

# Aspectos ecológicos de espécies de espineira-santa

**Maria Izabel Radomski  
Maria Beatriz Percin  
Walter Steenbock**

## I. Introdução

Aspectos ecológicos de relevância para a conservação e manejo da espineira-santa são abordados, ainda que indiretamente, em vários outros capítulos deste livro. O motivo disso é que a Ecologia é uma ciência integradora dentro das Ciências Biológicas, já que seus conceitos e métodos são essenciais para o estudo das interações entre os organismos e o seu ambiente.

O ambiente, quando observado sob a ótica da ecologia, inclui tanto aspectos bióticos como abióticos (Futuyma, 1993). Para uma espécie vegetal, fatores como clima, tipo de substrato, disponibilidade de nutrientes, água e várias outras variáveis físicas e químicas são importantes, bem como as interações com outras espécies que compartilham o mesmo ambiente, como predadores, agentes patogênicos, polinizadores e dispersores. Além disso, características de uma população vegetal, como densidade, competição, taxa de crescimento e interações inter e intrapopulacionais são fundamentais para a sobrevivência e a adaptação de uma espécie.

A intenção deste capítulo é examinar informações ecológicas disponíveis nos estudos já realizados com as espécies de espineira-santa *M. ilicifolia* e *M. aquifolium*. Como poderá ser visto ao longo do texto, muito ainda precisa ser elucidado; assim são também apontados temas relacionados à ecologia dessas espécies que ainda necessitam de aprofundamento.

## 9. Ocorrência natural

No Brasil, a espécie *M. ilicifolia* é encontrada, predominantemente, na Região Sul – Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No entanto, existem referências sobre sua ocorrência em outros estados, como Mato Grosso do Sul (Carvalho-Okano, 1992) e São Paulo (Tabarelli *et. al.*, 1993) [ver também Carvalho-Okano & Leitão Filho (O gênero *Maytenus* no Brasil extra-amazônico), neste volume].

A ocorrência de *M. ilicifolia* está associada à região de distribuição natural da Floresta Ombrófila Mista (florestas com araucária) (Klein, 1968; Carvalho, 1980; Rotta, 1981; Mello e Leite, 1983; Galvão *et. al.*, 1989; Silva *et. al.*, 1998; Ziller *et. al.*, 1999). É encontrada, mais freqüentemente, no sub-bosque de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista Aluvial (em planícies sedimentares, independentemente de cotas altimétricas) (Radomski, 1998; Barddal, 2002) e nos agrupamentos arbóreos, na região de predomínio da Estepe Gramíneo-Lenhosa, associada à Floresta Ombrófila Mista Montana (entre 500 m – 1.000 m s.n.m) (ITCF, 1985; Cervi, 1989; Negrelle e Leuchtenberger, 2001).

Neste último caso, é freqüente a ocorrência de agrupamentos de vegetação compostos quase que exclusivamente por *M. ilicifolia*, principalmente em áreas com severa restrição edáfica (Bittencourt, 2000; Steenbock, 2003).

Alguns trabalhos relatam, ainda, a ocorrência de *M. ilicifolia* na região da Floresta Ombrófila Densa; neste caso restringindo-se às porções superiores da Serra do Mar (Klein, 1968; Tabarelli, 1993) e na Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Nakajima *et. al.*, 1996).

As outras espécies de espinheira-santa do gênero *Maytenus*, como *M. aquifolium* e *M. robusta*, têm distribuição um pouco mais ampla que *M. ilicifolia*. *M. aquifolium* e *M. robusta* podem ser encontradas nos Estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, além de terem sido relatadas também nos estados do sul do País [ver Carvalho-Okano & Leitão Filho (O gênero *Maytenus* no Brasil extra-amazônico), neste volume].

## 5. Clima e solos

Nas regiões onde *M. ilicifolia* ocorre naturalmente, o clima

predominante é o Cfb – sempre úmido, com temperatura média no mês mais quente de 22°C, temperatura média no mês mais frio superior a 10°C, mais de cinco geadas noturnas por ano e precipitação média anual em torno dos 1.500 mm (Leite, 1994). No Paraná, *M. ilicifolia* pode ocorrer em clima Cfa como um elemento raro na vegetação (Nakajima *et. al.*, 1996), em áreas de contato da Floresta Estacional Semidecidual com a Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

*Maytenus aquifolium* ocorre freqüentemente em formações da Floresta Mesófila Semidecídua, com clima caracterizado como Cwa, que, segundo a classificação de Koeppen, é quente, com inverno seco. Nesse tipo de clima, a temperatura máxima anual é de 30°C, a mínima é de 10°C e a média é de 20°C. A precipitação anual fica entre 1.400 mm e 2.000 mm, e concentra-se nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo maio e junho os meses mais secos. A espécie também tem sido relatada em climas de transição entre o tipo Cfa mesotérmico, com ausência de estação seca e verões quentes, e o tipo Cfb mesotérmico úmido e subúmido, sem estação seca e com verões mais amenos (Perecin, 2000).

*M. aquifolium* é também encontrada em Floresta Ombrófila Densa, entre altitudes de 50 m a 1.200 m. O clima das áreas mais baixas é do tipo Af, ou clima tropical chuvoso, permanentemente úmido, onde a atuação das massas de ar frio polar é mais freqüente que a das massas de ar quente tropicais. As temperaturas médias anuais ficam em torno de 22°C nos meses mais quentes, e abaixo de 18°C nos meses mais frios. A média anual de precipitação fica em torno de 1.200 mm a 2.500 mm. As chuvas são bem distribuídas durante o ano, mas há um discreto declínio nas precipitações nos meses de inverno, sem que fique caracterizada uma estação seca.

