



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Lima, Milene Conceição; Amarante, Luciano do; Paim Mariot, Márcio; Serpa, Rosana  
Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em Achillea millefolium L. cultivada sob  
diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio

Ciência Rural, vol. 41, núm. 1, enero, 2011, pp. 45-50

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33118933008>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio

Growth and production of photosynthetic pigments in *Achillea millefolium* L. grown under different levels of shading and nitrogen

Milene Conceição Lima<sup>I</sup> Luciano do Amarante<sup>II</sup> Márcio Paim Mario<sup>III</sup> Rosana Serpa<sup>IV</sup>

### RESUMO

A espécie *Achillea millefolium* L., conhecida como mil-folhas, é uma planta herbácea, rizomatosa e perene. Sua importância medicinal deve-se às suas atividades antibacterianas, antiinflamatórias, antitumorais, analgésicas e antioxidantes. O efeito da disponibilidade de luz e do nitrogênio sobre o crescimento e produção dessa espécie é pouco conhecido. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de *A. millefolium* L., cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio, quanto ao crescimento e à produção de pigmentos fotossintéticos. As plantas foram cultivadas sob três doses de nitrogênio (0, 75 e 150kg ureia ha<sup>-1</sup>) e submetidas a dois níveis de sombreamento 0% (luz plena) e 75% (sombrite 75%). Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições em um fatorial 3x2 (doses de nitrogênio x níveis de sombreamento). O sombreamento influenciou a maioria dos caracteres avaliados, causando uma redução significativa no acúmulo de massa seca da parte aérea (caule + folha + flor), caule, folhas e flores e aumento nos teores de clorofila a, b, total e carotenóides. Os resultados sugerem que a espécie *A. millefolium* L. possui adaptação à baixa intensidade luminosa, devido às alterações nas características foliares, relacionadas aos teores de pigmentos fotossintéticos.

**Palavras-chave:** mil-folhas, disponibilidade de luz, adubação.

### ABSTRACT

*Achillea millefolium* L., known as yarrow, is an herbaceous, rhizomatous and perennial plant. Its medicinal importance is attributed to antibacterial, anti-inflammatory,

antitumoral, analgesical and antioxidant activities. The effect of light availability and nitrogen on growth and production of this species is little known. The objective of this study was to evaluate the growth and production of photosynthetic pigments in *A. millefolium* L. grown under different levels of shading and nitrogen levels. Plants were cultivated under three nitrogen levels (0, 75 and 150kg urea ha<sup>-1</sup>) and subjected to two levels of shading 0% (full light) and 75% (75% black). The experimental design was delineated in randomized blocks with four replicates in a factorial 3 x 2 (nitrogen levels x levels of shading). The shading influenced most parameters evaluated, causing a significant reduction in dry mass accumulation of shoot (stem + leave + flower), stem, leaves and flowers and increase in levels of chlorophyll a, b, total and carotenoids. Results suggest that *Achillea millefolium* L. has adapted to low light intensity, due to changes in leaf traits related to photosynthetic pigments content.

**Key words:** yarrow, light availability, nutrition.

### INTRODUÇÃO

A espécie medicinal *Achillea millefolium* L. (mil-folhas), pertencente à família Asteraceae, é uma planta herbácea, perene, rizomatosa, de 30-50cm de altura, possuindo folhas compostas e flores dimorfas, reunidas em capítulos densamente corimbosos (CHANDLER et al., 1982). É de clima temperado quente a subtropical, tolerando condições climáticas extremas como o sol, geada, seca, frio e não se adapta a regiões

<sup>I</sup>Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: mcl\_bio@hotmail.com. Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Departamento de Bioquímica, UFPel, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>III</sup>Setor de Agricultura, Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça (CAVG), Pelotas, RS, Brasil.

<sup>IV</sup>Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, Brasil.

com excesso de precipitações. A multiplicação se dá por estacas e por divisão da touceira, o que garante um desenvolvimento homogêneo (CORRÊA JR et al., 1994).

*A. millefolium* L. é nativa da Europa, América do Norte, Sul da Austrália e Ásia e suas propriedades medicinais são atribuídas à atividade antibacteriana, antioxidante, antiinflamatória, antitumoral, dentre outras, estudadas a partir de óleo essencial e extratos obtidos de flores, folhas e raízes (CHANDLER et al., 1982; CORRÊA JR et al., 1994).

