

# Crescimento de pepineiro híbrido japonês submetido à variação de temperatura e luminosidade

## Japanese hybrid cucumber growth subjected to variation of temperature and luminosity

Ivan Ricardo Carvalho<sup>1(\*)</sup>  
Velci Queiróz de Souza<sup>2</sup>  
Maicon Nardino<sup>3</sup>  
Tiago Olivoto<sup>4</sup>  
Denise Schmidt<sup>5</sup>

### Resumo

O objetivo foi avaliar o crescimento de mudas de pepineiro híbrido japonês submetidas à variação de temperatura e radiação. O experimento foi conduzido no Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen – RS. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, organizados em esquema fatorial, sendo dois (ambientes) x 30 (dias de avaliação), dispostos em cinco repetições. Os ambientes caracterizaram-se por uma câmara de crescimento com fotoperíodo e temperatura controlada (controlado), e ambiente com condições de temperatura e luminosidade natural (natural). As avaliações foram realizadas diariamente pelo período de 30 dias em cinco plantas de cada ambiente, avaliando-se o número de folhas, altura de planta, comprimento da raiz, diâmetro do colo, massa verde da parte aérea, massa verde da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e a área foliar. Os resultados evidenciaram que temperaturas abaixo de 15 °C limitam o crescimento

- 
- 1 Doutorando em Melhoramento Genético de Plantas – Universidade Federal de Pelotas; Mestre – Programa de Pós-Graduação em Agronomia Agricultura e Ambiente; Engenheiro Agrônomo – Universidade Federal de Santa Maria; Endereço: Capão do Leão, CEP: 96000-000, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; E-mail: carvalho.irc@gmail.com. (\*) Autor para correspondência.
  - 2 Professor da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen – RS; Endereço: Frederico Westphalen, CEP: 96400-000, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; E-mail: velciq@gmail.com.
  - 3 Doutorando em Melhoramento Genético de Plantas – Universidade Federal de Pelotas; Mestre – Programa de Pós-Graduação em Agronomia Agricultura e Ambiente; Engenheiro Agrônomo – Universidade Federal de Santa Maria; Endereço: Capão do Leão, CEP: 96000-000, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; e-mail: mnnardino@gmail.com.
  - 4 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Agricultura e Ambiente; Engenheiro Agrônomo – Universidade do Oeste de Santa Catarina; Endereço: Frederico Westphalen, CEP: 96400-000, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; e-mail: tiagoolivoto@gmail.com.
  - 5 Professora da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen – RS; Endereço: Frederico Westphalen, CEP: 96400-000, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; e-mail: schmidt2000@yahoo.com.br.

Recebido para publicação em 30/03/2015 e aceito em 20/11/2015

das mudas, principalmente quando ainda são dependentes das reservas energéticas mantidas nos cotilédones. Índices de radiação abaixo de  $100 \text{ W m}^2 \text{ s}^{-1}$  reduzem a área foliar e a taxa de emissão de novas folhas.

**Palavras-chave:** *Cucumis sativus*; área foliar; fotossíntese; morfogênese.

## Abstract

The objective was to evaluate the growth of Japanese hybrid cucumber seedlings submitted to the variation of temperature and radiation. The experiment was conducted at the Genetic Improvement and Plant Production Laboratory of the Federal University of Santa Maria, Campus of Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul. It was used a randomized block design, arranged in a factorial arrangement, made up of two (environments) x 30 (days of evaluation), arranged in five replications. The environments were characterized by a growth chamber with photoperiod and controlled temperature, and environment with temperature and natural light conditions. The evaluations were performed daily for the period of 30 days in five plants of each environment, with respect to the: number of leaves, plant height, root length, stem diameter, green shoot biomass, green root biomass, dry shoot biomass, dry root biomass and leaf area. The results showed that temperatures below  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  limited the growth of seedlings, especially when they are still dependent upon energy stocks located in the cotyledons. Radiation levels below  $100 \text{ W m}^2 \text{ s}^{-1}$  reduce the leaf area and the emission rate of new leaves.

**Key words:** *Cucumis sativus*; leaf area; photosynthesis; morphogenesis.

## Introdução

O pepineiro (*Cucumis sativus*) é uma planta pertencente à família das cucurbitáceas, que pode apresentar florescimento do tipo monóico, ginóico ou partenocárpico. Híbridos partenocárpicos podem ser cultivados em ambiente protegido durante todo o ano, por não necessitarem de polinização para formação dos frutos (SEDIYAMA, 2014). A cultura apresenta grande importância entre as hortaliças produzidas no Brasil, pois seu ciclo é reduzido, altos rendimentos, rápido retorno do capital investido o torna economicamente viável. Tais vantagens, aliadas à facilidade

de manejo, tem permitido a inserção de pequenos produtores nessa atividade, e com a demanda pelo produto nas agroindústrias cada vez maior, a garantia de venda representa outro forte atrativo para os agricultores (VIEIRA NETO et al., 2013).

