

# INFLUÊNCIA DO FOTOPERÍODO NO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE CONFREI (*Symphytum officinale* L.)<sup>1</sup>

ANA HORTÊNCIA FONSÊCA CASTRO<sup>2</sup>

AMAURI ALVES DE ALVARENGA<sup>3</sup>

**RESUMO** – Alterações nos padrões de crescimento expressas a partir de mudanças na produção de biomassa, área foliar e teor de clorofilas, durante o desenvolvimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.), uma importante espécie medicinal, foram estudadas em quatro condições fotoperiódicas: 8, 12, 16 e 20 horas. Após 60 dias de tratamento, determinaram-se a matéria seca total e fracionada (entre lâminas foliares, pecíolos, raízes e rizomas), área foliar, razão de área foliar, razão de peso foliar, área foliar específica e teores de clo-

rofilas. Os resultados revelaram que o incremento do fotoperíodo proporcionou um aumento linear no acúmulo de matéria seca total e fracionada, da área foliar até o fotoperíodo de 16 horas, seguida de uma queda, quando o fotoperíodo foi aumentado de 16 para 20 horas e ainda decréscimos na razão de área foliar, área foliar específica e teores de clorofilas a, b e total. Não foram observadas, contudo, alterações na razão de peso foliar e relação clorofila a/b.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Confrei, crescimento, desenvolvimento, planta medicinal.

## INFLUENCE OF PHOTOPERIOD ON THE INITIAL GROWTH OF COMFREY (*Symphytum officinale* L.) PLANTS

**ABSTRACT** – In this work, growth pattern alterations based on changes in biomass production, leaf area and chlorophyll content were studied during the initial growth of comfrey (*Symphytum officinale* L.) plant, an important medicinal species, under four photoperiodic conditions: 8, 12, 16 and 20 h. After 60 days, total and fractionated (leaves, petioles, roots or rhizomes) dry matter, leaf area, leaf area ratio, leaf weight ratio, specific leaf area and chlorophyll contents were determined. The

results showed that the increment in photoperiod provided a linear increase in the accumulation of total and fractionated leaf dry matter up to 16 h photoperiod, followed by a decrease when the photoperiod was increased from 16 to 20 h and decreases in leaf area ratio, specific leaf area and content of chlorophyll a, b and total. No alterations were observed for weight leaf ratio and chlorophyll a:b ratio.

**INDEX TERMS:** Comfrey, growth, development, medicinal plant, *Symphytum officinale*.

### INTRODUÇÃO

*Symphytum officinale* L. (Boraginaceae) é utilizado popularmente por suas propriedades cicatrizante e regeneradora de tecidos. Propaga-se facilmente por meio de segmentos de rizomas, reproduzindo-se continuamente durante todo o ano, com alto poder de regeneração após o corte (Matos, 1994).

Fatores ambientais e genéticos, operando conjuntamente por meio de processos fisiológicos, controlam o crescimento e desenvolvimento das plantas. A luz, especialmente considerando-se a duração do período

luminoso ou fotoperíodo, corresponde a um dos principais aspectos da interação das plantas com seu ambiente, controlando o desenvolvimento, por influenciar processos como a floração (Garner & Allard, 1920), germinação de sementes (Clemente Filha, 1996), crescimento de caules e folhas (Juntilla *et al.*, 1990), formação de órgãos de reservas (Faria, 1998) e partição de assimilados (Machácková *et al.*, 1998). Desde os primeiros estudos desenvolvidos por Garner &

---

1. Parte da dissertação da primeira autora.

2. Farmacêutica-Bioquímica, M.Sc., Departamento de Biologia/Setor de Fisiologia Vegetal da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA), Cx. P. 37 – 37200.000 – Lavras, MG.

3. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Biologia da UFLA.

Allard (1920), verificou-se que a relação entre fotoperíodo e taxa de crescimento apresentava uma correspondência inequívoca, sendo esta diretamente proporcional à duração diária de exposição à luz. Por meio de resultados parcialmente concordantes obtidos por Kitaya *et al.* (1998), verificou-se que em um mesmo fluxo fotossintético de fótons, o peso de matéria seca total em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar Summer-green, foi aumentado de 25% para 100%, com a extensão do fotoperíodo de 12 para 16 horas; a matéria seca e o número de folhas aumentaram linearmente, com o aumento do fotoperíodo, ao passo que a matéria seca de raízes, área foliar específica e o comprimento do hipocótilo diminuíram, quando o fotoperíodo foi aumentado.

Em vista da falta de informações sobre o efeito do fotoperíodo sobre o crescimento do confrei, foi proposto este trabalho com o objetivo principal de avaliar a influência de condições fotoperiódicas sobre algumas características do crescimento durante a sua fase inicial de desenvolvimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Mudas de confrei (15 cm), obtidas de plantas com 90 dias de idade, foram transferidas para vasos de polietileno contendo como substrato terra de subsolo, areia e esterco (2:1:1). Após o plantio, as mudas foram transferidas para sala de crescimento, com temperatura média de 28°C e submetidas aos seguintes tratamentos fotoperiódicos: 8, 12, 16, 20 horas, com intensidade média de radiação de 200  $\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$ , determinada por porômetro Steady State Porometer LI-COR 1600 M. Durante o período de condução do experimento, as mudas foram regadas diariamente, com aproximadamente 250 ml de água cada uma.

