

Desenvolvimento de *Maytenus ilicifolia* e de seus polifenóis totais sob condição de sombreamento e poda

ROCHA, J.N.¹; JOHANSSON, L.A.P. S.²; MIRANDA, L.V.²; LOPES, G.C.³; DINIZ, A.³; MELLO, J.C.P.³; SOUZA, J.R.P.^{1*}

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, PR-445, km380, BR-86051-990, Londrina, PR, Brasil. * jose@uel.br; ²KLABIN, BR-84279-000, Telêmaco Borba, PR, Brasil;

³Departamento de Farmácia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, BR-87020-900, Maringá, PR, Brasil.

RESUMO: *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek (Celastraceae), conhecida popularmente por espinheira-santa, é nativa e cultivada, principalmente, no sul do Brasil. Suas folhas apresentam triterpenos e substâncias polifenólicas (flavonóides e taninos) relacionadas ao efeito antiulcerogênico. O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de massa seca, altura, ramificação, e o teor de polifenóis totais em plantas de *M. ilicifolia* que se desenvolveram sob duas condições de luminosidade, após dois tratamentos distintos de poda. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com plantas desenvolvidas sob sombra e a pleno sol, e com plantas manejadas por poda parcial e rasa, com quatro repetições. No tratamento de poda rasa a maior altura das plantas foi observada nas plantas cultivadas a sombra em comparação com as conduzidas a pleno sol. No tratamento de poda parcial o número de ramos terciários aumentou significativamente nas plantas conduzidas a pleno sol. As plantas cultivadas a pleno sol apresentaram diferença significativa na concentração de polifenóis totais em relação às plantas produzidas à sombra alcançando valores de $10,29 \pm 0,20\%$ (CV=1,94%) e $7,16 \pm 0,09\%$ (CV=1,30%) respectivamente.

Palavras-chave: espinheira-santa; desenvolvimento, ramificação, polifenóis totais.

ABSTRACT: *Shadowing and pruning on the development and polyphenol contents in Maytenus ilicifolia.* The *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek (Celastraceae), traditionally known as “espinheira-santa” in Portuguese, is native and cultivated in South Brazil. Its leaves contain triterpenes and polyphenolic compounds (flavonoids and tannins), which are related to the antiulcerogenic effect. The aim of this work was to evaluate the dried biomass production (g), height (m), ramification, and also the total content in polyphenol compounds of the leaves from the *M. ilicifolia* specie, which were developed under two different light conditions after two different pruning treatments. The design of the experiment was randomized blocks with two levels of light (shadow or full sunlight) and two levels of prune (partial and drastic), with four replications. The height of the plants grown in the shadow was greater for the treatment of drastic pruning than in plants in full sunlight. The ramification increased significantly with drastic prune in full sunlight. The plants grown in full sunlight showed a significant higher content in total polyphenols than the plants grown in the shadow, $10.29 \pm 0.20\%$ (RSD=1.94%) and $7.16 \pm 0.09\%$ (RSD=1.30%) respectively.

Keywords: espinheira-santa; growth, ramification, polyphenol contents.

INTRODUÇÃO

Muitas espécies do gênero *Maytenus* ocorrem no Brasil. A espécie *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek é nativa da região sul e encontrada também nos países vizinhos, tais como: Bolívia,

Paraguai, Uruguai e Leste da Argentina. Ocorre no interior de mata nativa e mata ciliar, onde o solo é rico em matéria orgânica, argila e é bem drenado (Carvalho-Okano & Leitão Filho, 2004;

Radomski, 1998), especialmente no sub-bosque de remanescentes de floresta ombrófila mista (ITCF, 1985; Cervi et al., 1989). *M. ilicifolia* é uma espécie perene, arbórea-arbustiva, geralmente com cerca de 5 m de altura (Magalhães, 1991). O cultivo da espécie no estado do Paraná concentra-se nas regiões de Curitiba, Guarapuava e Irati (Reis & Silva, 2004).

Bernardi & Wasicky (1959) foram os primeiros a relatar a presença de substâncias tânicas em diferentes tipos de folhas de *M. ilicifolia*. O teor de taninos em folhas coletadas de diversos ambientes revelou grande variação, fato associado às características morfológicas e condições de insolação. Estudos recentes têm revelado uma divergência nos teores foliares de taninos nas amostras avaliadas, o que indica, dentre outros fatores, uma provável interação entre genótipo e ambiente, resultando em respostas diferenciadas na produção destes compostos (Radomski et al., 2004b).