Com a crescente demanda por matéria prima, uma das dificuldades encontradas na cadeia produtiva, é a irregularidade da oferta do produto ao longo do ano, devido às condições climáticas evidenciadas no RS não serem favoráveis para sua produção em certas épocas do ano (BURIOL et al., 2000). O pepino é uma espécie não adaptada a cultivos em climas frios, tendo seu desenvolvimento

favorecido sob temperaturas de 25 °C (LOWER; EDWARDS, 1986; SALATA et al., 2012). Estudos realizados por Robinson; Becker-Walters (1999) revelam que a temperatura de 12 °C é considerada como temperatura basal para a cultura, onde temperaturas inferiores a esta passam a ser limitantes ao potencial produtivo. Quando se constata temperaturas inferiores a esta na fase de formação das mudas, estas podem reduzir a absorção de água, nutrientes e paralisar seu o desenvolvimento, fazendo com que permaneçam mais tempo no viveiro, e resultam em atraso no transplante (ANDRIOLO; HELDWEIN, 1991).

Uma alternativa para reduzir os problemas relativos às baixas temperaturas consiste no cultivo de híbridos em ambientes protegidos (CAÑIZARES, 1998). Em contrapartida, temperaturas elevadas provocam perdas quantitativas e qualitativas às plantas. Limites foram estabelecidos por HELDWEIN; ANDRIOLO (1988) que indicam a temperatura de 30°C, como sendo a limite para o desenvolvimento da cultura. O sucesso produtivo tem início na formação de mudas de alta qualidade (SEABRA JÚNIOR et al., 2004), a qual é dependente da habilidade de adaptação aos ambientes com diferentes temperaturas e luminosidades (ANDRIOLO, 1999). A análise de crescimento de acordo com Benincasa (2004) se torna uma importante ferramenta na busca das melhores condições de cultivo. Esta permite verificar a contribuição dos processos fisiológicos sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal, avaliando a resposta das plantas em seu ambiente, levando em consideração fatores como solo, fertilidade, técnicas de cultivo e fatores meteorológicos. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi

avaliar o crescimento de mudas de pepineiro híbrido japonês Hokushin submetidas à variação de temperatura e luminosidade.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 22/08/2014 à 30/09/2014, nas instalações do Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* de Frederico Westphalen - RS. As coordenadas correspondem à latitude de 27° 39' 56" Sul e longitude de 53° 42' 94" Oeste, com altitude de 490 metros. O clima no local é caracterizado segundo Köppen como Cfa subtropical úmido.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, organizado em esquema fatorial, sendo dois (ambientes de cultivo) x 30 (dias de avaliação), dispostos em cinco repetições. O ambiente controlado caracterizou-se por uma câmara de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas, temperatura de 25±2 °C e radiação média de 120 W m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, fornecida por lâmpadas brancas fluorescentes. As mudas mantidas em ambiente natural ficaram expostas a um fotoperíodo de 12 horas, temperatura entre 8 °C e 26 °C e radiação solar variando de 14 W m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> a 275 W m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, conforme os dados da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática do INMET, nº 86951, localizada nas dependências do *Campus*.

Para a formação das mudas utilizou-se as sementes de pepineiro híbrido japonês Hokushin, com três sementes por unidade experimental, para garantir o número mínimo de indivíduos necessários para aferição dos caracteres de interesse. As unidades experimentais caracterizaram-se

em um copo plástico com área interna de 200 cm<sup>3</sup>, com fundo perfurado e completo com substrato comercial Plantmax Hortaliças HT<sup>®</sup>. O fornecimento de água para as mudas foi realizado diariamente até o final do período de avaliação. Após a germinação, que se caracterizou pela exteriorização dos cotilédones acima da superfície do solo, procedeu-se o raleio, deixando uma planta por unidade experimental.

As avaliações diárias foram realizadas pelo período de 30 dias, a contar da data de emergência, avaliando-se cinco plântulas de cada ambiente em cada repetição. Para facilitar a retirada das mudas dos recipientes foram mergulhadas em água. Após a retirada de todo o substrato presente nas raízes, estas foram mensuradas para as seguintes variáveis:

Número de folhas (NF): realizou-se em cada plântula a contagem do número de folhas totalmente expandidas, em unidades.

Altura de plântula (AP): medida do colo até o ápice da planta, determinada com auxílio de uma régua graduada, resultados em milímetros.

Comprimento de raiz (CR): medida do colo da plântula até o ápice da raiz, determinada com o auxílio de um paquímetro digital, resultados em milímetros.

Diâmetro do colo (DC): diâmetro aferido no colo da plântula com o auxílio de um paquímetro digital, resultados em milímetros.

Massa verde de parte aérea (MVPA): aferiu-se a massa verde da parte aérea com o auxílio de balança analítica de precisão, resultados em gramas.

Massa verde da raiz (MVRA): aferiu-se a massa verde do sistema radicular de cada plântula, através de uma balança digital, resultados em gramas.

