

Caracterização de ambientes de ocorrência natural e sua influência sobre o peso específico e o teor de polifenóis totais de folhas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart.)¹

Radomski, M.I.¹; Wisniewski, C.²; Curcio, G.R.³; Rachwal, M.G.³; Santos, C.A.M.⁴

¹Engenheira Agrônoma, MSc. – Rua Portugal, 480, 80510-280, Curitiba-PR; ² Prof. Dr. – UFPR, Departamento de Solos, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba-PR; ³ Engenheiro Agrônomo, MSc. – Embrapa Florestas, Cx.P. 319, 83411-000, Colombo-PR; ⁴ Prof. Dr., UFPR, Departamento de Farmácia, Rua Prof. Lothario Meissner, 3400, 80210-170, Curitiba-PR.

RESUMO: *Maytenus ilicifolia* Mart. é uma espécie medicinal nativa da região Sul do Brasil. Grande parte da produção comercial é originária de comunidades naturais que encontram-se ameaçadas devido à exploração predatória. Para subsidiar o manejo destas áreas e programas de cultivo da espécie, foram estudadas quatro populações crescendo em quatro ambientes, com diferentes solos e condições de luminosidade, no Estado do Paraná, Brasil. Três populações localizavam-se sob diferentes níveis de sombreamento (5, 9 e 12% de luminosidade relativa) e uma comunidade a pleno sol (100% de luminosidade). Amostras de solo foram coletadas para análise das propriedades físicas e químicas. Amostras foliares foram coletadas para determinação da área foliar, massa seca e teor de polifenóis totais. Classificaram-se os seguintes solos: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico textura média, CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico textura argilosa, CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico gleico textura argilosa e NEOSSOLO FLÚVICO Distrófico gleico textura muito argilosa. O peso específico de folhas e o teor de polifenóis totais foi significativamente maior nas plantas crescendo a pleno sol em relação às plantas de sombra.

Palavras-chave: plantas medicinais, ecologia.

ABSTRACT: *Characterization of the environments of natural occurrence and its influence about the specific weight of leaves of Espineira Santa.* *Maytenus ilicifolia* Mart. is a medicinal tree from South Brazil. Large commercial production is from native population which is managed by predatory exploitation. To aid natural areas management and cultivation programs were characterized four communities growing under four microenvironments with different soils and light conditions, at Paraná State, Brazil. The weight and foliar area were measured, too. Soil samples are collected to determine physical and chemical properties. Three communities were located under different levels shade (5, 9 and 12% of full sunlight) and the other one was in full sunlight (100%). The classified soils were: Lithosols (Hapludoll), Dystric Cambisols (Dystrichrept), Gleyic Cambisols, and Gleyic Cambisol. /Eutric Fluvisols. The specific leaf weight was higher in the sample from trees growing in full sunlight.

Key words: *Maytenus ilicifolia*, medicinal plants ecology, specific foliar weight.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a Central de Medicamentos - CEME, iniciou em 1983 o Programa de Pesquisa de Plantas Mediciniais, cujos objetivos foram, entre outros, reforçar a cultura fitoterapêutica nacional e criar uma alternativa de medicamentos efetivamente testada e de baixíssimo custo para a população. Das 61 plantas em fase de pesquisa, 8 apresentaram resultados positivos e dentre estas, a *Maytenus ilicifolia*, conhecida popularmente como espinheira-

santa, teve sua eficácia terapêutica comprovada (Carlini, 1988).

No Paraná, a *Maytenus ilicifolia* é uma das espécies nativas de ocorrência rara (Sema/GTZ, 1995). A coleta indiscriminada de grandes quantidades de folhas, sem qualquer critério técnico, além de depredar o patrimônio genético vegetal, pode levar esta espécie à extinção. Por outro lado, para que se possa investir em cultivos, ou mesmo no manejo das áreas de ocorrência natural da espinheira-santa, são necessárias informações a respeito de sua auto-ecologia e sobre a influência do ambiente no seu crescimento e composição química. Neste sentido, é importante considerar que, em se tratando de plantas

Recebido para publicação em 04/03/03
Aceito para publicação em 31/07/03

medicinais, nem sempre produtividade é sinônimo de qualidade e eficiência terapêutica.

De acordo com Carvalho-Okano (1992), *Maytenus ilicifolia* predomina nos estados da região Sul do Brasil, e nos países vizinhos, Paraguai, Uruguai e Leste da Argentina. Tem-se observado que a espécie ocorre predominantemente no sub-bosque de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, restringindo-se muitas vezes às áreas de mata ciliar, e nos agrupamentos arbóreos (capões) na região de predomínio das Estepes (Klein, 1968).