A composição química de folhas de *M. ilicifolia* sugere um conteúdo químico constituído por triterpenos (Itokawa et al., 1991; Shirota et al., 1994), flavonóides (Tiberti et al., 2007) e taninos (Leite et al., 2001; Pessuto et al., 2009). Entre os compostos polifenólicos predominam os derivados da quercetina e kaempferol (Viana Leite et al., 2003). Avaliações do perfil químico conduzidas posteriormente corroboraram a presença destas substâncias (Yariwake et al., 2005; Estevam et al., 2009), que por sua vez estão envolvidas nas atividades biológicas relatadas até o momento, tais como: atividade antiúlcera (Souza-Formigoni et al., 1991; Queiroga et al., 2000; Ferreira et al., 2004; Jorge et al., 2004; Baggio et al., 2007), antimicrobiana (Annuk et al., 1999; Cunico et al., 2002), analgésica e antiinflamatória (Jorge et al., 2004), antioxidante (Negri et al., 2009; Pessuto et al., 2009) e diurética (Alonso, 2004; Hurrell et al., 2003). Pela importância terapêutica *M. ilicifolia* vem sendo estudada do ponto de vista toxicológico (Carlini & Frochtengarten, 1988) e as análises sugerem a ausência de toxicidade nos critérios avaliados.

A ação farmacológica da *M. ilicifolia* sob a úlcera péptica e gastrite envolve mais de um mecanismo de ação, ainda não conclusivamente elucidados, e não se deve somente a um princípio ativo específico, mas a diferentes substâncias presentes no seu extrato (Santos-Oliveira et al., 2009). Foi demonstrado por Pereira et al. (1993) e por Ming et al. (1998), que tanto os taninos, principalmente a epigalocatequina, quanto os óleos essenciais, em especial o fridenolol, são responsáveis por parte dos efeitos gastroprotetores.

Como a espécie ocorre de forma espontânea em locais sombreados, é importante o entendimento

desta condição. Uma cobertura vegetal fechada funciona como sistema de assimilação, no qual as camadas das folhas estão sobrepostas e sombreiam-se mutuamente. A cada profundidade da cobertura vegetal, a radiação que penetra é interceptada e utilizada gradualmente, estando quase totalmente absorvida próximo à superfície do solo. A atenuação da radiação na cobertura vegetal depende, principalmente, da densidade do dossel vegetativo e do arranjo das folhas no interior da vegetação (Larcher, 2000). Na maioria das vezes, o crescimento de mudas de espécies nativas necessita de sombreamento em sua fase inicial (Souza, 1981; Engel & Poggiani, 1990), e de maior intensidade de luz nos estádios mais avançados de desenvolvimento (Paiva & Poggiani, 2000).

A habilidade de algumas espécies em manter populações de plantas jovens no sub-bosque de florestas está associada à capacidade das mesmas de sobreviver sob baixas irradiações, ou seja, tolerar o sombreamento (Walters & Reich, 2000). Segundo estes autores, esta capacidade de sobrevivência aumenta com o tamanho da semente, e pela expressão de caracteres morfológicos e fisiológicos que promovem crescimento sob reduzida disponibilidade luminosa. O aumento da capacidade de crescimento sob baixa intensidade luminosa, como um componente da tolerância ao sombreamento, é apontado como lógico, uma vez que aumentaria a capacidade competitiva destas plantas (Walters & Reich, 1999), porém, alguns trabalhos já questionam essa teoria (Lusk, 2004).

A colheita de *M. ilicifolia* é realizada através da poda dos ramos para posterior retirada das folhas, que é a parte da planta utilizada. A desfolha não é recomendada, uma vez que a poda estimula o maior crescimento (Carvalho et al., 2003). De acordo com esses autores, a colheita deve ser realizada no outono, quando as plantas já passaram pelo estágio reprodutivo, garantindo a produção de sementes. A primeira colheita deve ser realizada a partir do segundo ou terceiro ano, devido ao crescimento lento das plantas (Castro & Ramos, 2003).