Área foliar (AF): As folhas de cada planta foram destacadas manualmente,

após aferiu-se a área foliar através do integrador Scanner Modelo Li-cor 3.000, resultados em cm<sup>2</sup>.

Massa seca de parte aérea (MSPA): a parte aérea de cada planta foi acomodada em sacos de papel devidamente identificados e mantidos em estufa a 75 °C com ventilação forçada, até atingir massa constante. Posteriormente aferiu-se através de balança de precisão a massa, resultados em gramas.

Massa seca da raiz (MSRA): O sistema radicular de cada planta foi acomodado em sacos de papel devidamente identificados e mantidos em estufa à 75 °C com ventilação forçada, até atingir massa constante. Posteriormente aferiu-se através de balança de precisão a massa, resultados em gramas.

Preliminarmente, os dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias. Após, foram submetidos à análise de variância conjunta pelo teste F. As variáveis que revelaram interação significativa para ambientes x dias de avaliação foram desmembradas aos efeitos simples. Para elucidar o desempenho do crescimento das mudas nos ambientes de cultivo, realizou-se análise de regressão polinomial sendo os resultados expressos em gráficos. Para a confecção das análises utilizou-se o *software* estatístico Genes (CRUZ, 2013).

## Resultados e Discussão

A análise de variância revelou efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) para interação ambientes de cultivo x dias após a emergência para todas as variáveis estudadas. As mudas apresentaram comportamento de crescimento distinto, quando comparados os ambiente de cultivo. Observou-se que as mudas cultivadas em ambiente natural, apresentaram maiores magnitudes para o diâmetro do colo (DC)

(Figura 2A), mantendo a tendência de superioridade até o final dos períodos de avaliação. As magnitudes da interação revelam a superioridade do DC das mudas cultivadas em ambiente natural, onde a radiação solar média foi maior que o ambiente controlado (Figura 1A).

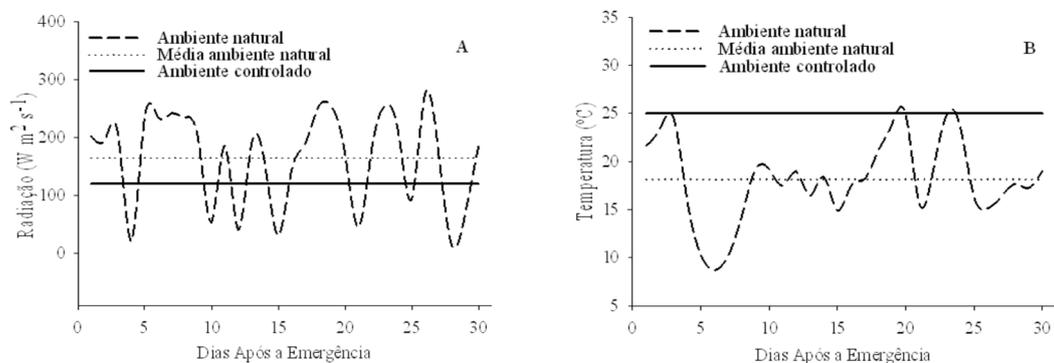
Estudos realizados por Araujo et al. (2006), avaliando recipientes e ambientes de cultivo em mudas de mamoeiro, também observaram que as mudas cultivadas em ambiente com maior radiação apresentavam maior DC e menor altura de planta. Segundo Savage et al. (2013), o desenvolvimento inicial das plântulas, tanto caulinar como radicular quando ainda não apresentam produção de fotoassimilados, é dependente exclusivamente das reservas energéticas disponibilizadas pelos tecidos de reserva. Os mesmos autores enfatizam que a mobilização dos açúcares dos cotilédones (fonte) para as raízes (dreno) é realizada através do floema, contudo a velocidade do transporte nesta direção pode mudar às vezes, dependendo da conectividade vascular.

Neste contexto, caules com maiores diâmetros podem beneficiar o transporte

de solutos na planta. Os dados permitem evidenciar que as mudas mantidas em ambiente natural expressam maiores DC, sendo esta característica altamente influenciada pelas condições ambientais. Para que as plantas transplantadas consigam se aclimatar rapidamente às condições de campo, o sistema radicular deve se apresentar bem desenvolvido e funcional.