Com relação às espécies florestais, estudos relacionando solos e vegetação, abordam, em geral, aspectos de fertilidade e disponibilidade de nutrientes visando incrementos de biomassa, principalmente na área da produção de madeira. Poucos trabalhos tem focado as relações entre as espécies florestais nativas e seu ambiente, principalmente quanto à sua composição química, explorando, desta forma, as suas diversas potencialidades enquanto recurso natural.

Estudos que procuram identificar os efeitos da luminosidade sobre as características fisiológicas das folhas, têm utilizado o peso específico das folhas (relação entre massa e área foliar) como indicador do desenvolvimento foliar e da alocação de biomassa (Barua, 1970; Chabot & Chabot, 1977; Jurik *et al.*, 1982; Jurik, 1986; Labrecque *et al.*, 1989; Benedetto & Cogliatti, 1990; Messier, 1992; Wang, 1994).

Jurik *et al.* (1982) salientam que a área foliar é determinada por um complexo de fatores ambientais e endógenos, e que a intensidade de luz pode influenciar muito mais a estrutura da folha, o crescimento da planta e a alocação de biomassa, do que a qualidade da luz.

Sob baixa luminosidade, têm-se observado que a disponibilidade de nutrientes exerce pequenos efeitos sobre a capacidade fotossintética das folhas, enquanto que sob alta luminosidade a ausência de nutrientes, principalmente N, provoca a concentração dos compostos fenólicos (Jurik *et al.*, 1982; Waring & Schlesinger, 1985).

De acordo com Gershenzon (1984), plantas deficientes em N, P, K e S freqüentemente têm maiores concentrações de compostos fenólicos, e a adição destes elementos estimulam o crescimento e suprimem a síntese dos fenólicos. Como as taxas de síntese de proteínas diminuem em condições de deficiência de N, os carboidratos não utilizados poderiam ser desviados para a síntese dos fenólicos.

Os fenólicos vegetais são compostos secundários, não nitrogenados, baseados em cadeias de carbono, cujo elemento estrutural fundamental caracteriza-se por um anel benzênico ao qual está ligada pelo menos uma hidroxila (Bruneton, 1991). Diferem dos lipídios, por exemplo, por serem mais solúveis em água e menos solúveis em solventes

orgânicos não polares (Salisbury & Ross, 1992).

Além de estarem relacionados a inúmeros processos ecológicos (Rice & Panchoy, 1974; Feeny, 1970; Coley *et al.*, 1985; Waring & Schlesinger, 1985; Larcher, 1986; Coley, 1987; Horner *et al.*, 1988; Kuiters, 1990; Salisbury & Ross, 1992), o grupo inclui substâncias com comprovada ação terapêutica e utilizadas tradicionalmente na medicina popular (Powel & Smith Jr., 1979; Nokaki *et al.*, 1990; Itokawa *et al.*, 1991; Bruneton, 1991; Pereira *et al.*, 1992; Robbers *et al.*, 1997).

Os polifenóis, polímeros dos fenóis simples, apresentam grande peso molecular (Robbers *et al.*, 1997) e, nas árvores, podem ser encontrados nas folhas, frutos, no cerne e no albúrnio (Kramer & Kozłowski, 1979).

A ocorrência dos compostos polifenólicos em *Maytenus ilicifolia* é coerente com as referências que relacionam a presença destes compostos em espécies caracterizadas pelo crescimento lento, perenifólias, e/ou de sombra (Feeny, 1970; Coley *et al.*, 1985; Salisbury & Ross, 1992). Observações de campo e pesquisas realizadas com *M. ilicifolia* tem enfatizado a sua pequena taxa de crescimento, mesmo em condições de alta fertilidade e disponibilidade de luz (Magalhães, 1990; Rosa, 1994; Rachwal *et al.*, 1997).

Poucos estudos, entretanto, tem relacionado aspectos do ambiente com a composição fitoquímica da espécie (Bernardi & Wasicky, 1959; Silva *et al.*, 1991).

Este trabalho teve por objetivos a caracterização e análise de ambientes com ocorrência natural de espinheira-santa, do ponto de vista de solos e luminosidade, e a avaliação da influência destas variáveis sobre área foliar, peso específico e teor de polifenóis totais em folhas.

MATERIAL E MÉTODO

A caracterização dos ambientes de ocorrência da espinheira-santa considerou aspectos fisiográficos, climáticos e biológicos da região, sendo a sua descrição baseada em dados bibliográficos, acrescidos de levantamentos de campo.

Em uma topossequência com ocorrência natural de espinheira-santa, foram definidos quatro ambientes, caracterizados por diferentes tipos de solo e luminosidade.

Em cada um dos 4 ambientes foi demarcada uma parcela de 240 m² (24 x 10 m), dividida em três sub-parcelas de 80 m², procurando-se obter o máximo de homogeneidade quanto ao tipo de solo e luminosidade.

