

# Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana em duas estações de cultivo

André Samuel Strassburger<sup>\*</sup>, Roberta Marins Nogueira Peil, Leandro Andrade da Fonseca, Tiago Zanatta Aumonde e Carlos Rogério Mauch

Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Cx. Postal 354, 96010-900, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. <sup>\*</sup>Autor para correspondência. E-mail: strassburger.as@gmail.com

**RESUMO.** O objetivo deste trabalho foi quantificar os índices de crescimento, a produção e a distribuição de matéria seca da cultura da abobrinha italiana cultivada em substrato de casca de arroz *in natura* com solução nutritiva recirculante, em duas épocas de cultivo: primavera-verão de 2005 e verão-outono de 2006, caracterizadas, respectivamente, como períodos de alta e baixa disponibilidades de radiação solar. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, sendo a produção de matéria seca quantificada aos 0, 18, 32, 46 e 68 dias após o transplante (DAT) no cultivo de primavera-verão, e aos 0, 15, 29, 43 e 55 DAT no cultivo de verão-outono. A produção de matéria seca foi maior quando a disponibilidade de radiação solar foi mais elevada. Nessa situação (alta disponibilidade de radiação solar), os frutos caracterizaram-se como os maiores drenos da cultura, não ocorrendo o mesmo em condições de baixa disponibilidade de radiação solar. As taxas de crescimento (da cultura, dos frutos, dos órgãos vegetativos aéreos e relativa) também foram mais elevadas quando a radiação solar disponível foi mais elevada. A razão de área foliar e a área foliar específica apresentaram dinâmicas semelhantes à taxa de crescimento relativo, decrescendo com o decorrer do período de cultivo.

**Palavras-chave:** *Cucurbita pepo* L., produção de matéria seca, hidroponia, área foliar, radiação solar, análise de crescimento.

**ABSTRACT. Growth dynamic of summer squash in two crop seasons.** The objective of this work was to quantify the growth rates, dry matter production and distribution of summer squash grown in raw rice husk medium with recirculating nutrient solution, in two crop seasons: spring-summer 2005 and summer-autumn 2006, which are periods characterized by high and low solar radiation availability, respectively. Each treatment corresponded to a sampling date and dry matter production was evaluated at 18, 32, 46 and 68 days after setting (DAS) in spring-summer, and 15, 29, 43 and 55 DAS in the summer-autumn crop season. Dry matter production was highest in high solar radiation availability conditions. In those conditions, fruits were characterized as the largest drains of the crop, which did not happen in low solar radiation availability. The growth rates (crop, fruits, shoot organs and relative crop rates) also were higher in high solar radiation availability conditions. Leaf area ratio and specific leaf area showed similar dynamics to the relative crop rate, decreasing according with the time-course of the crop.

**Keywords:** *Cucurbita pepo* L., dry matter production, hydroponics, leaf area, solar radiation, growth analysis.

## Introdução

A adoção de sistemas fechados de cultivo e a utilização de substratos recicláveis e passíveis de posterior aproveitamento tornaram-se ferramentas importantes para a minimização de alguns problemas ambientais causados pela utilização de sistemas de cultivo sem solo. No Rio Grande do Sul, a industrialização do arroz gera grande quantidade de casca. A utilização desse resíduo como substrato é uma alternativa que reduziria seu acúmulo no meio ambiente, proporcionando uma finalidade útil a um dos subprodutos agrícolas mais poluentes do Estado e, ainda, reduzir os custos de produção do agricultor pelo seu baixo custo.

Alguns trabalhos já foram realizados utilizando a casca de arroz *in natura* como substrato para a cultura do meloeiro (DUARTE et al., 2008a e b), sem a necessidade de realizar-se descarte e reposição completa de solução nutritiva durante o ciclo de cultivo. Entretanto, estudos adicionais sobre as culturas submetidas a este novo sistema de cultivo são necessários, enfocando-se aspectos relacionados ao crescimento das plantas, que podem ser definidos como a produção e distribuição de biomassa (matéria fresca e seca) entre os diferentes órgãos de uma planta (MARCELIS, 1993a).