Magalhães (2002) recomenda que a primeira colheita seja feita com a poda na altura de 50 cm e as demais, nos anos seguintes, logo acima das ramificações promovidas pela poda anterior. Montanari Jr. et al., (2004) recomendam uma poda de formação nas plantas mais desenvolvidas no primeiro ano, a 20 cm do solo, para forçar a rebrota de vários ramos.

Considerando a hipótese de que a qualidade da luz e o manejo de poda aplicado podem alterar a constituição química das folhas e o crescimento de plantas de plantas de *M. ilicifolia*, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da radiação direta e difusa sobre o dossel vegetativo sob distintos

manejos de poda na altura, na ramificação, na produção de massa seca, e no teor de polifenóis totais dessa espécie nativa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido em duas áreas da Fazenda Monte Alegre, da Empresa Klabin, localizada no município de Telêmaco Borba-PR. A região apresenta temperatura média do mês mais frio de 15,6 °C e, do mês mais quente, de 22,2 °C. A precipitação média anual é de 1500 mm. Na área experimental 1 (24°13'18"S; 50°32'12"W), as plantas de *M. ilicifolia* estavam sombreadas por árvores nativas de mais de 15 anos de idade de angico (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.), carne-de-vaca (*Combretum leprosum* Mart.), capixingui (*Croton urucurana* Baill.) e pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), estas atingindo uma altura média de 30 m. Esta área, considerando o ambiente de sub-bosque em que as plantas de espinheira-santa foram cultivadas, recebia em média, uma radiação global de 35 MJ m⁻². Na área experimental 2 (24°13'49"S; 50°39'30"W), as plantas foram conduzidas a pleno sol, recebendo uma radiação global média de 150 MJ m⁻². Nas duas áreas utilizadas os plantios foram realizados com mudas propagadas via semente e uma exsiccata foi registrada sob o nº 853 no herbário da Universidade Estadual de Maringá.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela foi composta por 12 plantas, de altura média de 2,7 m nas duas áreas, espaçadas de 2,5 m entre plantas e 2,5 m entrelinhas; a parcela útil foi composta pela planta central e as demais utilizadas como bordadura.

Tratamentos de poda

No verão do ano de 2004, as plantas sofreram dois tipos de poda diferentes, uma parcial (eliminação de 30% das folhas do dossel) e outra rasa (com a retirada de ramos inteiros localizados acima de 20 cm do solo, com auxílio de serra de poda). Vinte e quatro meses após a poda foram realizados as contagens dos ramos primários, secundários, terciários e quaternários presentes. Na planta central (planta útil), também foram determinadas a altura (m) com o auxílio de uma trena graduada medindo desde o colo da planta até a última gema apical da haste principal. A massa de folhas (g) foram mantidas em estufa de ar forçado a

45±2 °C até que fosse atingida sua massa constante. Ademais foi avaliada a área foliar média (cm²), a relação comprimento e largura das folhas do ramo medida com régua graduada de precisão de 1 mm. Todas as leituras foram realizadas na planta central (parcela útil; n=12).

Determinação de teor de polifenóis totais

Para a avaliação do teor de polifenóis totais foram coletadas amostras de folhas de *M. ilicifolia* produzidas nas duas condições distintas de intensidade e qualidade da luz. Após e moídas, uma amostra de 0,75 g da massa vegetal referente as aos distintos tratamentos, por bloco foram transferidas para um erlenmeyer com 150 ml de água, permanecendo por período de 30 min em banho-maria a uma temperatura de 80-90 °C. Em seguida, o erlenmeyer foi resfriado em água corrente, e seu conteúdo transferido para um balão volumétrico de 250 ml, lavando-se e completando-se o volume com água. Uma alíquota de 80 ml do extrato foi retirada e filtrada, sendo que os primeiros 50 ml foram desprezados. Esse filtrado foi denominado de Solução-Extrato (SE).

Para a determinação de polifenóis totais (PT), 5 ml da SE foram diluídos com água destilada em balão volumétrico completando-se o volume até 25 ml. Dois mililitros desta solução diluída foram transferidos com a um novo balão volumétrico e adicionado 1 ml de solução de ácido fosfotúngstico R (reagente fenólico de Folin-Ciocalteu) e 10 ml de água completando-se o volume até 25 ml com solução de carbonato de sódio 14,06%. A mistura foi homogeneizada e após 15 min da adição da última solução foi realizada a leitura da absorbância a 691 nm empregando-se água destilada como branco. O conjunto de operações (extração e diluições) foi realizado sob proteção da ação da luz direta (Glasl, 1983).