Ao se considerar o cultivo de plantas medicinais, faz-se necessário associar a produção de biomassa à qualidade da planta, enquanto matéria-prima, para a fabricação de medicamentos fitoterápicos. Nesse sentido, é preciso almejar uma produtividade ótima, não só de biomassa, mas nos teores de princípios ativos (REIS et al., 2003), o que pode ser corroborado por meio do estudo da interferência de fatores que influenciam esses caracteres, como a disponibilidade de nutrientes e a intensidade luminosa. Entre os nutrientes, o nitrogênio merece destaque pela grande influência na produção de biomassa nas plantas.

A adubação nitrogenada é utilizada quando o solo apresenta baixa capacidade em fornecer a quantidade de nitrogênio exigida pela cultura. No entanto, somente uma parte do nitrogênio suplementado através da adubação é utilizada pela planta. A eficiência da adubação depende de características da planta, como taxa de absorção e eficiência de utilização do nutriente (WAMSER & MUNDSTOCK, 2007). Essa eficiência quanto à resposta das plantas ao nitrogênio é influenciada também pelos fatores ambientais, como a luminosidade.

A luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por gerar sinais que regulam seu desenvolvimento. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001) e, entre essas, destaca-se a assimilação do nitrogênio. O suprimento adequado de nitrogênio estimula o crescimento foliar, por aumentar a divisão celular, e a fotossíntese, devido à maior quantidade de componentes das reações fotoquímicas e daqueles responsáveis pela assimilação de CO<sub>2</sub> (LAWLOR, 2002).

Estudos com espécies medicinais têm evidenciado plasticidade fisiológica em função das condições ambientais (LETCANO & GOSSELIN, 1996). Os fatores fotoperíodo, temperatura e intensidade luminosa podem determinar nas espécies a época ideal

de colheita e o local de cultivo em que se poderá se obter maiores quantidades do princípio ativo.

Para inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos nos vegetais, a análise de crescimento ainda é o meio mais simples e preciso, sendo útil no estudo de variações entre plantas sob diferentes condições de luminosidade. Como as alterações na disponibilidade de radiação solar em um ambiente podem influenciar também a quantidade de clorofila total, assim como a fração de clorofila *a* em relação à clorofila *b* (WHATLEY & WHATLEY, 1982), é importante a determinação dos teores de pigmentos fotossintéticos quando se quer fazer inferência à ação da luminosidade sobre caracteres fisiológicos em plantas.

Ainda são incipientes as informações sobre a influência da disponibilidade de luz e do nitrogênio sobre o crescimento e produção de plantas medicinais. A compreensão das respostas das plantas a esses fatores pode contribuir para a adequação de condições de cultivo que proporcionem elevada produção de fitomassa, destinada à extração de princípios bioativos.

Com base nesses fatores, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de *A. millefolium* L., cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio, quanto ao crescimento e à produção de pigmentos fotossintéticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A espécie foi identificada taxonomicamente pela Profa. Dra. Maria A. Décio da Costa, da Universidade Católica de Pelotas e as exsicatas foram catalogadas no herbário PEL, do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas, sob o número 24.600.

O cultivo de *Achillea millefolium* L. (millefolhas) e a condução dos experimentos foram realizados nas áreas experimentais do Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça - CAVG, IF Sul Rio-grandense, Pelotas, RS. As mudas, obtidas por divisão de touceiras, foram cultivadas em estufa e, então, transferidas para a área experimental. A propagação foi realizada a partir de uma planta matriz, o que possibilita identificar melhor os efeitos das alterações do ambiente promovidas pelos tratamentos, descartando-se os efeitos genéticos. As mudas obtidas, quando atingiram quatro meses de idade, foram transferidas para o campo experimental e irrigadas através de um sistema de gotejamento.

O solo onde o experimento foi instalado é classificado como planossolo, que se caracteriza por apresentar um horizonte B textural e condições de encharcamento, pela dificuldade de drenagem natural

(SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). Os teores de fósforo e potássio do solo foram corrigidos com superfosfato triplo e cloreto de potássio na proporção de 35kg ha<sup>-1</sup> e 15kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, tendo como base as necessidades nutricionais da espécie medicinal *Calendula officinalis* L, a qual pertence à mesma família de mil-folhas. Esse procedimento foi adotado devido à inexistência de recomendação de adubação para *Achillea millefolium* L..