Neste sentido, a análise de crescimento é uma das ferramentas que tem auxiliado os pesquisadores,

tornando-se método padrão para a mensuração da produtividade biológica das culturas, sendo uma aproximação explicativa, holística e integrativa utilizada para interpretar a forma e a utilidade da planta (HUNT et al., 2002). É um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos, podendo ser utilizada para se conhecer a adaptação ecológica das plantas a novos ambientes, os efeitos de sistemas de manejo e a capacidade produtiva de diferentes genótipos (KVET et al., 1971).

Baseia-se, fundamentalmente, no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu ciclo é resultado da atividade fotossintética (BENINCASA, 2003), a qual é diretamente dependente da disponibilidade de radiação solar do período de cultivo e requer informações obtidas por meio de vários índices fisiológicos. Entre estes, os mais utilizados são: o índice de área foliar, a duração de área foliar, a taxa de crescimento da cultura, a taxa de crescimento relativo e a taxa de assimilação líquida, estando essas variáveis diretamente relacionadas com a quantidade de matéria seca contida na planta inteira e em suas partes em um determinado período (KVET et al., 1971).

Os índices envolvidos indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos), a qual depende da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento. Portanto, a análise de crescimento expressa as condições morfofisiológicas da planta e quantifica a produção líquida, derivada do processo fotossintético, sendo resultado do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo (LARCHER, 1995).

Vários trabalhos já foram realizados com o objetivo de caracterizar o crescimento de algumas hortaliças, tais como: pepineiro (MARCELIS, 1993b e c, 1994; PEIL; LÓPEZ-GÁLVEZ, 2002a e b), pimentão (FONTES et al., 2005; MARCELIS, 2006), meloeiro (DUARTE et al., 2008a e b; MEDEIROS et al., 2006) e tomateiro (FAYAD et al., 2001; HEUVELINK, 1997), entretanto, informações mais aprofundadas sobre o crescimento da abobrinha italiana são escassas, e, em se tratando do cultivo em substrato de casca de arroz *in natura*, inexistentes.

Portanto, este trabalho teve como objetivo quantificar a produção e a distribuição de matéria seca, bem como os índices de crescimento da abobrinha italiana cultivada em substrato de casca de

arroz *in natura* com recirculação dos lixiviados em duas épocas de cultivo, com dinâmicas opostas de evolução da radiação solar.

## Material e métodos

Os experimentos foram realizados em uma estufa modelo 'Arco Pampeana', disposta no sentido Norte-Sul, revestida com filme de polietileno de baixa densidade (150  $\mu\text{m}$  de espessura), compreendendo uma área de 210 m<sup>2</sup> (10 x 21 m), com o solo coberto com plástico dupla face (branco-preto), localizada no Campus da Universidade Federal de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul (com coordenadas geográficas aproximadas de: latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e 13 m de altitude).

O primeiro experimento foi realizado no período primavera-verão de 2005, sendo a semeadura da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* var. *melopepo* cv. Caserta) realizada no dia 3/10/2005 e, 18 dias após, seu transplante. O segundo experimento foi realizado no período de verão-outono de 2006, sendo a semeadura realizada no dia 24/2/2006 e o transplante 19 dias após.

Em ambos os experimentos, as mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 72 células, contendo como substrato vermiculita, em sistema de bandejas flutuantes para a irrigação de mudas. A solução nutritiva utilizada nessa fase foi a mesma recomendada para o cultivo definitivo, porém, na concentração de 50% para os macronutrientes e de 100% para os micronutrientes. Quando as mudas apresentavam aproximadamente quatro folhas definitivas, foram transplantadas individualmente para sacos plásticos contendo 13 L de casca de arroz *in natura*, perfurados na base para permitir a drenagem da solução nutritiva excedente à capacidade máxima de retenção de água do substrato.