Poucos levantamentos sistemáticos foram efetuados no sentido de caracterizar pedologicamente os ambientes de ocorrência natural de *M. ilicifolia*, e não há relatos desse tipo de caracterização em *M. aquifolium*. Estas informações são importantes no sentido de identificar a adaptação e a variabilidade da espécie sobre diferentes superfícies pedológicas (o que inclui características químicas, físicas e biológicas dos solos), além de gerar fundamentos para o manejo de áreas naturais e implantação de áreas de cultivo.

De modo geral, pode-se dizer que essas espécies são bastante plásticas, ocorrendo sobre solos jovens, como os Neossolos (Radomski,

1998; Bittencourt, 2000; Negrelle e Leuchtenberger, 2001), e sobre solos mais desenvolvidos como Latossolos e Argissolos (Carvalho, 1980; Silva *et. al.*, 1993; Percin, 2000).

Em relação à espécie *Maytenus ilicifolia*, esta ocorre tanto em solos álicos, com baixa saturação em bases trocáveis, quanto em solos eutróficos. Uma característica freqüente destes solos, entretanto, é o alto teor de matéria orgânica nos horizontes superficiais, indicativo importante para o desenvolvimento das práticas de adubação da espécie, principalmente em áreas de cultivo.

Na Tabela 1, encontra-se a descrição de alguns dos solos onde ocorrem populações naturais de *M. ilicifolia* no Paraná.

Outro fato bastante relevante, constatado em campo, é que a ocorrência de populações de *M. ilicifolia* nas planícies aluviais, no Paraná, está estreitamente condicionada ao regime hídrico dos solos. Isto vale para os Gleissolos Melânicos e Háplicos e para os Neossolos Flúvicos (gleicos e típicos). No caso destes solos, o regime de saturação hídrica pode ser subdividido em: a) *pleno* (lençol freático na superfície, caso dos solos mal e muito mal drenados); e b) *parcial* (lençol freático oscilante, caso dos solos imperfeitamente drenados). A freqüência de *M. ilicifolia* está condicionada ao período de saturação hídrica em cada um destes dois regimes: permanente e temporário. Sobre solos com regime de saturação hídrica plena e permanente a espécie não ocorre (Curcio, 2003)<sup>1</sup>.

Tabela 1 – Classificação dos solos (segundo a Embrapa, 1999), com ocorrência natural de *Maytenus ilicifolia* no Paraná.

Classificação do solo	Localização	Referência
NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, com cascalho, relevo montanhoso.	Lapa – PR	Radomski, 1998

<sup>1</sup> Curcio, G. R. Embrapa Florestas. Comunicação pessoal.

CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico Gleico A proeminente textura argilosa, relevo plano.	Lapa – PR	Radomski, 1998
NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico Gleico Epieutrófico A moderado, textura muito argilosa, relevo plano	Lapa – PR	Radomski, 1998
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Álico típico A moderado, textura média, relevo suave ondulado.	Ponta Grossa – PR	Negrelle e Leuchtenberger, 2001
NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa, relevo suave, ondulado.	Ponta Grossa – PR	Negrelle e Leuchtenberger, 2001
GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico A moderado, textura média, relevo plano.	Araucária – PR	Barddal, 2002
GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico A moderado, textura argilosa, relevo plano.	Araucária – PR	Barddal, 2002
GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico típico A proeminente, textura argilosa, relevo plano.	Araucária – PR	Barddal, 2002
GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico típico A proeminente, textura média, relevo plano.	Araucária – PR	Barddal, 2002
GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico típico A chernozêmico, textura argilosa, relevo plano.	Araucária – PR	Barddal, 2002
GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico típico A proeminente, textura muito argilosa, relevo plano.	Araucária – PR	Barddal, 2002
GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico típico A proeminente, textura argilosa, relevo plano.	Araucária – PR	Barddal, 2002
NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico, textura média, relevo plano.	Guarapuava –PR	Steenbock, 2003

CAMBISSOLO HÁPLICO Tb  
Distrófico típico A moderado, textura  
argilosa, relevo plano.

Guarapuava – PR , Steenbock,  
2003

A princípio, a tolerância de *M. ilicifolia* aos diferentes regimes hídricos parece estar relacionada à distribuição de seu sistema radicular. Ao se observar plantas em ambientes naturais, percebe-se uma concentração de raízes com até 20 cm de profundidade no solo, onde as reações de redução no solo são menos intensas e é menor a probabilidade de toxidez por elementos como o Mn, por exemplo, comum em ambientes hidromórficos, com processos de gleização (Radomski e Curcio, observação pessoal).

Ainda cabe citar a presença freqüente de populações homogêneas de *M. ilicifolia* sobre afloramentos de rocha (em particular sobre basalto), no terceiro planalto do Paraná, nos municípios de Guarapuava, Turvo e Cândói (Bittencourt, 2000; Steenbock, 2003; Radomski, observação pessoal). Nestas condições, os indivíduos dessa espécie desenvolvem-se sobre um horizonte A ainda incipiente (cerca de 5 cm de espessura), onde os teores de carbono são bastante elevados (45 g – 68 g/dm<sup>3</sup>), bem como a saturação em bases (65% – 73 %).

#### 4. Dinâmica sucessional e características populacionais

Nos sistemas naturais ocorrem ciclos de espécies, que desempenham determinado papel ou função, sem prejuízo para as outras. Esse papel está muito ligado às características adaptativas de cada espécie, bem como ao ambiente onde ela ocorre e à fase sucessional em que ela se encontra.