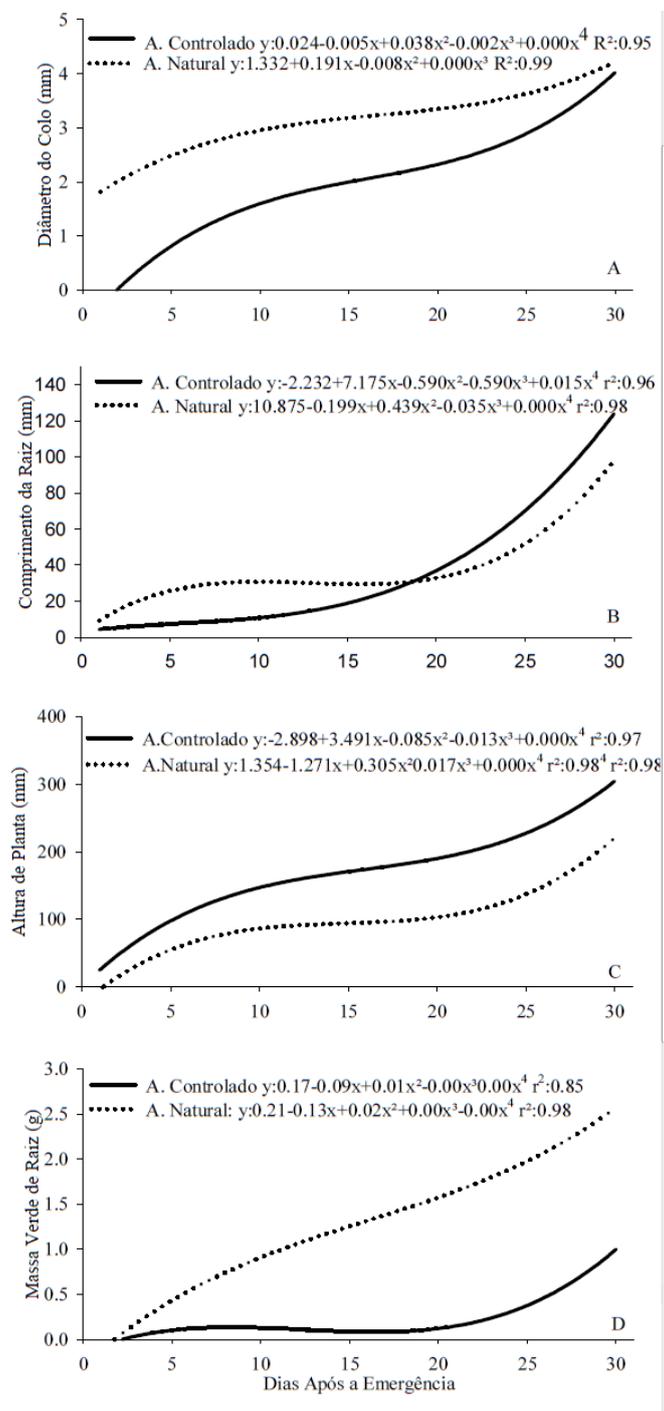
Para o comprimento de raiz (CR) observou-se (Figura 2 B), que o ambiente controlado apresentou aumento contínuo, ao passo que no ambiente natural o CR das plântulas apresentou uma tendência de estabilidade do quinto ao 20º dia após a emergência (DAE). As magnitudes para a variável CR revelam que as raízes das plântulas mantidas em ambiente natural apresentaram maiores comprimentos até o 17º DAE, a partir do 20º DAE ocorre à inversão deste caráter. Estudos realizados por Yedidia et al. (2001), avaliando crescimento de mudas de pepineiro sob efeito do fungicida microbiológico *Trichoderma harzianum*, evidenciaram um incremento de 80% na massa seca e na área foliar das mudas quando estas apresentavam maior

Figura 1 – Gráficos para a radiação e temperaturas em mudas de pepino híbrido japonês Hokushin cultivadas em ambiente controlado e ambiente natural, Frederico Westphalen – RS, 2015



Fonte: Carvalho, I. R. et al. (2015).

Figura 2 – Gráficos para o diâmetro do colo (A), comprimento da raiz (B), altura de planta (C), massa verde de raiz (D) de mudas de pepino híbrido japonês Hokushin, cultivadas em ambiente controlado e ambiente natural, Frederico Westphalen – RS, 2015



Fonte: Carvalho, I. R. et al. (2015).

sistema radicular, evidenciando o benefício pela maior capacidade de absorção de nutrientes e água.

Comportamento distinto quanto ao crescimento radicular em diferentes ambientes também foi observado em estudos realizados por Grumet; Duval (1993), avaliando o efeito do alelo que determina o hábito de crescimento das mudas de pepineiro, em casa de vegetação e a campo. Os autores concluíram que o crescimento das raízes é independente do crescimento da parte aérea, seja ela determinada ou indeterminada. Contudo, o incremento na massa e comprimento radicular das mudas cultivadas na casa de vegetação apresentou tendências mais consistentes. Os resultados obtidos comprovam a influência das condições ambientais no desenvolvimento das mudas, onde gradientes de temperatura e da radiação solar podem afetar o crescimento das plantas.

A altura de plântula (AP) apresentou-se superior quando mantidas em ambiente controlado (Figura 2C). Nota-se, que quando mantidas em ambiente natural, apresentaram uma tendência de estabilidade no crescimento, como observado para o CR. Os resultados do aumento na altura de planta evidenciado somente a partir do quinto DAE no ambiente natural podem ser explicado através da elevada temperatura média do ar, a qual atinge índice abaixo da temperatura basal nos primeiros cinco DAE, prejudicando o crescimento inicial das mudas.