A porcentagem de polifenóis totais foi calculada segundo a fórmula:

$$P = \frac{15625 \cdot Abs}{1000 \cdot m}$$

Onde: $1000 \cdot m$

PT = Polifenóis totais (%);

Abs = Absorbância medida;

m = Massa da droga em g.

Análise estatística

Os dados do tratamento de poda foram submetidos à análise conjunta utilizando o programa estatístico SAS, com análise de variância separadamente para cada local (sombreado e pleno sol), e após foram comparados conjuntamente. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é possível verificar que houve interação significativa na análise conjunta, entre os dois blocos experimentais, somente para a variável altura (m) e número de ramos terciários. As outras variáveis não foram significativas nem mesmo nas análises de variâncias individuais para cada local, portanto, não constam na tabela, assumindo que os tratamentos utilizados não tiveram efeito significativo nas mesmas.

As plantas que sofreram o manejo de poda rasa a pleno sol não cresceram suficientemente (0,29 m), em dois anos quando visando à comercialização, enquanto as plantas da área sombreada, para o mesmo tratamento, conseguiram se desenvolver mais e alcançar um comprimento próximo aos 2 metros de altura. Nos dois locais, os tratamentos de poda parcial, ou a ausência de poda apresentaram resultados que não diferem estatisticamente para a variável altura.

Em ambientes sombreados existe mais luz de comprimentos de onda superiores a 700 nm (luz vermelha e luz vermelho-distante) do que em ambientes a pleno sol. Os fitocromos são fotorreceptores úteis na percepção dessa luz vermelha, detectando, portanto, onde as plantas estão sendo sombreadas por outras plantas. Ao detectar esta luz, os fitocromos desencadeiam respostas de crescimento na planta para evitar a sombra, como alongamento do caule, numa tentativa de superar o ambiente sombreado. Portanto, a resposta diferenciada das várias partes da planta aos diferentes comprimentos de onda de luz, permite o rearranjo das folhas na captura máxima de luz (Roberts, 2007).

No entanto, verifica-se que a vantagem de altura das plantas sombreadas sobre as plantas controle é transitória. Ryser & Eek (2000) verificaram que um crescimento na altura pode ser vantajoso como resposta a um sombreamento de curto prazo. Porém, no caso de um sombreamento contínuo, como o estabelecido no presente estudo e como aquele que se estabelece no sub-bosque florestal, o mais vantajoso seria a conservação dos

recursos por parte da planta. Assim, num primeiro momento, o rápido crescimento em altura estaria associado principalmente a plantas intolerantes ao sombreamento, conforme tem sido sugerido na literatura (Brokaw, 1987, Jurado *et al.* 2006). Os eixos caulinares são os responsáveis pela extensão tanto vertical quanto horizontal do espaço ocupado pelas folhas. Dependendo das características do perfil vertical de distribuição da luz em uma floresta, o pequeno ganho em altura de planta instalada no sub-bosque pode ser indiferente para o seu ganho na fixação de carbono ou levá-la acima do ponto de compensação de luz da fotossíntese. Assim, justificase o aumento no comprimento caulinar específico mesmo em plantas tolerantes ao sombreamento (Poorter, 1999), as quais podem passar toda ou boa parte de suas vidas sob a sombra do dossel florestal. Assim, tanto o rápido incremento inicial em altura quanto a posterior redução no crescimento global da parte aérea (com manutenção de alta eficiência no alongamento das estruturas caulinares) seriam respostas favoráveis da espécie ao sombreamento.

O número de ramificações terciárias também foi menor nas plantas que sofreram poda rasa e se desenvolveram a pleno sol, no entanto, a formação de ramos das plantas que sofreram poda parcial foi maior para as plantas cultivadas a pleno sol. Os resultados obtidos corroboram com os dados apresentados por Kaspary (1985) estudando plantas jovens de erva-mate e Niinemets *et al.* (2006) com coníferas, que verificaram que o aumento da radiação indireta sobre as plantas influenciou sobre o aumento das ramificações, sobre o número de folhas jovens, bem como no aumento da biomassa produzida. Estes dados diferem dos encontrados por Suertegaray (2006), em que o tratamento a pleno sol apresentou maior produção.