Após 60 dias, avaliaram-se a matéria seca total e particionada (entre lâminas foliares, pecíolos, raízes e rizomas), área foliar (A), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), teores de clorofilas a, b, total e relação clorofila a:b. As matérias seca total e particionada foram determinadas após secagem das lâminas foliares, pecíolos, raízes e rizomas em estufa 70°C, até peso constante. A área foliar foi estimada com base em um fator de correção determinado previamente, segundo Benincasa (1988). Utilizando-se o método do fator de correção, estimou-se a área foliar das plantas de confrei, baseando-se em medidas lineares do

maior comprimento (C) e maior largura (L) de cada lâmina foliar. A área foliar total foi determinada pelo produto de  $C \times L \times Fc$ . A RAF, RPF e AFE foram determinadas por meio dos valores instantâneos de área foliar (A), expressos em  $\text{dm}^2$ , matéria seca da planta (P) e matéria seca das folhas (PF), ambos expressos em g, de acordo com Benincasa (1988). A determinação dos teores de clorofilas foi realizado em 4 plantas por tratamento tomadas ao acaso. A quantificação das clorofilas a, b e total foi realizada segundo a metodologia proposta por Arnon (1949).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com tratamentos representados por 4 fotoperíodos (8, 12, 16 e 20 h.), 9 repetições e uma planta por repetição, no total de 36 parcelas.

Os dados foram submetidos à análise de variância para RPF e razão clorofila a/clorofila b e ao estudo de regressão para matéria seca total e particionada, A, RAF, AFE, clorofila a, b e total, seguindo modelos matemáticos próprios ao delineamento inteiramente casualizado. Para a comparação dos contrastes entre as médias dos tratamentos, utilizou-se Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

