

EFEITOS DA FENOLOGIA E DA LUMINOSIDADE NO TEOR DE CLOROFILAS EM FOLHAS DE *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan.

Mariângela Brito Freiburger, Deniele Marini, Simone Daneluz, Neusa Francisca Michelin Herzog, Ubirajara Contro Malavasi (Orientador/UNIOESTE), e-mail: biramalavasi@yahoo.com.br.

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Agrárias – Marechal Cândido Rondon – PR.

Palavras-chave: aclimação, espécie heliófita, luminosidade.

Resumo:

A intensidade de luz interfere no crescimento vegetativo por exercer efeitos diretos sobre a fotossíntese, a abertura estomática e a síntese da clorofila. O presente estudo objetivou determinar o efeito da sazonalidade no teor de clorofilas **a**, **b** e total, bem como na razão clorofila **a/b** em árvores de *Anadenanthera colubrina* (angico branco) e *Tabebuia avellanedae* (ipê-roxo). O experimento consistiu em um delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 (2 espécies e 3 épocas de avaliação) com 5 blocos. A quantificação das concentrações de clorofilas nas folhas foi realizada em três estações do ano (final de inverno, final de primavera e final de verão) e utilizou a metodologia descrita por Arnon (1949). De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que houve influência da sazonalidade nos diferentes teores de clorofila foliar encontrados entre plantas das duas espécies. O teor de clorofila **a** sofreu alteração apenas para a espécie *A. colubrina*, elevando-se em direção à primavera e verão. Para as duas espécies, a proporção de clorofila **b** foi maior entre os períodos de final de primavera ao final de verão porque este pigmento mostrou apresentar estreita relação com a diminuição da irradiância solar global. A relação clorofila **a/b** elevou-se em sentido à segunda coleta de folhas (dezembro – final de primavera) em função da queda do teor de clorofila **b** no mesmo período. Também houve variação sazonal das concentrações de pigmentos relacionada à fenologia das espécies. *A. colubrina* mostrou maior aclimação no ambiente estudado.

Introdução

O desempenho de uma planta, além dos fatores genéticos, depende diretamente de fatores ambientais que atuam sobre o crescimento. Luz, temperatura e precipitação, em associação com os teores de nutrientes disponíveis no solo são muitos importantes (TAKEUCHI et al., 2004). Porém, para vários autores, dentre os fatores ambientais, é a luz que exerce maior influência sobre todos os estádios de desenvolvimento da planta, existindo um ponto ótimo em cada fase.

A luz é fundamental como fonte essencial e direta de energia para o desenvolvimento de todos os vegetais. Através de várias respostas, desempenha importante papel no funcionamento, estrutura e sobrevivência de qualquer ecossistema (WHATLEY; FEICHTENBERGER WHATLEY, 1982).

Plântulas crescendo no interior de uma floresta passam por mudanças bruscas na quantidade de luz que recebem, estando sujeitas a incidências de luz que variam com as horas do dia, com as estações do ano, com a movimentação de copas, ou devido à queda de outras plantas ao redor (OSUNKOYA; ASH, 1991).

A adaptação das espécies à luminosidade ambiente é importante, principalmente na fase juvenil, por condicionar mudanças morfogênicas e fisiológicas na sua estrutura e função, determinando o sucesso ou não de regeneração (WHATLEY; WHATLEY, 1982). A importância desse fator tem levado diversos autores a classificar as espécies florestais em grupos ecológicos distintos, de acordo com sua capacidade de adaptação às condições de luminosidade ambiente, cujo conhecimento é chave importante para compreensão da dinâmica da floresta e seu manejo (AMO, 1985).

A intensidade de luz é influenciada pela sazonalidade, havendo ainda flutuações dentro da floresta, causadas pela fenologia das espécies, interferido no crescimento vegetativo por exercer efeitos diretos sobre a fotossíntese, a abertura estomática e a síntese da clorofila (MACIEL, 2002).