Segundo Miranda *et al.* (1999), o sombreamento reduz a quantidade de radiação fotossintética ativa, sendo esta muitas vezes insuficiente na quantidade e qualidade de fotossíntese, ocasionando efeitos diretos na produção. Porém, a longevidade das culturas a pleno sol é menor, podendo em alguns casos

TABELA 1. Altura (m) e número de ramos terciários de *M. ilicifolia* conduzidas sob três níveis de poda (parcial, rasa e sem poda) e dois níveis de luminosidade (sombreado e a pleno sol).

Condição de luminosidade	Altura (m)			Número de ramos terciários		
	Poda Parcial	Poda Rasa	Sem Poda	Poda Parcial	Poda Rasa	Sem Poda
Sombra	2,8 Aa ¹	1,70 Ba	2,80 Aa	33,8 Ab	55,3Aa	108,5 Aa
Sol	2,9 Aa	0,29 Bb	3,05 Aa	230,3 Aa	6,5 Ba	155,0 Aa
N		12			12	
CV % ²		16,4			52	
DMS ³		2,14			307	

¹Letras idênticas maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%),

²Coefficiente de Variação, ³Diferença Mínima Significativa.

inviabilizar economicamente a atividade.

Um ano antes do presente estudo, no mesmo local e estudando as mesmas plantas da espécie, Rocha (2005) verificou que as plantas conduzidas à sombra apresentavam maior altura e área foliar média. Com os presentes dados, após dois anos do manejo de poda, verificou-se que as plantas que sofreram poda rasa necessitaram de sombreamento para crescer em altura, mas se ramificaram melhor a pleno sol. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Inoue (1976), Souza (1981), Engel & Poggiani (1990) e Paiva & Poggiani (2000), no qual afirmaram que o crescimento de mudas de espécies nativas necessita de sombreamento em sua fase inicial, e de maior intensidade luminosa nos estádios mais avançados de desenvolvimento. Para reiniciar o crescimento, no rebrote, a espinheira-santa necessita de condições não-estressantes, ou seja, ambientes com temperaturas mais baixas como já demonstrado por Rocha (2005).

Segundo Vervloet (2003), substâncias fenólicas, taninos e triterpenos estão relacionados com as atividades farmacológicas das espécies do gênero *Maytenus*, sendo considerados agentes cicatrizantes de úlceras gástricas, antiinflamatórios entre outras atividades. A ocorrência de substâncias fenólicas em *M. ilicifolia* é coerente com os trabalhos que relacionaram a presença destas substâncias em espécies caracterizadas pelo crescimento lento perenifólias e/ou de sombra (Feeny, 1970; Coley et al., 1985).

Os resultados demonstraram que houve diferença significativa no teor de polifenóis totais entre as duas áreas cultivadas com diferentes luminosidades, sendo $7,16 \pm 0,09\%$ (CV=1,30%) para amostras cultivadas à sombra e $10,29 \pm 0,20\%$ (CV=1,94%) para amostras cultivadas a pleno sol.

Radomski (1998) e Radomski et al. (2004a) também demonstraram que a baixa luminosidade combinada com alto suprimento de nutrientes pode induzir a planta à produção de alta concentração de aminoácidos e menor concentração de polifenóis.

No entanto, estes resultados contradizem a teoria de Coley (1987), que diz que espécies adaptadas à sombra, como é o caso da *M. ilicifolia*, tem maior número de compostos baseados no carbono, como é o caso dos polifenóis, favorecendo maiores níveis de defesas a espécie com taxas de crescimento menor. Assim que o aumento na disponibilidade de luz pode afetar diretamente a produção de carboidratos/compostos fenólicos produzidos no metabolismo secundário dos vegetais.

Segundo Mariot et al. (2008), uma maior quantidade de luz proporcionou um incremento da massa específica proporcional à produção de polifenóis totais em plantas de *M. ilicifolia*, sendo que

estas variáveis apresentaram uma alta correlação. Também encontraram uma relação inversa entre a produção de taninos e lignina, indicando que a espécie apresenta uma regulação interna para a produção racional das substâncias fenólicas, cujas vias de síntese são ativadas ou desativadas em função de fatores ambientais, em particular da qualidade e da intensidade de energia luminosa.