As plantas foram cultivadas sob três doses de nitrogênio (0, 75 e 150kg uréia ha<sup>-1</sup>) durante cinco meses. Ao atingirem o estádio de desenvolvimento reprodutivo, caracterizado pela floração plena, foram submetidas a dois níveis de sombreamento: 0% (luz plena) e 75% (sombrite 75%), tendo permanecido sombreadas por oito semanas, quando então foi realizada a primeira coleta. O sombrite foi retirado e realizou-se uma nova adubação nitrogenada de cobertura, dividida em três etapas e nas mesmas quantidades empregadas na primeira adubação. Após quatro meses de crescimento, em pleno desenvolvimento do estádio vegetativo, caracterizado por touceira, as plantas foram novamente sombreadas e permaneceram nessa condição por oito semanas. Foi realizada então a segunda coleta, quando as plantas ainda se encontravam em estádio vegetativo.

Os experimentos foram conduzidos sob um delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, em um fatorial 3x2 (doses de nitrogênio e níveis de sombreamento), com quatro repetições e a unidade experimental consistiu de dez plantas.

O crescimento das plantas foi determinado pelo acúmulo de massa seca dos caules, folhas, flores e parte aérea (caule + folha + flor, para plantas no estádio reprodutivo e, caule + folha, para as plantas no estádio vegetativo) e os resultados expressos em g planta<sup>-1</sup>. As plantas foram submetidas à pré-secagem, em temperatura ambiente, e após foram secas em estufa de circulação de ar a 35°C até atingirem peso constante. O material desidratado foi armazenado em sacos de papel pardo para posterior pesagem, em balança semi-analítica.

A extração e quantificação dos pigmentos fotossintetizantes foram realizadas com base em WELLBURN (1994). Foram coletadas, ao acaso, três folhas jovens expandidas de cada parcela e acondicionadas em banho de gelo, em caixa de isopor. As folhas foram cortadas em pequenos segmentos, desprezando-se a nervura central. Para cada extração, foi utilizado 0,06g de amostra em tubos, contendo 7mL de dimetilsulfóxido (DMSO) neutralizado com carbonato de cálcio 5% (m/v). Os tubos foram incubados em banho-maria a 65°C por 1h e, após,

refriados no escuro até atingirem temperatura ambiente. Após, foram realizadas as leituras de absorbâncias dos extratos em espectrofotômetro, a 665nm, 649nm e 480nm. A partir das leituras espectrofotométricas, foram calculados os teores de clorofila a, b, total e carotenóides, segundo equações específicas para cada pigmento (WELLBURN, 1994), e os resultados foram expressos em mg g<sup>-1</sup> MF.

Os dados resultantes das coletas realizadas nos estádios de desenvolvimento reprodutivo e vegetativo foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. A análise estatística foi realizada com o programa estatístico SAS (SAS System, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de sombreamento influenciaram significativamente o acúmulo de massa seca em ambos os estádios de desenvolvimento de *Achillea millefolium* L., não ocorrendo interação entre esse fator e as concentrações de nitrogênio para as características de crescimento, com exceção de massa seca de folhas no estádio reprodutivo.

O sombreamento reduziu o acúmulo de massa seca da parte aérea, caule e flores, quando aplicado no estádio reprodutivo, e da parte aérea, caule e folhas, no estádio vegetativo (Tabela 1). Resultado semelhante foi obtido em *A. millefolium* 'Red Velvet', em que foi observado o maior acúmulo de massa seca da parte aérea à luz plena, quando comparada à condição de 50% de sombreamento (FAUSEY et al., 2005). Os resultados mostram que o crescimento de mil-folhas é favorecido sob luz plena, embora suporte um sombreamento parcial, com baixo comprometimento da produção de biomassa.

As concentrações de nitrogênio influenciaram o acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas em função do estádio de desenvolvimento. Quando o sombreamento foi realizado no estádio reprodutivo, o acúmulo de massa seca da parte aérea, caule e flores não foi influenciado pelas concentrações de nitrogênio. Por outro lado, a concentração de 75kg uréia ha<sup>-1</sup> induziu um aumento de massa seca da parte aérea das plantas no estádio vegetativo (Tabela 1). Os resultados sugerem que a concentração 75kg uréia ha<sup>-1</sup>, sob as condições em que o experimento foi conduzido, foi suficiente para estimular o acúmulo de fitomassa e, possivelmente, a utilização dessa concentração ou próxima dessa, pode contribuir no crescimento das plantas de *Achillea millefolium* L.