As clorofilas são os mais importantes pigmentos que absorvem luz nas membranas dos tilacóides nos tecidos fotossintetizantes, e por esta razão, são essenciais à eficiência fotossintética de plantas, ao crescimento e adaptabilidade a diversos ambientes. Desta forma, a concentração de clorofilas é importante indicadora da suscetibilidade da planta à intensidade da luz, uma vez que estas tendem a ser foto-oxidadas sob alta irradiação (VIEIRA, 1996). Contudo, embora vários tipos de clorofila possam ocorrer no reino vegetal, as clorofilas **a** e **b** são as únicas importantes para as plantas lenhosas (KOZLOWSKI, 1962).

A clorofila extraída em uma solução de acetona a 80% possui picos de absorção na faixa do vermelho, nos comprimentos de onda de 645 e 663 nanômetros (nm), respectivamente, para as clorofilas **a** e **b** (LINDER, 1974).

Anadenanthera colubrina e *Tabebuia avellanidae* são espécies heliófitas e podem ser utilizadas não só para arborização, bem como para o plantio em florestas mistas destinadas à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992).

Desta forma, o presente estudo objetivou determinar o efeito da sazonalidade no teor de clorofilas **a**, **b** e total, bem como na razão clorofila **a/b** em árvores de *A. colubrina* e *T. avellanidae*, enfatizando-se o fator luminosidade.

Material e Métodos

O ensaio foi instalado em área de domínio ciliar na Linha São Roque, município de Palotina – PR, localizada a 24° 20' S e 53° 50' W, com altitude

de 330 metros e temperatura média de 21,3 °C (IAPAR, 2008). O clima local nesta região, segundo a classificação proposta por Köppen, é subtropical (Cfa), sem estação seca definida. O solo predominante na área é o Latossolo Vermelho eutroférico de textura muito argilosa, relevo plano (EMBRAPA, 2006). A área do experimento, distante dois metros de um córrego, encontrava-se completamente desprovida de vegetação, apresentando erosão laminar causada pelo arraste de sedimentos e nutrientes em direção ao curso d'água.

As mudas de *Anadenanthera colubrina* (angico branco) e *Tabebuia avellanedae* (ipê-roxo) com 120 dias foram adquiridas do viveiro municipal de Palotina e originadas de sementes coletadas na região do município de Toledo.

No dia 20 de outubro de 2006 as mudas foram transplantadas para a área de domínio ciliar utilizada para a condução deste estudo, a qual fora gradeada para a eliminação de plantas daninhas.

O experimento consistiu em um delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 (2 espécies e 3 épocas de avaliação) com 5 blocos. Cada bloco constou de 32 mudas espaçadas 2 m entre linhas e 2 m entre plantas, numa área total de 900 m².

Sempre que necessário, foram realizadas capinas no sistema de coroamento a 25 cm de distância do coleto da planta, para eliminar a competição com plantas invasoras.

Coletou-se 25 folhas de cada espécie (escolhendo-se aleatoriamente uma árvore de cada espécie em cada bloco) localizadas na parte mediana da copa das árvores de ipê-roxo e angico branco nas seguintes datas:

- 06 de setembro de 2007 – final de inverno
- 05 de dezembro de 2007 – final de primavera
- 14 de março de 2008 – final de verão

Na data da primeira coleta, as árvores com aproximadamente um ano de idade (10 meses e 17 dias), apresentavam-se com comprimento médio de 2,10 m e foram aleatoriamente selecionadas para amostragem das folhas. As avaliações subseqüentes foram executadas em folhas coletadas das mesmas árvores de cada espécie. Retirou-se folhas completamente expandidas e sadias do terço médio da copa das árvores sendo que estas, não apresentavam-se sombreadas por outras folhas. As coletas foram realizadas entre oito e dez horas da manhã e as folhas foram acondicionadas em caixa de isopor contendo gelo, até a chegada ao laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, onde foram feitas as extrações de clorofila.

A quantificação das concentrações de clorofila nas folhas utilizou a metodologia descrita por Arnon (1949).

