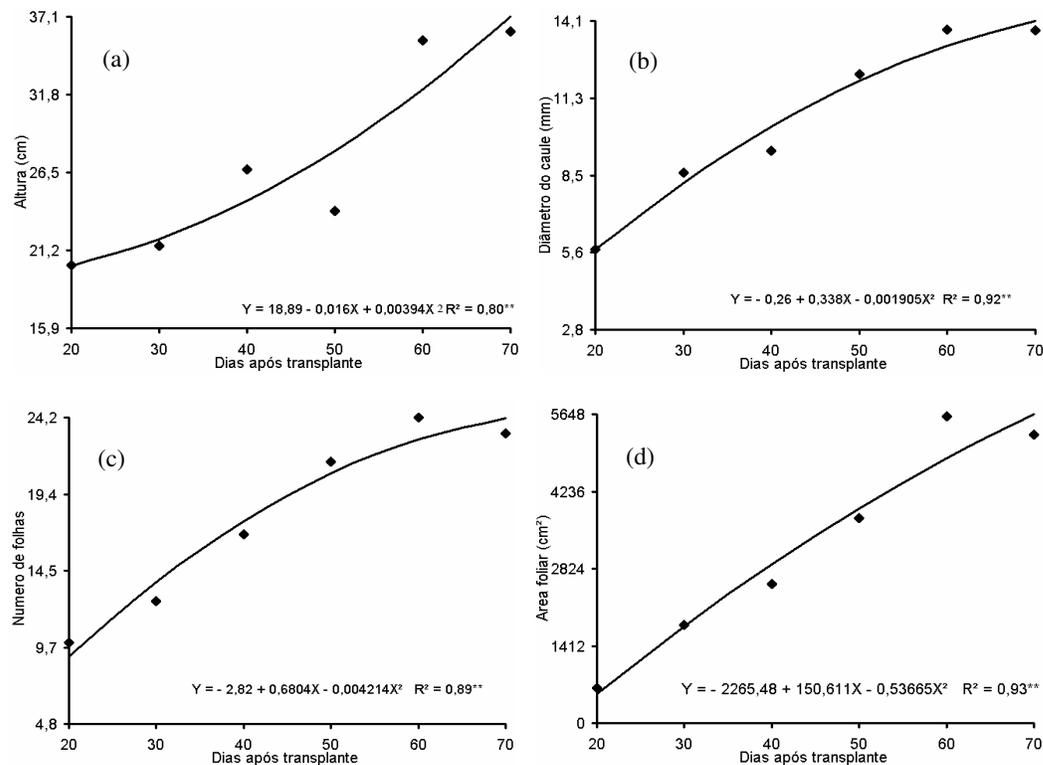


Figura 1. Altura das plantas (a), diâmetro dos caules (b); número de folhas (c) e área foliar (d), da couve-flor 'Verona' cultivada em vasos com substrato comercial Plantmax®, em função do número de dias após o transplante (DAT). ** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

O crescimento e o desenvolvimento foliar correspondem aos valores de massa seca da planta, NFOL, AF e ALT, evidenciados ao longo do ciclo da cultura. Observou-se crescimento inicial lento, com maiores incrementos a partir dos 30 DAT até o final do

ciclo, apresentando valores máximos estimados de MSF (g), ALT (cm), NFOL e AF (cm²) respectivamente de 46,9; 37,1; 24,2 e 5647,4 aos 70 DAT por planta (Figuras 2c, 1a, 1c, e 1d).