De maneira geral, um ecossistema em evolução começa por fases pioneiras, que são substituídas por uma série de comunidades de maior maturidade, até que se desenvolva uma comunidade mais complexa, em consonância com as condições locais. Esta situação, no processo de sucessão das comunidades vegetais, é denominada de "climax".

Várias denominações têm sido utilizadas para definir os estágios da sucessão secundária. Para fins legais, foram estabelecidos nove parâmetros básicos para análise dos estágios sucessionais da floresta atlântica, incluindo aspectos fisionômicos, diversidade e

dominância de espécies (Decreto Federal nº 750/93 e Resolução Conama nº 10, de 1º/10/93). Baseando-se nestas variáveis, foram introduzidas três diferentes denominações para as fases da sucessão: *estágio inicial*, correspondente às fases pioneiras de ocupação e/ou à capoeirinha, onde há um predomínio de espécies herbáceas e arbustivas; *estágio médio*, correspondente à fase de capoeira, onde se pode reconhecer dois estratos delimitados, sendo um herbáceo e um arbustivo, com rara presença de arvoretas e árvores; e *estágio avançado*, correspondente às fases de capoeirão e floresta secundária, onde há definição de pelo menos três estratos vegetais com significativo aumento da diversidade.

Populações de *M. ilicifolia* ocorrem frequentemente em ambientes restritos, como matas ciliares e agrupamentos arbóreos em áreas de campo nativo, especialmente sobre Neossolos e Afloramentos de Rocha (Klein, 1968; ITCF, 1985; Cervi *et. al.*, 1989; Steenbock, 2003). Na região central do Paraná, estas populações ocorrem, geralmente, em alta densidade e em pequenas áreas, em formações de porte predominantemente arbustivo, onde predominam espécies de estágios iniciais da sucessão (Steenbock, 2003; Souza, 2000). No caso de *M. ilicifolia*, grande parte da bibliografia referente a levantamentos fitossociológicos e sucessão secundária, em remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, no Paraná e em Santa Catarina, indicam sua presença em estágios mais avançados, ocupando normalmente o sub-bosque das formações (Mello e Leite, 1983; Galvão *et. al.*, 1989; Ziller, 1996; Silva *et. al.*, 1998; Negrelle e Leuchtenberger, 2001). Deve-se considerar, entretanto, que na maior parte dos levantamentos fitossociológicos, a frequência de indivíduos adultos dessa espécie é bastante baixa. Este fato está relacionado, basicamente, à metodologia adotada nesses estudos, em geral limitando as observações ao compartimento arbóreo superior, com medição de indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior que 5 cm.

Já em áreas com restrição edáfica para o desenvolvimento de uma vegetação de maior porte (especialmente sobre Afloramentos de Rocha associados a Neossolos Litólicos) a frequência de indivíduos de *M. ilicifolia* é bastante elevada. Nestes ambientes, a espécie normalmente predomina na vegetação, desenvolvendo-se e reproduzindo-se a pleno sol (Souza, 2000; Steenbock, 2003).

Em ambientes com solos hidromórficos, também é possível identificar uma frequência maior de *M. ilicifolia*, conforme constatado por

Barddal (2002). Neste trabalho, o autor identificou a ocorrência da espécie no compartimento inferior de um remanescente da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, com valores iguais a 50% para a frequência absoluta e 6,15% para valor de importância. Nesta situação, a altura média dos indivíduos era de 2 m, com um diâmetro da base médio igual a 2 cm.

Em relação às exigências e estratégias da espécie, baseadas apenas na condicionante lumínica, Barddal (2002) classifica *M. ilicifolia* como potencial facultativa umbrófila, em função do predomínio de indivíduos jovens no compartimento inferior da floresta aluvial.

Cabe citar que mudas da espécie introduzidas em área de capoeirão (fase avançada da sucessão) apresentaram desenvolvimento praticamente nulo, três anos após o plantio (Rachwal *et. al.*, 2002).

Desses fatos, conclui-se que o estabelecimento e a permanência de *M. ilicifolia* em comunidades vegetais estão intimamente ligados ao ambiente edáfico e lumínico.

Seu comportamento, em termos de enquadramento em grupo ecológico, é de espécie secundária (fase inicial ou intermediária da sucessão), exigindo grandes quantidades de luz para o seu estabelecimento, desenvolvimento e reprodução.

No caso de ambientes com restrição edáfica para espécies arbóreas de fases mais avançadas da sucessão, onde praticamente tem-se apenas um estrato arbóreo e/ou semi-arbustivo, a espécie *M. ilicifolia* acaba predominando e vegetando de acordo com seu próprio ciclo de vida. Onde o processo de sucessão vegetal avança, a formação de estratos arbóreos superiores acaba limitando a disponibilidade de luz no sub-bosque, o que leva as populações de *M. ilicifolia* a praticamente paralisarem seu crescimento e limitarem sua reprodução via sexuada, já que, segundo Scheffer e Araújo (1998), a frutificação ocorre apenas em árvores que recebem luz direta durante pelo menos parte do dia.

As estimativas de endogamia em populações naturais, de duas populações naturais de *M. ilicifolia* da região de Guarapuava/PR (Steenbock, 2003) e uma população natural da espécie na região de Caçador/SC (Perecin, 2001) [ver também Perecin *et al.* (Genética de populações de espinheira-santa), neste volume] indicam menor endogamia quando as populações se apresentam sobre ambientes com restrição edáfica, sendo que as estimativas vão aumentando no

sentido da sucessão natural. Esses dados, ainda que provenientes de poucas populações, sugerem que as populações de *M. ilicifolia* estudadas estão melhor adaptadas a ambientes com restrição edáfica. Em locais onde esta restrição não é tão forte, a espécie provavelmente se instala no início da sucessão, sendo suprimida em estágios mais avançados.