Os resultados obtidos na literatura quanto ao comportamento da AP são contraditórios. Carvalho et al. (2006) concluíram que maiores alturas de plantas de *Syagrus coronata* estão relacionadas com o estiolamento e redução do crescimento efetivo das plantas, porém, não mencionaram

os índices de radiação em que elas foram expostas. A influência da altura das mudas na produção de pepinos foi elucidada por Seabra Júnior et al. (2004), onde encontraram correlação negativa entre tamanho da muda e produção total de frutos por planta, bem como frutos comerciais, quando produzidas em bandejas de 128 células (34,6 cm<sup>3</sup>). Já para recipientes maiores (121,2 cm<sup>3</sup>), a correlação entre o tamanho de planta e o número de frutos passa a ser positiva. Desse modo, com o volume do recipiente estudado (200 cm<sup>3</sup>), as maiores alturas são observadas em ambiente controlado, e podem beneficiar o estabelecimento inicial destas no campo.

A massa verde de raiz (MVRA) das mudas de pepineiro cultivadas em ambiente natural apresenta taxa de acúmulo constante. Ao ambiente controlado, observa-se um maior incremento da MVRA apenas aos 20 DAE (Figura 1D). Observa-se que o acúmulo de MVRA apresenta-se similar para ambos ambientes até o sexto dia após a emergência. Após este período, o ambiente natural proporcionou um maior acúmulo MVRA às mudas, sendo superior até o final do período de avaliação. Quando comparado o CR com a MVRA, observa-se que as mudas mantidas em ambiente natural apresentam maior MVRA, porém menor CR, a partir do vigésimo dia. Estudos revelam que o transplante das mudas de cucurbitáceas deve ser realizado cerca de 24 dias após a emergência (BARROS, 1997). Produtores preferem mudas mais desenvolvidas provavelmente pela facilidade de transplante, já que apresentam sistema radicular mais consistente (SEABRA JÚNIOR et al., 2004). Considerando tais informações, observa-se que o ambiente natural proporcionou melhores condições

para acúmulo de matéria fresca da raiz e na parte aérea das mudas de pepineiro dentro do período indicado para transplante das mudas.

A massa verde da parte aérea (MVPA) apresenta taxa de acúmulo semelhante em ambos ambientes após o 12º DAE, porém com maior magnitude observada no ambiente natural (Figura 3A). A MVPA apresenta-se superior no ambiente controlado até o nono dia. Tal resultado pode ser explicado devido às baixas temperaturas e radiação solar observadas no ambiente natural nos primeiros dias após a emergência. Entretanto, após o 12º DAE, com o aumento da temperatura e a radiação apresentando índices maiores que a média do ambiente controlado (Figura 1A e B), o que possibilita uma maior atividade fotossintética, as mudas mantidas em ambiente natural passam a apresentar maior MVPA, até o final do período de avaliação. A inversão nas magnitudes da variável entre os ambientes também pode ser explicada pela resposta fisiológica da planta sob diferentes condições ambientais. Segundo Gomide (1999), a taxa de assimilação líquida de uma cultura é o resultado do balanço entre a fotossíntese (fonte) e a respiração (dreno).

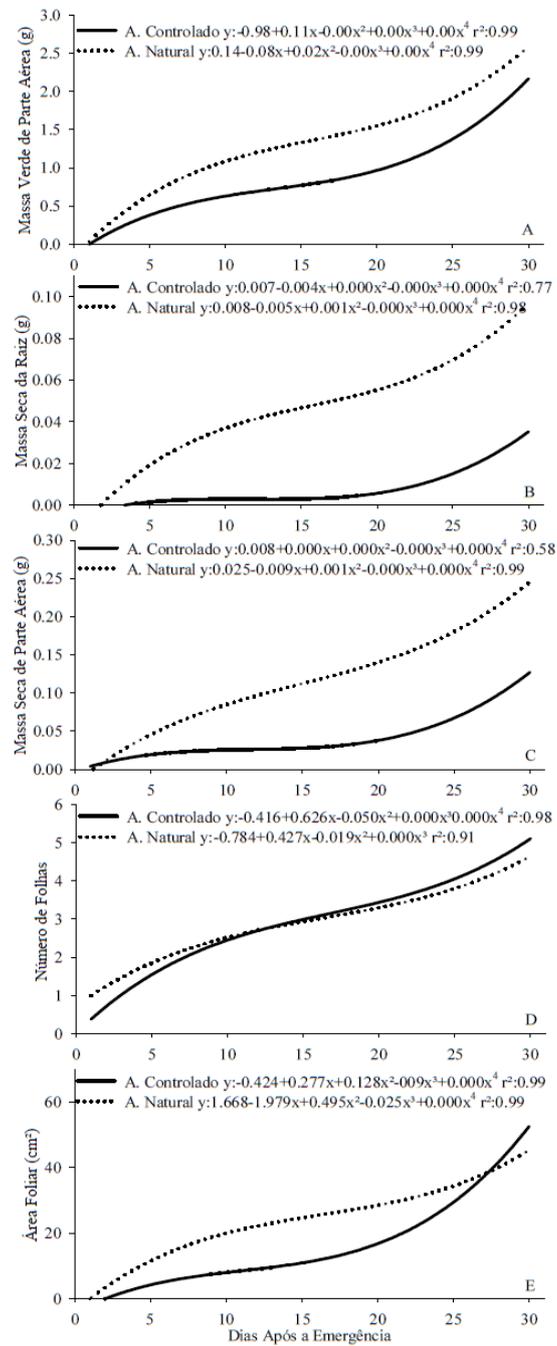
Em estudos realizados por Loveys et al. (2002), avaliando espécies com diferentes tipos de crescimento (lento e rápido), sob diferentes temperaturas (18, 23 e 28 °C), os autores concluíram que a maior área foliar específica das plantas foi decisiva para determinar o aumento da taxa de crescimento relativo ( $\text{g MS dia}^{-1}$ ), quando as espécies eram mantidas a 23 e 28 °C. Entretanto, quando mantidas a 18 °C, a taxa de assimilação líquida tornou-se mais importante do que a área foliar específica para explicar as variações na taxa de crescimento relativo. Tal comportamento foi explicado devido às plantas cultivadas em maiores temperaturas

