



## Variação estacional do teor de clorofila em mudas florestais sob diferentes condições de luminosidade

### *Seasonal variation of chlorophyll content of seedlings in forestry under different conditions of luminosity*

Filemom M. Mokochinski<sup>1\*</sup>, Vanessa S. Moreira<sup>1</sup>, Gabriel F. Vogel<sup>2</sup>, Lais Martinkoski<sup>1</sup>, Paulo G. C. Guilhermeti<sup>3</sup>

**Resumo:** Objetivou-se avaliar o efeito de três níveis de intensidade luminosa (100%, 50% e 10% da luminosidade do dia) no teor de clorofila de mudas de ingá (*Inga marginata*), branquilha-bravo (*Sebastiania commersoniana*) e ocotea-guaicá (*Ocotea puberula*) ao longo de um período vegetativo completo. As espécies comportaram-se diferentemente em relação à intensidade luminosa, assim como às estações do ano. Durante o período analisado, houve uma tendência do pigmento em aumentar da primavera em direção as demais estações para todas as espécies. Durante a primavera o ingá apresentou-se tipicamente como espécie tolerante, o que aponta esta espécie para ambientes mais sombreados. A ocotea-guaicá mostrou uma adaptação fisiológica ao sombreamento, apontando-se para plantio em ambientes mais sombreados. Branquilha-bravo demonstrou ser uma espécie bastante plástica se desenvolvendo em ambientes com alta ou baixa luminosidade.

**Palavras - chave:** Pigmentos foliares, Sombreamento, Tolerância.

**Abstract:** This study aimed to evaluate the effect of three levels of light intensity (100%, 50% and 10% the brightness of the day) in chlorophyll content of seedlings of inga (*Inga marginata*), branquilha-bravo (*Sebastiania commersoniana*) e ocotea-guaica (*Ocotea puberula*) over a full growing season. Species have behaved differently in relation to light intensity, as well as the seasons. During the period analyzed, there was a tendency to increase the pigment spring in the direction the other seasons for all species. During the spring the inga typically presented itself as tolerant species, which points out this species for shadowed environments. Ocotea-guaica showed a physiological adaptation to shade pointing to planting in shaded environments less. Branquilha-bravo proved to be a very plastic species is been developing in environments with high or low luminosity.

**key-words:** Leaf pigments, shading, Tolerance.

\* Autores correspondentes

Recebido em 18/11/2013 e aceito em 25/09/2014

<sup>1</sup>Mestrandos em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava-PR, Brasil. E-mail: filemom\_mom@hotmail.com; vanessaeng.ftal@gmail.com; martinkoskilais@hotmail.com

<sup>2</sup>Acadêmico do curso de Agronomia pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Laranjeiras do Sul-PR, Brasil. E-mail: gf-vogel@bol.com.br

<sup>3</sup>Mestrando em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati-PR, Brasil. E-mail: paulo.caleffi1@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O fator luz é de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas, independentemente do seu caráter de tolerância, por ser uma fonte essencial e direta de energia, atuando vitalmente no seu processo fisiológico (ENGEL e POGGIANI, 1990; DUZ et al., 2004).

Plantas em desenvolvimento passam bruscamente por variações na quantidade de luz que recebem no interior da floresta, ocasionado por uma série de fatores, dentre eles o número de horas de luminosidade, estações do ano, movimentação das copas, dentre outros. Desta forma, caracterizando um mosaico de ambiente luminoso e afetando diretamente na quantidade e qualidade da intensidade luminosa (OSUNKOYA e ASH, 1991).

A intensidade de luz interfere no crescimento vegetativo por exercer efeitos diretos sobre a fotossíntese, a abertura estomática e a síntese da clorofila. A luz age pela intensidade, comprimento de onda ou qualidade, direção, duração ou periodicidade. Seu papel ecológico essencial reside na manutenção de ritmos biológicos de períodos lunares e estacionais (CARVALHO, 1996; TAIZ e ZEIGER, 2004).