Em cada ambiente foi determinada a intensidade luminosa (em klux), com luxímetro. As medidas foram efetuadas no mês de junho, entre 11

e 13 horas, com o aparelho entre 1,0 e 1,5 metro de altura do solo, sendo que em cada parcela de amostragem foram realizadas 15 leituras e calculada a média. Os valores foram expressos em percentuais relativos à intensidade luminosa a pleno sol (igual a 100 %).

Para descrição e classificação dos solos, foi aberto um perfil por parcela, onde foram coletadas amostras destinadas a caracterização dos horizontes. Em cada sub-parcela foi coletada uma amostra composta complementar, às profundidades de 0-20 (horizonte A) e 30-50 cm (horizonte B), destinadas à análise química e granulométrica, conforme Embrapa (1979). A classificação dos solos foi realizada segundo Embrapa (1999).

De cada sub-parcela também foram coletadas, ao acaso, 100 folhas (HAAG, 1983), para determinação da área (em planímetro Modelo AAC-400) e da massa foliar (peso seco). Foi calculado o peso específico de folhas, dividindo-se a massa seca das 100 folhas, em gramas, pela respectiva área foliar, em cm².

Os teores de polifenóis totais foram determinados com base em Reicher *et al.* (1981).

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Física e Fertilidade de Solos, e de Farmacognosia, na Universidade Federal do Paraná.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se Teste t a 5 % de probabilidade. Também foram efetuadas análises de correlação entre os dados obtidos nas análises do solo e nas amostras foliares.

RESULTADO E DISCUSSÃO

1. Caracterização geral da área de estudo

A área de estudo está compreendida pelas latitudes 25° 43' e 25° 45' S, e as longitudes 49° 34' e 49° 36' W-GR, limite com o município de Contenda, sobre a região fisiográfica do primeiro planalto Paranaense (Trein, 1967).

Em termos geológicos, caracteriza-se por rochas de idade pré-Cambriana, de origem metamórfica, com presença de diques de diabásio do Jurássico. Na porção da paisagem estudada, predominam os migmatitos homogêneos do tipo embrechítico, de granulação grossa e essencialmente feldspáticos. Constam de sua mineralogia principal, quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclínio, biotita, hornblenda e granada. Apesar destes migmatitos pertencerem ao grupo sódico, podem ocorrer migmatitos calco-magnesianos devido à proximidade de xistos magnesianos no local. (Fuck *et al.*, 1967; Trein, 1967). As planícies aluvionares são ocupadas por sedimentos recentes do Holoceno (Embrapa, 1984).

As rochas cristalinas que compõem a área são, de modo geral, profundamente intemperizadas, formando um regolito bastante espesso, sendo que, localmente, o relevo é moderadamente acidentado, porém, regionalmente, forma uma superfície aplainada. Desta forma, a paisagem local caracteriza-se pelas colinas de cristas e vertentes convexas comumente denominadas de "mar de morros" ou "meias laranjas". As altitudes variam de 900 a 1.000 m. Nas áreas de migmatito são encontradas numerosas nascentes de riachos formando, em geral, os divisores mais salientes, alongados e estreitos. A ocorrência de matações é reduzida, os solos são mais argilosos e predomina o escoamento difuso. Nas planícies aluvionares é possível observar diversos meandros abandonados e a formação de terraços aluviais (Trein, 1967; Penteado, 1974; Radomski, 1993).

Com base na classificação de Köppen, o clima na região é do tipo Cfb - sempre úmido, clima pluvial quente temperado, o mês mais quente com temperatura média inferior a 22°C, mais de cinco geadas noturnas por ano (Maack, 1968).

