
RESPOSTA DE *CUPANIA VERNALIS* CAMBESS (SAPINDACEAE) À VARIÇÃO NA INTENSIDADE DE LUZ**RESPONSES TO LIGHT CHANGES IN SEEDLINGS OF *CUPANIA VERNALIS* CAMBESS**ALEXANDRE SIMINSKI¹MARIA TEREZINHA SILVEIRA PAULO^{2,3}**RESUMO**

Plantas de *Cupania vernalis* Cambess (Sapindaceae), uma espécie intermediária na sucessão florestal, mostraram capacidade de responder a diferentes intensidades de luz durante o primeiro ano de crescimento. Plantas crescidas em menor intensidade de luz mostraram plasticidade para aumentar a captação de luz, diminuindo a razão raiz/parte aérea e aumentando a razão média de área foliar (RAF), e plantas crescidas em maior intensidade de luz apresentaram plasticidade para aumentar a captação de gás carbônico e diminuir da transpiração, aumentando a razão raiz/parte aérea (R:PA) e diminuindo a RAF. *C. vernalis* apresentou capacidade para se aclimatar a variações na intensidade de luz quando as plantas foram transferidas de uma intensidade de luz para outra durante seu crescimento. A transferência de plantas de 65% de luz para 25% levou ao aumento da taxa de assimilação líquida (TAL) e diminuição da RAF em relação às plantas não transferidas, possibilitando taxa de crescimento relativo (TCR) similar à das plantas crescidas a 65% de luz. Os dados mostram que *C. vernalis* tem maior velocidade de aclimação quando transferida de alta para baixa intensidade de luz. Plantas transferidas de baixa para alta intensidade de luz tiveram uma redução significativa na massa seca total, uma vez que houve redução na TCR devido à redução

¹ Bolsista CNPq/PIBIC

² Depto de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476-CEP 88040-900 -- Florianópolis, SC.

³ Autor para correspondência: paulilo@ccb.ufsc.br

na TAL. Estes resultados indicam uma possível inabilidade das plantas desta espécie em suportar um aumento brusco de luz, causado, por exemplo, pelo aparecimento de uma clareira.

Palavras-chave: luz, crescimento, aclimação, *Cupania vernalis*.

ABSTRACT

The seedlings of *Cupania vernalis* Cambess (Sapindaceae), a mid-successional species showed response to a set of contrasting irradiance environments, displaying plasticity to increasing light interception at lower light intensities (through increasing leaf area ratio and decreasing root/shoot ratio) and plasticity to increasing carbon gain and decreasing transpiration at high light intensities (through increasing root/shoot ratio and decreasing leaf area ratio). Acclimation of seedlings transferred from high to low light and contrariwise was given through morphological and physiological adjustments in order that the plant which were transferred to the new irradiance should become similar to the control plants growing under the previous irradiance. The acclimation to decreasing irradiance was faster than to increasing irradiance. These results can indicate that this species is not well adapted to suffer a increase in light intensity, similar to that occurring when a gap is formed.

Key words: light, growth, acclimation, *Cupania vernalis*.

INTRODUÇÃO

O Estado de Santa Catarina, devido à forte declividade de suas terras que as torna impróprias para a agropecuária, tem uma forte vocação silvicultural. Este fato levou à exploração dos recursos naturais da Floresta Atlântica, sem que se atentasse para sustentabilidade deste ecossistema. Hoje, a Floresta Atlântica no Estado está ecológica e economicamente comprometida, sendo tarefa urgente propiciar tanto a regeneração deste ecossistema, como o desenvolvimento de técnicas de manejo para a sua sustentabilidade econômica.

Uma das técnicas de manejo para florestas tropicais propõe aliar a produção e a conservação do ecossistema, mantendo toda a biodiversidade destas florestas como condição básica para que sua exploração seja sustentável (Fantini *et al.* 1992). Esta técnica prevê para o sucesso do programa de manejo, a exploração somente após o conhecimento da auto-ecologia das espécies potenciais, obtendo com isso informações sobre a regeneração natural e as taxas de incremento das espécies manejáveis.

Um dos fatores ambientais que mais influencia a regeneração de plantas de florestas tropicais é a luz, cuja intensidade sobre as plantas muda de acordo com a cobertura vegetal acima destas (Lee *et al.* 1996). As plantas, ao nível do solo de uma floresta densa, recebem cerca de 1-2% da radiação solar incidente sobre o dossel da floresta, mas quando uma clareira é formada, a intensidade de luz aumenta repentinamente (Osunkoya & Ash 1991). Estes ambientes contrastantes tornam a capacidade da plântula em adequar-se ao ambiente, uma necessidade à sua sobrevivência e crescimento (Popma & Bongers 1991, Yamashita *et al.* 2000).