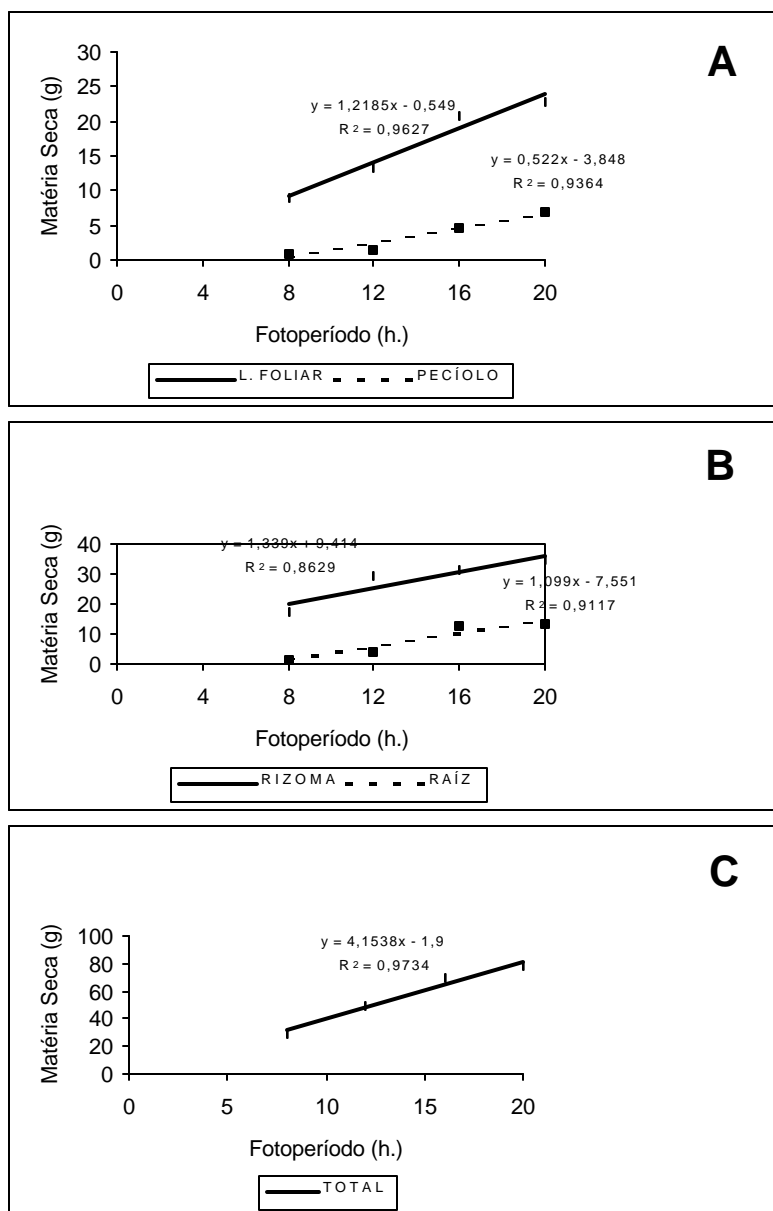
### Matéria Seca Total e Particionada

Os fotoperíodos empregados influenciaram tanto o acúmulo de matéria seca total, quanto particionada entre lâminas foliares, pecíolos, raízes e rizomas, havendo uma resposta linear das plantas, com aumento do fotoperíodo, sendo os maiores conteúdos de matéria seca correspondentes aos fotoperíodos mais longos (Figura 1). Provavelmente o maior crescimento dessas plantas esteja relacionado ao incremento na taxa fotossintética das mesmas, à medida que há aumento no fotoperíodo. Segundo Clemente Filha (1996), a duração do período luminoso desempenha papel importante na adaptação ecológica das plantas, possibilitando maior atividade fotossintética e, conseqüentemente, aumento na síntese dos produtos do metabolismo, favorecendo, assim, maior crescimento.

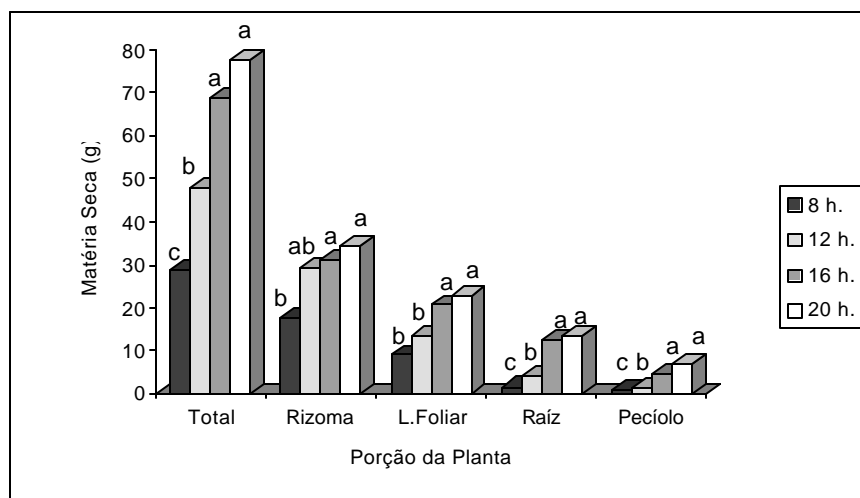
Aumento na produção de biomassa pôde ser observado em todos os fotoperíodos estudados. Pela Figura 2 verifica-se que a matéria seca de lâmina foliar, pe-

cíolo, raiz, rizoma e total foram incrementadas em 60,30%, 86,28%, 49,54%, 88,85% e 62,66%, respectivamente, quando o fotoperíodo foi elevado de 8 para 20 horas. Comparando-se a variação de matéria seca entre os fotoperíodos, verificou-se que maiores acúmulos de biomassa em lâminas foliares, pecíolos e raízes puderam ser observados em fotoperíodos de 16 horas, responsáveis pelo aumento respectivo de 35,65%, 70,40% e 67,23% na matéria seca desses órgãos, ao passo que em

rizomas, o maior acúmulo de matéria seca ocorreu em fotoperíodo de 12 horas, sendo esse da ordem de 39,97%. Menores variações nos acúmulos de fitomassa ocorreram entre os fotoperíodos de 16 e 20 horas em lâminas foliares, pecíolos e raízes, ao passo que em rizomas, menores variações puderam ser observadas entre os fotoperíodos de 12 e 16 horas, sendo esses acúmulos da ordem de 9,23%, 30,2%, 7,04% e 6,10%, respectivamente.



**FIGURA 1** – Efeito de fotoperíodos em plantas de confei sobre: (A) Matéria seca de lâminas foliares e pecíolos; (B)



Rizomas e raízes; (C) Matéria seca total.

**FIGURA 2** – Peso de matéria seca total e particionada (g) em plantas de confei submetidas a quatro fotoperíodos. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Alvarenga (1987), o aumento na produção de matéria seca é frequentemente encontrado em plantas crescidas em dias longos, mesmo quando o tratamento com luz suplementar fornece pouca energia fotossinteticamente ativa. Isso ocorre por causa do aumento na área foliar e na produção fotossintética. Kitaya *et al.* (1998), em estudos realizados com *Lactuca sativa* L. submetida a fotoperíodos de 16 e 20 horas, demonstraram o aumento linear da matéria seca total, porcentagem de matéria seca particionada e número de folhas, quando o fotoperíodo foi aumentado de 16 para 24 horas, sendo esse incremento associado também à elevação na taxa fotossintética. Machácková *et al.* (1998), avaliando o controle fotoperiódico do crescimento e desenvolvimento em plantas de batata, observaram que todos os parâmetros de crescimento diferiram em plantas crescidas sob dias longos e curtos, e aquelas crescidas em dias longos, apresentaram maior produção de fitomassa.