Tabela 1 - Massa seca da parte aérea, caule, folhas e flores de *Achillea millefolium* L. no estádio de desenvolvimento reprodutivo e vegetativo, cultivada sob diferentes concentrações de nitrogênio e submetida a níveis de sombreamento.

Estádio reprodutivo	Tratamentos				
	Níveis de sombreamento		Concentração de nitrogênio (kg uréia ha <sup>-1</sup> )		
Massa seca (g planta <sup>-1</sup> )	Sombrite 75%	Luz plena	0	75	150
Parte aérea	125,6 b*	247,6 a	209,1 a	175,5 a	175,2 a
Caule	75,8 b	121,9 a	111,8 a	86,0 a	98,7 a
Flores	8,8 b	38,4 a	26,1 a	22,9 a	21,9 a
Estádio vegetativo					
Massa seca (g planta <sup>-1</sup> )					
Parte aérea	98,0 b	195,4 a	131,6 b	163,4 a	145,2 ab
Caule	29,3 b	36,5 a	30,1 a	34,1 a	34,5 a
Folhas	71,3 b	158,9 a	101,5 a	129,2 a	114,6 a

(\*)Médias não seguidas da mesma letra na linha diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A massa seca das folhas da planta no estádio reprodutivo foi influenciada pela interação entre os fatores principais, doses de nitrogênio e níveis de sombreamento. As plantas sob luz plena apresentaram acúmulo significativo de massa seca das folhas nas concentrações 75 e 150 kg uréia ha<sup>-1</sup>, em relação às plantas sombreadas. Sob ausência da adubação nitrogenada, o sombreamento não influenciou essa variável (Tabela 2). Os resultados sugerem que a deficiência da radiação solar incidente nas plantas sombreadas restringiu a formação de equivalentes redutores e açúcares necessários à assimilação do N fornecido como uréia, impossibilitando o efeito benéfico da adubação nitrogenada sobre o acúmulo de massa seca de folhas. Segundo FOYER et al. (2001), o papel do N na produção vegetal está diretamente ligado à fotossíntese, uma vez que, nesse processo, a “energia física” dos fótons é convertida em “energia química” do ATP e intermediários reduzidos, principalmente NADPH,

utilizados na síntese de assimilados de carbono e nitrogênio, particularmente carboidratos e aminoácidos, essenciais ao crescimento da planta.

Em relação aos teores foliares de pigmentos fotossintéticos, razão clorofila a/b e clorofila total/carotenóides, não houve interação entre os fatores níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. Os teores de clorofila a, b e total, foram influenciados pelos níveis de sombreamento em ambos os estádios de desenvolvimento da planta. Já o teor de carotenóides foi afetado por esse fator no estádio reprodutivo e a razão clorofila a/b e a clorofila total/carotenóides no vegetativo. As concentrações de nitrogênio influenciaram também, a razão clorofila total/carotenóides, em ambos os estádios de desenvolvimento da planta.

A deficiência de luz estimulou significativamente os teores de clorofila a, b, total em ambos os estádios de desenvolvimento e o teor de carotenóides no estádio reprodutivo. No estádio

Tabela 2 - Massa seca de folhas de *Achillea millefolium* L. no estádio de desenvolvimento reprodutivo, cultivada sob diferentes concentrações de nitrogênio e submetida a níveis de sombreamento.

Níveis de sombreamento	Massa seca de folhas (g planta <sup>-1</sup> )		
	Concentração de nitrogênio (Kg uréia ha <sup>-1</sup> )		
	0	75	150
Sombrite 75%	40,2 Aa*	25,1 Bb	28,3 ABb
Luz plena	57,8 Aa	74,2 Aa	56,8 Aa

(\*)Médias não seguidas de mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

vegetativo, o sombreamento causou um aumento significativo na razão clorofila total/carotenóides e redução na razão clorofila *a/b* (Tabela 3).

Teores mais elevados de clorofila *a* e total em folhas de *Croton urucurana* Baill. submetidos a 50 e 70% de sombreamento foram verificados por ALVARENGA et al. (2003), concordando com os resultados obtidos neste trabalho, que mostra uma maior concentração de clorofilas em folhas de plantas sombreadas, em relação às crescidas sob pleno sol. Essa resposta é esperada como uma adaptação, que permite um aumento na capacidade de absorção de luz de diferentes comprimentos de onda nos picos da fotossíntese (HE et al., 1996).