Cupania vernalis Cambess segundo Reitz (1980) é uma árvore de ampla e expressiva dispersão em praticamente todo o Estado de Santa Catarina, desenvolvendo-se nos três domínios florestais, na zona da mata pluvial da encosta atlântica, na zona dos pinhais e na floresta latifoliada da bacia do Alto Uruguai. É uma espécie heliófita até mesófito quanto à luz e seletiva higrófito ou mesófito quanto às condições físicas do solo, ocorrendo tanto no interior da floresta primária quanto nos mais variados estágios de sucessão.

Sua madeira fornece moirões, esteios, lenha e carvão; a casca fornece taninos e as flores são melíferas (Lorenzi 1992). A árvore é apropriada para reflorestamento nas margens de rios e de reservatórios de hidrelétricas (Reitz *et al.* 1983).

Este trabalho teve como objetivo a obtenção de conhecimento sobre a ecofisiologia de plantas de *Cupania vernalis*, com atenção sobre a plasticidade e a aclimação da espécie em resposta à variação na intensidade de luz.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção de plantas: As plantas foram obtidas através da germinação de sementes, coletadas no Parque Botânico Morro do Baú – SC. As sementes foram colocadas em caixas de madeira contendo vermiculita comercial e irrigadas com água de torneira, duas ou mais vezes por semana, dependendo da necessidade. As caixas foram colocadas em casa de vegetação localizada no Departamento de Botânica - UFSC.

Condições de crescimento de plantas: Plantas de *C. vernalis*, com cerca de 8,0cm de comprimento, providas da germinação de sementes, foram transplantadas das caixas de madeira para sacos plásticos de 20 x 7cm, contendo argila, adubo orgânico e areia na proporção de 2:2:1. Os sacos plásticos contendo uma muda cada foram separados em 2 lotes de 100. Cada lote foi colocado sob caixa de 1m⁻³, confeccionada com tela sombrite. Um lote ficou sob tela sombrite permitindo a passagem de 25% da luz solar plena, e um lote ficou sob tela sombrite permitindo a passagem de 65% da luz plena. As caixas de sombrite com diferentes níveis de luz foram dispostas a céu aberto, de maneira a evitar o sombreamento de uma caixa sobre a outra. Após 46 dias do transplante, metade das plantas crescendo a 65% de luz foi transferida para 25% de luz

e vice-versa. Das plantas que permaneceram no mesmo ambiente de luz foram feitas três coletas (9 plantas por coleta), aos 59, 136 e 192 dias após o transplante. Das plantas transferidas para outro nível de luz foram feitas duas coletas (9 plantas por coleta), aos 58 e 130 dias após a transferência das plantas. O experimento transcorreu de março a setembro de 2001 em área do Departamento de Botânica - UFSC.

Medidas de massa seca e área foliar: A área foliar das plantas foi obtida através da comparação do peso do contorno das folhas desenhadas em papel com o peso de área conhecida do mesmo papel. Para obtenção da massa seca as plantas foram separadas em raiz, caule e folhas e colocadas para secar em estufa a 80°C por 48 horas. Após este período, as partes de cada planta foram pesadas separadamente.

Análise de crescimento: A taxa média de crescimento relativo (TCR) foi calculada pela equação $TCR = (\ln P_2 - \ln P_1) / (T_2 - T_1)$; a taxa média de assimilação líquida (TAL), pela equação $TAL = [(P_2 - P_1) / (T_2 - T_1)] \times [(\ln A_2 - \ln A_1)]$; e a razão média de área foliar (RAF), pela equação $RAF = [(A_1/P_1) + (A_2/A_1)] / 2$, onde P representa o massa seca total, T representa o tempo e A representa a área foliar (Hunt 1982).

Número de amostras e análise estatística: Para medidas de massa seca e área foliar foram utilizadas nove plantas por tratamento. A comparação de médias entre os tratamentos de 25% de luz e 65% de luz foi feita através do teste t-Student (Centeno 1981). A comparação de médias entre os tratamentos de transferência de um nível de luz para outro foi feita através de análise de variância seguida de teste DUNCAN, segundo Snedecor (1962).