Assim, pode-se avaliar que as condições genotípicas somado às condições fenotípicas, tanto edafoclimáticas como de manejo cultural influenciam a biossíntese e o acúmulo de moléculas bioativas nas plantas (Hayashi et al., 1996; Buter et al., 1998; Passreiter & Aldana, 1998; Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

Embora o período de avaliação do presente estudo tenha sido restrito, ficou evidente que a expressão de determinados caracteres é dependente do grau de desenvolvimento das plantas. Este fato aponta para a importância já ressaltada por Lusk (2004) de se abordar as variações ontogenéticas da capacidade e dos mecanismos de tolerância das espécies à baixas irradiâncias, uma vez que, à medida que as plantas aumentam de tamanho, as ameaças à sobrevivência causadas pelo ambiente sombrio de um sub-bosque florestal podem ser alteradas.

CONCLUSÕES

O cultivo a pleno sol foi o manejo mais adequado à produção de folhas de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek, influenciando a capacidade de ramificação e no teor de polifenóis totais quando submetida a poda parcial.

Quando as plantas desta espécie forem cultivadas ao sol e a sombra deve-se optar pela poda parcial e rasa, respectivamente.

REFERÊNCIA

- ALONSO, J. **Tratado de Fitofármacos y Nutracéuticos**. Corpus Ed. Rosario, 2004.1350p.
- ANNUK, H. et al. Effect on cell surface hydrophobicity and susceptibility of *Helicobacter pylori* to medicinal plant extracts. **FEMS Microbiology Letters**, v.172, p. 41-45, 1999.
- BAGGIO, C.H. et al. Flavonoid-rich fraction of *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek protects the gastric mucosa of rodents through inhibition of both H⁺,K⁺ -ATPase activity and formation of nitric oxide. **Journal of Ethnopharmacology**, v.113, p.433-40, 2007.
- BERNARDI, H.H.; WASICKY, M. **Algumas pesquisas sobre "espinheira-santa" ou "cancerosa" *M. ilicifolia* Martius, usada como remédio popular no Rio Grande do Sul**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santa Maria, 1959. 46p.
- BROKAW, N. V. L. Gap-phase regeneration of three pioneer tree species in a tropical forest. **Journal of**