As espécies florestais possuem comportamentos variados em relação à intensidade luminosa, sendo estas variações podendo afetar nas mudanças em sua estrutura e metabolismo, consequentemente determinando o sucesso ou não destas espécies (LEITE et al., 2000; REDLING et al., 2009). Dentre os mecanismos responsáveis pela absorção da energia luminosa, os pigmentos (em especial as clorofilas foliares) se destacam por estar envolvido diretamente na fotossíntese, junto com alguns carotenóides em menor escala (ENGEL, 1989; ALMEIDA et al., 2004).

Os teores de clorofila são usados para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa, sendo desta forma, uma das hipóteses que as plantas com alta concentração de clorofila seriam capazes de atingir taxas fotossintéticas mais altas, com isso maior crescimento (PORRA et al., 1989; ENGEL e POGGIANI, 1991). Desta forma, devido a grande quantidade de espécies existentes e as diferentes respostas quando submetidas a condições luminosas distintas, quanto maior for o conhecimento sobre as espécies maior será a chance de sucesso na implantação de um plantio (QUINET e ANDREATA, 2002; MARQUES, 2007; POSSETTE e RODRIGUES, 2010).

Entretanto, o conhecimento atual sobre as espécies florestais nativas ainda não é suficiente para assegurar a reconstituição das florestas exploradas, principalmente porque não se conhece inteiramente as

exigências ecofisiológicas para a sua regeneração natural. Esses estudos devem desenvolver, para cada espécie, a identificação das exigências da planta nos diferentes estádios de desenvolvimento, em relação aos fatores ambientais, destacando-se as exigências de luz, temperatura, água e nutrientes (ENGEL, 1989).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo mostrar informações relevantes sobre a necessidade de luz e o comportamento de três espécies componentes da Floresta Ombrófila Mista em condições de viveiro, estudando a variação estacional do teor de clorofila e sua interação com diferentes intensidades de luz do dia.

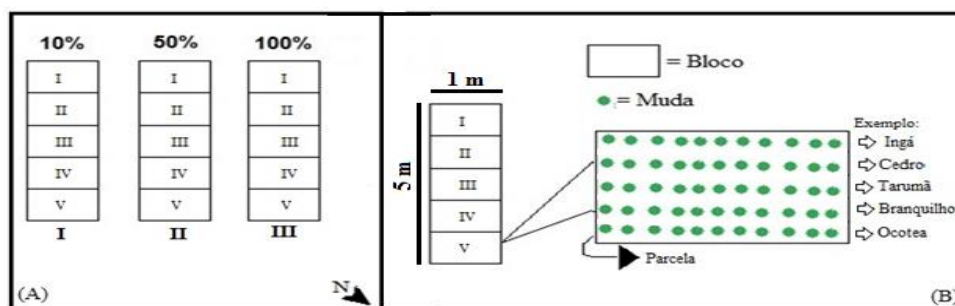
## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido entre abril de 2010 julho de 2011 no Campus da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) em Irati-PR. O município está localizado na latitude 25° 27' 56" Sul e longitude 50° 37' 51" Oeste, com altitude de 812 metros, situando-se na região centro-sul do estado do Paraná. Conforme a classificação de Koeppen o clima da região é considerado Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb). Os solos predominantes são os Argissolos vermelho-amarelos distróficos e Nitossolos háplicos Alumínico (MAZZA et al., 2005).

Foram utilizadas mudas de ingá (*Inga marginata*), branquilha-bravo (*Sebastiania commersoniana*) e ocotea-guaicá (*Ocotea puberula*) com altura média de aproximadamente 15 cm e em tubetes de 55 cm<sup>3</sup>, sendo estas oriundas do viveiro do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) do município de Fernandes Pinheiro – PR. As mudas foram transplantadas dos tubetes onde se encontravam para sacos de polietileno com dimensões de 20 cm x 8 cm. Utilizou-se como substrato a mistura entre casca de pinus (mecplant®) e vermiculita na proporção de 9:1.