Siqueira (1994), citada por Perecin (2000), selecionou na literatura 63 levantamentos florísticos do componente arbóreo da Mata Atlântica senso amplo, abrangendo desde os fragmentos que ocorrem em alguns estados do Nordeste até o Rio Grande do Sul. Diversas espécies de *Maytenus* são relatadas; *M. ilicifolia* não foi relatada em nenhum desses trabalhos, enquanto que *M. aquifolium* ocorreu em dois casos, ambos para o Estado de São Paulo. A mesma autora mostra que o Estado está dividido floristicamente em dois blocos, um que abrange as matas próximas ao litoral e outro que compreende as matas de interior. *Maytenus aquifolium* parece não ser exclusiva de nenhum desses dois blocos florísticos, ocorrendo tanto próxima ao litoral como no interior.

As populações de *Maytenus aquifolium* e *M. ilicifolia* são também relatadas em remanescentes de florestas ciliares. Rodrigues & Nave (2000) compilaram as ocorrências de espécies arbóreas em 43 trabalhos fitossociológicos, realizados em áreas de mata ciliar no Brasil extra-amazônico. Os autores verificaram que *M. ilicifolia* aparecia em apenas um desses trabalhos (2,2%), *M. aquifolium* aparecia em sete trabalhos (15%) e *M. robusta*, a mais freqüente das espécies do gênero, ocorria em nove trabalhos (19%).

Estudos florísticos e fitossociológicos realizados no Estado de São Paulo, consultados por Perecin (2000), relatam a ocorrência de *M. aquifolium* com maior freqüência em Mata Mesófila Semidecídua, conforme indicado na Tabela 2.

De maneira geral, os estudos botânicos têm mostrado que *M. aquifolium* é espécie pouco freqüente, apresentando baixos valores em todos os índices fitossociológicos como Freqüência Relativa, Dominância Relativa e Índice de Valor de Importância, sendo por vezes superada nesses índices por espécies raras, como o cedro, por exemplo (Rodrigues *et. al.*, 1989; Durigan, 1994).

No trabalho de Negreiros (1982), em 12 parcelas de 2.500 m<sup>2</sup> amostradas no Parque Estadual Intervalas da Fundação Florestal, apenas a espécie *M. aquifolium* foi detectada, e em apenas quatro das

parcelas amostradas. Nas parcelas em que ocorreu, a densidade local variou de 4 a 20 indivíduos por hectare (Tabela 2). Esses resultados indicam uma distribuição demográfica irregular para a espécie, não mantendo uniformidade nas áreas em que ocorre.

Ainda em outro estudo, na Área de Proteção Ambiental da Serra do Japi, Rodrigues et al. (1989) amostraram 42 parcelas de 100 m<sup>2</sup>, numa área a 870 m de altitude, na qual foram considerados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito acima de 5 cm. Neste trabalho, apenas um indivíduo de *M. aquifolium* foi encontrado, o que representa menos de dois indivíduos por hectare. Nessa mesma área, em parcelas situadas a 1.170 m s.n.m, em formação classificada como floresta de altitude, nenhum indivíduo da espécie foi encontrado (Rodrigues & Shepperd, 1992). Um único trabalho relatou a sua presença em floresta de altitude (Meira Neto et al., 1989), o que sugere uma possível preferência por áreas mais baixas.

*M. aquifolium* também é encontrada em pequenos fragmentos ou áreas antrópicas, onde por vezes torna-se abundante, mas com mais freqüência está associada a áreas de floresta primária com boa disponibilidade de água, em matas ciliares e fundos de vale (Salis, 1990; Durigan, 1994).

De maneira geral, esses estudos não foram realizados com a intenção de examinar as características populacionais das espécies em questão. Por outro lado, eles se prestam a conclusões preliminares sobre o que parece já ter sido observado em muitas outras espécies arbóreas brasileiras, que é a constatação da alta heterogeneidade na ocorrência de *M. aquifolium* e *M. ilicifolia* em diferentes formações florestais. O fato dessas espécies mostrarem-se ora presentes, ora ausentes, com densidades locais também irregulares, faz com que sejam consideradas raras em alguns locais e relativamente comuns em outros.

É o caso de *M. ilicifolia*, que em função das pequenas áreas ocupadas pelas populações naturais, da pressão exercida pelo extrativismo e da forte ameaça de eliminação dos remanescentes florestais na sua área de ocorrência, no Paraná, é considerada espécie rara e ameaçada de extinção (Paraná, 1995).

Tabela 2 – Ocorrência de *M. aquifolium* Mart. em várias formações florestais no Estado de São Paulo, de acordo com levantamentos florísticos e fitossociológicos (modificado de Percin, 2000).

Local	Tipo de mata	Total indiv.	Área da amostra <sup>1</sup>	Indiv./ha	Referência
Brotas - SP	Ciliar - Rio Jacaré Pepira	5	3.000 m <sup>2</sup> *	16,7	Salis, 1990
Tarumã - SP	Ciliar - Rio Paranapanema	2	3.000 m <sup>2</sup> *	6,8	Durigan, 1994
Sete Barras - SP	Floresta Umbrófila Densa	s.d.	30.000 m <sup>2</sup> *	4,0 a 20,0	Negreiros, 1982
Marília - SP	Ciliar - Rio Aguapeí	1	3.000 m <sup>2</sup> *	3,3	Durigan, 1994
Tarumã - SP Faz. S. Luis	Ciliar - Rio Paranapanema	1	3.000 m <sup>2</sup> *	3,3	Durigan, 1994
Jundiaí - SP	Serra do Japi	1	4.200 m <sup>2</sup> *	2,4	Rodrigues et al. 1989
Itirapina - SP	Mesófila Semi-Decídua	1	12.850 m <sup>2</sup> **	0,8	Kotchetkof-Henriques, 1989
Angatuba - SP	Mesófila Semi-Decídua	mín. 1	5.000 m <sup>2</sup> *	s.d.	Torres, 1989
Campinas - SP Faz. S. Vicente	Mesófila Semi-Decídua	mín. 1	4.328 m <sup>2</sup> *	s.d.	Bernacci & Leitão-Filho, 1996
Atibaia - SP	Mesófila Semi-Decídua de Altitude	mín. 1	s.d.**	s.d.	Meira Neto et. al., 1989