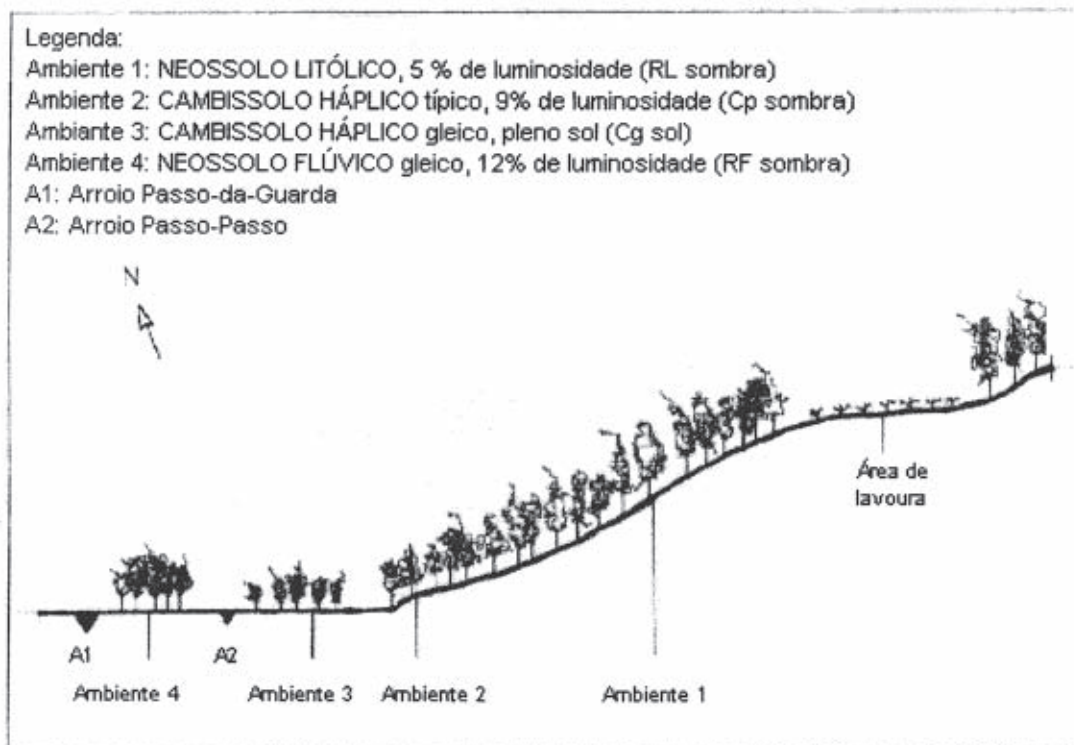
A formação vegetal original da região é a Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), associada à Estepe Gramíneo-Lenhosa (IBGE, 1990).

Atualmente, a área de floresta nativa, representada por formações secundárias, cobre cerca de 15% da superfície do município da Lapa (IPARDES, 2000).

No local de estudo, a vegetação caracteriza-se por estágios de floresta secundária, predominantemente a capoeira e o capoeirão, tendo sido observado, a bracatinga (*Mimosa scabrella*), já em senescência, o cambará (*Gochnatia polymorpha*), a carova (*Jacaranda* sp.), diversas espécies de canelas e mirtáceas, erva-mate (*Ilex paraguariensis*), pinheiro-bravo (*Podocarpus* sp.), além do sucará (*Xylosma* sp.), uvarana (*Cordyline sellowiana*) e do xaxim (*Dicksonia* sp.). Nas áreas sujeitas a periódicas inundações, nas planícies aluviais, pode-se observar o branquilha (*Sebastiania* sp.), o jerivá (*Arecastrum* sp.) e a aroeira (*Schinus* sp.) A espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) ocorre em manchas no sub-bosque das matas ciliares, ou nos capões de mato nas encostas dos morros, onde há limitações para o uso com agricultura (Radomski, 1993).

Segundo informações do proprietário da área, grande parte já foi utilizada com agricultura, no sistema de "lavoura de toco", com queima da capoeira após um período de pousio. Atualmente, apenas pequena parte da área, situada em relevo plano, é explorada com culturas agrícolas. As demais apresentam vegetação secundária em fase de capoeira, onde ocorre uma população bastante diversa de espinheira-santa, quanto a diâmetros e alturas.

FIGURA 1 – Toposseqüência da área de estudo. Curitiba, UFPR, 1998.



Esta heterogeneidade é consequência dos freqüentes cortes e rebaixamentos realizados nas plantas para coleta das folhas, além da diversidade de idades. Pode-se observar, também, intensa regeneração natural da espinheira-santa, com a formação de mudas a partir de rebentos da raiz, principalmente nas áreas com menor luminosidade. Durante o período de coleta dos dados, pode-se observar a formação de frutos, em abundância, apenas nos indivíduos situados nas bordas das formações florestais e na população situada a pleno sol.

2. Caracterização dos ambientes por tipo de solo e luminosidade

A Figura 1 mostra a toposseqüência da área de estudo, localizando os quatro ambientes de ocorrência natural da espinheira-santa, com as respectivas classes de solo e condições de luminosidade.

Na Tabela 1 encontram-se, de forma mais detalhada, as características dos quatro ambientes de estudo, as Tabelas 2 e 3 trazem as informações referentes às características granulométricas e químicas dos solos classificados.

Em relação aos solos, os do ambiente 1 (RL sombra) e ambiente 4 (RF sombra) se distinguem pelas características de alta fertilidade, o que se deve, no caso do primeiro, à proximidade com o material

de origem, e, no segundo, à contínua deposição de materiais oriundos de superfícies adjacentes, por ocasião das cheias no curso de água que atravessa a área. Neste caso, as variáveis que diferenciaram-se significativamente entre estes solos e os demais foram, o H^+ , Al^{+3} e $Ca+Mg^{+2}$.