Foram utilizadas três campânulas com diferentes condições de luz sendo estas: 100%, 50% e 10% da luz do dia, as duas últimas foram obtidas por combinação de telas de sombrite, cada uma com 5 m<sup>2</sup> estruturadas com canos de PVC como demonstrado na Figura 1. A fim de melhorar a drenagem da água foram utilizadas pedras britas diretamente sobre o solo. O nível da intensidade luminosa foi verificado radiometricamente.

O delineamento utilizado foi o em blocos casualizados em esquema fatorial 3x4, sendo três espécies e quatro estações do ano. Foram utilizadas 5 repetições formadas por 11 plantas distribuídas linearmente. Cada condição de luminosidade foi considerada como um ensaio diferente.



**Figura 1:** (A) = Esquema aplicado em campo mostrando a distribuição dos três tratamentos com suas respectivas luminosidade em relação à luz do dia. (B) = Esquema ampliado de um bloco, demonstrando a distribuição das mudas no interior do bloco.

A extração do teor clorofila foi realizada retirando-se amostras das folhas com um extrator de 7,85 mm<sup>2</sup>, colocadas em tubos de ensaio contendo 5 mL de dimetil-sulfoxido (DMSO) que foram incubados em banho-maria com temperatura de 65°C por 60 minutos aproximadamente (INOUE, 2010). Considerou-se a extração completa dos pigmentos quando as amostras foliares apresentavam transparência à visualização. A concentração de clorofila foi determinada em espectrofotômetro Biospectro, modelo SP-220, lendo-se a absorbância nos comprimentos de onda de 648 nm e 665 nm. Os cálculos foram feitos usando-se as fórmulas indicadas por BARNES et al. (1992), conforme segue:

$$Ca = 14,85(A665) - 5,14(A648)$$

$$Cb = 25,48(A648) - 7,36(A665)$$

Em que, Ca: Quantidade de clorofila a em mg.m<sup>-2</sup> de extrato;

Cb: Quantidade de clorofila b em mg.m<sup>-2</sup> de extrato;

A648: Valor da absorbância no comprimento de onda 648 nm;

A665: Valor da absorbância no comprimento de onda 665 nm.

A escolha das mudas para a determinação do teor de clorofila foi baseada na altura média das plantas em cada repetição, com amostras no início do estudo e nos meses intermediários de cada estação do ano, respectivamente em abril (Outono), julho (Inverno), outubro (Primavera) e janeiro (Verão). A avaliação de cada ensaio foi feita utilizando Análise da Variância (ANOVA) sendo as médias obtidas comparadas pelo teste

de Tukey, a 1% e 5% de probabilidade. A comparação entre as espécies nos diferentes ensaios foi feita utilizando-se teste t, comparando os ensaios dois a dois. Os dados provenientes das coletas foram processados com o software ASSISTAT 7.6. e ORIGIN 7.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efeitos do presente estudo, considerou-se o teor de clorofila total, ou seja, a soma dos teores individuais de clorofila *a* e clorofila *b*. A análise estatística desta variável apresentou diferenças significativas entre as espécies e as estações analisadas em todos os ensaios, porém, a interação entre espécies e estações do ano só foi significativa a 100% e 10%, não demonstrando interação com 50% de luminosidade. Engel e Poggiani (1991) verificaram que determinadas espécies florestais possuem a capacidade de alterar seus fotossistemas em termos de quantidade de pigmentos e de composição relativa de clorofila a e b, sendo que, em algumas espécies apesar da concentração de clorofila a pleno sol ser alta, a absorbância aumentou com o aumento do sombreamento.

Os valores médios referentes ao teor de clorofila são mostrados nas tabelas 1 e 2 respectivamente para 100% e 10% de luminosidade, devido à ausência de interação entre espécie e estação do ano no ensaio com 50% de luminosidade.

**Tabela 1.** Teor médio de clorofila (mg.m<sup>-2</sup>) para as espécies nas diferentes estações do ano a 100% da luminosidade do dia.