RESULTADOS

Crescimento de plantas em diferentes intensidades de luz

A massa seca total e de órgãos da planta não mostrou diferença significativa entre plantas crescidas em maior ou menor nível de luz, à exceção da massa seca de raiz aos 136 e 192 dias do transplante e da massa seca de caule aos 192 dias do transplante, que foi maior em menor nível de luz, e da massa seca de folhas aos 136 dias do transplante, que foi menor em maior nível de luz (Tabela 1).

As plantas apresentaram maior razão raiz/parte aérea a 65% que a 25% de luz (Tabela 2). A área foliar foi maior a 25% de luz que a 65% de luz (Tabela 2).

A TCR foi maior em mais luz quando se considera o período entre 59 e 192 dias, mas não entre períodos intermediários (59 a 136 dias e 136 a 192 dias). A TAL foi sempre maior em plantas crescendo sob maior luz e a RAF apresentou maior

valor em plantas crescidas em ambiente com menor luz (Tabela 3).

Crescimento de plantas transferidas de baixa para alta intensidade de luz e vice-versa

Comparando-se as plantas que permaneceram a 25% de luminosidade com aquelas transferidas de 65% para 25% de luminosidade, observou-se que o crescimento foi similar em termos de massa seca de raiz, caule, folhas, parte aérea, peso total e razão raiz e parte aérea. A área foliar mostrou uma tendência a diminuir em plantas transferidas. Comparando-se as plantas que permaneceram a 65% de luminosidade com aquelas transferidas de 25% para 65% de luminosidade, observou-se que o crescimento de raiz, de caule e total, em termos de massa seca, foi menor em plantas transferidas (Tabelas 4 e 5).

A TCR não foi alterada com a transferência das plantas de um nível de luz para outro (Tabela 6). Comparando-se as plantas que permaneceram a 25% de luz com aquelas transferidas de 65% para 25% de luz, observou-se que a TAL foi maior em plantas transferidas (Tabela 6). Comparando-se as plantas que permaneceram a 65% de luminosidade com aquelas transferidas de 25% para 65% de luz, observou-se que a TAL foi similar em plantas transferidas e não transferidas (Tabela 6). A RAF, comparando-se as plantas que permaneceram a 25% de luminosidade com aquelas transferidas de 65% para 25% de luminosidade, observou-se diminuição da RAF em plantas transferidas (Tabela 6). Comparando-se as plantas que permaneceram a 65% de luminosidade com aquelas transferidas de 25% para 65% de luminosidade, observou-se aumento da RAF em plantas transferidas (Tabela 6).

DISCUSSÃO

As respostas do vegetal à variação na intensidade de luz incluem alterações na razão raiz/parte aérea, na área foliar, na massa foliar e na taxa fotossintética (Thompson *et al.* 1992, Lee *et al.* 1996). Muitas destas alterações foram apresentadas por *Cupania vernalis* crescendo em diferentes intensidades de luz. Em maior intensidade de luz a espécie apresentou maior crescimento em massa seca de raiz e caule. Apresentou também aumento da razão raiz/parte aérea em maior nível de luz, um fator de aclimação (Osunkoya *et al.* 1994), levando a uma distribuição de biomassa maior para a raiz para favorecer a captação de água e nutrientes. Aumento de área foliar e de razão de área foliar (RAF) usualmente ocorrem em plantas submetidas a níveis de luz mais baixos, levando ao aumento da captação de energia luminosa em ambiente mais sombreado (Poorter 1999). *C. vernalis* também mostrou esta aclimação ao menor nível de luz, aumentando a área foliar e a razão de área foliar.

Em mais luz houve aumento da TAL, mas houve, concomitantemente, uma redução na RAF, o que levou a valor similar da TCR para plantas em maior ou menor intensidade de luz. A TCR é função da TAL e da RAF (Hunt 1982).

É esperado que espécies de florestas tropicais tenham capacidade de alterar sua morfologia e fisiologia para se aclimatar a variações na intensidade de luz, uma vez que este fator é bastante variável neste ecossistema (Huante & Rincón 1998). *C. vernalis* apresentou esta capacidade, tendo alguns parâmetros morfológicos e fisiológicos alterados quando as plantas foram transferidas de uma intensidade de luz para outra durante seu crescimento. Os dados de plantas transferidas de alta para baixa intensidade de luz e vice-versa mostram que *C. vernalis* tem maior velocidade de aclimação para a diminuição de intensidade de luz, uma vez que não apresenta queda no crescimento com a diminuição da luz, adequando para isto a TAL e a RAF. Já plantas transferidas de baixa para alta intensidade de luz, não conseguiram adequar a TAL e RAF ao aumento de luz, levando a uma diminuição do crescimento. Diferentes velocidades de aclimação ao aumento e à diminuição de luz também foram encontradas em arbóreas da floresta pluvial australiana (Bazzaz & Carlson 1982, Osunkoya & Ash 1991).