utilizarem uma maior porcentagem de seu carbono fixado durante o dia, na manutenção metabólica. Levando-se em consideração os resultados das pesquisas e as condições climáticas observadas neste estudo, a maior MVPA é evidenciada nas mudas conduzidas no ambiente natural e pode ser explicada pela menor temperatura média observada (Figura 1B), quando comparado ao ambiente controlado, embora apresentassem menor área foliar nos últimos três dias.

A maior temperatura média, mantida no ambiente controlado, pode ter influenciado negativamente a taxa de assimilação líquida das plântulas, principalmente pelo fato de que na ausência de luz, a temperatura se mantinha constante, fazendo com que a taxa metabólica das plantas permanecesse alta, e necessitando mais reservas acumuladas na presença da luz, quando comparadas às plantas do ambiente natural (Figura 1A e B). A massa seca acumulada pelas plantas se caracteriza como o componente fisiológico de maior importância na análise de crescimento, sendo que em média 90% de seu acúmulo é resultado da atividade fotossintética (BENINCASA, 1988), onde (Figuras 3B e 3C) as variáveis massa seca da raiz (MSRA) e a massa seca da parte aérea (MSPA) apresentaram curva de acúmulo semelhante à da MVRA e MVPA para ambos os ambientes, expressando a inter-relação entre os caracteres. No ambiente controlado observa-se um maior acúmulo de MSRA após o 20º DAE.

Observa-se que a MSRA não diferiu entre ambientes até o quinto DAE, resultado semelhante ao observado para MVRA. Após o sexto DAE, observou-se no ambiente natural maiores valores de MSRA que se mantiveram superiores até o final do período de avaliação. O baixo acúmulo de

Figura 3 – Gráficos para a massa verde da parte aérea (A), massa seca da raiz (B), massa seca da parte aérea (C), número de folhas (D) e área foliar (E), de mudas de pepino híbrido japonês Hokushin cultivadas em ambiente controlado e ambiente natural, Frederico Westphalen – RS, 2015.



Fonte: Carvalho, I. R. et al. (2015)..

matéria seca evidenciado nos primeiros dias pode ser explicado pela menor temperatura observada até o sétimo dia. Estudos visando elucidar o efeito da queda da temperatura na produção de matéria seca e na morfogênese de plantas de pepineiro foram realizados por Sysoeva et al. (1999), os quais constataram que quando diminuiu de 20 °C para 12 °C, as mudas apresentaram redução significativa no incremento de matéria seca.

De acordo com Solís et al. (1982), o crescimento do pepineiro é contínuo, apresentando lento acúmulo de matéria seca na fase de mudas. Comportamento semelhante foi evidenciado para a variável MSPA. Estudos de crescimento realizados por Strassburger et al. (2011), em abobrinha italiana, afirmam que a disponibilidade, bem como o aproveitamento da radiação solar, afetam fortemente a produção e distribuição de matéria seca nas plantas, bem como todos os índices de crescimento da cultura. A massa seca das plantas mantidas em ambiente natural passou a ser superior às mantidas em ambiente controlado a partir do oitavo dia, entretanto, até o quinto dia as plântulas do ambiente natural não apresentavam nenhuma folha completamente expandida.

No momento em que as plantas apresentaram folhas, a maior disponibilidade de radiação evidenciada no ambiente natural pode ter propiciado às plântulas ali mantidas condições para uma maior atividade fotossintética, fazendo com o que o acúmulo de matéria seca fosse maior. Observa-se na figura 3D, que o número de folhas (NF) apresentou comportamento similar, caracterizado pelo aumento contínuo em ambos ambientes de cultivo até o final do período de avaliação. Seabra Júnior et al. (2004) observaram paralisação do crescimento (número de folhas, altura,

massa seca e fresca) em mudas de pepineiro cultivadas em bandejas de 128 células (34,6 cm<sup>3</sup>), cerca de 24 DAE. Em contrapartida, para recipientes maiores (121,2 cm<sup>3</sup>) o crescimento não foi paralisado. Resultados semelhantes também foram observados em mudas de tomateiro (ZÀRATE, 1980).