O sistema de cultivo era constituído por canais de madeira, em número de seis (7,50 x 0,35 m), com declividade de 2%, dispostos em três linhas duplas, com distância interna de 0,50 m e passeio de 1,20 m. Os sacos de cultivo foram arranjados nos canais (com espaçamento de 0,70 m entre os sacos e densidade de 1,68 plantas m<sup>-2</sup>), revestidos com filme de polietileno dupla face, de maneira a formar canais impermeáveis, que se fechavam sobre os sacos de cultivo. Um tanque de armazenamento da solução nutritiva (500 L) se encontrava enterrado próximo à extremidade de cota menor ao final de cada linha dupla de canais. Um conjunto moto-bomba (¼ HP) em cada tanque impulsionava a solução para a cota de maior valor do canal através de um cano de PVC de 25 mm. A partir deste ponto, a solução nutritiva

era fornecida às plantas através de uma mangueira de polietileno de  $\frac{1}{2}$  polegada, perfurada para a colocação de dois espaguete gotejadores por saco. As plantas foram tutoradas individualmente com um fio de rafia preso ao colo da planta e estendido até uma linha de arame preso à estrutura da estufa na altura de 3,50 m.

A solução nutritiva empregada foi a recomendada por Castro (1999) para a cultura da abobrinha italiana em substrato de lã-de-rocha. Os macronutrientes apresentavam a seguinte composição (em mmol L<sup>-1</sup>): 16,0 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 1,5 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2,7 de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; 1,0 de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 7,5 de K<sup>+</sup>; 5,0 de Ca<sup>2+</sup> e 2,2 de Mg<sup>2+</sup>. Para os micronutrientes, foi utilizada a recomendação para a cultura do meloeiro, segundo Castro (1999), em função da inexistência de recomendação para a abobrinha italiana, tendo a seguinte composição (em mg L<sup>-1</sup>): 4,00 de Fe; 0,56 de Mn; 0,26 de Zn; 0,22 de B; 0,03 de Cu e 0,05 de Mo. Após o preparo, mediu-se a condutividade elétrica da solução nutritiva (empregando-se um eletrocondutivímetro manual digital), obtendo-se o valor de 2,1 dS m<sup>-1</sup>.

A solução nutritiva foi monitorada diariamente pelas medidas de condutividade elétrica e de pH (empregando-se um pHmetro manual digital), sendo este mantido entre 5,5 e 6,5 pela adição de solução de correção à base de hidróxido de potássio (KOH 1N) ou ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N). O valor da condutividade elétrica era corrigido mediante a adição de água ou solução-estoque concentrada, respectivamente, quando ocorria elevação ou diminuição da ordem de 15% do valor inicial.

As plantas foram fertirrigadas por um fluxo intermitente, programado por um temporizador em oito intervalos de tempo pré-estabelecidos. A vazão média diária por planta foi estabelecida conforme a fase de desenvolvimento, com base em dados de consumo d'água da cultura da abobrinha italiana (KLOSOWSKI et al., 1999), mais 20% de solução nutritiva para a drenagem.

Os experimentos constaram de quatro tratamentos, em delineamento experimental completamente casualizado, correspondentes a uma época de amostragem, sendo a produção de matéria seca quantificada aos 0, 18, 32, 46 e 68 dias após o transplante (DAT), no cultivo de primavera-verão, e, aos 0, 15, 29, 43 e 55 DAT, no cultivo de verão-outono. As épocas das avaliações de crescimento corresponderam a diferentes estádios fenológicos da cultura, a saber: crescimento vegetativo, florescimento pleno (mais de 50% das plantas com flores femininas), frutificação plena (mais de 50% das plantas com frutos) e por ocasião do término do ciclo de cultivo, além de

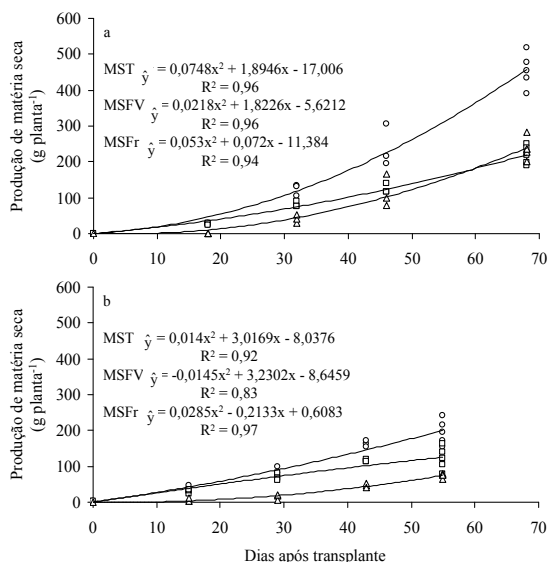
uma avaliação no momento do transplante. Nas avaliações realizadas aos 18, 32 e 46 DAT no ciclo de primavera-verão e aos 15, 29 e 43 DAT no ciclo de verão-outono, foram utilizadas três repetições. Na avaliação final, foram utilizadas cinco repetições, sendo cada planta considerada uma repetição.