Quanto a micronutrientes, o NEOSSOLO LITÓLICO teve os menores teores de Fe^{+2} e Cu^+ . O Fe caracteriza-se por formar complexos orgânicos ou quelatos, que podem ser facilmente lixiviados das camadas superiores, em solos bem drenados. Por outro lado, por ser altamente dependente do pH, o baixo valor obtido (16 mg/kg) pode estar relacionado a uma menor atividade do elemento na solução do solo. O Cu, quando comparado a elementos como o Zn e o Mn, é muito mais fortemente retido pela matéria orgânica, o que o torna muito mais imóvel. Neste sentido, sua disponibilidade em solos com maior teor de matéria orgânica, depende não somente da sua concentração, mas da forma como o elemento está associado aos complexos orgânicos (Mengel & Kirby, 1987). No caso do Mn, o acréscimo do teor no CAMBISSOLO HÁPLICO gleico, nas duas profundidades, deve-se ao ambiente redutor do perfil, como consequência do regime hídrico deste solo. Este aumento da disponibilidade de Mn na solução do solo, está diretamente relacionado com as condições anaeróbicas provocadas pela proximidade do lençol freático e do baixo pH (Kabata-Pendias &

TABELA 1 - Posição geomórfica, declividade, classe dos solos e luminosidade dos quatro ambientes de amostragem de *Maytenus ilicifolia*. Curitiba, IFPR, 1998

Ambiente	Posição geomórfica e declividade (%)	Litologia	Classificação do solo	Estágio da sucessão* e luminosidade relativa em %
1- RL Sombra	Terço médio de encosta – 49%	Migmatitos	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico textura média com cascalho pedregoso relevo montanhoso	Médio (capoeira) 5
2- Cp sombra	Terço inferior de encosta – 42%	Migmatitos	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa relevo forte ondulado	Médio (capoeira) 9
3- Cg sol	Projeção de leques alúvio-coluvionares em plano-aluvial – 1%	Sedimentos alúvio-coluvionares do Holoceno	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico gleico A proeminente textura argilosa relevo plano	Inicial (capoeirinha) 100
4- RF sombra	Dique marginal em plano aluvial de várzea/ superfície de degradação – 2%	Sedimentos do Holoceno	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleico A moderado textura muito argilosa relevo plano	Médio (capoeira) 12

* BRASIL (1994). Caracterização, entre parênteses, corresponde a nomenclatura técnica do IBGE (Veloso, 1991).

TABELA 2 - Caracterização granulométrica de quatro solos com ocorrência natural de *Maytenus ilicifolia*. Curitiba, UFPR, 1998.

Solo	Profundidade Cm	Areia grossa	Areia fina	Areia %	Silte	Argila
RL	0-15	26	9	35	34	31
Cp	0-20	21	11	32	28	40
	30-50	22	11	33	23	44
Cg	0-20	23	13	36	31	33
	30-50	20	14	34	24	42
RF	0-20	3	2	5	45	50
	30-50	3	3	6	38	56

Pendias, 1992).

A princípio, a tolerância de *M. ilicifolia* aos diferentes regimes hídricos parece estar relacionada a distribuição de seu sistema radicular. Ao se observar plantas em ambientes naturais, percebe-se uma concentração de raízes até 20 cm de profundidade no solo, onde as reações de redução no solo são menos intensas e menor a probabilidade de toxidez por elementos como o Mn, por exemplo, comum em ambientes hidromórficos, com processos de gleização (caso do ambiente 4). Por outro lado, também se observa que, em ambientes com saturação hídrica,

os indivíduos de espinheira-santa distribuem-se nas áreas onde o regime de saturação hídrica é parcial (lençol freático oscilante, caso dos solos imperfeitamente drenados) e temporário (saturação hídrica ocorre em períodos curtos e pouco frequentes).

Portanto, quando ao ambiente edáfico, conclui-se que a espinheira-santa ocorre naturalmente tanto em solos rasos, férteis e bem drenados, como sobre solos com processos de sedimentação e gleização. Esta característica implica em prováveis processos de adaptação da espécie, tanto morfológica quanto química.

TABELA 3 - Caracterização química de quatro solos com ocorrência natural de *Maytenus ilicifolia*. Curitiba, UFPR, 1998.

Solo	Prof. cm	N g/kg	P mg/dm ³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	C g/kg	m %	V %	Fe	Mn	Cu	Zn
				cmol/kg						mg/kg					
RL	0-15	11,4	7	0,44	10,4	2,3	0,0	8,7	80	0	60	16	439	0,6	31
Cp	0-20	4,5	4	0,19	0,5	1,1	2,8	10,4	26	63	14	117	34	1,5	2
	30-50	2,5	1	0,08	0,4	0,3	2,7	7,5	12	78	9	68	9	1,7	1
Cg	0-20	4,2	13	0,30	1,9	1,3	1,2	9,7	28	26	26	101	109	1,7	3
	30-50	1,6	2	0,13	0,7	0,9	1,9	6,9	09	53	20	60	37	1,6	1
RF	0-20	9,7	8	0,28	7,4	4,2	0,2	6,6	44	2	55	87	327	2,0	17
	30-50	2,7	2	0,16	4,3	2,8	2,1	6,9	10	24	45	110	117	3,0	3

3. Área Foliar, Peso Específico e Polifenóis totais

Na Tabela 4 encontram-se os valores da massa seca de 100 folhas, área foliar, peso específico e polifenóis totais. A observação da massa seca não indica diferenças entre os ambientes. Por outro lado, a área foliar das plantas de sol foi menor que nas demais, confirmando este mecanismo de adaptação de *M. ilicifolia*.