O aumento no número de folhas observado principalmente após os 20 DAE evidencia a importância do volume de substrato disponibilizado às raízes (200 cm<sup>3</sup>), uma vez que em volumes menores a restrição do sistema radicular em mudas mais velhas, reduz a oxigenação, a absorção de água e de nutrientes essenciais ao desenvolvimento da muda (PEREIRA; MARTINEZ, 1999). Ao comparar a variável NF em cada ambiente de cultivo, observa-se que as mudas cultivadas em ambiente natural apresentaram períodos onde a taxa de emissão de folhas apresenta-se menor que a das cultivadas em ambiente controlado. Em tais períodos, que compreendem do terceiro ao quinto, 12° ao 16°, 21° ao 23° e 28° ao 29° DAE, observou-se uma radiação solar incidente no campo menor que a média da radiação proporcionada às plantas no ambiente controlado (Figura 1A).

Segundo Papadakis et al. (2000), baixas taxas de desenvolvimento vegetativo podem ser observadas caso a radiação solar fique abaixo do limite trófico para a cultura. A limitação da radiação solar em uma comunidade vegetal pode acarretar na redução do crescimento, já que é fundamental ao desenvolvimento das plantas, sendo um recurso ambiental crítico que provê energia para a biossíntese de todas as moléculas orgânicas (KERBAUY, 2008). Os dados evidenciam que a radiação solar influencia diretamente a taxa de crescimento da cultura, corroborando com Andriolo (1999), onde

cita que, no caso das hortaliças de verão como o pepineiro, o nível de radiação de aproximadamente  $95 \text{ W m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  é considerado como sendo o limite trófico para a cultura, onde em magnitudes inferiores, a produção de fotoassimilados não satisfaz a manutenção metabólica (Figura 1A).

Observa-se (Figura 3E) que mudas mantidas em ambiente natural apresentaram um maior incremento na AF até o 25º DAE, mesmo apresentando em alguns períodos menor número de folhas. Após 25 DAE ocorre uma inversão, onde as mudas conduzidas no ambiente controlado passaram a apresentar maior AF. A inversão nas magnitudes da AF contrastantes ao ambiente de cultivo pode ser explicada pela queda de temperatura e pelos baixos índices de radiação observados no ambiente natural após o 25º DAE. A combinação de temperaturas inferiores a 20°C aliado a baixos índices de radiação solar pode ter prejudicado a taxa de emissão de folhas das mudas mantidas no ambiente natural (Figura 1B). A importância dos índices de radiação para o desenvolvimento inicial das mudas

também foi justificada em estudos de Klaring et al. (2012), onde observaram redução de 0,4% nos índices de área foliar e 0,46% na taxa de assimilação líquida, a cada 1% de redução da radiação fotossinteticamente ativa. O resultado reflete na redução do rendimento de frutos já na primeira semana de colheita, sendo inferior até o final do período de cultivo.

## Considerações Finais

Gradientes de temperatura do ar e a radiação exercem influência no crescimento das mudas de pepineiro híbrido japonês Holushin.

Temperaturas abaixo de 15 °C limitam o crescimento das mudas de pepineiro híbrido japonês, principalmente, quando estas apresentam área foliar e ainda são dependentes das reservas energéticas mantidas nos cotilédones.

Índices de radiação abaixo de  $100 \text{ W m}^2 \text{ s}^{-1}$  reduzem a área foliar e a taxa de emissão de novas folhas.

## Referências

ANDRIOLO, G. L.; HELDWEIN, A. B. Influência da época de semeadura sobre o rendimento e qualidade fisiológica de sementes do pepino. **Ciência Rural**, v.21, n.1, p.43-50, 1991. <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v21n1/a05v21n1.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 142 p.

ARAÚJO, J. R. G.; JÚNIOR, M. M. A.; MENEZES, R. H. N.; MARTINS, M. R.; LEMOS, R. N. S.; CERQUEIRA, M. C. M. Efeito do recipiente e ambiente de cultivo sobre o desenvolvimento de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.526-529, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v28n3/42.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

BARROS, S. B. M. **Avaliação de recipientes na produção de mudas de tomate** (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e pepino (*Cucumis sativus* L.). 1997. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz - USP, Piracicaba, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v22n3/a22v22n3.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42 p.

BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, V. Condições térmicas para o cultivo do pepineiro na Região do Baixo Vale do Tâquari - RS. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, n.1, v.6, p.215-223, 2000. Disponível em: <[http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398888824\\_art\\_04](http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398888824_art_04)>. Acesso em: 18 fev. 2015.