O crescimento das plantas foi determinado pela quantificação da produção de matéria seca aérea das plantas, incluindo os frutos colhidos durante o processo produtivo, bem como as folhas provenientes de desfolhas antecipadas. As plantas foram separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), caule e frutos. Estas frações foram pesadas para a obtenção da matéria fresca e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante para a obtenção da matéria seca. A matéria seca total da parte aérea da planta correspondeu à soma das folhas, dos caules e frutos, e, a matéria seca vegetativa à soma das folhas e dos caules. Determinou-se, também, a área foliar acumulada por meio de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100). A radiação solar global incidente no exterior da estufa foi obtida pelos dados coletados na Estação Agroclimatológica de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, localizada a aproximadamente 500 m do local dos experimentos.

Com base nos dados de produção de matéria seca e área foliar, diretamente mensurados, foram calculadas: a distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos aéreos da planta, a área foliar específica, a razão de área foliar, a taxa de crescimento absoluto da fração vegetativa, dos frutos e da cultura e a taxa de crescimento relativo. Os resultados das variáveis matéria seca dos órgãos vegetativos, dos frutos e do total da planta foram submetidos à decomposição em componentes polinomiais e as médias das demais variáveis (com exceção da taxa de crescimento absoluto da fração vegetativa, dos frutos e da cultura) comparadas entre si pelo teste DMS de Fisher.

## Resultados e discussão

Houve contínuo acúmulo de matéria seca nos frutos e na fração vegetativa, e, conseqüentemente, no total da parte aérea das plantas (Figura 1) em ambos os experimentos. As médias finais de produção de matéria seca foram de 218,8; 236,5 e 455,3 g planta<sup>-1</sup> no ciclo de primavera-verão e de 121,6; 74,4 e 196,0 g planta<sup>-1</sup> no ciclo de verão-outono, para a fração vegetativa, para os frutos e para o total da planta, respectivamente. A dinâmica de acúmulo de matéria seca em cada órgão está descrita por equação na Figura 1.



**Figura 1.** Produção de matéria seca aérea total (o, MST), dos órgãos vegetativos aéreos (□, MSFV) e dos frutos (Δ, MSFr) em plantas de abobrinha italiana cultivadas em casca de arroz *in natura* com recirculação dos lixiviados em função da idade da planta no ciclo de primavera-verão (a) e de verão-outono (b).

Durante o período de primavera-verão, a radiação solar global aumentou com o decorrer do experimento, totalizando, aproximadamente 1445 MJ m<sup>-2</sup> (Tabela 1).

No experimento de verão-outono, a evolução de radiação solar global foi inversa, diminuindo com o transcorrer do experimento, aproximando-se do limite trófico para a maioria das hortaliças de fruto em abrigos não-aquecidos (8,4 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>) (ANDRIOLO, 1999) em um período de intensa produção de frutos (a partir dos 30 DAT) totalizando, aproximadamente 684 MJ m<sup>-2</sup>, justificando a menor produção de biomassa neste

período de cultivo, uma vez que a produção de biomassa apresenta relação direta com a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelo dossel (MONTEITH, 1972).

A área foliar das plantas (Tabela 1) também apresentou valores inferiores durante o período de verão-outono, a partir dos 43 DAT. A interceptação de luz é importante fator que determina a produção de matéria seca e a produtividade das plantas (CHARLES-EDWARDS et al., 1986).

Dessa forma, quando a área foliar é reduzida, ocorre a redução da interceptação da radiação solar e redução da produção de fotoassimilados, o que, aliado à menor radiação solar do período, colaborou para a redução da produção de matéria seca no ciclo de verão-outono. No início do ciclo de primavera-verão, as plantas jovens apresentaram relação de peso seco do caule e da folha para a composição da fração vegetativa da ordem de 14/86 (Tabela 1).