As espécies umbrófilas, segundo Coelho (1995), apresentam produtividade relativa menor, por área ou por volume, em relação a plantas heliófilas, que pode ser compensada por um aumento de área foliar, por folha e por planta, resultando, inclusive, na maior conservação dos nutrientes minerais que seriam utilizados de forma mais econômica.

No caso de *M. ilicifolia*, esta economia parece estar ocorrendo mesmo nos solos onde a disponibilidade de nutrientes é maior (RL sombra e RF sombra). Em termos absolutos, o peso específico de folhas foi maior no RF sombra (12,3 mg/cm²) em relação ao RL sombra (10,3 mg/cm²), apesar das condições químicas semelhantes dos dois solos, principalmente em relação à alta saturação de bases e baixa saturação em alumínio. Porém, no ambiente RF sombra, a luminosidade foi maior que a encontrada no RL sombra, com a absorção de nutrientes (e, conseqüentemente, a síntese de metabólitos) regulada por este fator. No caso do ambiente Cg sol (17,3 mg/cm²), o maior peso específico das folhas também revelou uma concentração de biomassa em condições de maior luminosidade, refletindo no maior teor de polifenóis totais nas plantas amostradas neste local.

Neste sentido, observou-se uma alta correlação entre peso específico e polifenóis ($r^2=0,87$), bem como entre polifenóis e a luminosidade ($r^2=0,83$).

Em relação às diferenças observadas, diversos trabalhos têm estudado mecanismos que expliquem o efeito do ambiente sobre a síntese dos compostos fenólicos. Um destes mecanismos refere-se à influência do balanço carbono/nutrientes na síntese dos compostos polifenólicos (Coley, 1987; Bryant *et al.*, 1987a; Bryant *et al.*, 1987b; Horner *et al.*, 1993). De acordo com esta hipótese, o aumento do crescimento devido à melhoria na disponibilidade de nutrientes resultaria numa menor reserva de carboidratos, reduzindo, conseqüentemente, a síntese de compostos secundários baseados no carbono, como os polifenólicos. Esta redução resultaria também num menor peso específico de folhas (Jurik, 1986).

De acordo com Coley (1987), espécies adaptadas à sombra tem maior número de compostos baseados no carbono, utilizados principalmente na defesa contra herbivoria, do que as adaptadas ao sol. Isto se deve a interações custo/benefício que favorecem maiores níveis de defesa em espécies com taxas de crescimento menor. Baixa luminosidade, combinada com o alto suprimento de nutrientes podem produzir na planta alta concentração de aminoácidos e menor concentração de compostos a base de carbono. O aumento da disponibilidade de luz afeta diretamente a produção de carboidratos, e no caso de baixa disponibilidade de nutrientes, estes seriam deslocados para a produção dos compostos polifenólicos, como parece ser o caso do Cgsol.

A adição de fertilizantes às plantas de sol poderia provocar um decréscimo na concentração de polifenóis já que o carbono deixaria de estar em excesso e poderia combinar-se com os nutrientes para a síntese de proteínas. Desta forma poderia se observar um incremento no crescimento à custa de defesas baseadas no carbono.

Estas observações, se considerados os

TABELA 4 - Média da massa seca, área foliar, peso específico de 100 folhas e polifenóis totais em *Maytenus ilicifolia*, por ambiente. Curitiba, UFPR, 1998.

Ambiente	Massa seca G	Área foliar cm ²	Peso específico mg/cm ²	Polifenóis totais %
RL sombra	15,3 b	1484 bc	10,3 b	7,0 c
Cp sombra	21,9 a	1804 a	12,1 b	8,1 bc
Cg sol	20,9 ab	1220 c	17,3 a	10,3 a
RF sombra	19,5 ab	1581 ab	12,3 b	8,7 b
Média geral	19,4	1522	13,0	8,5
C.V. (%)	16,9	15,7	20,7	15,8