## 5. Influência do ambiente sobre a composição fitoquímica

O primeiro relato sobre a composição fitoquímica de *M. ilicifolia* foi efetuado por Stellfeld (1934), o qual cita a presença de iodo, fósforo, enxofre, sódio, cálcio (em quantidade), tanino, corante, mucilagem, resina aromática e cera (em pequena quantidade) [ver também Scheffer (Iso tradicional e atual) e Di Stasi (Aspectos químicos e farmacológicos da espinheira-santa), neste volume].

O fato da espécie encontrar-se naturalmente distribuída sobre solos originados de diferentes litologias implica em prováveis diferenças nas taxas de suprimento e absorção de elementos minerais, bem como na síntese de compostos secundários. Além desta variável, há o fator luminosidade, com influência direta sobre o metabolismo secundário das plantas. Sobre este fato, Flück (1955) considera que a disponibilidade de luz é um dos principais fatores climáticos que afetam a produção de princípios ativos nas plantas. Com relação aos taninos, o autor cita Clarke et al. (1949)<sup>2</sup>, que obtiveram 2,8% menos desses compostos em folhas de *Rhus copallina* e *R. glabra* crescendo sob sombreamento parcial, comparado com folhas de plantas a pleno sol. Ainda de acordo com Eymann (1945)<sup>3</sup>, citado por Flück (op. cit.), variações nos conteúdos de tanino podem ocorrer de ano para ano, provocando alteração nos teores de outros compostos da planta.

Bernardi e Wasicky (1959) foram os primeiros autores 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 às condições de insolação. Segundo os autores, folhas de sol apresentaram menor comprimento e maior concentração de substâncias tânicas. Além dessas observações, citam a ocorrência de cristais de oxalato de cálcio nos tecidos foliares de *Maytenus ilicifolia*.

Silva et al. (1991) também encontraram diferentes concentrações de polifenóis totais e taninos em materiais de espinheira-santa coletados de diversos ambientes, no município de Araucária, Paraná.

<sup>2</sup> CLARKE; ROGERS; SIEVERS; HOPP. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 986(1), 1949.

<sup>3</sup> EYMANN. Thesis. Zurich, Fed. Inst. Technol, 1945.

Radomski (1998) obteve uma média no teor de taninos igual a 6,7%, valor superior aos teores obtidos por Bernardi e Wasicky (1959), os quais variaram de 1,92% a 3,85%, e por Silva et al. (1991), cuja faixa obtida foi de 3,3% a 4,9%.

Nos estudos efetuados por Radomski (op. cit.), em populações nativas de *M. ilicifolia*, no Paraná, também foi verificada a influência do solo e da luminosidade sobre a composição fitoquímica da espécie. De acordo com este trabalho, os teores foliares de N, K, B e Si variaram entre os ambientes, principalmente em função da intensidade luminosa, tendo sido observadas correlações negativas entre esses elementos e a disponibilidade de luz. Para P, Mn e Cu as diferenças observadas entre os ambientes indicam uma possível interação entre solo e luminosidade na absorção desses elementos. Os teores de Ca, Mg, Fe, Al e Zn não apresentaram diferenças entre os ambientes. No caso dos taninos, os teores foram superiores nas plantas crescendo a pleno sol.

Outro dado interessante obtido por Radomski (op. cit.) diz respeito à análise dos ramos de *M. ilicifolia*. Os teores de polifenóis totais e taninos obtidos nestes órgãos corresponderam, em média, a 34% e 40,3% dos teores encontrados nas folhas, indicando que esse produto vegetal pode contribuir com uma parcela significativa na produção de compostos fitoterápicos.

A análise de elementos hidrossolúveis também é um importante indicador dos minerais disponíveis nas bebidas, principalmente em espécies utilizadas na confecção de chás, a partir da infusão de folhas em água quente, como é o caso da espinheira-santa. De acordo com Radomski (1998), a análise da fração hidrossolúvel mostrou-se viável para a obtenção de dados sobre teores de elementos minerais presentes em extratos aquosos de folhas e ramos de *M. ilicifolia*, sendo que o K foi considerado o elemento mais solúvel, seguido, em ordem decrescente, por Mg, Zn, Si, Mn, Ca, Cu e Al.

Em relação a outras fontes de variação na composição fitoquímica de *Maytenus*, cabe citar um experimento com *M. aquifolium*, onde em árvores originadas de sementes de mesma procedência foi encontrada diferença significativa no teor de fenóis totais dos indivíduos (Pereira et al., 1994).

A variabilidade genética, em termos de composição fitoquímica, deve ser um dos fatores a serem examinados nas espécies *M. aquifolium*

e *M. ilicifolia*, de maneira a apurar a amplitude de variação dos teores de marcadores químicos nestas espécies. Obviamente, esse tipo de avaliação deverá ser feito com algum controle ambiental, em ensaios delineados, uma vez que amostras coletadas diretamente de populações naturais podem trazer composições fitoquímicas que refletem interações entre o genótipo e o ambiente. Neste sentido, não se deve desprezar o fato de que a espécie é alógama e mostra elevada variabilidade genética entre e dentro de suas populações (Scheffer, 2001; Perecin, 2000; Steenbock, 2003) [ver também Perecin et al. (Genética de populações de espinheira-santa) e Montanari et al. (Cultivo da espinheira-santa), neste volume].