### Área Foliar

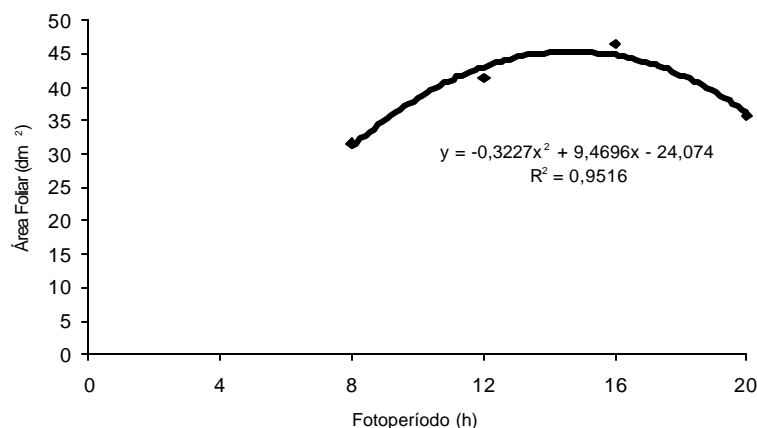
Os fotoperíodos empregados influenciaram significativamente a área foliar das plantas estudadas, promovendo resposta linear até o fotoperíodo de 16 horas, com a elevação de 31,15% e 12,26% na área foliar, quando o fotoperíodo foi estendido de 8 para 12 horas e de 12 para 16 horas, respectivamente. A partir desse ponto, houve o decréscimo de 23,24% na área foliar, quando o

fotoperíodo foi aumentado de 16 para 20 horas (Figura 3).

Independente da classe fotoperiódica, a área foliar, em geral, tende a ser maior em dias longos (Alvarenga, 1987). O aumento na expansão da folha em fotoperíodos longos é claramente vantajoso ao crescimento das plantas, pois conduz a melhores intercepções de luz e, conseqüentemente, à maior taxa de crescimento. Desse modo, há favorecimento do potencial fotossintético total, com a produção de maior quantidade de fotoassimilados, facilitando o particionamento de matéria seca para outros órgãos da planta (Globig *et al.*, 1997).

Segundo Benincasa (1988), a área foliar total de uma planta é resultante da ação mútua de dois componentes foliares, representados pela área das folhas e número de folhas, os quais encontram-se intimamente interligados. Na Figura 4 encontra-se a evolução desses dois componentes da área foliar total de plantas de confei nas condições fotoperiódicas empregadas. Nota-se que o aumento do fotoperíodo de 8 para 16 horas promoveu incremento tanto na área das folhas, como no número de folhas das plantas. Contudo, extensão do fotoperíodo de 16 para 20 horas proporcionou um aumento na área das folhas e uma diminuição no número de folhas. Assim, verifica-se que, possivelmente, o número de folhas foi o principal componente responsável pela queda da área foliar total em fotoperíodos superiores a 16 horas, pois embora o fotoperíodo tenha estimulado

aumento na área das folhas, esse não foi suficiente para compensar os efeitos do menor número de folhas na de-



terminação da área foliar total.

**FIGURA 3** – Áreas foliares de plantas de confrei submetidas a diferentes condições fotoperiódicas.

#### **Razão de Área Foliar (RAF), Razão de Peso Foliar (RPF) e Área Foliar Específica (AFE)**

Verificou-se que a RAF e AFE foram influenciadas pelos fotoperíodos testados, não sendo observado qualquer efeito na RPF. Na FIGURA 5 verifica-se que o aumento do fotoperíodo promoveu uma diminuição na RAF e AFE das plantas.

A RAF foi 68,84% superior em fotoperíodo de 8 horas, em relação àquela apresentada por plantas submetidas a fotoperíodo de 20 horas (Figura 6). Pelos dados, verifica-se também que a RAF sofreu um declínio de 41,42%, 23,86% e 29,85%, com a extensão do fotoperíodo de 8 para 12, 16 e 20 horas, respectivamente. Esse decréscimo na RAF está estreitamente relacionado ao aumento na superfície fotossintetizante apresentada por plantas submetidas a fotoperíodos maiores.