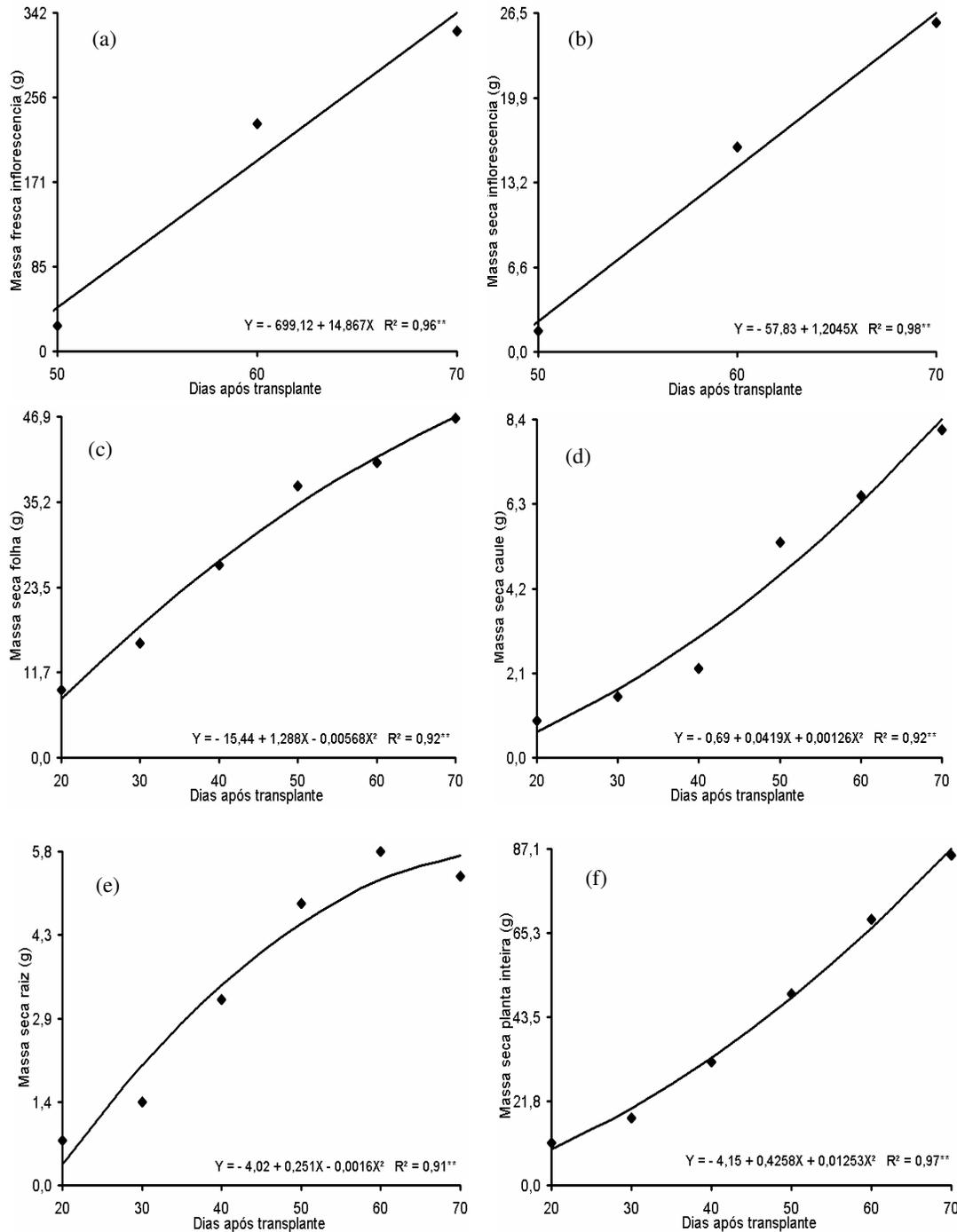


Figura 2. Acúmulo de massa fresca (a) e seca (b) da inflorescência; massa seca das folhas (c); do caule (d); da raiz (e) e da planta inteira (f), da couve-flor híbrido Verona cultivada em vasos com substrato Plantmax® em função do número de dias após o transplante (DAT).

A MSC+MSF (massa seca da parte aérea menos inflorescência), MSINF e a MSR, corresponderam, respectivamente, à aproximadamente 64%, 31% e 5 % da MST. Podemos verificar que a maior participação do acúmulo de matéria seca das folhas e caule se deu até aos 50 DAT e foram responsáveis pela maior translocação de nutrientes. A partir de 50 DAT a maior parte dos fotoassimilados foram translocados para o acúmulo de matéria seca da inflorescência sendo este o órgão de maior translocação de nutrientes até aos 70 DAT. Para a MSC, foi constatado maior incremento a partir dos 40 DAT, com máximo valor estimado de 8,4 g aos 70 DAT por planta (Figura 2d). O diâmetro do caule apresentou valor máximo de 14,1 mm aos 70 DAT (Figura 1b).