As leituras de clorofila **a** e **b** foram obtidas por espectrofotometria a 646 e 663 nm, utilizando-se o aparelho espectrofotômetro analógico de marca *Spectrumlab 22*. As concentrações de clorofilas **a**, **b** e total ($\mu\text{g mL}^{-1}$ de solução) foram determinadas segundo as equações propostas por Porra (2002):

$$\begin{aligned} \text{Clorofila a} &= 12,25 E^{663.3} - 2,55 E^{646.6} \\ \text{Clorofila b} &= 20,31 E^{646.6} - 4,91 E^{663.3} \\ \text{Clorofila total} &= 17,76 E^{646.6} + 7,34 E^{663.3} \end{aligned}$$

$E^{663.3}$ = exponencial do valor encontrado na leitura de 663.3 nanômetros

$E^{646.6}$ = exponencial do valor encontrado na leitura de 646.6 nanômetros

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 1998) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% .

Resultados e Discussão

A análise dos resultados (Tabela 1) evidenciou interações significativas entre as épocas de avaliação e as espécies estudadas ao nível de 1% para todas as variáveis mensuradas.

Observa-se que foram encontrados valores superiores a 10% para todos os coeficientes de variação (CV%) (Tabela 1), porém a precisão experimental foi suficiente para detectar diferenças significativas para todos os parâmetros avaliados.

Tabela 1 - Valores de quadrado médio para as variáveis clorofila a, clorofila b, clorofila total e razão clorofila a/b.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		cl a	cl b	cl total	cl a/b
Bloco	4	679,62	2004,2	4167,48	5,16
Espécie	1	26132,77**	471,84 ^{ns}	27820,29*	15,81**
Época	2	7763,17**	37221,21**	63451,61**	85,08**
Época*Espécie	2	13967,96**	9996,43**	40838,35**	7,82**
Erro	140	1953,64	1442,62	5832,71	2,14
CV (%)		41,15	77,99	49,35	45,06

* significativo a 5%; ** significativo a 1%; ^{ns} não significativo

A irradiância solar global nas datas em que se realizou as coletas das folhas para a estimativa, dos teores clorofilianos foi de 13; 19 e 17 MJ m⁻² dia⁻² respectivamente para os meses de setembro e dezembro de 2007 e março de 2008 (IAPAR, 2008).

O ipê-roxo não evidenciou alteração significativa (p>0,05) para o teor de clorofila **a** durante as épocas de amostragem (final de inverno, final de primavera e final de verão), diferentemente do angico branco, que apresentou diferença significativa (p<0,05) para o teor de clorofila **a**, uma

vez que a concentração deste pigmento fora superior na avaliação realizada em março, em relação às avaliações anteriores. Em março verificou-se também diferença significativa entre as duas espécies para o teor de clorofila **a**, evidenciando-se que o angico produziu 1,7 vezes mais clorofila **a** em relação ao ipê (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios de clorofila a, em $\mu\text{g mL}^{-1}$ solução, de duas espécies em função de três épocas de avaliação. Palotina – PR, 2007 - 2008.

Épocas de avaliação	Espécies			
	Angico branco		Ipê-roxo	
Setembro/07	93,147	B a	96,991	A a
Dezembro/07	117,52	B a	96,776	A a
Março/08	151,13	A a	88,84	A b

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas linhas, e médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

O aparelho fotossintético das plantas sofre influências marcantes no âmbito da interação genótipo x ambiente, sendo as condições de luminosidade um dos fatores preponderantes (ENGEL et al., 1991). Kageyama e Castro (1989), estudando a sucessão nas florestas, afirmam que a resposta das plantas ao fator luminosidade é muito diversificada, sendo que algumas espécies demonstram variação do nível de pigmentos foliares conforme a época do ano.

Em relação aos teores de clorofila **b** (Tabela 3), o angico branco apresentou um decréscimo não significativo do mês de setembro para o mês de dezembro (final de inverno – final de primavera, respectivamente), seguido de um significativo aumento em março (final de verão), similarmente ao ipê-roxo, o qual demonstrou decréscimo no teor de clorofila **b** no final da primavera (dezembro), seguido de um aumento no final do verão.