CAÑIZARES, K. A. L. A cultura do pepino. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP, 1998. p.195- 223.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. R.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.351-357, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n3/a05v30n3.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

CRUZ, C. D.; GENES a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, n.1, p. 271-276, 2013. Disponível em: <[http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/21251/pdf\\_1](http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/21251/pdf_1)>. Acesso em: 18 fev. 2015.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Análise de Crescimento de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.675-680, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v28n4/a03v28n4.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

GRUMET, R.; DUVALL, R. Testing the effect of the determinate shoot growth allele on cucumber root growth. **Hort Science**, v.28, n.1, p.847-849, 1993. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/28/8/847.full.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

HELDWEIN, A. B.; ANDRIOLO, J. L. **Temperatura base e soma térmica do sub-período de floração-maturação do pepino**. Santa Maria: UFSM, 1988. 68p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Koogan, 2008. 431 p.

KLÄRING, H. P.; KLOPOTEK, Y.; SCHMIDT, U.; TANTAU, H. J. Screening a cucumber crop during leaf area development reduces yield. **Annals Of Applied Biology**, v.161, n.1, p.161-168, 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.2012.0056>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

LOVEYS, B. R.; SCHEURWATER, I.; PONS, T. L.; FITTER, A. H.; ATKIN, O. K. Growth temperature influences the underlying components of relative growth rate: an investigation using inherently fast and slow-growing plant species. **Plant, Cell & Environment**, v.28, n.1, p.975-998, 2002. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3040.2002.00879>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

LOWER, R. L.; EDWARDS, M. D. Cucumber Breeding. In: BASSET, M. J. (Ed.). **Breeding Vegetable Crops**. Westport: Publishing Co., 1986. 173-207p.

PAPADAKIS, G. Radiometric and thermal properties of and testing methods for, green house covering materials. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.77, n.1, p.7-38, 2000. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021863400905250>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

PEREIRA, P. R. G.; MARTINEZ, H. E. P. Produção de mudas para o cultivo de hortaliças em solo e hidropônica. **Informe Agropecuário** 20, v.20, n.1, p.24-31, 1999.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTER, D. S. **Cucurbits**. Wallingford: CAB, 1999. 226 p.

SALATA, A. C.; BERTOLINI, E. V.; MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I.; WILCKEN, S. R. S. Enxertia e sua influência na produção de pepino e reprodução de *Meloidogyne javanicae* *M. incognita* **Horticultura Brasileira**, v.30, n.1, p.590-594, 2012. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v30n4/v30n4a05.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

SAVAGE, J. A.; ZWIENIECKI, M. A.; HOLBROOK, N. M. Phloem transport velocity varies over time and among vascular bundles during early cucumber seedling development. **Plant Physiology**, v.163, n.1, p.1409-1418, 2013.

SEABRA JÚNIOR, S.; GADUN, J.; CARDOSO, A. I. I. Produção de pepino em função da idade das mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substrato. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.610-613, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v22n3/a22v22n3.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

SEDIYAMA, M. A. N.; NASCIMENTO, J. L. M.; LOPES, I. P. C.; LIMA, P. C.; VIDIGAL, S. M. Tipos de poda em pepino dos grupos japonês e caipira. **Horticultura Brasileira**, v.132, n.1, p. 491-496. 2014. <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362014000400491>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

SOLÍS, F. A. M.; HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças, crescimento do pepino (*Cucumis sativus* L.) var. Aodai cultivado em condições de campo**. Piracicaba: ESALQ, 1982.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; FONSECA, L. A.; AUMONTE, T. Z.; MAUCH, C. R. Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana em duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, n.1, p.283-289, 2011. <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/5952/5952>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

VIEIRA NETO, J.; JÚNIOR, F. O. G. M.; GONÇALVES, P. A. S. Produção e curva de crescimento de pepineiros para conserva em manejo convencional e com controle alternativo de pragas. **Revista de Ciências Agro veterinárias**, v.12, n.1, p.229-237, 2013. <[http://rca.cav.udesc.br/rca\\_2013\\_3/1Vieira%20Neto%20et%20al.pdf](http://rca.cav.udesc.br/rca_2013_3/1Vieira%20Neto%20et%20al.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2015.

SYSOEVA, M. I.; MARKOVSKAYA, E. F.; KHARKINA, T. G.; SHERUDILO, E. G. Temperature drop, dry matter accumulation and cold resistance of young cucumber plants. **Plant Growth Regulation**, v.28, n.1, p.89-94, 1999.

YEDIDIA, I.; SRIVASTVA, A. K.; KAPULNIK, Y.; CHET, I. Effect of *Tichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. **Plant and Soil**, v.235, n.1, p. 235-242, 2001. <<http://link.springer.com/article/10.1023/A:1011990013955>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

ZÁRATE, N. H. **Efeito da idade e da profundidade de transplante de mudas sobre a produção de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. 1980. 32 f. Dissertação (Mestrado em [S.I.]) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, 1980.