Com o decorrer do período experimental, ocorreu incremento da participação proporcional do caule para a composição do total da fração vegetativa, até atingir uma relação 23/77. No ciclo de verão-outono, o incremento da participação proporcional do caule para a constituição do total da fração vegetativa não foi constatado, mantendo-se estável com o transcorrer do experimento. Este comportamento pode ser atribuído à maior precocidade da fase generativa observada no período de verão-outono (de menor disponibilidade de radiação solar, mas com temperaturas médias mais elevadas na fase inicial), quando, aos 15 DAT, as plantas já apresentavam frutos, o que causa a estabilização dessa relação (SCHAPENDOK; BROUWER, 1984).

**Tabela 1.** Distribuição proporcional de matéria seca entre os órgãos vegetativos aéreos (Vegetativo)<sup>1</sup> e dos frutos, área foliar (AF), área foliar específica (AFE)<sup>2</sup>, razão de área foliar (RAF)<sup>3</sup>, taxa de crescimento relativo (TCR) e radiação solar global exterior (RS) para plantas de abobrinha italiana em função da idade da planta nos ciclos de primavera-verão e de verão-outono.

Dias Após Transplante	Relações de Matéria Seca				AF	AFE (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	RAF (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	TCR (g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	RS (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) <sup>6</sup>
	Índice de colheita	Vegetativo/ Planta	Caulo/ Vegetativo	Folha/ Vegetativo					
<b>Primavera-Verão<sup>4</sup></b>									
18	0,00 c	1,00 a <sup>7</sup>	0,14 b	0,86 a	1573,20 d	68,83 ab	59,01 a	1,14	18,15
32	0,33 b	0,67 b	0,16 b	0,84 a	4336,34 c	63,02 ab	35,64 b	0,26	20,30
46	0,47 a	0,53 c	0,18 ab	0,82 ab	7487,88 b	74,22 a	32,03 b	0,07	23,88
68	0,52 a	0,48 c	0,23 a	0,77 b	9625,65 a	55,62 b	20,76 c	0,04	23,05
CV		7,39	15,98	3,64	37,60	15,31	16,29		
<b>Verão-Outono<sup>5</sup></b>									
15	0,13 c	0,87 a	0,11 a	0,89 a	3022,81 c	115,31 a	89,64 a	1,47	13,47
29	0,18 bc	0,82 ab	0,14 a	0,86 a	5399,58 b	90,54 ab	63,94 b	0,10	13,47
43	0,29 ab	0,71 bc	0,11 a	0,89 a	5948,00 ab	57,57 b	36,69 c	0,07	11,88
55	0,39 a	0,61 c	0,13 a	0,87 a	7444,70 a	75,23 b	38,88 c	0,02	10,81
CV		8,90	33,09	4,63	15,69	24,73	27,10		

<sup>1</sup>Órgãos vegetativos aéreos = folhas + caule; <sup>2</sup>Área foliar específica corresponde à relação entre a área foliar e a matéria seca das folhas; <sup>3</sup>Razão de área foliar corresponde à relação entre a área foliar e a matéria seca total da parte aérea; <sup>4</sup>Experimento realizado durante o período de 21/10/2005 a 28/12/2005; <sup>5</sup>Experimento realizado durante o período de 15/3/2006 a 9/5/2006; <sup>6</sup>Evolução da radiação solar global representada pela média diária para o período entre uma análise de crescimento e a anterior; <sup>7</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste DMS de Fisher (p ≤ 5%).