Esp. vs Est.	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Ingá	148 bB	1237 aA	1297 aA	1345 aA
Branquilha	449 aC	1304 aB	1388 aA	1219 aB
Ocotea-guaicá	288 bB	1149 bA	1160 bA	1129 bA

Médias seguidas pelas letras em minúsculo não diferem entre estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nas colunas; médias seguidas pelas mesmas letras em maiúsculo não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade nas linhas.

**Tabela 2.** Teor médio de clorofila (mg.m<sup>-2</sup>) para as espécies nas diferentes estações do ano a 10% da luminosidade do dia.

Esp. vs Est.	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Ingá	223 bB	1230 bA	1265 bA	1202 aA
Branquilha	458 aC	1332 bB	1505 aA	1463 bB
Ocotea-guaicá	521 aC	1490 aA	1504 aA	1421 bB

Médias seguidas pelas letras em minúsculo não diferem entre estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nas colunas; médias seguidas pelas mesmas letras em maiúsculo não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade nas linhas.

Conforme demonstrado nas tabelas 1 e 2 houve variação no teor de clorofila durante as estações do ano para as três espécies analisadas. Durante o período que compreende a primavera o branquilha-bravo apresentou o maior teor, enquanto que o ingá e ocotea-guaicá não diferiram estatisticamente.

Na competição entre as espécies a plena luz do sol, no verão, a ocotea-guaicá demonstrou o menor teor de clorofila, visto que branquilha-bravo e ingá não mostraram diferenças estatísticas. Nos meses compreendidos pelo outono, verificou-se comportamento semelhante no verão, mostrando o menor teor para ocotea-guaicá e não havendo diferença estatística entre branquilha-bravo e ingá.

Durante o inverno, a 100% da intensidade luminosa do dia, o teor de clorofila foi semelhante ao de outono e verão para todas as espécies. Teor de clorofila muito alto no inverno não é comum devido às plantas reduzirem seu crescimento durante a estação mais fria. Resultado semelhante foi encontrado por Inoue e Martins (2006), analisando *Grevillea robusta* também encontraram variação no teor de clorofila no decorrer das estações do ano, sendo que os níveis dos pigmentos elevaram-se de maneira contínua até mesmo no inverno. Gerum e Inoue (1995) constataram que alto teor de clorofila nos meses mais frios é um padrão diferenciado de certas espécies, pois de maneira geral ocorre uma queda no teor de clorofila no inverno.

Observa-se na tabela 2, que houve diferença estatística no teor de clorofila nas mudas de Ingá, branquilha-bravo e ocotea-guaicá a 10% da luminosidade do dia durante as estações do ano. Durante a primavera, com apenas 10% da luminosidade do dia, o ingá apresentou o menor teor de clorofila, sendo que branquilha-bravo e ocotea-guaicá não diferiram entre si. Observou-se que na primavera em direção as demais estações houve uma tendência no aumento do teor de clorofila. Esse fato foi observado em todas as condições luminosas.

No período correspondente ao verão ocotea-guaicá obteve o maior teor de clorofila, sendo que ingá e branquilha-bravo não tiveram diferenças significativas entre si. Durante o outono, ingá demonstrou o menor teor de clorofila. Branquilha-bravo e ocotea-guaicá não diferiram estatisticamente. Ao contrário do outono, no inverno, o ingá apresentou o maior teor de clorofila, mas obtendo o mesmo resultado que o outono para branquilha-bravo e ocotea-guaicá que não obtiveram diferenças estatísticas.

Inoue (2010), também analisando ocotea-guaicá encontrou variações nos teores de clorofila com aumento da primavera em direção ao verão e as maiores concentrações no período do outono, obtendo resultados semelhantes a este trabalho. Freiberger et al. (2010), avaliando a variação sazonal do teor de clorofila em *Anadenanthera colubrina* e *Tabebuia avellanedae* observaram que o teor de clorofila foi maior no final da

primavera e durante o verão, o que foi explicado pelo aumento da intensidade luminosa no período, sendo o mesmo resultado encontrado para todas as espécies analisadas neste estudo.