- Ecology**, v. 75, p. 9-19, 1987.
- BUTER, B. et al. Significance of genetic and environmental aspects in the field cultivation of *Hypericum perforatum*. **Planta Medica**, v.64, n.5, p.431-437, 1998.
- CARLINI, E.A.; FROCHTENGARTEN, M.L. **Toxicologia clínica (Fase I) da espinheira-santa (Maytenus ilicifolia)**. Brasília-Distrito Federal, p. 67-73, 1988.
- CARVALHO-OKANO, R.M.; LEITÃO FILHO, H.F. O gênero *Maytenus* (Celastraceae) no Brasil extraamazônico. In: REIS, M.S.; SILVA, S.R. (Organ.). Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., espinheira-santa. Brasília: IBAMA, 2004. p.11-51.
- CARVALHO, R.I.N. et al. **Carqueja e espinheira-santa na Região Metropolitana de Curitiba: da produção ao comércio**. Curitiba: Life, 2003. 44p.
- CASTRO, L.O.; RAMOS, R.L.D. **Descrição botânica, cultivo e uso da Maytenus ilicifolia Mart. ex Reiss. Cancorosa ou espinheira-santa (Celastraceae)**. Circular técnica, 20. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 12p.
- CERVI, A.C. et al. Espécies vegetais de um remanescente de floresta de araucária (Curitiba-BR): estudo preliminar I. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.18, n.1, 2, 3 e 4, p.73-114, 1989.
- COLEY, P.D. et al. Resource availability and plant antiherbivore defense. **Science**, USA, v.230, n.4728. p.895-899, 1985.
- CUNICO, M.M. et al. Contribuição ao estudo da atividade antifúngica de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex. Reiss., *Celastraceae*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.12, p.69-73, 2002.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas, e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, n.43/44, p.1-10, 1990.
- ESTEVAM, C.S. et al. Perfil fitoquímico e ensaio microbiológico dos extratos da entrecasca de *Maytenus rigida* Mart. (Celastraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, p. 299-303, 2009.
- FEENY, P. Seasonal changes in park leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. **Ecology**, v.51, n.4, p.565-81, 1970.
- FERREIRA, P.M. et al. A lyophilized aqueous extract of *Maytenus ilicifolia* leaves inhibits histamine-mediated acid secretion in isolated frog gastric mucosa. **Planta**, v.219, p. 319-324, 2004.
- GLASL, H. Zur Photometrie in der Drogenstandardisierung - 3. Gehaltsbestimmung von Gerbstoffdrogen. **Deutsche Apotheker Zeitung**, v.123, p.1979-1987, 1983.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, vol.30, n.2, p. 374-381, 2007.
- HAYASHI, H. et al. Flavonoid variation in the Leaves of *Glycyrrhiza glabra*. **Phytochemistry**, v.42, n.3, p.701-704, 1996.
- HURRELL, J.A.; BAZZANO, D.; VALLA, J.J. **Arbustos I. Biota Rioplatense VIII**. Ed. LOLA. Buenos Aires, Argentina, 2003. 320p.
- INOUE, M.T.T. A autoecologia do gênero *Cedrela*: efeitos na fisiologia do crescimento no estágio juvenil em função da intensidade lumínica. **Revista Floresta**, Curitiba, v.8, n.2, p.58-61, 1976.
- ITCF. **Plano de manejo**. Parque Estadual de Caxambu, Castro, PR. Curitiba: ITCF, 1985.
- ITOKAWA, H. et al. Triterpenes from *Maytenus ilicifolia*. **Phytochemistry**, v.30, p.3713-3716, 1991.
- JORGE, R.M. et al. Evaluation of antinociceptive, anti-inflammatory and antiulcerogenic activities of *Maytenus ilicifolia*. **Journal of Ethnopharmacology**, v.94, p. 93-100, 2004.
- JURADO, E. et al. Leguminous seedling establishment in Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. **Forest Ecology and Management**, v. 221, p.133-139, 2006.
- KASPARY, R. **Efeitos de diferentes graus de sombreamento sobre o desenvolvimento de plantas jovens de erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)**. 1985, 54p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Curso de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal do Rio grande do Sul.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.
- LEITE, J.P.V. et al. Isolation and HPLC quantitative analysis of Flavonoid glycosids from Brazilian beverages (*Maytenus ilicifolia* and *Maytenus aquifolium*). **Journal of Agricultural & Food Chemistry** v.49, p.3796-3801, 2001.
- LUSK, C. Leaf area and growth of juvenile temperate evergreens in low light: species of contrasting shade tolerance change rank during ontogeny. **Functional Ecology**, v.18, n.6, p. 820-828, 2004.
- MAGALHÃES, P.M. et al. Aspectos agrônômicos do cultivo em larga escala de *Maytenus ilicifolia* Mart.ex Reiss. (espinheira-santa). **Horticultura Brasileira**, v.9, n.1, p.44. 1991.
- MAGALHÃES, P.M. **Agrotecnologia para o cultivo de espinheira-santa**. Campinas: CPQBA-UNICAMP. Campinas: RZM, 2002. 12p.
- MARIOT, M.P. et al. Variabilidade em matrizes de acessos de espinheira-santa. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.351-357, 2008.
- MING, L.C et al. **Plantas medicinais aromáticas e condimentares**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, pp. 165-190, 1998.
- MIRANDA, E.M. et al. Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arabica* L.) em condições de sombreamento e a pleno sol no estado do Acre, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.1, p.2-69, 1999.
- MONTANARI Jr.; SCHEFFER, M.C.; RADOMSKI, M.I. Cultivo de espinheira-santa. In: REIS, M.S.; SILVA, S.R. (organizadores). Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., espinheira-santa. Brasília, DF: IBAMA, 2004. p.163-180.
- NEGRI, M.L.S. et al. Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa - *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., secas em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19(2B), p 553-556, 2009.
- NIINEMETS, U. et al. Size-dependent variation in shoot light-harvesting efficiency in shade-intolerant conifers. **International Journal of Plant Sciences**, v.167, n.1, p. 19-32, 2006.
- PAIVA, A.V. de; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.57, p.141-151, 2000.