## 6. Aspectos da biologia floral

A fenologia de florescimento e as características da biologia floral são fatores determinantes da taxa de cruzamento e do fluxo gênico (Kearns e Inouye, 1993) e, conseqüentemente, na dinâmica populacional de uma dada espécie. As informações disponíveis em literatura sobre este tema para espécies do gênero *Maytenus* são escassas, contudo, alguns aspectos relevantes podem ser sistematizados.

O florescimento de *M. ilicifolia* começa no início da primavera e permanece durante o verão (Scheffer, 2001). A frutificação ocorre nos meses de novembro, dezembro e janeiro (Carvalho-Okano, 1992; Scheffer e Araujo, 1998). Scheffer e Araujo (1998) observaram a ocorrência de frutos somente em árvores que recebem insolação direta durante pelo menos parte do dia. Segundo esses autores, mesmo recebendo luz direta, nem todos os indivíduos da população frutificam no mesmo ano.

*M. ilicifolia* apresenta flores monóclinas, no entanto possivelmente estas apresentem comportamento funcional de flores díclinas (Scheffer, 2001). Existem flores de estames praticamente sésses, de coloração pardacenta, adpressos na parede do ovário, o qual se apresenta súpero ou semi-ífero, proeminente (Carvalho-Okano, 1992). Os frutos produzidos a partir dessas flores são numerosos e não apresentam vestígios do perianto na parte apical. Supõe-se que essas flores sejam funcionalmente pistiladas (Carvalho-Okano, 1992). Outras flores se apresentam com estames maiores, de cor amarelo-forte, e com o ovário ífero; provavelmente estas atuam como doadoras de pólen e atrativas à polinização, uma vez que na antese o disco dessas flores secreta néctar (Carvalho-Okano, 1992; Scheffer, 2001).

Calago (1996), citada por Scheffer (2001), observando os visitantes florais da espécie, identificou a presença de pequenas vespas e formigas, que podem atuar como polinizadores ou como simples pilhadoras de néctar.

As sementes são de comportamento ortodoxo, perdendo rapidamente a viabilidade quando armazenadas fora da câmara fria (Scheffer *et. al.*, 1994; Rosa, 1994).

Quanto à forma de dispersão natural das sementes, *M. ilicifolia* apresenta síndrome de dispersão zoocórica, especialmente realizada por aves (Tabarelli *et. al.*, 1993).

Mais recentemente, Steenbock (2003) avaliou características da biologia floral em duas populações naturais de *M. ilicifolia* na região de Garapuava (PR). Foram avaliados 89 indivíduos em florescimento nas duas populações estudadas.

A análise morfo-anatômica das flores indicou a ocorrência de dois tipos florais. Um deles, o "tipo A" (Tabela 3, Figura 1), apresenta estames horizontalizados, longistila, ovário em formato oval, disco interceptando o ovário na metade de sua altura, receptividade do estigma desde a antese da flor até o início do secamento e anteras pardacentas. Neste tipo floral, a análise da ocorrência de grãos de pólen em 30 anteras demonstrou a ausência dos mesmos em 83% das anteras. Nas demais, estes não apresentaram viabilidade a partir do teste do corante carmim acético (Kearns e Inouye, 1993).

O outro tipo floral observado, "tipo B" (Tabela 3, Figura 1), apresenta estames verticalizados, brevistila, ovário em formato esférico, disco concrecido sobre o ovário, receptividade do estigma após a antese da flor e das anteras (em sua maioria iniciando a receptividade no momento em que restam poucos grãos de pólen aderidos às anteras) e anteras de coloração amarelo-forte. Grãos de pólen de todas as 30 anteras de flores do tipo B analisadas apresentaram viabilidade pelo teste do corante carmim.

Tanto nas flores do tipo A quanto nas flores do tipo B a inserção dos estames se dá na altura da base do ovário. Ambos os tipos florais produzem néctar, em glândulas localizadas no disco. Porém a produção de néctar em cada tipo floral não foi avaliada quantitativamente (Steenbock, 2003).

Carvalho-Okano (1992) supõe que as diferenças estruturais observadas em distintos tipos florais de *M. ilicifolia* possam estar relacionadas à funcionalidade das mesmas [ver Carvalho-Okano e Leitão Filho (O gênero *Maytenus* no Brasil extra-amazônico), neste volume]. Corroborando com esta hipótese, as diferenças entre os tipos florais analisados neste trabalho sugerem que as flores seriam funcionalmente femininas (tipo A), ou funcionalmente masculinas (tipo B). Contudo, ambos os tipos florais apresentam gineceu e androceu, sendo morfológicamente andróginos.

Em cada população observou-se uma diferença significativa quanto à frequência dos tipos florais nos indivíduos ( $X^2 = 42,99$ ;  $GL=2$ ;  $\alpha < 0,05$ ). Na população 01, em todos os indivíduos avaliados (43), foi verificada a ocorrência de apenas um tipo floral/indivíduo, ou seja, os indivíduos apresentaram somente flores do tipo A (20 indivíduos), ou somente flores do tipo B (23 indivíduos). Já na população 02, dos 46 indivíduos avaliados, 27 apresentaram somente flores do tipo A, 19 apresentaram flores dos dois tipos e nenhum indivíduo apresentou somente flores do tipo B. Diferenças nas frequências de tipos florais em populações de *M. ilicifolia* foram observadas por Calago (1996) e citadas por Scheffer (2001). De acordo com a autora, em uma população plantada de *M. ilicifolia* foi possível observar indivíduos com flores estaminadas e flores pistiladas (sic), e outros indivíduos somente com um dos tipos florais (Calago, 1996 apud Scheffer, 2001).