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

aspectos relacionados apenas a ganhos de produtividade em função da produção de biomassa, contradizem alguns princípios de sustentabilidade, principalmente no que diz respeito à intensa demanda de nutrientes necessária para manter os níveis de crescimento a pleno sol, em detrimento da produção de compostos secundários baseados no carbono. No caso da espinheira-santa, esta poderia ser uma das formas de se obter o controle na concentração de compostos polifenólicos, em plantas sob cultivo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BARUA, D.N. Light as a factor in metabolism of the tea plant (*Camellia sinensis* L.). In: LUCKWILL, L.C., CUTTING, C.V. (Ed.) **Physiology of tree crops**. London: Academic Press, 1970. p.307-22.
- BERNARDI, H.H., WASICKY, M. **Algumas pesquisas sobre a "Espinheira Santa" ou "Cancerosa" *Maytenus ilicifolia* Martius, usada como remédio popular no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: URGs, 1959. 46p.
- BENEDETTO, A.H., COGLIATTI, D.H. Effects of light intensity and quality on the obligate shade plant *Aglaonema commutatum*. I: Leaf size and leaf shape. **Journal of Horticultural Science**, v.65, n.6, p.689-98, 1990.
- BRASIL. Resolução no. 2, de 18 de março de 1994. Estabelece critérios para definir as formações vegetais primárias e os estágios sucessionais da vegetação secundária com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado do Paraná. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** 59, seção 1: 4513-4514, 28 de março de 1994.
- BRUNETON, J. **Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia**. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 1991. 594p.
- BRYANT, J.P., CHAPIN III, F.S., REICHARDT, P.B. *et al.* Response of winter chemical defense in Alaska paper birch and green alder to manipulation of plant carbon/nutrient balance. **Oecologia**, v.72, p.510-4, 1987a.
- BRYANT, J.P., CLAUSEN, T.P., REICHARDT, P.B. *et al.* Effect of nitrogen fertilization upon the secondary chemistry and nutritional value of quaking aspen (*Populus tremuloides* Michx.) leaves for the large aspen tortrix (*Choristoneura conflictana* (Walker)). **Oecologia**, v.73, p.513-7, 1987b.
- CARLINI, E.L.A (Coord.). **Estudo de ação antiúlcera gástrica de plantas brasileiras: *Maytenus ilicifolia* (Espinheira-Santa) e outras**. Brasília: CEME/AFIP, 1988. 87p.
- CARVALHO-OKANO, R.M. **Estudos taxonômicos do gênero *Maytenus* Mol emend. Mol. (CELASTRACEAE) do Brasil extra-amazônico**. 1992. 253p. Tese (Doutorado) Ciências - Biologia Vegetal - UNICAMP-Campinas
- CHABOT, B.F., CHABOT, J.F. Effects of light and temperature on leaf anatomy and photosynthesis in *Fragaria vesca*. **Oecologia**, v.26, p.363-77, 1977.
- COELHO, G.C. **Anatomia foliar e morfologia de inflorescências das espécies rio-grandenses de *Ilex* L. (Aquifoliaceae)**. 1995. 101p. Dissertação (Mestrado) Botânica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Porto Alegre.
- COLEY, P.D., BRYANT, J.P., CHAPIN III, F.S. Resource availability and plant antiherbivore defense. **Science**, v.230, n.4728, p. 895-9, 1985.
- COLEY, P.D. Patrones en las defensas de las plantas: ¿porqué los herbívoros prefieren ciertas especies? **Revista de Biología Tropical**, v.35, supl. 1, p.151-64, 1987.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979 (sem paginação)
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. 791p.
- EMBRAPA. **Crítérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento, normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1988. 67p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FEENY, P. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. **Ecology**, v.51, n.4, p.565-81, 1970.
- GERSHENZON, J. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. In: TIMMERMANN, B. N., STEELINK, C., LOEWUS, F.A. (Eds.). **Phytochemical adaptations to stress : recent advances in phytochemistry**. New