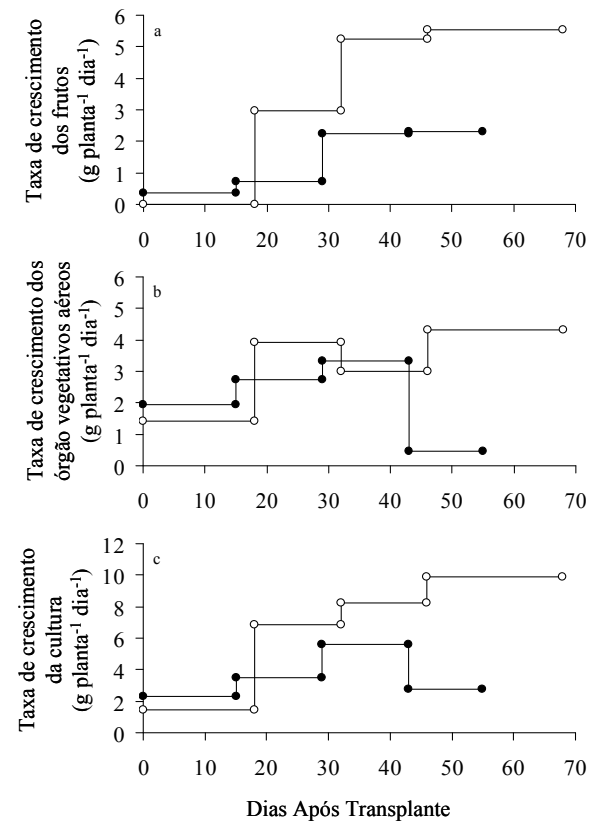
Inicialmente, o total de matéria seca aérea das plantas era representado basicamente pelos órgãos vegetativos; entretanto, com o decorrer do tempo, a contribuição proporcional dos frutos aumentou gradativamente em ambos os experimentos, atingindo o valor máximo de 52% no ciclo de primavera-verão e de 39% no ciclo de verão-outono (Tabela 1). Vários autores relatam que, em hortaliças de frutos, esses são os maiores drenos de fotoassimilados (DUARTE et al., 2008a e b; MARCELIS, 1993b; PEIL; LÓPEZ-GÁLVEZ, 2002a e b, 2005), corroborando com os resultados obtidos no ciclo de primavera-verão, quando os frutos representaram a maior contribuição proporcional para a composição da matéria seca total da planta ao final do ciclo de cultivo.

Diferentes fatores podem afetar a alocação de matéria seca aos frutos, dentre estes se destacam o número total de frutos (HEUVELINK, 1997; MARCELIS, 1996; PEIL; LÓPEZ-GÁLVEZ, 2002a) e a radiação solar interceptada (MARCELIS, 1993c; PEIL; LÓPEZ-GÁLVEZ, 2005). Segundo Marcelis (1993c), a alocação de matéria seca para os frutos é determinada, primeiramente, pelos próprios frutos sendo diretamente afetada pelo número total deles. No ciclo de primavera-verão, o número médio de frutos por planta foi de 44, com um elevado número de flores femininas e uma taxa média de aborto de 70,3%. No ciclo de verão-outono, esse número foi reduzido para 17, com um reduzido número de flores femininas e uma taxa média de aborto de 63,0%. A redução da força de fonte (redução da radiação solar), aliada à redução da força de drenos (redução do número de frutos), determinou esses resultados. Marcelis (1993c) estudou diferentes níveis de radiação solar na cultura do pepineiro e concluiu que, quando a radiação solar é menor, ocorre redução do número de frutos por planta, assim como redução da matéria seca alocada a estes, coincidindo com os resultados obtidos nos experimentos.

As taxas de crescimento dos frutos, dos órgãos vegetativos aéreos e do cultivo alcançaram, respectivamente, valor máximo de 5,5; 4,3 e 9,8 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, no ciclo de primavera-verão e de 2,3; 3,3 e 5,6 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, no ciclo de verão-outono (Figura 2).

No ciclo de primavera-verão, a evolução das taxas de crescimento dos órgãos vegetativos aéreos, dos frutos e da cultura (parte aérea total da planta) apresentou tendência semelhante (Figura 2), incrementando-se com o decorrer do cultivo. Entretanto, entre os 32 e 46 DAT, houve redução da taxa de crescimento da fração vegetativa, que posteriormente voltou a incrementar-se.

Possivelmente, o crescimento dessa fração foi reduzido em benefício do crescimento dos frutos, uma vez que, nesse período, houve aumento expressivo da matéria seca dos frutos (Figura 1) e da participação proporcional destes para a constituição do total da planta (Tabela 1).