Os resultados obtidos por Steenbock (2003) trazem implicações diretas no sistema reprodutivo e na estrutura genética das populações estudadas [ver também Perecin et al. (Genética de populações de espinheira-santa), neste volume]. Na população 01, a ocorrência de apenas um tipo floral por indivíduo determina a necessidade de polinização cruzada entre indivíduos, no mínimo para a fecundação das flores do tipo A, as quais, ou não apresentam grãos de pólen ou os apresentam inviáveis. Ao mesmo tempo, nas flores do tipo B a dicogamia reduz a possibilidade de autofecundação, em função do início da receptividade do estigma se dar depois da antese das anteras e da liberação dos grãos de pólen. Dessa forma, a estratégia de florescimento na população 01 privilegia de forma mais expressiva a polinização cruzada e, conseqüentemente, a maior troca de alelos entre os indivíduos. Na população 02, grande parte dos indivíduos apresenta possibilidade de ocorrência de gueitonogamia (caso não haja algum mecanismo de auto-incompatibilidade envolvido), fato que deve reduzir a alogamia nessa população. Além disso, é importante

lembrar que *M. ilicifolia* produz uma grande quantidade de flores por indivíduo, em diferentes fenofases ao mesmo tempo. Assim, indivíduos que produzem flores do tipo B (com pólen viável), ou ambos os tipos florais, podem estar sujeitos à autofecundação por gueitonogamia.

Tabela 3 – Diferenças entre tipos florais de *Maytenus ilicifolia* avaliados em duas populações naturais\* na região de Guarapuava, PR. Florianópolis, RGV/UFSC, 2003.

Flores tipo A	Flores tipo B
Estames horizontalizados	Estames verticalizados
Estilete pronunciado	Estilete curto
Ovário em formato oval	Ovário em formato esférico
Disco interceptando o ovário em sua porção média	Disco concrecido sobre o ovário
Anteras pardacentas	Anteras de coloração amarelo- forte
Anteras com ausência de grãos de pólen (83%) ou com pólen inviável (17%)	100% das anteras com presença de grãos de pólen viáveis
Receptividade do estigma desde a antese da flor até o início do secamento	Receptividade do estigma iniciando após a antese da flor e das anteras

\* População 01 - Fazenda da Costa/Munasa S. A.; população a pleno sol, caracterizando clímax edáfico sobre associação de neossolo lítico histórico e afloramento de rocha; População 02 - sede da Fundação RURECO; população em sub-bosque de formação secundária, ocorrendo em solo do tipo cambissolo hálico tb distrófico.

A análise de aspectos da biologia floral de *M. ilicifolia*, em populações naturais, sugere que há diferentes estratégias de adaptação relacionadas à estrutura floral da espécie, sobre diferentes condições de solo e luminosidade. A avaliação destes aspectos é de grande importância para a proposição de estratégias de conservação e

de práticas sustentáveis de manejo de populações naturais da espécie, uma vez que a manutenção de indivíduos reprodutivos, nas áreas manejadas, deve levar em conta as diferenças na estrutura floral e na frequência de tipos florais.

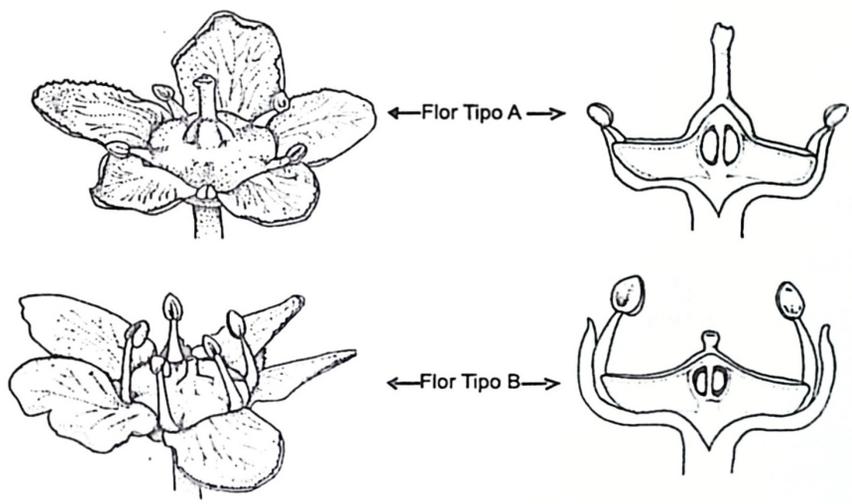


Figura 1. Diferenças entre tipos florais de *Maytenus ilicifolia* avaliados em duas populações naturais na região de Guarapuava (PR) (Flor tipo A e Flor tipo B) (Fonte: Steenbock, 2003).

### Considerações finais

Lacunas significativas permanecem em relação à ecologia da espinheira-santa. Neste capítulo não foram abordados assuntos fundamentais como a ecologia da polinização e da dispersão, importantes para a sobrevivência das populações em seus habitats naturais. No entanto, estudos nessa área ainda são extremamente necessários, especialmente em termos de biologia floral, ecologia da polinização e da dispersão. Esses estudos devem ser conduzidos em um maior número de populações de espinheira-santa, de modo a aprofundar e particularizar esses aspectos tão fundamentais para a ecologia de espécies de *Maytenus*.