- PASSREITER, C.M.; ALDANA, B.E.M. Variability of sesquiterpene lactones in *Neurolaena lobata* of different origin. **Planta Medica**, v.64, n.5, p.427-30, 1998.
- PEREIRA, A.M.S. et al. **Isolamento de metabólitos de *Maytenus* associados à ação anti-úlceras gástrica**. 12°. Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil, Curitiba. 1993.
- PESSUTO, M.B. et al. Atividade antioxidante de extratos e taninos condensados das folhas de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. **Química Nova**, v.32, p. 412-416, 2009.
- POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, v.13, n.3, p.396-410, 1999.
- QUEIROGA, C.L. et al. Evaluation of the antiulcerogenic activity of friedelan-3 β -ol and friedelin isolated from *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v.72, p. 465-468, 2000.
- RADOMSKI, M.I. **Caracterização ecológica e fitoquímica de *Maytenus ilicifolia* Mart., em populações nativas no município da Lapa – Paraná**. 1998. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná.
- RADOMSKI, M.I. et al. 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.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, n.2, p.36-43, 2004a.
- RADOMSKI, M.I. et al. Aspectos ecológicos de espécies de espinheira-santa. In: REIS, M.S: dos.; SILVA, S.R. (Org.). Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., espinheira-santa. Brasília, DF: Ibama, 2004b, p. 93-114. (Coleção plantas medicinais e aromáticas, v.1).
- REIS, M.S.; SILVA, S.R. **Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., espinheira-santa**. Brasília: Ibama, p.53-66, 2004.
- ROBERT, K. **Handbook of Plant Science (v.2)**. Norwich, UK. 2007. 1599p.
- ROCHA, J.N. **Ação do ambiente e poda no crescimento e produção da espinheira santa (*Maytenus ilicifolia* Mart.)**. 2005. 37p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina.
- RYSER, P.; EEK, L. Consequences of phenotypic plasticity vs. interspecific differences in leaf and root traits for acquisition of aboveground and belowground resources. **American Journal of Botany**, v.87, n.3, p.402-411, 2000.
- SANTOS-OLIVEIRA, R. et al. Revisão da *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek, Celastraceae. Contribuição ao estudo das propriedades farmacológicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19(2B), p.650-659, 2009.
- SHIROTA, O. et al. Cytotoxic aromatic triterpenes from *Maytenus ilicifolia* and *Maytenus chuchuhuasca*. **Journal of Natural Products**, v. 57, p.675–1681, 1994.
- SOUZA-FORMIGONI, M.L.O. et al. Antiulcerogenic effects of two *Maytenus* species in laboratory animals. **Journal of Ethnopharmacology**, v.34, p. 21–27, 1991.
- SOUZA, L.J.B. **Fotomorfose e crescimento de *Cedrela fissilis* Vell. no viveiro e no plantio de enriquecimento em linha**. 1981. 117p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná.
- SUERTEGARAY, C.E. et al. Influência do microclima no crescimento e composição química da ervamate (*Ilex paraguariensis*), em Sistema Agroflorestal, na região do Planalto do Rio Grande do Sul. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 2006, Ilhéus, BA. **Anais...Ilhéus**, 2006, p. 09.
- TIBERTI, L. A. et al. Identification of flavonols in leaves of *Maytenus ilicifolia* and *M. aquifolium* (Celastraceae) by LC/UV/MS analysis. **Journal of Chromatography B**, v.46, p. 378–384, 2007.
- VERVLOET, L.A. Espinheira Santa. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, v.1, n.1, p.16-21, 2003.
- Viana Leite, J.P. et al. **Heterosídeos flavônicos do extrato aquoso das folhas de *M. ilicifolia* (espinheira santa)**. UFMG/PRPG - Anais III Semana da Pós-Graduação da UFMG - Ciências Exatas e da Terra. 2003. Disponível em: http://www.ufmg.br/prpg/dow_anais/cien_ex_terra/quimica_3/jpvleite.doc_nov.2006
- YARIWAKE, J.H. et al. Variabilidade sazonal de constituintes químicos (triterpenos, flavonóides e polifenóis) das folhas de *Maytenus aquifolium* Mart. (Celastraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v.15, n.2, p.162-168, 2005.
- WALTERS, M.B.; REICH, P.B. Low light carbon balance and shade tolerance in the seedlings of woody plants: do winter deciduous and broad-leaved evergreen species differ? **New Phytologist**, v.143, n.1, p.143-154, 1999.
- WALTERS, M.B.; REICH, P.B. Seed size, nitrogen supply, and growth rate affect tree seedling survival in deep shade. **Ecology**, v.81, n.7, p.1887-1901, 2000.