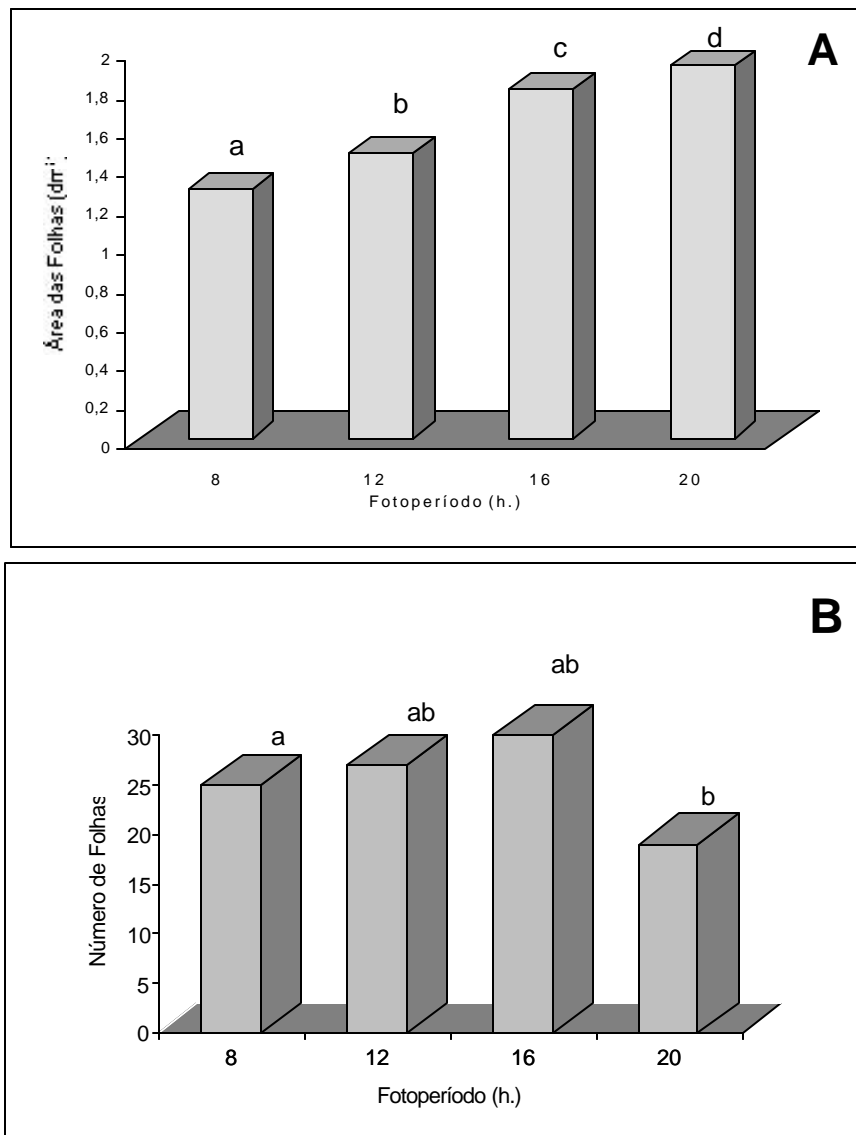
Segundo Benincasa (1988), o decréscimo na RAF pode ser observado devido ao auto-sombreamento e sombreamento entre plantas, levando à diminuição na área foliar fotossinteticamente útil. A determinação da RAF permite detectar também a translocação e partição de assimilados para as folhas, em relação à matéria seca total da planta. Assim, a queda na RAF, observada na Figura 6, demonstra a redução no direcionamento progressivo de matéria seca da planta para formação de folhas. Os resultados estão coerentes com os encontrados por Midmore & Prange (1992), que observaram maiores padrões de RAF em plantas de batata submetidas a fotoperíodos mais curtos.

De acordo com Benincasa (1988), dois são os componentes da RAF: AFE e RPF. Dessa forma, a variação na RAF estará intimamente ligada à alteração em um ou nos seus dois componentes. A área foliar específica representa o componente morfológico e anatômico da RAF. Por meio da FIGURA 6, verifica-se que a resposta das plantas, em relação à AFE, foi semelhante à apresentada pela RAF. O aumento no fotoperíodo promoveu 54,7% de redução na AFE, quando foi estendido de 8 para 20 horas. Dentro da faixa fotoperiódica pesquisada, esses decréscimos foram maiores com o incremento do fotoperíodo, sendo de 11,39%, 27,33% e 29,65%, quando o fotoperíodo passou de 8 para 12, 16 e 20 horas, respectivamente. Para Thomas & Vince-Prue (1997), o efeito mais comum de dias longos é a promoção de aumento na superfície de expansão da lâmina foliar, o que leva ao desenvolvimento de folhas mais finas e menos suculentas, por causa do aumento na área foliar específica. A área e a espessura de uma folha podem ser influenciadas pela duração e pelo comprimento de onda da luz, mas diferenças na intensidade de luz é que são responsáveis pelas maiores variações na área da folha. Dentro de certos limites, quanto maior a intensidade da luz, menor e mais grossa será a folha, embora a resposta mais precisa dependerá da espécie. Vários autores como Solhaug (1991), Juntilla *et al.* (1997) e Al Juboory (1998) têm relacionado um aumento na área foliar específica a um incremento do fotoperíodo.