A tendência de redução na razão da clorofila *a/b*, à medida que se reduz a intensidade luminosa, deve-se à maior proporção de clorofila *b* em ambientes sombreados, o que está associado ao fato da sua degradação ser mais lenta do que a clorofila *a* (ENGEL & POGGIANI, 1991). O aumento da proporção relativa de clorofila *b* é uma resposta adaptativa importante da planta à baixa luminosidade, pois esse pigmento capta energia de outros comprimentos de onda e a transfere para a clorofila *a*, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese, tornando a captação de luz mais eficiente em condições ambientais de baixa intensidade luminosa.

A fertilização nitrogenada não influenciou os teores de clorofila *a*, *b*, total, razão clorofila *a/b* e

teores de carotenóides em *Achillea millefolium* L., tendo apresentado efeito somente sobre a razão clorofila total/carotenóides em ambos os estádios de desenvolvimento (Tabela 3).

O teor foliar de clorofila está frequentemente associado ao conteúdo de nitrogênio da planta (YODER & PETTIGREW-CROSBY, 1995). Os resultados sugerem que o nitrogênio absorvido possivelmente foi direcionado à síntese de outras moléculas, indicando que a quantidade disponível no solo, o que corresponde ao tratamento controle, foi suficiente à produção de clorofilas em concentração compatível às necessidades metabólicas impostas por maiores doses de nitrogênio.

## CONCLUSÃO

A intensidade de luz influencia o crescimento e a produção de pigmentos fotossintéticos em mil-folhas (*Achillea millefolium* L.), enquanto que as doses nitrogenadas fornecidas apresentam um menor efeito sobre essas características. O sombreamento reduz o acúmulo de massa seca da parte aérea, caule, folhas e flores e estimula a síntese de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides.

A espécie medicinal *A. millefolium* L. possui adaptação à baixa intensidade luminosa, devido à maior síntese de pigmentos fotossintéticos, tanto nos

Tabela 3 - Teores de clorofila *a*, *b*, total, razão clorofila *a/b*, teores de carotenóides e razão clorofila total/carotenóides em *Achillea millefolium* L. no estádio de desenvolvimento reprodutivo e vegetativo, cultivada sob diferentes concentrações de nitrogênio e submetida a níveis de sombreamento.

Estádio reprodutivo	Tratamentos				
	Níveis de sombreamento	Concentração de nitrogênio (kg uréia ha <sup>-1</sup> )			
Teor de pigmento (mg g <sup>-1</sup> MF)	Sombrite 75%	Luz plena	0	75	150
Clorofila <i>a</i>	1,3 a*	1,0 b	1,1 a	1,1 a	1,2 a
Clorofila <i>b</i>	0,4 a	0,3 b	0,4 a	0,4 a	0,4 a
Clorofila total	1,6 a	1,1 b	1,3 a	1,5 a	1,4 a
Razão clorofila <i>a/b</i>	2,8 a	3,0 a	2,8 a	3,0 a	3,0 a
Carotenóides	0,3 a	0,2 b	0,2 a	0,2 a	0,2 a
Razão clorofila total/carotenóides	6,4 a	6,5 a	6,9 a	6,2 b	6,3 ab
Estádio vegetativo					
Teor de pigmento (mg g <sup>-1</sup> MF)					
Clorofila <i>a</i>	1,5 a*	1,3 b	1,4 a	1,4 a	1,4 a
Clorofila <i>b</i>	0,6 a	0,4 b	0,5 a	0,5 a	0,5 a
Clorofila total	2,1 a	1,7 b	1,9 a	1,9 a	1,9 a
Razão clorofila <i>a/b</i>	2,7 b	3,0 a	2,7 a	2,9 a	2,9 a
Carotenóides	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,3 a
Razão clorofila total/carotenóides	7,6 a	6,4 b	7,3 a	6,7 b	7,1 ab