**Figura 2.** Taxa de crescimento dos frutos (a), dos órgãos vegetativos aéreos (b) e do cultivo (c) em plantas de abobrinha italiana cultivada em casca de arroz *in natura* com recirculação dos lixiviados no ciclo de primavera-verão (o) e de verão-outono (●).

No ciclo de verão-outono, a partir dos 43 dias, a taxa de crescimento dos órgãos vegetativos aéreos apresentou queda acentuada, reduzindo, consequentemente, a taxa de crescimento da cultura. Possivelmente, esse fenômeno está relacionado com a progressiva redução da radiação solar global durante o cultivo (Tabela 1), reduzindo o crescimento vegetativo para a manutenção do crescimento generativo (Figura 2).

Marcelis (1994) destaca que, para a cultura do pepineiro, existe tendência cíclica entre a taxa de crescimento dos frutos e da fração vegetativa, ou seja, quando a taxa de crescimento dos frutos é elevada, a taxa de crescimentos da fração vegetativa tende a reduzir-se. Entretanto, para a cultura da abobrinha italiana, em ambos os experimentos, essa dinâmica foi pouco perceptível.

Durante ambos os experimentos, as taxas de crescimento relativo (Tabela 1) apresentaram dinâmicas similares. Os valores máximos foram alcançados nos estádios iniciais do cultivo: 1,14 e 1,47 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no experimento de primavera-verão e de verão-outono, respectivamente. Após este período, a taxa de crescimento relativo decresceu, alcançando valores de 0,04 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no final do experimento de primavera-verão e de 0,02 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no final do experimento de verão-outono. Decréscimos nos valores da taxa de crescimento relativo são comuns para a maioria das espécies e já foram descritos para a cultura do pimentão (FONTES et al., 2005), para o meloeiro (MEDEIROS et al., 2006) e para o tomateiro (FAYAD et al., 2001), estando relacionados a um padrão característico, já que, quanto mais jovens as plantas, maior é o seu crescimento em relação ao seu peso.

A área foliar das plantas (Tabela 1) elevou-se continuamente durante ambos os experimentos; entretanto, observam-se valores finais superiores no ciclo de primavera-verão. Nota-se que, até aproximadamente 30 DAT, a área foliar foi maior no ciclo de verão-outono. Possivelmente, a redução da radiação solar influenciou a expansão foliar, culminando em valores inferiores no ciclo de verão-outono.

A razão de área foliar (área foliar/peso seco da parte aérea) e a área foliar específica (área foliar/peso seco das folhas) apresentaram dinâmicas semelhantes com a taxa de crescimento relativo em ambos os experimentos (Tabela 1), decrescendo com o decorrer dos ciclos de cultivo. A razão de área foliar expressa a área foliar que está sendo utilizada para produzir 1 gr de matéria seca (BENINCASA, 2003). Nesse sentido, observa-se que a eficiência fotossintética das folhas elevou-se com o decorrer dos experimentos, e, no experimento de primavera-verão, o aumento da eficiência foi mais notável. De acordo com Ho (1984), inicialmente, as folhas novas se comportam mais como drenos de fotoassimilados do que como fontes, até que alcancem em torno de 30% do seu tamanho final, quando, gradualmente, passam a exportar carbono a outras partes da planta, o que justifica o aumento da eficiência fotossintética com o aumento da idade da planta.

## Conclusão

Os resultados obtidos nos experimentos indicam que a disponibilidade de radiação solar do período de cultivo afeta fortemente a produção e a distribuição de matéria seca, bem como todos os índices de crescimento da cultura da abobrinha italiana. A produção de matéria seca da planta da abobrinha italiana é maior quando a disponibilidade de radiação solar é mais elevada. Na condição de alta disponibilidade de radiação solar (ciclo de primavera-verão), os frutos da abobrinha italiana

caracterizam-se como os maiores drenos de fotoassimilados, representando cerca de 52% da matéria seca das plantas, o que não ocorre quando a disponibilidade de radiação solar é menor (ciclo de verão-outono). As taxas de crescimento (da cultura, dos frutos, dos órgãos vegetativos aéreos e a relativa) são mais elevadas quando a radiação solar disponível é maior (ciclo de primavera-verão).