Tabela 3 - Valores médios de clorofila b, em $\mu\text{g mL}^{-1}$ solução, de duas espécies em função de três épocas de avaliação. Palotina – PR, 2007 - 2008.

Épocas de avaliação	Espécies					
	Angico branco			Ipê-roxo		
Setembro/07	27,211	B	a	46,564	AB	a
Dezembro/07	26,723	B	a	31,886	B	a
Março/08	97,473	A	a	62,316	A	b

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas linhas, e médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Gerum; Inoue (1995) afirmam que comumente o que se observa nas plantas é a ocorrência de uma queda do teor de pigmentos no inverno, como foi verificado neste estudo, uma vez que o angico branco evidenciou um aumento no teor de clorofilas **a** e **b** no final de verão, quando a irradiância solar média foi de $17 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

Todavia, o ipê-roxo produziu 1,5 vezes mais clorofila **b** em setembro (final de inverno), quando a irradiância solar global média era 1,5 vezes menor em relação à irradiância em dezembro (final de primavera). Este comportamento pode ser explicado por Almeida et al. (2004), os quais argumentam que pode ocorrer um maior acúmulo de clorofilas em níveis de baixa radiação solar devido ao efeito compensatório da espécie a menor quantidade de radiação disponível.

Nogueira e Silva Junior (2001) avaliaram a diferença entre dois genótipos de *Annona muricata* L. com relação à transpiração, resistência à difusão de vapor, temperatura foliar, tensão da água no xilema, além do teor de clorofila durante duas épocas do ano (setembro e dezembro), em condições de campo. Os autores verificaram que houve a degradação da clorofila **b** entre os meses de setembro e dezembro, para a graviola Morada, resultado semelhante ao encontrado neste experimento, para o ipê-roxo.

Inoue; Martins (2006), avaliando distintas reações na taxa fotossintética entre progênies de *Grevillea robusta* A. Cunn. bem como a relação destas taxas com as estações do ano, demonstraram existir forte influência da sazonalidade sobre o desempenho fotossintético da espécie. Estes autores verificaram que a variação da taxa fotossintética da *G. robusta* mostrou elevação no sentido inverno-primavera-verão, retornando aos níveis iniciais do outono do período anterior. Machado et al. (2002) e Alves (2004) *apud* Inoue; Martins (2006) afirmaram que tal comportamento também foi verificado para outras espécies lenhosas.

Quanto ao teor de clorofila total (Tabela 4), apenas o angico apresentou diferença significativa no decorrer do estudo. Para esta espécie, o teor clorofiliano aumentou continuamente no sentido final de inverno – final de primavera – final de verão, evidenciando concentração significativamente superior no final do verão, quando a irradiância solar global média foi de $17 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Contudo, para o ipê não se detectou diferença significativa para

o teor total de clorofila, provavelmente pelo fato de não haver variação no seu teor de clorofila **a**. No mês de março verificou-se também diferença significativa entre as duas espécies para o teor total de pigmentos, quando fora evidenciado que o angico produziu 1,6 vezes mais clorofila total.

Tabela 4 - Valores médios de clorofila total, em $\mu\text{g mL}^{-1}$ solução, de duas espécies em função de três épocas de avaliação. Palotina - PR, 2007 - 2008.

Épocas de avaliação	Espécies					
	Angico branco			Ipê-roxo		
Setembro/07	120,36	B	a	143,56	A	a
Dezembro/07	144,25	B	a	128,66	A	a
Março/08	240,45	A	a	151,12	A	b

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas linhas, e médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Reid et al. (1991) afirmaram que o aumento dos teores de clorofilas 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.