Durante a primavera, sob 10% de luminosidade a espécie ingá aumentou significativamente seu teor de clorofila, quando comparada com 100% de luminosidade, esse resultado demonstra que a espécie apresentou-se tolerante a sombra nesta estação. Estes resultados corroboram com os encontrados por Martinazzo et al. (2007) em que os teores de clorofila total em *Eugenia uniflora* foram maiores significativamente nas mudas cultivadas sob 50% de sombreamento, ocorrendo queda acentuada no teor de clorofila foliar total nas plantas acondicionadas a pleno sol. Estes mesmos autores relatam que o maior acúmulo de clorofila em níveis mais sombreados deve ser devido ao efeito compensatório da espécie a menor quantidade de radiação disponível. Carvalho (1996), também encontrou maiores níveis de clorofila em plantas submetidas a maior sombreamento em espécies arbóreas *Cabralea canjarana* e *Centrolobium robustum*.

Ocotea-guaicá mostrou uma boa adaptação fisiológica quando submetida à baixa intensidade luminosa em todas as estações do ano, demonstrando ser uma espécie tolerante a sombra. Tal comportamento indica uma tentativa de compensação do aparelho fotossintético às condições precárias de luz (INOUE, 2010). Para Moraes Neto et al. (2000), a capacidade que as plantas possuem de crescer rapidamente, quando submetidas a uma quantidade moderada de luminosidade, é um importante mecanismo de adaptação da espécie.

Rego e Possamai (2006) encontraram que o teor de clorofila total foi maior em plantas de *Cariniana legalis* quando estas foram cultivadas em condições de baixa intensidade luminosa, o mesmo que ocorreu com ocotea-guaicá onde os teores de clorofila foram maiores quando as plantas foram submetidas a baixa disponibilidade de luz.

A espécie branquilha-bravo apresentou uma pequena variação no teor de clorofila tanto em alta ou em baixa luminosidade, o que aponta a espécie tanto para áreas com maior ou menor intensidade luminosa. Ribeiro (2004), analisando diversas espécies da Floresta Ombrófila Mista classificou branquilha-bravo como uma espécie que apresenta características preferenciais a alta luminosidade, ou seja, uma planta heliófila, este trabalho, no entanto, apresenta a espécie como adaptada para todos os ambientes.

O resultado da comparação por espécie (branquilha-bravo, ingá e ocotea-guaicá) entre os níveis de luz (100%, 50% e 10% de luminosidade) em cada estação do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno) encontra-se nas tabelas 3, 4 e 5, onde foram realizadas comparações entre dois ensaios em todas as estações do ano por espécie.



**Tabela 3.** Análise do teor de clorofila ( $\text{mg.m}^{-2}$ ) em relação as variações de níveis de intensidade luminosa e sua significância para **branquilha-bravo**. E100= 100% da luminosidade, E50= 50% da luminosidade e E10= 10% da luminosidade.

Ensaio	Primavera	Verão	Outono	Inverno
E100 vs E50	449 vs 296 *	1304 vs 1344 ns	1388 vs 1336 ns	1388 vs 1472**
E100 vs E10	449 vs 458 ns	1304 vs 1332 ns	1388 vs 1505 ns	1388 vs 1463**
E10 vs E50	458 vs 296 **	1332 vs 1344 ns	1505 vs 1336*	1463 vs 1472 ns

Nas colunas ns= não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

Para **branquilha-bravo**, quando comparados dois ensaios para análise do efeito da intensidade luminosa no teor de clorofila, foi encontrada diferença significativa em algumas estações do ano. Quando comparados os ensaios E100 vs E50 a espécie apresentou significância apenas na primavera e no inverno. Na comparação entre os ensaios E100 vs E10 durante as estações do ano, apenas no

inverno observou-se diferença significativa, nos demais períodos do ano não foram verificadas diferenças estatísticas. Nos ensaios E10 vs E50 quando comparados durante um período vegetativo completo, demonstraram significância na primavera e no outono, não mostrando diferenças no verão e no inverno nos ensaios comparados.

**Tabela 4.** Análise do teor de clorofila ( $\text{mg.m}^{-2}$ ) em relação as variações de níveis de intensidade luminosa e sua significância para **ingá**. E100= 100% da luminosidade, E50= 50% da luminosidade e E10= 10% da luminosidade.