(\*)Médias não seguidas da mesma letra na linha diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

estádios de desenvolvimento vegetativo quanto reprodutivo.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A.A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, p.53-57, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n1/15921.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2009. doi: 10.1590/S0100-67622003000100007.
- ATROCH, E.M.A.C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas de *Bauhinia forficata* submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.853-862, 2001. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/site/\\_adm/upload/revista/25-4-2001\\_07.pdf](http://www.editora.ufla.br/site/_adm/upload/revista/25-4-2001_07.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2009.
- CHANDLER, R.F. et al. Ethnobotany and phytochemistry of yarrow *Achillea millefolium* compositae. **Economic Botany**, New York, v.36, n.2, p.203-223, 1982. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/4254376>>. Acesso em: 26 out. 2009.
- CORRÊA JR, C. et al. **Cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 162p.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e no espectro de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991. Disponível em: <<http://www.cnpdia.embrapa.br/rbfv/pdfs/v3n1p39.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2009.
- FAUSEY, B.A. et al. Daily light integral affects flowering and quality of greenhouse-grown *Achillea*, *Gaura* and *Lavandula*. **HortScience**, Virginia, v.40, n.1, p.114-118, 2005. Disponível em: <[http://hortsci.ashpublications.org/cgi/reprint/40/1/114?maxtoshow=&hits=10&resultformat=&author1=FAUSEY&searchid=1&firstpage=0&sortspec=relevance&volume=40&resourcetype=HWCIT](http://hortsci.ashpublications.org/cgi/reprint/40/1/114?maxtoshow=&hits=10&resul tformat=&author1=FAUSEY&searchid=1&firstpage=0&sortspec=relevance&volume=40&resourcetype=HWCIT)>. Acesso em: 16 fev. 2009.
- FOYER, C.H. et al. Interactions between carbon and nitrogen metabolism. In: LEA, P.J.; MOROT-GAUDRY, J-F. **Plant nitrogen**. Berlin- Springer: Verlag, 2001. p.237-254.
- HE, J. et al. Photoinhibition of Heliconia under natural tropical conditions: the importance of leaf orientation for light interception and leaf temperature. **Plant, Cell and Environment**, USA, v.19, n.4, p.1238-1248, 1996. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3040.1996.tb00002.x/pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2009. doi: 10.1111/j.1365-3040.1996.tb00002.x.
- LAWLOR, D.W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.53, n.370, p.773-787, 2002. Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/53/370/773.full.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2009. doi: 10.1093/jexbot/53.370.773.
- LETCANO, W.; GOSSELIN, A. Transpiration essential oil gland, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.71, n.1, p.123-134, 1996. Disponível em: <[http://www.jhortscib.org/Vol71/71\\_1/13.htm](http://www.jhortscib.org/Vol71/71_1/13.htm)>. Acesso em: 24 mar. 2009.
- SAS LEARNING EDITION. Program SAS - **Getting started with the SAS learning edition**. Cary, North Carolina, 2002. 200p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e de SC**. Porto Alegre, 2004. 400p.
- REIS, M.S. et al. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMOES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p.45-74.
- WAMSER, A.F.; MUNDSTOCK, C.M. Adubação nitrogenada em estádios fenológicos em cevada, cultivar "MN 698". **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.942-948, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n4/a04v37n4.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2009. doi: 10.1590/S0103-84782007000400004.
- WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, Lancaster, v.144, n.3, p.307-313, 1994. Disponível em: <[http://www.thyssen-web.de/assets/files/fd\\_documents/sp\\_buche/Wellburn.pdf](http://www.thyssen-web.de/assets/files/fd_documents/sp_buche/Wellburn.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2009.
- WHATLEY, F.H.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU-EDUSP, 1982. V.30, 101p.
- YODER, B.J.; PETTIGREW-CROSBY, B.E. Predicting nitrogen and chlorophyll content and concentrations from reflectance spectra (400-2500nm) at leaf and canopy scales. **Remote Sensing of Environment**, USA, v.53, p.199-211, 1995. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MImg&\\_imagekey=B6V6V-3YYT70S-8-4&\\_c\\_di=5824&\\_user=686487&\\_pii=003442579500135N&\\_origin=search&\\_coverDate=09%2F30%2F1995&\\_sk=999469996&view=c&wchp=dGLbVlbzSkzk&md5=0c6b6f2b82bc1c81ae05850cad9b836c&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6V6V-3YYT70S-8-4&_c_di=5824&_user=686487&_pii=003442579500135N&_origin=search&_coverDate=09%2F30%2F1995&_sk=999469996&view=c&wchp=dGLbVlbzSkzk&md5=0c6b6f2b82bc1c81ae05850cad9b836c&ie=/sdarticle.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2009. doi: 10.1016/0034-4257(95)00135-N.