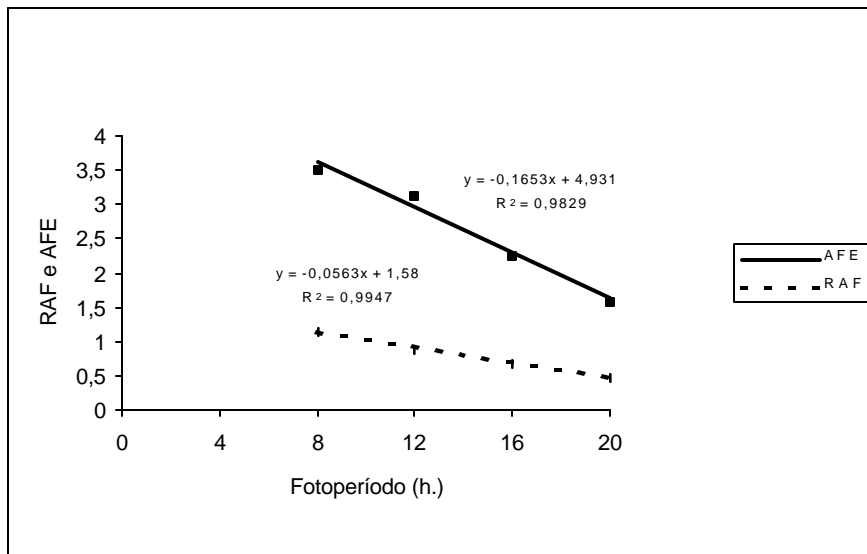
A redução na AFE de plantas de confrei, com o aumento do fotoperíodo, revela que as folhas de plan-

tas submetidas a fotoperíodos mais longos são mais espessas e suculentas que aquelas submetidas a fotoperíodos menores. Esse resultado foi ocasionado, possivelmente, por um incremento acentuado na matéria seca das folhas, sem o correspondente aumento na área foliar. Para Brighenti *et al.* (1993), normalmente há um decréscimo na AFE durante a fase de crescimento vegetativo,

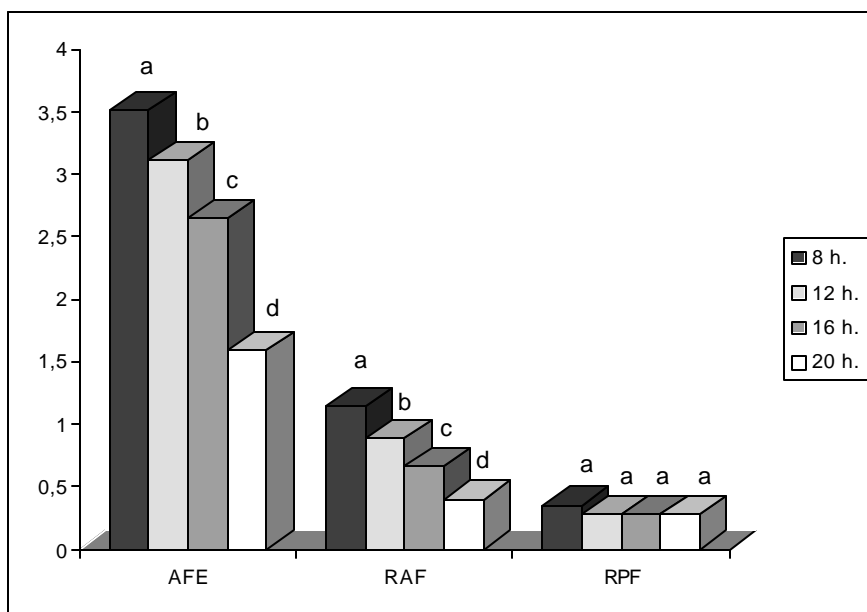
pois as folhas não se expandem às mesmas taxas, enquanto o crescimento progride. Maiores AFE de plantas de confrei encontradas em fotoperíodos menores estão associadas, possivelmente, a modificações no componente anatômico da AFE, representado pela matéria seca da folha, o que traduz em alterações no número ou tamanho das células do mesófilo foliar.



**FIGURA 4** – Efeito de quatro fotoperíodos em plantas de confei sobre: A. Área das Folhas ( $\text{dm}^2$ ); B. Número de Fohas. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



**FIGURA 5** – Efeito de quatro fotoperíodos sobre a razão de área foliar e área foliar específica em plantas de confei.



**FIGURA 6** – Valores de Razão de Área Foliar (RAF), Área Foliar Específica (AFE) e Razão de Peso Foliar (RPF) em plantas de confei submetidas a diferentes condições fotoperiódicas. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