## Referências

- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003.
- CASTRO, A. C. Formulación de la solución nutritiva: parámetros de ajuste. In: MILAGROS, M. F.; GÓMEZ, I. M. C. (Ed.). **Cultivos sin suelo II: Curso Superior de Especialización**. 2. ed. Almería: DGIFA-FIAPA-Caja Rural de Almería, 1999. p. 499-517.
- CHARLES-EDWARDS, D. A.; DOLEY, D.; RIMMINGTON, G. M. Light interception by an isolated plant: a simple model. **Annals of Botany**, v. 37, n. 4, p. 919-928, 1986.
- DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N.; MONTEZANO, E. M. Crescimento de frutos do meloeiro sob diferentes relações fonte:dreno. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 342-347, 2008a.
- DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N.; BACCHIS, S.; STRASSBURGUER, A. S. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro cultivado em substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 348-353, 2008b.
- FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, L. F.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 232-237, 2001.
- FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.
- HEUVELINK, E. Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 69, n. 1, p. 51-59, 1997.
- HO, L. C. Partitioning of assimilates in fruiting tomato plants. **Plant Growth Regulation**, v. 2, n. 4, p. 277-285, 1984.
- HUNT, R.; CAUSTON, D. R.; SHIPLEY, B.; ASKEW, P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v. 90, n. 4, p. 485-488, 2002.
- KLOSOWSKI, E. S.; LUNARDI, D. M. C.; SANDANIELO, A. Determinação do consumo de água e do coeficiente de cultura da abóbora na região de Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 409-412, 1999.
- KVET, J.; ONDOK, J. P.; NECAS, J.; JARVIS, P. G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ,

- J.; JARVIS, P. G. (Ed.). **Plant photosynthetic production**: manual of methods. The Hague: W. Junk, 1971. p. 343-391.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer, 1995.
- MARCELIS, L. F. M. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: a review. **Acta Horticulturae**, n. 328, p. 49-67, 1993a.
- MARCELIS, L. F. M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 1. Effect of fruit load and temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 54, n. 2, p. 107-121, 1993b.
- MARCELIS, L. F. M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 2. Effect of irradiance. **Scientia Horticulturae**, v. 54, n. 2, p. 123-130, 1993c.
- MARCELIS, L. F. M. A simulation model for dry matter partitioning in cucumber. **Annals of Botany**, v. 74, n. 1, p. 43-52, 1994.
- MARCELIS, L. F. M. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, n. 1, p. 1281-1291, 1996. Special issue.
- MARCELIS, L. F. M.; ELINGS, A.; BAKKER, M. J.; BRAJEUL, E.; DIELEMAN, J. A.; DE VISSER, P. H. B.; HEUVELINK, E. Modelling dry matter production and partitioning in sweet pepper. **Acta Horticulturae**, n. 718, p. 121-128, 2006.
- MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; NETO, F. G. C.; ALMEIDA, A. H. B.; SOUZA, J. O.; NEGREIROS, M. Z.; SOARES, S. P. F. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 792-797, 2006.
- MONTEITH, J. L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, v. 9, n. 3, p. 747-766, 1972.
- PEIL, R. M. N.; LÓPEZ-GÁLVEZ, J. Effect of Fruit Removal on Growth and Biomass Partitioning in Cucumber. **Acta Horticulturae**, n. 588, p. 69-74, 2002a.
- PEIL, R. M. N.; LÓPEZ-GÁLVEZ, J. Fruit Growth and Biomass Allocation to the Fruits in Cucumber: Effect of Plant Density and Arrangement. **Acta Horticulturae**, n. 588, p. 75-80, 2002b.
- PEIL, R. M. N.; LÓPEZ-GÁLVEZ, J. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto en invernadero. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 1, p. 5-11, 2005.
- SCHAPENDOK, A. H. C. M.; BROUWER, P. Fruit growth of cucumber in relation to assimilate-supply and sink activity. **Science Horticulture**, v. 23, n. 1, p. 21-33, 1984.

*Received on December 13, 2008.*

*Accepted on April 16, 2009.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.