- York: Plenum Press, 1984. p. 273-320.
- HAAG, H.P. (Coord.). **Nutrição mineral de Eucalyptus, Pinus, Araucaria e Gmelina no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 101p.
- HORNER, J.D., GOSZ, J.R., CATES, R.G. The role of carbon-based plant secondary metabolites in decomposition in terrestrial ecosystems. **American Naturalist**, v.132, p.869-83, 1988.
- HORNER, J.D., CATES, R.G., GOSZ, J.R. Effects of resource manipulation on the correlation between total phenolics and astringency in Douglas-fir. **Journal of Chemical Ecology**, v.19, n.7, p.1429-37, 1993.
- IBGE. **Geografia do Brasil : região Sul**. Rio de Janeiro, 1990. v.2, 420 p.
- IPARDES. **Base de dados do Estado**. Curitiba: BDE/SEEPLAN, 2000.
- ITOKAWA, H., SHIROTA, O., IKUTA, H. *et al.* Triterpenes from *Maytenus ilicifolia*. **Phytochemistry**, v.30, n.11, p.3713-6, 1991.
- JURIK, T.W., CHABOT, J.F., CHABOT, B.F. Effects of light and nutrients on leaf size, CO₂ exchange, and anatomy in wild strawberries (*Fragaria virginiana*). **Plant Physiology**, v.70, n.4, p.1044-8, 1982.
- JURIK, T.W. Temporal and spatial patterns of specific leaf weight in successional northern hardwood tree species. **American Journal of Botany**, v.73, n.8, p.1083-92, 1986.
- KABATA-PENDIAS, A., PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1992. 365p.
- KLEIN, R. M. Árvores nativas da Mata Pluvial da costa atlântica de Santa Catarina. In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO - contribuições e trabalhos apresentados e pareceres das comissões**, 1968. p.65-103.
- KRAMER, P.J., KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press, 1979. 811p.
- KUITERS, A.T. Role of phenolic substances from decomposing forest litter in plant-soil interactions. **Acta Botanica Neerlandica**, v.39, p.329-48, 1990.
- LABRECQUE, M., BELLEFLEUR, P., SIMON, J.P. *et al.* Influence of light conditions on the predetermination of foliar characteristics in *Betula alleghaniensis* Britton. **Annals of Science Forestry**, v.46, suppl., p.497s-501s, 1985.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. 319p.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: BADEP, UFPR, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350 p.
- MAGALHÃES, P.M. **Estudo agrônomo de plantas brasileiras dotadas de atividade farmacológica**. Paulínia: CEME, UNICAMP-CPQBA, 1990. 42p. (relatório).
- MENGEL, K., KIRBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern: IPI, 1987. 686 p.
- MESSIER, C. Effects of neutral shade and growing media on growth, biomass allocation, and competitive ability of *Gaultheria shallon*. **Canadian Journal of Botany**, v.70, p.2271-6, 1992.
- NOKAKI, H., MATSUURA, H., HIRONO, S. *et al.* Antitumor agents, 116. Cytotoxic triterpenes from *Maytenus diversifolia*. **Journal of Natural Products**, v.53, n.4, p.1039-41, 1990.
- PENTEADO, M.M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro, IBGE, 1974. 158p.
- PEREIRA, A.M.S., PEREIRA, P.S., CERDEIRA, R.M.M. *et al.* Pharmacologically active compounds in plant, tissue culture of *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae). IN: WOCMAP - FIRST WORLD CONGRESS ON MEDICINAL AND AROMATIC PLANT, 1992, Maastricht, Holanda. Proceedings ... Maastricht, 1992.
- POWELL, R.G., SMITH JR., C.R. Antitumor Agents from Higher Plants. In: SWAIN, T.; KLEIMAN, R. **The resource potential in phytochemistry: recent advances in phytochemistry**, New York: Plenum Press, 1979. p.23-51.
- RACHWAL, M.F.G., CURCIO, G.R., MEDRADO, M.J.S. **Desenvolvimento e produção de massa foliar de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) a pleno sol, em Cambissolo húmico no Município de Colombo-PR**. Colombo: EMBRAPA, 1997. (relatório de pesquisa).
- RADOMSKI, M.I. **Geomorfologia de uma porção do município da Lapa, PR : estudo de caso**. Curitiba: UFPR, 1993.
- REICHER, F., SIERAKOWSKI, M.R., CORRÊA, J.B.C. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo fosfotúngstico-fosfomolibdico. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.24, n.4, p.407-11, 1981.
- RICE, E.L., PANCHOLY, S.K. Inhibition of nitrification by climax ecosystems. Inhibitors other than tannins. **American Journal of Botany**, v.61, p.1095-103, 1974.
- ROBBERS, J.E., SPEEDIE, M.K., TYLER, V.E. **Farmacognosia e Farmacobiocotecnologia**. São Paulo: Editorial Premier, 1997. 372p.
- ROSA, S.G.T. **Caracterização das sementes de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss, Espinheira Santa, e viabilidade de sua propagação sexuada**. 1994. 106p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SALISBURY, F.B., ROSS, C.W. **Plant Physiology**. Belmont: Wadsworth Inc., 1992. 682p.
- SEMA/GTZ . SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE / DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/GTZ, 1995. 139p.
- SILVA, C.G., RECIO, R. A ., BRAGA DE OLIVEIRA, A. *et al.* Coleta e avaliação da qualidade fitoquímica de *Maytenus ilicifolia* M. (Espinheira-santa). **Tribuna Farmacêutica**, v.57/59, p.46-50, 1991.
- TREIN, E. Geologia da folha de Contenda - PR. **Boletim Universidade Federal Paraná - Geologia** , v.27, p.35-38, 1967.
- VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.L.R., LIMA, I.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE/DERMA, 1991. 124p.
- WANG, H. Tea and trees: a good blend from China. **Agroforestry Today**, p. 6-8, jan/mar. 1994.
- WARING, R.H., SCHLESINGER, W.H. **Forest Ecosystems : Concepts and Management**. Orlando: Academic Press, 1985. 340p.