Desta forma, considerando que ambas as espécies estudadas são heliófitas (necessitam de luz solar direta para alcançar sua máxima produtividade) (LORENZI, 1992) e que apenas o angico apresentou diferença significativa para o teor de clorofila total no final do verão, poder-se-ia inferir que esta espécie apresenta maior resposta ao aumento da intensidade luminosa. Este comportamento do angico pode ser justificado pela característica de espécie pioneira (encontrada em clareiras, apresenta rápido crescimento, ciclo de vida curto, com sementes fortemente dependentes de luz solar direta para germinação) a qual apresenta estreita relação com a incidência de luminosidade.

Poder-se-ia inferir também que o ipê, por ser uma espécie que apresenta maior produtividade em formações secundárias ou primárias densas (LORENZI, 1992) e, portanto estar adaptada a ambientes com pouca luminosidade não demonstrou diferença significativa no teor total de clorofila quando a irradiância solar global aumentou na primavera e verão.

Muitos dos estudos do comportamento de espécies arbóreas tropicais em relação à variação de luz têm sido feitos crescendo plântulas em diferentes quantidades de luz constante, sendo que a resposta da planta ao novo ambiente pode ser afetada pelo ambiente prévio ao qual ela estava submetida (OBERBAUER e STRAIN, 1985).

Martinazzo et al. (2007) avaliaram o efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* L. Os tratamentos testados foram: 100% de luminosidade (em que as mudas ficaram expostas ao sol pleno) e 50% de luminosidade (em que as plantas ficaram em casa de vegetação, onde um sombrite recobria a parte superior e

lateral de um túnel). As avaliações do crescimento inicial das mudas foram realizadas com o número de três plantas escolhidas ao acaso, de cada tratamento aos 71, 117 e 152 dias após a germinação. A extração da clorofila também foi realizada, segundo metodologia proposta por Arnon (1949). Os autores verificaram que os teores de clorofila total foram significativamente maiores para as mudas cultivadas sob 50% de sombreamento, ocorrendo queda acentuada no teor de clorofila foliar total nas plantas acondicionadas a pleno sol, similarmente aos resultados encontrados por Almeida et al. (2004), em estudo do crescimento inicial de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. e por Scaloni et al. (2002) para mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns.

Com relação à razão clorofila **a/b** (Tabela 5), para o angico, esta variou de 3,76 (em setembro) para 5,16 (em dezembro), decrescendo para 1,78 (em março). Já em folhas de ipê os valores foram de 2,96; 3,81 e 1,99, respectivamente nos mesmos períodos.

Tabela 5 - Valores médios da razão clorofila a/b, em $\mu\text{g mL}^{-1}$ solução, de duas espécies em função de três épocas de avaliação. Palotina - PR, 2007 - 2008.

Épocas de Avaliação	Espécies					
	Angico branco			Ipê-roxo		
Setembro/07	3,76	B	a	2,966	AB	a
Dezembro/07	5,17	A	a	3,811	A	b
Março/08	1,79	C	a	1,991	B	a

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas linhas, e médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Entre o final do verão (março) e o final do inverno (setembro), a razão clorofila **a/b** foi 2,0 vezes maior para o angico em relação ao ipê; entre o final da primavera (dezembro) e o final do verão, esta razão foi 1,8 vezes superior para a mesma espécie, e entre o final do inverno e o fim da primavera a diferença foi 1,7 vezes superior também para o angico (Tabela 5), evidenciando que esta espécie, em relação ao ipê, possui maior aclimação no ambiente em estudo.

Em geral, as clorofilas **a** e **b** ocorrem em razão aproximada de 3:1. As condições de crescimento e os fatores ambientais podem afetar essa razão. Plantas de sol ou expostas a condições de alta luminosidade apresentam razões de 3,2 a 4,0 enquanto nas plantas de sombra as razões variam de 2,5 a 2,9 (LICHTENTHALER, 1983).

Yoder; Daley (1990) afirmaram que os teores de clorofila **a** em relação aos teores de clorofila **b** apresentam diferentes variações em função dos meses, porque a clorofila **a** está presente nos dois tipos de complexo clorofila-proteína (complexo P-700-clorofila **a**-proteína e complexo **a/b**-proteína), que variam diferentemente da ação da luz, enquanto que a clorofila **b** tem uma resposta mais definida.

Segundo Kramer; Koslowski (1979) as razões entre clorofilas **a** e **b** tendem a cair com a diminuição da intensidade da irradiação; contudo neste estudo observou-se o inverso, comparando-se o inverno e o verão. Tal comportamento pode ser explicado por Kramer; Kozlowski (1979); Popma; Bongers (1991) *apud* Malavasi; Malavasi (2001), os quais afirmam que a concentração e a proporção de pigmentos fotossintéticos foliares também variam com a espécie, o meio, o grau de poluição e a idade da folha.

A Tabela 5 evidencia que a relação clorofila **a/b** elevou-se na segunda coleta de folhas (dezembro – final de primavera) o que é explicado pela queda do teor de clorofila **b** no mesmo período. Isso ocorreu porque entre a primeira e a segunda quantificação de clorofilas, a irradiância aumentou de 13 para 19 MJ m⁻² dia⁻¹. Já entre a segunda e a terceira quantificação, houve queda significativa (p<0,05) da razão clorofila **a/b**, uma vez que neste intervalo ocorreu acréscimo do teor de clorofila **b**, devido à redução da irradiância de 19 para 17 MJ m⁻² dia⁻¹.

Segundo Engel; Poggiani (1991) a relação clorofila **a/b**, de uma maneira geral tende a diminuir com a redução da intensidade luminosa, devido uma maior proporção relativa de clorofila **b** em ambiente com menor incidência luminosa. Contudo, o que se observou em setembro, quando a irradiância foi de 13 MJ m⁻² dia⁻¹, é que o teor de clorofila **b** para o angico foi 3,6 vezes inferior em relação a março, ocasião em que a irradiância correspondia a 17 MJ m⁻² dia⁻¹. Este comportamento do angico é explicado pela sua característica de espécie decídua, ou seja, como na data da primeira coleta de folhas (final de inverno), estas ainda estavam no início de seu desenvolvimento (após o período de senescência que ocorre na estação de outono), verificaram-se menores teores clorofilianos, principalmente de clorofila **b**.

Rego; Possamai (2006), com o objetivo de avaliar os efeitos de períodos de sombreamento sobre o crescimento inicial e concentrações de clorofila em mudas de *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, conduziram um experimento em que os tratamentos estabelecidos consistiram: 100 % (pleno sol); 70 %; 64 %, 44 % e 34 % de radiação solar incidente. Níveis de sombreamento elevados proporcionaram maiores teores de clorofila **a** e **b** e total, em mudas do *C. legalis*. A interação entre intensidade luminosa e clorofilas **a** e **b** foi altamente significativa, exceto para a relação clorofila **a/b**. Os autores citam que estes resultados estão de acordo com os encontrados por Carvalho (1996), que observou maior teor de clorofila **b** nos níveis mais altos de sombreamento para as espécies arbóreas *Cabralea canjarana* (Vell) Mart. e *Centrolobium robustum* (Vell.) Mart. e contradizem Engel (1989), que afirma ser a clorofila **a** altamente sensível à redução da intensidade luminosa (como verificado neste trabalho, em relação a esta clorofila).

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos nos períodos avaliados, conclui-se que houve influência da sazonalidade nos diferentes teores de clorofila foliar encontrados entre plantas de ipê-roxo e angico branco.

O angico branco, por ser espécie pioneira, adaptada às condições de clareiras e dependente de ambientes com maior luminosidade, apresentou elevação no seu teor de clorofila total, em função do aumento da irradiância solar. O ipê-roxo, apesar de ser uma espécie heliófita, está adaptado a formações secundárias ou primárias densas, bem como a ambientes com pouca luminosidade e, portanto não demonstrou diferença significativa no teor total de clorofila quando a irradiância solar global aumentou na primavera e verão.

Também houve variação sazonal dos pigmentos relacionada à fenologia das espécies, uma vez que no final do inverno, época em que as folhas estavam em início de desenvolvimento, observou-se menores teores de pigmentos clorofilianos.