Estes resultados mostram uma inabilidade de espécie em suportar um aumento brusco de luz, causado, por exemplo, pelo aparecimento de uma clareira durante o crescimento inicial da planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bazzaz, F. A. & Carlson, R. W. 1982. Photosynthetic acclimation to variability in the light environment of early and late successional plants. **Oecologia** **54**:313-316.
- Centeno, A.J. 1981. Curso de estatística aplicada à biologia. Goiânia. Ed. Da Universidade Federal de Goiás. 188p.
- Fantini, A.C.; Reis, A.; Reis, M.S. & Guerra, M. 1992. Sustained yield management in tropical forest: a proposal based on the autoecology of the species. **Sellowia** **42-44**:25-33.
- Givnish, T.J. 1988. Adaptation to sun and shade: a whole perspective. **Australian Journal of Plant Physiology** **15**:63-92.
- Huante, P. & Rincón, E. 1998. Responses to light changes in tropical deciduous woody seedlings with contrasting growth rates. **Oecologia** **113**: 53-66.
- Hunt, R. 1982. **Plant growth curves: The functional approach to plant growth analysis**. London, Edward Arnold (Publishers) Limited.
- Lee, D.W., Baskaran, K., Mansor, M., Mohamed, H. & Yap, S.K. 1996. Irradiance and spectral quality affect Asian tropical rain forest tree seedlings development. **Ecology** **77**: 568-580.

- Lorenzi, H. 1992. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP. Ed. Plantarum.
- Osunkoya, O. O. & Ash, J. E. 1991. Acclimation to a change in light regime in seedlings of six Australian rainforest tree species. **Australian Journal of Botany** 39: 591-609.
- Osunkoya, O. O.; Ash, J. E. & Graham, A. 1994. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance tree species in Northern Queensland. **Journal Ecology** 82:149-163.
- Popma, J. & Bongers, F. 1991. Acclimation of seedlings of three Mexican tropical rain forest tree species to a change in light availability. **Journal of Tropical Ecology** 7: 85-97.
- Poorter, L. 1999. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient, the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology** 13: 396-410.
- Reitz, R. 1980. Sapindáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** 120-123.
- Reitz, R.; Klein, R. M.; Reis, A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia** 34-35.
- Snedecor, G.W. 1962. **Statistical methods**. Iowa, The Iowa University Press.
- Thompson, W. A.; Huang, L. K. & Kriedemenn, P. E. 1992. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade-tolerant rainforest trees. II. Leaf Gas Exchange and Component Processes of Photosynthesis. **Australian Journal Plant Physiology** 19:19-42.
- Yamashita N, Ishida A, Kushima H, Tanaka N (2000) Acclimation to sudden increase in light favoring an invasive over native trees in subtropical islands, Japan. **Oecologia** 125: 412-419.

Tabela 1 – Massa seca de plantas de *Cupania vernalis* crescidas sob diferentes níveis de luz.

Idade em dias	Nível de luz	Massa seca (g)					Total
		Raiz	Caule	Semente	Folhas	Parte Aérea	
59	25%	0,063 ^a	0,061 ^a	0,085 ^a	0,182 ^a	0,243 ^a	0,306 ^a
	65%	0,074 ^a	0,079 ^a	0,079 ^a	0,145 ^a	0,223 ^a	0,297 ^a
136	25%	0,184 ^a	0,183 ^a	0,070 ^a	0,628 ^a	0,812 ^a	0,996 ^a
	65%	0,252 ^b	0,200 ^a	0,063 ^a	0,503 ^b	0,703 ^a	0,955 ^a
192	25%	0,383 ^a	0,322 ^a	0,069 ^a	1,020 ^a	1,313 ^a	1,697 ^a
	65%	0,586 ^b	0,417 ^b	0,069 ^a	0,910 ^a	1,329 ^a	1,916 ^a

Letras comparam na vertical dentro de uma mesma idade, valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Área foliar e razão raiz/parte aérea de plantas de *Cupania vernalis*, crescidas sob diferentes níveis de luz.

Idade em dias	Nível de luz	Área Foliar (cm ²)	Razão Raiz/ Parte Aérea
59	25%	54,68 ^a	0,263 ^a
	65%	38,47 ^b	0,329 ^a
136	25%	161,01 ^a	0,227 ^a
	65%	101,55 ^b	0,359 ^b
192	25%	224,84 ^a	0,290 ^a
	65%	150,86 ^b	0,440 ^b

Letras comparam na vertical. Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Taxa Média de Crescimento Relativo (TCR), Taxa Média de Assimilação Líquida (TAL) e Razão média da Área Foliar (RAF) de plantas de *Cupania vernalis* crescidas sob diferentes níveis de luz.