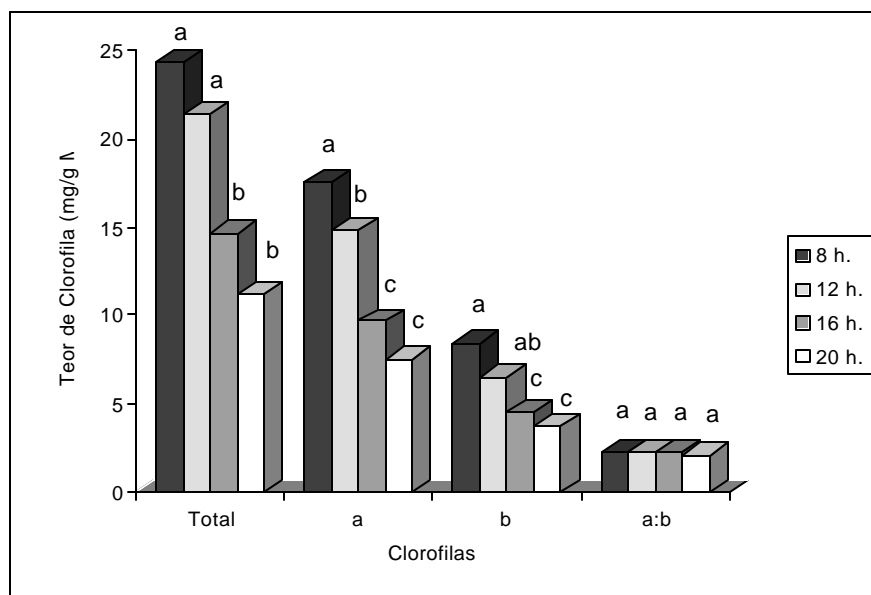
Com relação a RPF, pela Figura 6 constata-se que os tratamentos fotoperiódicos não apresentaram qualquer efeito sobre essa variável, indicando assim, que esse componente da RAF não foi modulado pelo aumento no fotoperíodo. Considerando-se que as folhas são os centros de produção de matéria seca (fotossíntese) e que os demais órgãos dependem da exportação da folha, a RPF (componente fisiológico da RAF) expressa a fração de matéria seca não exportada pelas folhas para o resto da planta. A maior ou menor exportação de matéria seca da folha pode ser uma característica genética, a qual está sob a influência de variáveis ambientais. Dessa forma, por meio dos resultados obtidos, verifica-se que o fotoperíodo não interferiu na eficiência de exportação de matéria seca das folhas para a planta como um todo. Além disso, o grande incremento no peso de matéria seca de rizomas e raízes (Figura 2), que são drenos muito fortes, não afetou a matéria seca das folhas, o que também contribuiu com a estabilidade da RPF em todos os fotoperíodos testados. Dessa forma, pode-se observar que a variação na RAF de plantas pode ser totalmente atribuída a variações na AFE, uma vez que a RPF não foi afetada pelos tratamentos fotoperiódicos. Os resultados obtidos são coerentes com os encontrados por Solhaug (1991) em algumas espécies de gramíneas, mediante os

quais o autor verificou aumento na RAF e AFE sob dias longos, ao passo que a RPF permaneceu inalterada com o aumento no comprimento do dia. Contudo, diferem dos encontrados por Al Juboory (1998), que observou aumento na RAF, AFE e RPF em folhas de *Hedera canariensis* Wild. submetidas à extensão do fotoperíodo de 12 para 16 horas.

### Conteúdo de Clorofilas

A análise dos conteúdos de clorofilas demonstrou que o aumento do fotoperíodo promoveu redução conteúdos de clorofilas a, b e total nas plantas estudadas. Essas reduções foram da ordem de 57,16%, 55,67% e 53,72% para as clorofilas a, b e total, respectivamente, quando o fotoperíodo foi estendido de 8 para 20 horas (Figura 7).

Resultados semelhantes foram obtidos Alvarenga (1987) em pesquisas desenvolvidas com Jacatupé (*Pachyrrhizus tuberosus* (Lam.) Spreng.), o qual observou que a extensão do fotoperíodo de 8 para 10 horas afetou sobremaneira os níveis de clorofila a, b e total dos folíolos laterais da 5ª folha trifoliolada dessas plantas, sem, contudo, alterar as relações clorofila a:b.





**FIGURA 7** – Efeito dos quatro fotoperíodos sobre o conteúdo de clorofila total, a, b e relação clorofila a:b. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Maiores conteúdos foliares de clorofila a, b e total foram encontrados em *Solanum tuberosum* L., variedade Kufri Bahar e Kufri Badshad, por Ezekiel & Bhargava (1991), crescidas em dias curtos, 20 dias após o plantio. Faria (1998) obteve resultados semelhantes aos observados por Alvarenga (1987) em estudos realizados com plantas de feijão Jacatupé submetidas a 4 condições fotoperiódicas diferentes (9, 12, 15 e 18 horas). Segundo a autora, esses resultados revelam que em fotoperíodos mais curtos, as folhas conseguem manter os seus teores de clorofila, provavelmente por haver menor influência do período de luz sobre os processos fotooxidativos dessas moléculas fundamentais ao processo fotossintético. Os resultados obtidos no presente estudo vêm contrariar, no entanto, as evidências de Vogg *et al.* (1998), que relataram para *Pinus sylvestris* L. conteúdos de clorofila a, b e total relativamente mais baixos, sob dias curtos (9 horas), em relação às plantas cultivadas sob dias longos. A transferência das plantas de condições de dias curtos para dias longos resultou no aumento significativo do conteúdo de clorofila, enquanto esse caiu quando as plantas foram transferidas de dias longos para dias curtos.