O acúmulo de MSR ao longo do ciclo da cultura apresentou maiores incrementos a partir dos 30 DAT, apresentando valores máximos estimados de massa seca de 5,7 g por planta aos 70 DAT (Figura 2e).

A inflorescência surgiu a partir dos 40 dias após o transplante, sendo que a partir dos 50 dias houve maior acúmulo de massa fresca e seca, apresentando a maior produção estimada em gramas por planta de 337,6 e 26,7, respectivamente (Figuras 2a e 2b).

O crescimento da planta, expresso pelo acúmulo de MST ao longo do ciclo, foi lento até 30

dias após o transplante (DAT), sendo que maiores incrementos ocorreram a partir dos 30 DAT até o final do ciclo, justificável pelo aumento do NFOL, ALT, DC e AF, apresentando produção máxima estimada de MST de 87 g por planta aos 70 DAT (Figura 2f). Homa et al. (1969), em trabalhos conduzidos em vaso contendo sílica e irrigados com solução nutritiva completa, verificaram que o crescimento da couve-flor se iniciou aos 36 dias de idade após a germinação, com a expansão das folhas externas acentuando-se aos 56 dias, com seu desenvolvimento refletindo em maior acúmulo de massa seca da planta.

No que diz respeito à taxa de crescimento relativo (TCR) das folhas, a couve-flor apresentou maior crescimento no período de 20-30 dias, enquanto no caule foi no período de 40-50 dias (Tabela 2). No entanto, com o surgimento da inflorescência, observou-se que este órgão apresentou maior TCR dos 50-60 dias. A planta inteira, bem como na raiz, apresentou maior crescimento no período de 30-40 dias. Nota-se que a couve-flor obteve a máxima TCR foliar precocemente aos 20-30 dias; segundo Siddique et al., (1990) isto significa que o crescimento inicial precoce pode resultar em maior captura de luz pelas folhas, favorecendo que o índice de área foliar máximo seja atingido mais rapidamente.

Tabela 2. Taxa de crescimento relativo nos órgãos das plantas de couve-flor cultivada em vasos com substrato Plantmax®.

| Período (dias) | Folha | Caule | Raiz | Inflorescência | Planta inteira |
|----------------|--------|--------|-------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | g g ⁻¹ dia ⁻¹ | | |
| 20-30 | 0,0525 | 0,0505 | 0,0623 | - | 0,0461 |
| 30-40 | 0,0517 | 0,0387 | 0,0800 | - | 0,0602 |
| 40-50 | 0,0344 | 0,0876 | 0,0329 | - | 0,0439 |
| 50-60 | 0,0084 | 0,0196 | 0,0258 | 0,2291 | 0,0330 |
| 60-70 | 0,0139 | 0,0227 | -0,0159 | 0,0475 | 0,0216 |

A couve-flor apresentou após atingirem a máxima TCR decréscimo com o decorrer das avaliações; comportamento semelhante da TCR nos últimos períodos de crescimento também foi constatado em outras culturas por outros autores, a exemplo de goiabeira (PRADO; FRANCO, 2007), melão (MEDEIROS et al., 2006) e soja (SIVAKUMAR; SHAW, 1978), ao observarem que a TCR diminui com a idade da plantas, em razão do auto-sombreamento e do aumento da atividade respiratória.

CONCLUSÕES

O máximo acúmulo de massa seca da planta inteira ocorreu aos 70 dias após o transplante, sendo de 87 g por planta.

O híbrido de couve-flor Verona apresentou crescimento inicial lento, intensificando-se a partir dos 30 dias após o transplante.

O máximo acúmulo de massa seca total por planta foi de 87 g, sendo a participação das folhas de 53,8%, caule de 9,9%, inflorescência de 30,7% e das raízes de 6,5%.