Ensaio	Primavera	Verão	Outono	Inverno
E100 vs E50	148 vs 220 ns	1237 vs 1298 ns	1205 vs 1260 ns	1345 vs 1406ns
E100 vs E10	148 vs 223 ns	1237 vs 123 ns	1205 vs 1265*	1345 vs 1202 ns
E10 vs E50	223 vs 220 ns	1230 vs 1298 ns	1265 vs 1260 ns	1202 vs 1406 ns

Nas colunas ns= não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

A espécie **ingá**, na mesma comparação, demonstrou significância apenas entre os ensaios E100 vs E10 no outono, não observando nenhuma significância durante as outras estações e nas demais comparações. Inoue (2010) analisando a espécie *Araucaria angustifolia* demonstrou haver variação nos teores de clorofila durante as estações

do ano, verificando um aumento significativo no inverno. Também foram encontradas variações nos teores de clorofila em *Schinus terebinthifolius*, com aumento dos níveis de clorofila da primavera em direção ao verão, sendo as maiores concentrações no período de inverno, corroborando com os dados encontrados neste trabalho.

**Tabela 5.** Análise do teor de clorofila ( $\text{mg.m}^{-2}$ ) em relação as variações de níveis de intensidade luminosa e sua significância para **ocotea-guiacá**. E100= 100% da luminosidade, E50= 50% da luminosidade e E10= 10% da luminosidade.

Ensaio	Primavera	Verão	Outono	Inverno
E100 vs E50	288 vs 237 ns	1149 vs 1189 ns	1160 vs 1152 ns	1129 vs 1142 ns
E100 vs E10	288 vs 521*	1149 vs 1490**	1160 vs 1504**	1129 vs 1421**
E10 vs E50	521 vs 237*	1490 vs 1189**	1504 vs 11521**	1421 vs 1142**

Nas colunas ns= não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

A tabela 5 demonstra as médias dos teores de clorofila e sua significância na comparação entre os ensaios. Na comparação entre E100 vs E50 não foi verificado nenhuma interação significativa durante as estações. Nos ensaios E100 vs E10 e E10 vs E50 durante todas as estações do ano a comparação foi significativa.

Reid et al. (1991) observaram que o aumento do teor de clorofila total nas folhas aumenta a capacidade de absorção de luz de diferentes comprimentos de onda nos picos da fotossíntese, tal como a luz na faixa do verde, presente em grande quantidade no interior do dossel das florestas. Boardman (1977) salienta que as folhas de sombra apresentam maior concentração de clorofila do que folhas de sol.

sentido da primavera em direção as demais estações para todas as espécies analisadas.

Durante a primavera, o **ingá** apresentou-se tipicamente como espécie tolerante, devido à elevação do teor de clorofila sob baixa luminosidade. A **ocotea-guiacá** demonstrou uma adaptação fisiológica ao sombreamento, apontando-se para ambientes mais sombreados, devido à elevação do teor de clorofila em baixa luminosidade.

O **branquilha-bravo** demonstrou ser uma espécie bastante plástica, se desenvolvendo tanto em ambientes com alta ou baixa luminosidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. P. de, ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural*, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.

## CONCLUSÕES

As diferentes condições luminosas e as diferenças nas estações do ano afetaram o teor de clorofila das espécies estudadas. O pigmento tende a aumentar no

- BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual review of plant physiology**, v. 28, n. [S.I.], p. 355-377, 1977.
- MAZZA, C. A. da S.; SANTOS, J. E. dos S.; MAZZA, M. C. M.; MATTOS, P. P. de.; RACHWAL, M. F. G. **Caracterização Ambiental dos Componentes Estruturais da Paisagem do Município de Irati, Paraná**. Colombo: EMBRAPA, 45p. 2005 (Boletim técnico, 25).
- CARVALHO, P. E. R. **Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) MART. Subsp. *Canjerana*, *Calophyllum brasiliense* CAMB. e *Centrolobium robustum* (Vell) MART. EX Benth., na fase juvenil**. 1996. 157 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1996.
- DUZ, R.; SANTOS, M.; PAULILO, T. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira Botânica** v. 27 n. 3 São Paulo, 2004.
- ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado em Eng. Florestal) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 1989.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, v. 44, n. 43, p. 1-10, 1990.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudos da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v.3, n.1, p. 39-45, 1991.
- FREIBERGER, M.; CASTOLDI, G.; MARINI, D.; LANG, A.; HERZOG, N. F. M.; MALAVASI, U. C. Variação sazonal de clorofilas em folhas de *Tabebuia avellanedae* e *Anadenanthera colubrina*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1343-1348, 2010.
- GERUM, M.; INOUE, M. T. **Variação estacional da pigmentação foliar de quatro espécies arbóreas em função da poluição urbana**. In: CONGRESSO BRASILEIRO FISILOGIA VEGETAL. Lavras. Resumos do V Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal. Lavras: SBFV/UFL, v. único, p. 278, 1995.
- INOUE, M. T. A auto-ecologia do gênero *Cedrela*: efeitos da fisiologia do crescimento no estágio juvenil em função da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, v. 8, n. 2, p. 58-61, 1977.
- INOUE, M. T.; MARTINS, E. G. Variação sazonal da fotossíntese e clorofila em progênies de *Grevillea robusta* Cunn. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, vol. 8, n. 1, 2006.
- INOUE, M.T. Teor de clorofila de seis espécies arbóreas sob influência da poeira de cimento. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 457- 464, 2010.
- LEITE, G. B.; FINARDI, N.; FORTES, G. R. Efeitos de concentrações de sacarose no meio de cultura e da intensidade luminosa no enraizamento “*in vitro*” do porta-enxerto de pereira OH X F97. **Ciências agrotécnicas**, v. 24, n. 2, p. 353 - 357, 2000
- MARTINAZZO, E. G.; ANESE, S.; WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Efeito do Sombreamento sobre o Crescimento Inicial e Teor de Clorofila Foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) – Família Myrtaceae. **Revista Brasileira de Biociência**, v. 5, n. 2, p. 162-164, 2007.
- MARQUES, T. P. **Subsídios à recuperação de formações florestais ripárias da Floresta Ombrófila Mista do Estado do Paraná, a partir do uso de espécies fontes de produtos florestais não-madeiráveis**. 2007. 235 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, 2007.
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 35 – 45, 2000
- OSUNKOYA, O. O.; ASH, J. E. Acclimation to a change in light regime in seedlings of six Australian rainforest tree species. **Australian Journal of Botany**, v. 39, n. 6, p. 591-605, 1991.
- PORRA, R. J; THOMPSON, W. A ; KRIDEMANN, P. E. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophylls standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimic et Biophysica Acta**, v. 975, p. 384-394, 1989.
- POSSETTE, R. F. da S.; RODRIGUES, W. A. O gênero *Inga* Mill. (Leguminosae - Mimosoideae) no estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.24, n.2, pp. 354-368, 2010.

- QUINET, A.; ANDREATA, R. H. P. Lauraceae na reserva ecológica de Macaé de cima, município de Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 53, n. 82, p. 59-121. 2002
- REDLING, J. S. H.; SOUZA, C. A. M.; CAÇADOR, F. R.; BERGHER, I.; PEZZOPANE, J. E. Desenvolvimento de duas espécies florestais submetidas a diferentes níveis de radiação solar. In: X encontro latino americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2009, **Anais...** p. 2869-2872.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. **Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa**. Colombo: Embrapa Florestas, p.179-194, 2006. (Comunicado técnico 128).
- REID, D.M.; BEALL, E.D.; PHARIS, R.P. Environmental cues in plant growth and development. In: STEWARD, F. C. (Ed). **Plant physiology**. San Diego: Academic Press, 1991. p.65-181. (Growth and Development, 10).
- RIBEIRO, S. B. **Classificação e ordenação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 2004. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artemed, 2004. 719p.