Intervalo de tempo	Nível de luz	TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	TAL (g cm ⁻² dia ⁻¹)	RAF (cm ² g ⁻¹)
136- 59	25%	0,0153 ^a	0,00009 ^a	1,702 ^a
	65%	0,0152 ^a	0,00013 ^b	1,179 ^b
192-136	25%	0,0095 ^b	0,00650 ^a	1,471 ^a
	65%	0,0125 ^{ab}	0,01380 ^b	0,925 ^b
192-59	25%	0,0129 ^{ab}	0,00830 ^a	1,556 ^a
	65%	0,0140 ^a	0,01460 ^b	1,041 ^b

Letras comparam um mesmo intervalo de tempo. Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Massa seca, área foliar e razão raiz / parte aérea (R/PA) de plantas de *Cupania vernalis* após 58 dias da transferência de um nível de luz para outro.

Tratamento	Raiz	Massa Seca (gramas)				Área Foliar (cm ²)	R/PA
		Caule	Folhas	Parte Aérea	Total		
25%	0.144 ^a	0.117 ^a	0.347 ^a	0.465 ^a	0.609 ^a	90.55 ^a	0.306 ^a
65-25%	0.162 ^a	0.114 ^a	0.293 ^a	0.408 ^a	0.570 ^a	71.93 ^{ab}	0.375 ^a
65%	0.117 ^a	0.117 ^a	0.248 ^{ab}	0.366 ^{ab}	0.483 ^b	62.87 ^{bc}	0.340 ^a
25-65%	0.077 ^b	0.063 ^b	0.153 ^b	0.215 ^b	0.292 ^c	44.14 ^c	0.371 ^a

25% – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 25%; **65-25%** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 65% até 47 dias de idade, após, transferidas para ambiente com luminosidade de 25%; **65 %** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 65%; **25-65%** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 25% até 47 dias de idade, após, transferidas para ambiente com luminosidade de 65%.

Letras comparam na vertical, valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Massa seca, área foliar e razão raiz / parte aérea (R/PA) de plantas de *Cupania vernalis* após 130 dias da transferência de um nível de luz para outro.

Tratamento	Massa Seca (gramas)					Área Foliar cm ²	R/PA
	Raiz	Caule	Folhas	Parte Aérea	Total		
25%	0.360 ^{ab}	0.236 ^a	0.552 ^a	0.789 ^a	1.150 ^a	120.11 ^a	0.460 ^{ab}
65-25%	0.448 ^a	0.268 ^a	0.493 ^{ab}	0.758 ^a	1.167 ^a	89.97 ^b	0.580 ^a
65%	0.258 ^{bc}	0.230 ^a	0.429 ^b	0.660 ^a	0.918 ^a	84.09 ^{bc}	0.380 ^b
25-65%	0.180 ^c	0.152 ^b	0.310 ^c	0.463 ^b	0.643 ^b	66.81 ^c	0.371 ^b

25% – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 25%; **65-25%** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 65% até 47 dias de idade, após, transferidas para ambiente com luminosidade de 25%; **65%** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 65%; **25-65%** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 25% até 47 dias de idade, após, transferidas para ambiente com luminosidade de 65%. Letras comparam na vertical, valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Taxa Média de Crescimento Relativo (TCR), Taxa Média de Assimilação Líquida (TAL) e Razão Média da Área Foliar (RAF) entre 58 e 130 dias após a transferência de plantas de *Cupania vernalis* transferidas de alto para baixo nível de luz e vice-versa.

Tratamento	TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	TAL (g cm ⁻² dia ⁻¹)	RAF (cm ² g ⁻¹)
25%	0.009 ^a	0.0072 ^a	1.265 ^a
65-25%	0.010 ^a	0.0103 ^b	1.016 ^b
65%	0.011 ^a	0.0010 ^b	1.109 ^b
25-65%	0.009 ^a	0.0071 ^a	1.275 ^a

25% – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 25%; **65-25%** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 65% até 47 dias de idade, após, transferidas para ambiente com luminosidade de 25%; **65%** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 65%; **25-65%** – Plantas mantidas em ambiente com luminosidade de 25% até 47 dias de idade, após, transferidas para ambiente com luminosidade de 65%. Letras comparam na vertical, valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade.