

Influência da luminosidade nos aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (*Anacardiaceae*) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório Iraí, Paraná, Brasil

Larissa De B. Chiamolera Sabbi¹; Alessandro Camargo Ângelo² & Maria Regina Boeger³

¹Faculdades Integradas do Brasil (UniBrasil). laridbc@gmail.com

²Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais. alessandro.angelo@ufpr.br

³Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica. rboeger@ufpr.br

Recebido em 4.II.2010. Aceito em 20.X.2010

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da luminosidade na estrutura das folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão (área aberta e capoeira) nas margens do Reservatório Iraí, Paraná. Foram avaliados aspectos morfológicos (área foliar, peso seco, área foliar específica, densidade estomática), anatômicos (espessuras de cutícula, epiderme adaxial, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, epiderme adaxial e espessura total), fisiológicos (taxa de fotossíntese, condutância estomática, transpiração) e de desenvolvimento (altura, diâmetro e taxa de sobrevivência) até os 18 meses. Os indivíduos de *S. terebinthifolius* da área de capoeira apresentaram área foliar, área foliar específica e altura significativamente maiores. A espessura da cutícula, do parênquima paliçádico e espessura total do limbo foram significativamente maiores para os indivíduos da área aberta. A taxa de sobrevivência foi satisfatória em ambas as áreas, porém foi ligeiramente maior na área de capoeira. Os resultados demonstram a capacidade adaptativa desta espécie diante de diferentes condições de luminosidade.

Palavras-chave: aroeira, morfoanatomia foliar, luz

ABSTRACT – **Influence of light on morphoanatomical and physiological aspects of the *Schinus terebinthifolius* Raddi (*Anacardiaceae*) leaves implanted in two areas with different degrees of succession, on the banks of the Iraí Reservoir, Paraná, Brazil** – This study aimed to assess the influence of light on the leaf structure of *Schinus terebinthifolius* implanted in two areas with different degrees of succession on the banks of the Iraí Reservoir, PR. Morphological (leaf area, dry weight, specific leaf area, and stomatal density), anatomical (cuticle thickness, adaxial epidermis, palisade and spongy parenchyma, adaxial epidermis, and total thickness), physiological (photosynthesis rate, stomatal conductance, and transpiration) and developmental (height, diameter, and survival) aspects were evaluated over 18 months. Individuals of *S. terebinthifolius* in regenerating forests presented a significantly higher leaf area, specific leaf area, and height. The thickness of the cuticle, palisade parenchyma and total thickness was significantly higher in the individuals of the open area. The survival rate was satisfactory for both areas but was slightly greater in the regenerating forest area. The results demonstrate the adaptive capacity of this species at different conditions of light.

Key words: aroeira, leaf morpho-anatomy, light

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas ao longo dos anos desencadearam uma expressiva perda de ecossistemas florestais. Kageyama & Gandolfi (2004) destacam entre essas atividades a expansão desordenada das fronteiras agrícolas e de áreas urbanas, a exploração florestal, a mineração, a construção de reservatórios hídricos e a poluição industrial. No estado do Paraná, esse contexto é claramente visualizado, já que no final do século XIX 83% de sua área era coberta com florestas e atualmente levantamentos indicam que restam apenas 7% de cobertura florestal (Jacobs, 1999). Diante disso, cada vez mais surge a necessidade de recuperação dos ambientes degradados, em decorrência de uma conscientização sócio-ambiental associada a uma exigência legal (Altmann, 2007).

Para a efetivação de ações de recuperação ambiental existem diferentes metodologias e entre essas podem ser citadas a semeadura direta (Araki, 2005), a instalação de poleiros (Almeida, 2000), a transposição de serapilheira (Reis *et al.*, 2003), a coleta de chuva de sementes (Almeida, 2000), o isolamento da área (Rodrigues & Gandolfi, 2004) e o plantio de espécies arbóreas (Kageyama *et al.*, 2003; Carpanezzi, 2005).

As florestas, assim como qualquer outro ecossistema, são o resultado de um processo lento e gradual, denominado de sucessão ecológica, onde se observam o aumento progressivo e a contínua substituição de espécies de diferentes grupos ecológicos ou categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais ou secundárias tardias ou climáticas), sob a influência das diferentes condições ambientais ao longo do tempo (Rodrigues & Gandolfi, 1998). Diante dessa constatação, o plantio de árvores é apenas um dos primeiros passos rumo à recuperação e o uso de espécies de rápido crescimento é uma alternativa para a formação de uma estrutura florestal. Tal estrutura seria capaz de restabelecer a ciclagem de nutrientes e condições de luminosidade que favorecem o estabelecimento de outras espécies nativas, contribuindo com a regeneração natural, ou seja, com o estabelecimento do processo natural da sucessão ecológica.

Para a escolha adequada da espécie que deve ser usada num programa de recuperação é necessário ter conhecimento acerca do seu comportamento no campo. Quando as mudas são instaladas no campo, Sultan (2003) ressalta que elas encontram-se numa fase crucial e, do ponto de vista de competição por

espaço, o rápido crescimento das partes aéreas e subterrâneas, incluindo as estruturas reprodutivas, é decisivo para o estabelecimento do indivíduo. Portanto, é nessa fase que se manifestam as características plásticas e, sobretudo, as estratégias adaptativas em relação às condições do habitat.

Plasticidade fenotípica refere-se a mudanças que ocorrem em características funcionais e estruturais dos indivíduos em resposta aos fatores ambientais a que estão expostos, e ela é essencial para que os organismos possam sobreviver em ambientes heterogêneos ou sob condições ambientais variáveis (Valladares *et al.*, 1997; Sultan, 2003; Côrrea, 2004). Muito embora já estejam disponíveis na literatura obras como Carvalho (2003), ainda existe uma carência de estudos em condições de campo, mais específicos sobre o comportamento de espécies nativas em resposta aos fatores ambientais.

Estudos são imprescindíveis envolvendo adaptações das espécies em resposta a diversos fatores ambientais, tais como: saturação hídrica (Kolb *et al.*, 1998; Medri *et al.*, 2003), exigências nutricionais (Poggiani & Schumacher, 2000) e variações lumínicas (Asthon & Berlyn, 1992; Roças *et al.*, 1997; Nakazono *et al.*, 2001; Illenseer & Paulilo, 2002; Castro *et al.*, 2003; Chiamolera & Angelo, 2007). Essas adaptações podem ser verificadas em vários aspectos morfológicos e anatômicos das plantas. Quando se trata de intensidade luminosa alguns trabalhos levam em consideração as variações na estrutura foliar (Givnish, 1988; Vogelmann *et al.*, 1996), já que, segundo Dickison (2000), este é o órgão da planta que mais responde anatomicamente às variações lumínicas de um determinado habitat.

O conhecimento das adaptações anatômicas e fisiológicas de espécies florestais nativas contribui para a escolha adequada das espécies a serem utilizadas em projetos de restauração. Saber como estas se comportam e se adaptam frente a variáveis ambientais pode indicar ou não se determinada espécie é adequada para determinado local, já que o fracasso de muitos projetos de restauração ocorrem devido a escolha inadequada das espécies utilizadas.

Schinus terebinthifolius Raddi (*Anacardiaceae*), conhecida popularmente como aroeira-pimenteira, ocorre de forma natural na Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil. Neste último, ocorre em diversas regiões fitoecológicas, tais como Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e também em sistemas edáficos de primeira ocupação (Carvalho, 2003). Do ponto de vista de seu comportamento

sucessional, a espécie é tipicamente pioneira (SPVS, 1996). É uma das espécies mais procuradas pela avifauna, sendo, portanto, útil nos reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992). Também possui propriedades medicinais sendo suas folhas e cascas do caule utilizadas na forma de decocto com fins expectorante, anti-séptico, anti-diarréico e cicatrizante (Duarte *et al.*, 2006). Em face disso, a aroeira recebeu atenção em estudos com abordagem fitoquímica (Degáspari, 2004; Pires *et al.*, 2004; Queires *et al.*, 2006) e sobre aspectos da sua morfologia e anatomia (Machado & Carmello-Guereiro, 2001; Duarte *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho é avaliar as respostas morfoanatômica e fisiológica de *S. terebinthifolius* após 18 meses de implantação em condições distintas de luminosidade, considerando como fator de variação áreas com diferentes graus de sucessão nas margens do Reservatório Iraí, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foliares foram obtidas num plantio realizado nas margens do Reservatório Iraí (25°24'15" S e 49°08'38" W), situado entre os municípios de Pinhais, Piraquara e Quatro Barras – Paraná, a 890 m de altitude.

Segundo dados fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), desde a implantação do experimento no campo (dezembro/2005) até a coleta das folhas (junho/2007), a área de estudo apresentou temperatura média de 17,9°C, sendo março de 2007 o mês mais quente (21,7°C) e maio de 2006 o mês mais frio (13,6°C). O mês mais chuvoso foi janeiro de 2007, com 234,2 mm, e o mês mais seco foi junho de 2007, com 1,4 mm, sendo a precipitação média do período de 82,5 mm. A umidade relativa do ar apresentou média para o período de 84,6%, com os maiores valores sendo registrados em abril de 2007 (90%) e agosto de 2006 (75%). Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região é considerado subtropical úmido mesotérmico do tipo Cfb (Maack, 1981).

Para a instalação do experimento foi escolhida uma área do reservatório com diferentes graus de sucessão, ou seja, uma área onde a regeneração espontânea era constituída predominantemente por gramíneas, e aqui, denominada de “Área Aberta”. Seguida por outra área com a presença de capoeira rala, segundo a Classificação da Vegetação Brasileira

do IBGE (Velooso *et al.*, 1991), aqui denominada de “Área de Capoeira”.

Para a caracterização da intensidade luminosa no momento da implantação do experimento foi realizada a amostragem de 30 pontos nas duas áreas com o auxílio de um luxímetro, caracterizando a área aberta (114,400 lux) com praticamente o dobro da intensidade luminosa disponível na área de capoeira (57,6667 lux). Foi realizado um levantamento de solos segundo o Sistema de Classificação de Solos da Embrapa (Embrapa, 1999), sendo o solo classificado como cambissolo húmico distrófico gleico de textura argilosa. O local do plantio, segundo Curcio *et al.* (2007), possui uma declividade entre 4 e 7% e foi configurado como semi-hidromórfico.

Aos seis, doze e dezoito meses de implantação do experimento foram realizadas medições de diâmetro do colo e altura, utilizando paquímetro digital e trena, respectivamente, de todos os indivíduos das espécies do estudo, realizando-se também análise da taxa de sobrevivência das plantas.

A coleta das folhas para a análise da morfologia foliar foi realizada em junho de 2007, quando as mudas estavam com 18 meses. Em cada área (área aberta e área de capoeira) foram coletadas cinco folhas de cada indivíduo, localizadas entre o quarto e sexto nó no sentido ápice-base. Destas, três folhas de cada indivíduo, totalizando 90 folhas por área, foram prensadas totalmente expandidas entre papel jornal e desidratadas em estufa a 65°C até atingir peso constante, para a pesagem das respectivas massas secas, em balança de precisão digital. A partir dessas folhas secas, a área foliar foi calculada através da imagem digitalizada em Scanner de mesa acoplado ao computador, com o auxílio do programa Sigma Scan-Pro versão 5.0. Posteriormente calculou-se a área foliar específica (AFE), definida pela relação área foliar/peso seco (cm².g⁻¹) (Witkowski & Lamont, 1991).

Como *S. terebinthifolius* apresenta folha composta, foram calculados os valores tanto da folha inteira como do folíolo. Para o cálculo da área foliolar foi considerado o terceiro folíolo direito, já que alguns autores (Bongers & Popma, 1990) consideram para folhas compostas os folíolos medianos como folhas simples.

Para a contagem dos estômatos, a superfície abaxial da região mediana de três folhas de cada indivíduo por área de estudo foi modelada com esmalte de unha incolor. A densidade estomática foi determinada através da contagem dos estômatos situados numa área previamente definida, com auxílio de microscópio óptico com câmara clara acoplada.

Para a análise da anatomia foliar, em cada área de estudo, duas folhas de cada indivíduo, num total de 60 folhas por área, foram fixadas em F.A.A. 50 (formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 v/v) (Johansen, 1940) e armazenadas em etanol 50%. Posteriormente, as secções transversais da região do terço médio da folha foram obtidas com o auxílio de lâmina de barbear. As preparações semi-permanentes foram observadas em microscópio fotônico equipado com ocular micrométrica a fim de realizar as medições dos tecidos (em μm) componentes da lâmina foliar: parênquima paliádico, parênquima esponjoso, epiderme (faces abaxial e adaxial) e cutícula, além da espessura total da lâmina.

Para a determinação das variáveis fisiológicas (taxa fotossintética, condutância estomática, taxa de transpiração) foram realizadas medidas no terceiro folíolo do terço apical da folha de 30 indivíduos de cada uma das áreas de estudo. As avaliações foram feitas com o auxílio de um analisador portátil de fotossíntese (Portable Photosynthesis System, modelo LC pró+, Dynamax, USA). No momento da coleta de dados foliares foi feita a caracterização lumínica das áreas de estudo utilizando dados da taxa fotossinteticamente ativa (P.A.R.), caracterizando a área aberta com $1017,03 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ e a área de capoeira com $922,23 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

Para todas as variáveis foram calculadas as médias e os respectivos desvios padrão. Para a análise dos tratamentos foi utilizado Teste t para comparar as médias das características morfológicas ao nível

de 5% de probabilidade com o auxílio do programa Statistica versão 6.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfológicas foliares de *S. terebinthifolius* submetidas às condições do experimento estão de acordo com a descrição de Duarte *et al.* (2006).

Os valores médios para as variáveis morfológicas (Tabela 1) indicaram que a massa seca não variou entre as áreas e que a área foliar, área foliolar e a área específica foliar foram maiores e estatisticamente diferente para a área de capoeira. Esses valores corroboram os dados de outros estudos (Marques *et al.*, 1999; Klich, 2000; Mendes *et al.*, 2001; Castro & Alvarenga, 2002) que afirmam que em ambientes com maior irradiância as espécies tendem a ter folhas menores para minimizar possíveis efeitos negativos do super-aquecimento e das altas taxas de transpiração (Klich, 2000). Já a expansão da folha (maior área) sob menor luminosidade indica uma estratégia da planta de compensar essa menor quantidade de luz recebida, aproveitando-a melhor para maximizar processos fisiológicos relativos ao seu crescimento e desenvolvimento (Campos & Uchida, 2002), ou seja, acaba fornecendo vantagens para a planta na captação da luz, proporcionando uma maior superfície sujeita à interceptação dos raios luminosos (Espindola Junior, 2006), já que a luz encontra-se em menor quantidade.

TABELA 1 – Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) das características morfológicas (n = 90) para folhas e folíolos de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes áreas. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, $p < 0,05$).

Características	Área Aberta	CV (%)	Capoeira	CV (%)
3° Folíolo				
Área Foliolar (cm^2)	3,04 ($\pm 1,15$) b	37,82	3,45 ($\pm 0,96$) a	27,88
Peso Seco (g)	0,04 ($\pm 0,02$) a	43,84	0,04 ($\pm 0,01$) a	28,36
AEF ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	71,68 ($\pm 9,67$) b	13,49	84,35 ($\pm 14,19$) a	16,82
Densidade Estomática ($\text{N}^\circ/\text{mm}^2$)	482,83 ($\pm 85,87$) a	17,79	480,59 ($\pm 105,75$) a	22,01
Folha Inteira				
Área Foliar (cm^2)	33,29 ($\pm 11,76$) b	35,33	38,40 ($\pm 11,79$) a	30,69
Peso Seco (g)	0,54 ($\pm 0,21$) a	39,63	0,52 ($\pm 0,17$) a	32,20
AEF ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	63,50 ($\pm 7,18$) b	11,30	75,52 ($\pm 11,62$) a	15,38

A área específica foliar é uma das principais características indicadoras da taxa de crescimento e das estratégias do uso de recursos pelas plantas (Wilson *et al.*, 1999; Boeger *et al.*, 2006) podendo ser considerada como um índice de produtividade, dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica (Scalon *et al.*, 2003). Para Dale (1988), a área foliar das espécies heliófitas aumenta com a elevação da radiação solar, ao passo que a área foliar de espécies tolerantes à sombra tende a ser aumentada em condições de baixa disponibilidade de radiação solar. No caso de *S. terebinthifolius* observa-se um aumento da área foliar específica para os indivíduos da área de capoeira, atestando a sua tolerância à condição de menor intensidade luminosa.

A densidade estomática não diferenciou estatisticamente entre os indivíduos da área aberta e da área de capoeira, ao contrário do esperado. Muitos estudos apontam uma correlação positiva entre o aumento da luminosidade e a densidade estomática (Ashton & Berlin, 1992; Roças *et al.*, 1997; Klich, 2000; Mendes *et al.*, 2001; Corrêa, 2003; Duz *et al.*, 2004; Espindola Junior, 2006; Nery *et al.*, 2007); porém, para alguns autores não há uma resposta direta da densidade estomática em função do aumento do sombreamento (Hanba *et al.*, 2002). Barrios & Hernández (2003) reforçam essa última afirmação, ao analisar o crescimento de *Spondias purpurea* L. (*Anacardiaceae*) em resposta a diferentes níveis de luminosidade observando que a densidade estomática decresceu com o aumento do índice lumínico.

Outros fatores podem influenciar no número de estômatos, além da quantidade de luz que atinge as

folhas. Em estudo com folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (*Annonaceae*) não foi verificada diferença significativa na densidade estomática entre os ambientes testados, mata semidecídua e plantio de *Eucalyptus* sp (sub-bosque pouco denso), porém essa densidade foi afetada pela estatura das plantas, sendo que plantas pequenas apresentaram menores valores, observando-se ainda, uma baixa correlação positiva da densidade estomática e assimilação média de CO₂ nas plantas analisadas (Justo *et al.*, 2005).

Os estômatos estão associados diretamente com a capacidade fotossintética, e, uma alteração na sua quantidade afeta diretamente a condutância estomática, ou seja, quanto maior a densidade estomática, maior a absorção de CO₂ (Abrams *et al.*, 1992; Evans, 1999). Entretanto, a capacidade de respostas dos estômatos às variáveis ambientais são mais importantes para a determinação da condutância estomática do que o seu número (Lima Junior *et al.*, 2006). O tamanho, a posição e o controle de abertura dos estômatos também irão afetar na absorção de CO₂ (Boeger & Wisniewski, 2003).

Os valores médios da espessura dos tecidos da folha de *S. terebinthifolius* podem ser observados na Tabela 2. Verificou-se que a espessura total do limbo foi maior nas folhas da área aberta, apresentando diferença significativa entre os tratamentos. Ainda é possível afirmar que esse aumento da espessura total do limbo nas folhas da área aberta está associado principalmente a um aumento da espessura do parênquima paliçádico. Essa característica também é reportada para outras espécies (Mendes *et al.*, 2001; Barrios & Hernández, 2003).

TABELA 2 – Valores médios e respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) das espessuras das características anatômicas para os folíolos de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos. (n = 60). Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p < 0,05).

Características	Área Aberta	CV (%)	Capoeira	CV (%)
Cutícula (µm)	5,33 (± 1,27) a	23,77	4,44 (± 1,35) b	30,35
Epiderme Adaxial (µm)	10,87 (± 1,77) a	16,31	10,71 (± 1,48) a	13,87
Hipoderme (µm)	15,91 (± 3,05) a	19,18	15,98 (± 4,43) a	27,70
Parênquima Paliçádico (µm)	107,42 (± 21,52) a	20,04	90,68 (± 22,19) b	24,48
Parênquima Lacunoso (µm)	86,04 (± 18,92) a	21,99	85,44 (± 16,19) a	18,95
Epiderme Abaxial (µm)	12,93 (± 2,45) a	18,98	12,77 (± 1,58) a	12,35
Espessura total (µm)	238,49 (± 35,14) a	14,73	220,03 (± 31,80) b	14,45

Essa variação na estrutura interna da folha está relacionada com a captação da luz, pois o aumento do parênquima paliçádico e o arranjo colunar de suas células permitem que a luz seja transmitida mais diretamente e, assim, evitando a foto-inibição (Taiz & Zeiger, 2004). Em condições onde as plantas estão sob diferentes quantidades de luz, a espessura e a área foliar tendem a ser inversamente proporcionais, ou seja, a folha diminui a área exposta, mas aumenta a espessura da lâmina, devido ao incremento dos tecidos fotossintéticos e dos espaços intercelulares, garantindo assim o volume da folha (Boeger & Poulson, 2006).

Verificou-se, ainda, uma diferença significativa ($p < 0,05$) na espessura da cutícula, sendo que esta foi maior nas folhas da área aberta. Segundo Fermino Jr *et al.* (2004), a cutícula apresenta um papel ecológico fundamental, relacionado à redução na perda de água, à reflexão de irradiação luminosa e na redução

da temperatura, principalmente nas folhas expostas diretamente à radiação solar.

Os dados referentes às trocas gasosas em *S. terebinthifolius* podem ser visualizados na Tabela 3. Verifica-se que, no momento da coleta das folhas, a radiação fotossinteticamente ativa (P.A.R.) não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) e isto se deve ao fato de que o plantio teve como objetivo recuperar a área, não sendo feita nenhuma intervenção na mesma e, portanto, aos 18 meses já ocorreu a entrada de novas espécies e/ou indivíduos herbáceo-arbustivos o que fez com que a área aberta estivesse mais sombreada. Vale ressaltar que as plantas neste momento são o reflexo de todo o tempo em que estão no campo, ou seja, quando foram plantadas, a área aberta estava a pleno sol, conforme evidenciado no perfil da vegetação ao longo do tempo mostrado na Figura 1.

TABELA 3 – Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) das características fisiológicas ($n = 30$) para os folíolos de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, $p < 0,05$). (PAR – radiação fotossinteticamente ativa; A – fotossíntese líquida; GS – condutância estomática; T – transpiração)

Tratamentos	Área Aberta	CV (%)	Capoeira	CV (%)
PAR ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	1017,03 ($\pm 392,23$) a	38,57	922,23 $\pm 595,15$ a	64,53
A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	6,91 ($\pm 3,84$) a	55,56	6,09 ($\pm 2,26$) a	37,14
GS ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	0,13 ($\pm 0,16$) a	122,92	0,08 ($\pm 0,04$) a	46,3
T ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	1,40 ($\pm 0,59$) b	42,6	1,79 ($\pm 0,71$) a	39,51

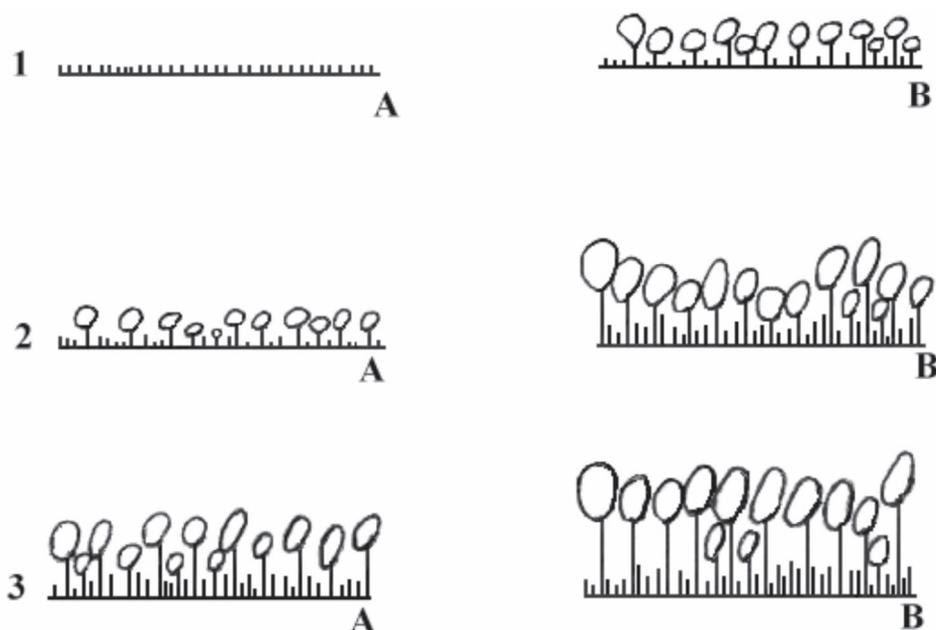


Fig. 1. Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão – Reservatório Iraí, Paraná. (A. área aberta; B. capoeira; 1. momento da implantação do experimento; 2. áreas com nove meses; 3. áreas com dezoito meses).

Estudos envolvendo a dinâmica de capoeiras não são comuns, já que essa fase inicial da sucessão secundária natural é tida, pela sociedade em geral, como sem importância, e que somente a floresta (fase arbórea) tem valor ambiental considerável. Carpanezzi (2005) afirma que a fase herbáceo-arbustiva é importante devido à dependência da fauna e a maximização da biodiversidade pela coexistência de diferentes fases sucessionais.

Com relação à taxa de fotossíntese líquida (A) e a condutância estomática (GS) não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). Isso indica que mesmo as folhas recebendo menor quantidade de luz ao longo do período, elas apresentaram estratégias morfoanatômicas importantes, tal como o aumento da área foliar. Aumentar a área foliar em um ambiente com menor disponibilidade de irradiância permite que a planta consiga captar maior quantidade desta luz, já que esta possui um maior número de células foto-receptoras. As folhas de *S. terebinthifolius* não apresentaram diferença na condutância estomática, fato este que está de acordo também com a não alteração da taxa fotossintética entre as folhas das duas áreas, demonstrando, desta forma, que esta espécie está captando de maneira eficiente o CO_2 para a realização da fotossíntese, independente da quantidade de luz recebida.

A única variável que apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) foi a evapotranspiração (T), que apresentou valores maiores para as folhas de *S. terebinthifolius* da área de capoeira. A transpiração ocorre principalmente através dos estômatos (Kerbaui, 2004) e um número maior de estômatos por unidade de área faz com que ocorra um aumento da taxa de transpiração (Lima Junior *et al.*, 2006). A densidade estomática por mm^2 entre as áreas de estudo não mostrou diferença significativa, porém a área foliar na capoeira foi maior e, desta forma, proporcionalmente, o número total de estômatos nas folhas da área de capoeira também é maior, fato este, que deve ter contribuído para a maior taxa de transpiração observada nesta área.

Outro fator que poderia estar influenciando os maiores valores da taxa de transpiração é a presença de vento, já que este retira o vapor de água presente na superfície da folha, promovendo, assim, o aumento da transpiração (Larcher, 2000). O Reservatório do Iraí está numa área que venta muito e como a área de capoeira está de frente para o reservatório, acaba por receber maior influência do vento, funcionando como uma barreira desse ar em movimento que chega até a área aberta. Assis *et al.* (1996), comprovaram através

de experimentos controlados que a transpiração aumenta com a velocidade do vento, e esse fenômeno diminui quando as plantas estão abrigadas umas pelas outras ou, como ocorre na área aberta do presente experimento, quando algumas plantas são protegidas por uma barreira de vegetação que neste caso está configurado pela área de capoeira.

A maior taxa de transpiração associada com a maior área foliar na área de capoeira pode potencializar a perda de água, porém, isto não está ocorrendo já que essas folhas de *S. terebinthifolius* demonstraram realizar a fotossíntese da mesma forma que as folhas da área aberta (vide fotossíntese líquida, Tab. 3), mostrando que as adaptações morfoanatômicas de *S. terebinthifolius* foram bem sucedidas para compensar a diferença lumínica.

Estudos com de folhas de sol e sombra de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (*Anacardiaceae*), também espécie pioneira, revelaram que tanto a taxa fotossintética quanto a condutância estomática não sofreram variação em função da quantidade de luz recebida (Dias, 2005; Dias *et al.* 2007), assim como aqui observado para *S. terebinthifolius*. Outra semelhança encontrada com *S. terebinthifolius* foi de que a taxa de transpiração foi significativamente maior para as folhas sombreadas. Dias (2005) e Dias *et al.* (2007) sugerem que essas adaptações fisiológicas associadas às adaptações morfoanatômicas reforçam a relativa capacidade da espécie de obter sucesso durante os primeiros estádios da sucessão florestal e esses resultados estão em acordo com os encontrados.

O grupo sucessional a que a espécie selecionada para a recuperação pertence fornece informações acerca da sua capacidade ou não de se aclimatar frente a determinadas condições ambientais. *Schinus terebinthifolius* demonstrou ter capacidade de se aclimatar em condições distintas de luminosidade. Corrêa (2003) afirma que as espécies sucessionais pioneiras têm uma maior flexibilidade fisiológica e um alto potencial de adaptação em resposta a uma mudança ambiental momentânea específica. Nesse sentido, Bazzaz & Carlson (1982) afirmam que espécies sucessionais primárias são mais adaptadas à alta disponibilidade de luz, tolerando variações lumínicas por alterarem seus padrões de resposta fotossintética.

Os dados referentes ao crescimento da espécie nas duas áreas podem ser visualizados na Tabela 4. Apesar da taxa de sobrevivência (Tab. 4) ser considerada satisfatória nas duas áreas, percebe-se que os indivíduos plantados na capoeira obtiveram uma maior taxa de sobrevivência (86,42%) e altura

(69,31 cm) (Tab. 4) quando comparados com aqueles indivíduos da área aberta. Esses dados corroboram os resultados de Scalón *et al.* (2006) que testaram no viveiro o desenvolvimento de

mudas de *S. terebinthifolius* sob diferentes condições de sombreamento, verificando que as mudas apresentaram maiores valores de crescimento em altura sob condições de maior sombreamento.

TABELA 4 – Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) da altura (cm), diâmetro (mm) e taxa de sobrevivência de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, $p < 0,05$).

Variáveis	Área Aberta	CV (%)	Capoeira	CV (%)
Altura (cm)				
6 meses	26,15 (± 10,20) a	38,99	28,22 (± 12,07) a	42,76
12 meses	35,70 (± 17,08) b	47,85	43,30 (± 16,22) a	37,46
18 meses	58,65 (± 29,87) b	50,93	69,31 (± 26,65) a	38,45
Diâmetro (mm)				
6 meses	5,42 (± 2,04) a	37,58	5,11 (± 1,80) a	35,17
12 meses	7,91 (± 3,19) a	40,27	7,53 (± 2,84) a	37,64
18 meses	10,40 (± 4,40) a	41,17	10,30 (± 4,19) a	40,68
Taxa de Sobrevivência (%)				
6 meses	82,96		93,79	
12 meses	77,78		90,06	
18 meses	72,59		86,42	

O aumento na altura em plantas que se desenvolvem em ambientes mais sombreados é considerada uma resposta comum relatada por alguns autores (Inoue & Torres, 1980; Cancian & Cordeiro, 1998; Demuner *et al.*, 2004; Franco & Dillenburg, 2007) e isso reflete uma tendência ao estiolamento, ou seja, um investimento inicial pronunciando no alongamento vertical do caule a fim de alcançar a luz com maior facilidade. Demuner *et al.* (2004) relatam que a dominância apical aumenta quando as plantas são submetidas a níveis elevados de sombreamento, em razão do decréscimo de fotoassimilados e maior nível de auxina no ápice caulinar. Já Steingraeber (1982) ressalta que o estiolamento pronunciado pode comprometer tanto a sustentação da parte aérea quanto o investimento em ramos laterais, por reduzir o vigor do caule.

Os dados do diâmetro (Tab. 4) não apresentaram diferença significativa entre as áreas, e dessa forma, *S. terebinthifolius* está adaptado às variações de luminosidade das duas áreas, já que, segundo Scalón *et al.* (2001) um maior diâmetro de caule sugere

uma maior disponibilidade de fotoassimilados mobilizados pela parte aérea (maior particionamento de fotoassimilados da parte aérea), demonstrando, assim, um eficiente crescimento tanto na capoeira como na área aberta. Vale ressaltar que esse fato também é corroborado pela diferença não significativa da taxa de fotossíntese constatada.

As características relacionadas acima mostram a plasticidade morfológica de *S. terebinthifolius* em resposta a habitats que apresentaram em sua trajetória diferentes condições lumínicas. Nas condições estabelecidas pelo experimento, a espécie confirmou sua capacidade de adaptar-se a uma variedade de habitats, conforme relatado por Carvalho (2003), devido a sua habilidade de aclimação a uma faixa de intensidades luminosas desde pleno sol até condições de sombreamento impostas pelo crescimento de outras espécies presentes no estágio sucessional de capoeira sem sofrer prejuízos no seu crescimento. Porém, o que se percebe é que essa é uma espécie favorecida por níveis intermediários de luz (aqueles presentes na capoeira), visto

que sua taxa de sobrevivência foi maior nessas condições. Então, comporta-se como uma espécie de características sucessionais intermediárias, sendo capaz de se regenerar tanto sob o dossel da mata quanto em áreas abertas. Essa característica está de acordo com Souza & Pina-Rodrigues (2000) que citam que *S. terebinthifolius* possui uma estratégia de estabelecimento mais típica de espécies secundárias, com tendência a secundária tardia, discordando de Carvalho (2003).

Portanto, os resultados apresentados das adaptações morfoanatômicas e fisiológicas das folhas de *S. terebinthifolius* demonstram uma considerável capacidade adaptativa desta espécie diante de diferentes condições de luminosidade, e, desta forma, esta espécie pode obter sucesso tanto em plantios a céu aberto e sob cobertura, podendo inclusive ser usada em projetos de enriquecimento de capoeiras ou ainda em consórcio com outras espécies mais exigentes com relação à quantidade de luz.

REFERÊNCIAS

- ABRANS, M. C.; KLOEPEL, B. D.; KUBISKE, M. E. 1992. Ecophysiological and morphological responses to shade and drought in two contrasting ecotypes of *Prunus serotina*. **Tree Physiology**, v. 10, p. 343-355.
- ALMEIDA, D. S. 2000. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Ilhéus: Editus. 130p.
- ALTMANN, A. 2007. A compensação financeira pela preservação e recuperação da mata ciliar. In: BENJAMIM, A. H., LECEY, E.; CAPPELLI, S. (Eds.) **Meio Ambiente e acesso à Justiça: Flora, Reserva Legal e APP**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado. p. 41-54.
- ARAKI, D. F. 2005. **Avaliação da semeadura a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. 150f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. 1996. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Editora Universitária. 161p.
- ASTHON, P. M. S.; BERLYN, G. P. 1992. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist**, v. 121, p. 587-596.
- BARRIOS, E. P.; HERNÁNDEZ, B. C. R. 2003. Phenology, growth and response to light of ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L., Anacardiaceae). **Economy Botany**, v. 57, n. 4, p. 481-49.
- BAZZAZ, F. A.; CARLSON, R. W. 1982. Photosynthetic acclimation to variability in the light environment of early and late successional plants. **Oecologia**, v. 54, n. 3, p. 313-316.
- BOEGER, M. R. T.; WISNIEWSKI, C. 2003. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 61-72.
- BOEGER, M. R. T.; POULSON, M. 2006. Efeitos da radiação ultravioleta-B sobre a morfologia foliar de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Brassicaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 329-338.
- BOEGER, M. R. T.; KAEHLER, M.; MELO JUNIOR, J. C. F.; GOMES, M. Z.; OLIVEIRA, L. S.; CHAVES, C. R. M.; SCHOTTZ, E. S. 2006. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Hoehnea**, v. 33, n. 4, p. 521-531.
- BONGERS, F.; POPMA, J. 1990. Leaf characteristics of the tropical rain forest flora of Los Tuxtlas, Mexico. **Botanical Gazette**, v. 151, p. 354-365.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. 2002. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p.281-288.
- CANCIAN, M. A. E.; CORDEIRO, L. 1998. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botanica Brasilica**, v.12, p. 367-373.
- CARPANEZZI, A. A. 2005. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 27-45.
- CARVALHO, P. E. 2003. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA. 640p.
- CASTRO, A. H. F.; ALVARENGA, A. S. 2002. Influência do fotoperíodo no crescimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p.77-89.
- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVARENGA, A. A.; LIMA JÚNIOR, E. C.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SILVA FILHO, J. L.; VIEIRA, C. V. 2003. Crescimento e anatomia foliar de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel (Guaco) submetidas a diferentes fotoperíodos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 6, p. 1293-1300.
- CHIAMOLERA, L. B.; ANGELO, A. C. 2007. Resposta de espécies nativas em áreas com diferentes graus de sucessão, Reservatório Iraí-PR. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 132-134.
- CORRÊA, I. J. 2003. **Plasticidade fenotípica em indivíduos jovens de *Aloysia virgata* (Ruiz et Pav.) A. L. Juss – Verbenaceae**. 56f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- CURCIO, G. R.; SOUSA, L. P.; BONNET, A.; BARDDAL, M. L. 2007. Recomendação de espécies arbóreas nativas, por tipo de solo, para recuperação ambiental das margens do Rio Iraí, Pinhais, PR. **Revista Floresta**, v. 37, n. 1, p. 113-122.
- DALE, J. E. 1988. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 39, p. 267-295.
- DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N.; SANTOS, R. J. 2004. Atividade antioxidante de extrato de fruto

- de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 2, p. 83-90.
- DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. 2004. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 17, p. 45-55.
- DIAS, J. 2005. **Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de sol e de sombra de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- DIAS, J.; PIMENTA, J. A.; MEDRI, M. E.; BOEGER, M. R. T.; FREITAS, C. T. 2007. Physiological aspects of sun and shade leaves of *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 91-99.
- DICKISON, W. C. 2000. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Horcand Academy Press.
- DUARTE, M. R.; TOLEDO, M. G.; OLIVEIRA, R. B. 2006. Diagnose morfoanatômica de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae). **Visão Acadêmica**, v. 7, n. 2, p. 5-13.
- DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. 2004. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 587-596.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412 p.
- ESPINDOLA JUNIOR, A. 2006. **Morfologia e anatomia foliar de duas espécies medicinais (*Mikania glomerata* Spreng. – Asteraceae e *Bauhinia forficata* Link. – Leguminosae) associadas à erva mate, sob diferentes condições de luminosidade**. 82f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- EVANS, J. R. 1999. Leaf anatomy enables more equal access to light and CO₂ between chloroplasts. **New Phytologist**, v.143, p. 93-104.
- FERMINO JR., P. C. P.; PAULILO, M. T. S.; REIS, A.; SANTOS, M. 2004. Espécies pioneiras e climácicas da Floresta Ombrófila Densa: anatomia foliar comparada. **Insula**, v. 33, p. 21-37.
- FRANCO, A. M. S.; DILLENBURG, L. R. 2007. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 135-144.
- GIVNISH, T. J. 1988. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 15, p. 63-92.
- HANBA, Y. T.; KOGAMI, H.; TERASHIMA, I. 2002. The effect of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 1021-1030.
- ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. 2002. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 4, p. 385-394.
- INOUE, M. T.; TORRES, D. V. 1980. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em dependência da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, v.11, p. 7-11.
- JACOBS, G. A. 1999. Evolução dos remanescentes florestais e áreas protegidas no estado do Paraná. **Cadernos de Biodiversidade**, v. 2, n. 1, p. 73-81.
- JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw Hill Book.
- JUSTO, C. F.; SOARES, A. M.; GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. 2005. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 111-123.
- KAGEYAMA, P.; GANDOLFI, S. 2004. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da USP-FAPESP. p.235-247.
- KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.). 2003. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, FEPAF. 340p.
- KERBAUY, G. B. 2004. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Guanabara Koogan. 472p.
- KLICH, M. G. 2000. Leaf Variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 44, p. 171-183.
- KOLB, R. N.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; GILONI, P. C.; CORREA, G. T. 1998. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, n. 3, p. 261-267.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa. 531p.
- LIMA JR., E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A.D. 2006. Aspectos fisionômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 30, n.1, p. 33-46.
- LORENZI, H. 1992. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum. 352p.
- MAACK, R. 1981. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio. 450p.
- MACHADO, S. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. 2001. Estrutura e desenvolvimento de canais secretores em frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 189-195.
- MARQUES, A. R.; GARCIA, Q. S.; FERNANDES, G. W. 1999. Effects of sun and shade on leaf structure and sclerophylly of *Sebastiania myrtilloides* (Euphorbiaceae) from Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. **Boletim Botânico da Universidade São Paulo**, v. 18, p. 21-27.
- MEDRI, M. E.; DAVANSO, V. M.; SOUZA, L. A.; COLLI, S. 2003. *Tabebuia avellanadae* Lor. ex Griseb. (Bignoniaceae) submitted at the flooding and the ethrel

- and silver nitrate application. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 1, p. 57-64.
- MENDES, M. M.; GAZARINI, L. C.; RODRIGUES, M. L. 2001. Acclimation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environments – effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. **Environmental and Experimental botany**, v. 45, p. 165-178.
- NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. 2001. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p.173-179.
- NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. 2007. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 129-131.
- OLIVEIRA, F.; GROTTA, A. S. 1965. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae. **Revista Farmácia Bioquímica**, v. 3, n. 2, p. 271-293.
- PIRES, O. C.; TAQUEMASA, A. V. C.; AKISUE, G.; OLIVEIRA, F.; ARAÚJO, C. E. P. 2004. Preliminary comparative analysis of the acute toxicity and median lethal dose (LD50) of the fruit of the Brazilian black pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) and black pepper (*Piper nigrum* L.). **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 23, n. 2, p. 176-182.
- POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. 2000. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF. p. 287-308.
- QUEIRES, L. C.; FAUVEL-LAFETVE, F.; TERRY, S.; TAILLE, A.; KOUYOUMDJIAN, J. C.; CHOPIN, D. K.; VACHEROT, F.; RODRIGUES, L. E.; CREPIN, M. 2006. Polyphenols purified from the Brazilian aroeira plant (*Schinus terebinthifolius* Raddi) induce apoptotic and autophagic cell death of DU145 cells. **Anticancer Research**, v. 26, n. 1A, p. 379-387.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36.
- ROÇAS, G.; BARROS, C. F.; SCARANO, F. R. 1997. Leaf anatomy plasticity of *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) under distinct light regimes in a Brazilian montane Atlantic rain forest. **Trees**, v. 11, p. 469-473.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. 1998. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV. 251p.
- _____. 2004. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da USP-FAPESP. p. 235-247.
- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. 2001. Germinação e crescimento de mudas de Pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 652-655.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F. 2006. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombrero (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 166-169.
- SOUZA, E. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. 2000. Comportamento de germinação de sementes de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) sob diferentes condições de luz e temperatura. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO NACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6, 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos**. Rio de Janeiro, p. 69.
- SOCIEDADE DE PESQUISA DA VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL (SPVS). 1996. **Manual para recuperação da reserva florestal legal**. Curitiba: FNMA. 84 p.
- STEINGRAEBER, D. A. 1982. Phenotypic plasticity of branching pattern in sugar maple (*Acer saccharum*). **American Journal of Botany**, v. 69, p. 638-640.
- SULTAN, S. E. 2003. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. **Evolution & Development**, v. 5, n.1, p. 25-33.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 820 p.
- VALLADARES, F.; ALLEN, M. T.; PEARCY, R. W. 1997. Photosynthetic responses to dynamic Light under field conditions in six tropical rainforest shrubs occurring along a light gradient. **Oecologia**, v. 111, p. 505-514.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE. 124p.
- VOGELMANN, T. C.; NISHIO, J. N.; SMITH, W. K. 1996. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in Plant Science**, v. 1, n. 2, p. 65-70.
- WILSON, P. J., THOMPSON, K.; HODGSON, J. G. 1999. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. **New Phytology**, v.143, p. 155-162.
- WITKOWSKI, E. T. F.; LAMONT, B. B. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia**, v. 88, p. 486-493.