As reduções nos teores de clorofilas não alteraram, contudo, o ganho de matéria seca das plantas (Figura 2), apesar de essas terem aumentado a área das folhas e modificado o número das folhas (Figura 4).

### CONCLUSÕES

Nas condições em que o este trabalho foi conduzido, pode-se concluir que:

a) O incremento do fotoperíodo entre 8 e 20 horas influenciou consideravelmente o crescimento das plantas de confrei, traduzido pelo aumento tanto na produção de biomassa total, como particionada, entre os diversos órgãos da planta.

b) A extensão do fotoperíodo de 8 para 20 horas proporcionou aumento na área foliar das plantas, até fotoperíodo de 16 horas. A partir desse ponto, houve queda na área foliar ocasionada pela redução no número de folhas em fotoperíodos maiores.

c) A RAF e AFE apresentaram-se mais elevadas em fotoperíodos mais curtos (8 horas), ao passo que a RPF não se mostrou afetada pelos tratamentos fotoperiódicos empregados. Plantas submetidas a fotoperíodos

maiores apresentaram-se mais espessas e suculentas que as submetidas a fotoperíodos menores.

d) Plantas cultivadas em fotoperíodos menores apresentaram maiores conteúdos de clorofila a, b e total, não sendo observada nenhuma diferença na relação clorofila a:b.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al JUBOORY, K.H. *et al.* Influence of photoperiod, photosynthetic photon flux, and temperature on growth of Canary Island Ivy. **HortScience**, Virginia, v.33, n.2, p.237-239, Apr./May 1998.

ALVARENGA, A.A. **Estudo de alguns aspectos do desenvolvimento do feijão jacatupé (*Pachyrrhizus tuberosus* Lam. Spreng)**. 1987. 174 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ARNON, D.I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v.24, n.1, p.1-15, Jan./Mar. 1949.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1988. 41 p.

BRIGHENTI, A.M. *et al.* Crescimento e partição de assimilados em losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.5, n.1, p.41-45, jun./nov. 1993.

CLEMENTE FILHA, A.C. **Aspectos fisiológicos e fitoquímicos de *Bauhinia forticata* Link e *Plantago major* L.** 1996. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

EZEKIEL, R.; BHARGAVA, S.C. Potato leaf growth as influenced by photoperiod. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Dehli, v.18, n.2, p.91-95, Feb. 1991.

FARIA, L.L. **Influência do fotoperíodo no crescimento, composição química e indução de raízes tuberosas do feijão jacatupé (*Pachyrrhizus tuberosus* Lam. Spreng)**. 1998. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

- GARNER, W.W.; ALLARD, H.A. Effect of relative length of day and night and others factors of the environment on growth and reproduction in plants. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.18, n.11, p.553-606, Mar. 1920.
- GLOBIG, S. *et al.* Continuous light effects on photosynthesis and carbon metabolism in tomato. **Acta Horticulturae**, n.418, p.141-151, 1997.
- JUNTILLA, O. *et al.* Effects of temperature and photoperiod on frost resistance of white clover (*Trifolium repens*) ecotypes. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.79, n.3, p.435-438, July 1990.
- JUNTILLA, O.; HEIDE, O.M.; LINDGARD, B.; ERNTEN, A. Gibberellins and the photoperiodic control of leaf growth in *Poa pratensis*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.101, n.1, p.599-605, Sept. 1997.
- KITAYA, Y. *et al.* Photosynthetic photon flux, photoperiod, and CO<sub>2</sub> concentration affect growth and morphology of lettuce plug transplants. **HortScience**, Virginia, v.33, n.6, p.988-991, Oct./Nov.1998.
- MACHÁCKOVÁ, I. *et al.* Photoperiodic control of growth, development and phytohormone balance in *Solanum tuberosum*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.102, n.2, p.272-278, Feb. 1998.
- MATOS, F.J.A. **Farmácias vivas**: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 2.ed. Fortaleza: UFC, 1994. 180 p.
- MIDMORE, D.J.; PRANGE, R.K. Growth responses of two *Solanum* species to contrasting temperatures and irradiance levels: relations to photosynthesis, dark respiration and chlorophyll fluorescence. **Annals of Botany**, New York, v.69, n.1, p.13-30, Jan. 1992.
- SOLHAUG, K.A. Influence of photoperiod and temperature on dry matter production and chlorophyll content in temperature grasses. **Norwegian Journal of Agricultural Science**, Norway, v.5, n.4, p.365-384, 1991.
- THOMAS, B.; VINCE-PRUE, D. **Photoperiodism in plants**. 2. ed. Califórnia: Academic Press, 1997. 428 p.
- VOGG, G. *et al.* Frost hardening and photosynthetic performance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles. I. Seasonal changes in the photosynthetic apparatus and its function. **Planta**, Berlin, v.204, n.2, p.193-200, Feb. 1998.