O cultivo de couve-flor Verona em substrato apresentou alto acúmulo de matéria seca da inflorescência.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio à Pesquisa (Processo 2007/53241-4).

ABSTRACT: Aiming to evaluate the curve of growth and dry matter accumulation in cauliflower cv. Verona in commercial substrate for vegetables Plantmax®, an experiment was conducted in a greenhouse at UNESP, Jaboticabal, SP. The experimental design was randomized blocks with six treatments, five replicates, each plot had a plan. The treatments consisted of sampling times (20, 30, 40, 50, 60 and 70 days after transplantation). Evaluations of plant height, leaf number, stem diameter, leaf area, dry matter of shoot, root and whole plant, and fresh weight of the inflorescence. Furthermore, calculated the relative growth rate (RGR) of leaves, stems, roots, flowers and whole plant, presented in $\text{g day}^{-1} \text{plant}^{-1}$. The hybrid of cauliflower 'Verona' shows initial slow growth, stepping up from 30 days after transplantation. The maximum accumulation of dry matter per plant was 87g at 70 DAT, with the participation of sheets of 53.8%, stem 9.9%, 30.7% of inflorescence and root 6.5%. The cultivation cauliflower Verona in substrate showed high accumulation of dry Inflorescence.

KEYWORDS: *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. Absorption. Plant nutrition. Growth.

REFERÊNCIAS

- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 36p.
- BLANCO, M. C. S. G.; GROppo, G. A.; TESSARIOLI NETO, J. Couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis* L.). In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Manual Técnico das Culturas**. Tomo II. 2 ed. rev. atual. Campinas, p. 57-61. 1997.
- CALABRETTA, C.; NUCIFORA, M.T.; FERRO, B.; NATALE, V. New techniques for the cultivation and defense of tomato crops in cold greenhouses in the area Ragusa (Sicily). **Acta Horticulture**, Merano, v. 361, n. 3, p. 530-544, 1994.
- CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R. Mercado de verduras: planejamento estratégia e comercialização. **Informações econômicas**. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 45-54, 2001.
- CARVALHO, V.D. Propriedades químicas das brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 98, p. 54-56. 1983.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402p., 2000.
- FONTES, P. C. R. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 614-619, 2004.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soils. Berkeley: **California Agricultural Experimental Station**, 1950. 347p.
- HOMA, P. M.; HAGG, H. P.; SARRUGE, J. R. Nutrição mineral de hortaliças. II. Absorção de nutrientes pela cultura de couve-flor. **O solo**, v. 1, n. 1, p. 9-16, 1969.
- MAKISHIMA, N.; CARRIJO, O. A. **Cultivo protegido do tomateiro**. Brasília: Embrapa-CNPq. 1998. 18p. (Circular Técnica da Embrapa Hortaliças,13)

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; CÂMARA NETO, F. G.; ANTÔNIO H. B. DE; ALMEIDA, A. H. B. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 792-797, 2006.

PINAMONTI, F.; STRINGARI, G.; ZORGI, G. Use of compost in soilless cultivation. **Compost Science & Utilization**, Emmaus, v. 5, n. 2, p. 38-46, 1997.

PRADO, R. M.; FRANCO, C. F. Eficiência de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira Paluma e Século XXI, cultivadas em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Belém, v. 2, n. 4, p. 275-280, 2007.

RIBEIRO JÚNIOR, I. R. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV. 2001. 301p.

RIVIERE, L.M.; CARON, J. Research on substrates: state of the art and need for the coming 10 years. **Acta Horticulture**, Merano, v. 548, n. 1, p. 29-41. 2001.

SANTOS, M. A. T. **Caracterização química das folhas de brócolis e couve-flor (*Brassica oleracea* L.) para utilização na alimentação humana**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2000. 96 p.

SIDDIQUE, K. H. M.; TENNAT, D.; PERRY, M. W. et al. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 41, n. 3, p. 431-447, 1990.

SIVAKUMAR, M. V. K.; SHAW, R. H. Methods of growth analysis in field grown soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Annals of Botany**, London, v. 42, n. 3, p. 213-222, 1978.