O teor de clorofila **a** sofreu alteração apenas para a espécie angico branco, elevando-se no verão. O teor de clorofila **b** mostrou apresentar estreita relação com a diminuição da irradiância solar global.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica à primeira autora.

Referências

- 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*, 2004, v.34, n.1, p.83-88.
- Arnon, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 1949, v.24, n.1, p.1-15.
- 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*, 1991, v. 3, n.1, p. 39-45.
- Inoue, M. T.; Martins, E. G. Variação sazonal da fotossíntese e clorofila em progênies de *Grevillea robusta* Cunn. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 2006, v.8, n. 1, p.72-80.
- Kageyama, P. Y; Castro, C.E.F. Sucessão secundária estrutura e plantações de espécies arbóreas nativas. *IPEF*, 1989, v.2, p. 40-41.
- Linder, S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determinations in ecological and ecophysiological investigations. *Physiologia Plantarum*, 1974, v.32. p.154-156.

Lichtenthaler, H.K.; Wellburn, A. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 1983, v. 603, p. 591-592.

Maciel, M. N. M. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 2002, v. 4, p.34-39 .

Malavasi, U. C.; Malavasi, M. M. Leaf characteristics and chlorophyll concentration of *Schyzolobium parahybum* and *Hymenea stilbocarpa* seedlings grown in different light regimes. *Tree Physiology*, 2001, v.21, p. 701-703.

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 Biociências*, 2007, v. 5, p. 162-164.

Nogueira, R. J. M. C.; Silva Junior, J. F. S. resistência estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de gravioleira. *Scientia Agrícola*, 2001, v.58, p.491-495.

Oberbauer, S.F.; Strain, B.R. Effects of light regime on the growth and physiology of *Pentaclethra maculosa* (Mimosaceae) in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 1985, v.1, p.303-320.

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*, 1991, v.39, p.591-605.

Porra, R. J. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. *Photosynthesis Research*, 2002, v.73, p.149-156.

Rego, G. M; Possamai, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 2006, n.53, p.179-194.

Reid, D. M.; Beall, E. D.; Pharis, R. P. Environmental cues in plant growth and development. In: Steward. F. C. (Ed). *Plant Physiology*, 1991, v.10, p. 65-181.

Yoder, B.J.; Daley, L. S. Development of a visible spectroscopic method for determining chlorophyll a and b in vivo in leaf samples. *Spectroscopy Amsterdam*, 1990, v.5, p.44-50.

Takeuchi, A. T.; Galon, J. A.; Bellingieri, P. A.; Benincasa, M. Efeito da radiação solar sobre o acúmulo de matéria seca e teores de nitrogênio, potássio e cálcio + magnésio em sorgo sacarino *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Científica*, 2004, v. 32, n.1, p. 9-14.

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. Tese Doutorado, Universidade Federal do Paraná Curitiba, 1996.

Engel, V. L. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, 1989.

Vieira, G. Gap dynamics in managed Amazonian forest: Structural and ecophysiological aspects. Tese de Doutorado, University of Oxford, 1996.

Amo, S. R. del. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de especies primarias. In: GOMES-Pompa, A.; Amo R., S. del (Ed.). *Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas en Veracruz, Mexico*: Alhambra Mexicana, 1985.

Embrapa. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa - SP / Embrapa - CNPS, 2006.

Ferreira, D. F. *Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados*. Lavras: UFLA, 1998.

Kramer, T.; Koslowski, T. T. *Physiology of woody plants*. New York: Academic Press, 1979.

Kozlowski, T. T. *Tree Growth*. New York: The Ronald Press, 1962.

Lorenzi, H. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

Watley, J. M.; Watley, F. R. *A luz e a vida das plantas*. São Paulo: EPU-EDSP, 1982.

Gerum, M.; Inoue, M.T. – Variação estacional da pigmentação foliar de quatro espécies arbóreas em função da poluição urbana. In: V Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Lavras, 1995. v. único, p. 278.

IAPAR. Médias históricas em estações do IAPAR. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=668>>. Acesso em 19 set. 2008.