Outra ausência de grande relevância são os estudos sobre dinâmicas de populações naturais, importantes para o estabelecimento

de estratégias de conservação, manejo ou domesticação das espécies. Tais estudos deveriam também enfatizar aspectos das influências ambientais sobre as populações, como por exemplo os efeitos da temperatura e da umidade, da quantidade do suprimento alimentar, de outras espécies de organismos que competem pelo alimento ou, em virtude de outras necessidades, dos inimigos naturais, de microrganismos patogênicos e das várias combinações desses fatores.

Estudos abordando esses aspectos são fundamentais para compor um quadro claro sobre as perspectivas de sobrevivência de *M. ilicifolia* e *M. aquifolium* nos remanescentes florestais que estas espécies ainda habitam.

## 8. Referências bibliográficas

- BARDDAL, M.L. Aspectos florísticos e fitossociológicos do componente arbóreo-arbustivo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial – Araucária, PR. *Dissertação (Mestrado)/UFPR*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 89p., 2002.
- 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, 46p., 1959.
- CARVALHO, P. E. R. Levantamento florístico da região de Irati-PR. (1ª aproximação). *Circular Técnica* n° 03. Curitiba, EMBRAPA/CNPF. 44p., 1980.
- CERVI, A.C.; PACIORNIK, E.F.; VIEIRA, R.F. & MARQUES, L.C. Espécies vegetais de um remanescente de floresta de Araucária (Curitiba, Brasil): Estudo preliminar I. *Acta Biol. Par.*, v. 18, n. 1,2,3,4, p. 73-114, 1989.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, EMBRAPA Produção de Informação / Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 412p., 1989.
- FLÜCK, H. The influence of climate on the active principles in medicinal plants. *The Journal of Pharmacy and Pharmacology*, v. 7, p. 361-383, 1955.

- FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 631 p., 1993.
- GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; RODERJAN, C.V. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati-PR. *Floresta*, v. 19, n. 1-2, p. 30-49, 1989.
- ITCF. *Plano de manejo - Parque Estadual de Caxambu, Castro, PR*. Curitiba, ITCF, 126p., 1985.
- KAGEYAMA, P. & LEPSCH-CUNHA, N. Singularidade da Biodiversidade nos Trópicos. In: GARAY, I. & DIAS, B. S. *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais*. Editora Vozes, p. 199-214, 2001.
- 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*, p. 65-103., 1968.
- NEGREIROS, O. C. Características Fitossociológicas de uma comunidade de floresta latifoliada pluvial tropical visando ao manejo do palmito, *Euterpe edulis*, Mart. *Dissertação (Mestrado)/ESALQ*. Piracicaba, Universidade de São Paulo, 104p., 1982.
- PARANÁ. *Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná*. Curitiba: SEMA/GTZ, 139p., 1995.
- PERECIN, M. B. Diversidade genética em populações naturais de espécies de espinheira-santa, *Maytenus aquifolium* Mart. e *M. ilicifolia* Mart. ex Reiss. (Celastraceae). *Tese (Doutorado)/ESALQ/USP*. Piracicaba, ESALQ, 2000.
- RADOMSKI, M.I. Caracterização ecológica e fitoquímica de *Maytenus ilicifolia* Mart., em populações nativas, no município da Lapa, Paraná. *Dissertação (Mestrado)/UFPR*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 98p., 1998.
- RODRIGUES, R. R. & NAVE, A. G. Heterogeneidade Florística das Matas Ciliares. In: *Matas Ciliares – Conservação e Regeneração*. Pg. 45-71, EDUSP/FAPESP, 2000.
- RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G. J. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num

- gradiente altitudinal na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.) *História Natural da Serra do Japi - ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Campinas, UNICAMP/FAPESP, p. 64-96, 1992.
- RODRIGUES, R.R.; MORELLATO, L. P. C.; JOLY, C. A.; LEITÃO-FILHO, H. F. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasil. Bot.*, v. 12, p. 71-84, 1989.
- RODRIGUES, R.R.; MORELLATO, L. P. C.; JOLY, C. A.; LEITÃO-FILHO, H. F. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 12, p. 71-84, 1989.
- SCHEFFER, M. C.; DONI FILHO, L.; KOEHLER, H. S. Influência do tipo de coleta, das condições e do tempo de armazenagem na viabilidade de sementes de *Maytenus ilicifolia*. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, Fortaleza. *Resumo de temas livres*. FINEP/CNPq. 196 p., 1994.
- SCHEFFER, M. C.; ARAUJO, J. A. de. Observações sobre a frutificação de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) na Região Sul do Brasil. In: Simpósio de plantas medicinais do Brasil, XV. Águas de Lindóia, SP. *Livro de resumos*. São Paulo. UNIFESP. 1998.
- SCHEFFER, M. C. Sistema de cruzamento e variação genética entre populações e progênies de espinheira-santa. *Tese (Doutorado)*/UFPR. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 104p., 2001.
- SILVA, C.G.; RECIO, R. A.; BRAGA DE OLIVEIRA, A.; PAIVA, R.L.R. Coleta e avaliação da qualidade fitoquímica de *Maytenus ilicifolia* M. (Espinheira-santa). *Tribuna Farmacêutica*, v.57-59, p.46-50, 1991.
- SIQUEIRA, M. Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários. *Dissertação (Mestrado)*/UNICAMP. Campinas, Universidade de Campinas. 143p., 1994.
- SOUZA, R.C.C. de. Levantamento Fitossociológico nos municípios de Guarapuava e Turvo – Paraná (Parte integrante do Projeto FLORESTAS MEDICINAIS). *Relatório (Estágio)*/UFPR. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 32p., 2000.

STELLFELD, C.A . A espinheira-santa: contribuição ao estudo farmacognóstico. *Bol. Assoc. Bras. Pharm.* v.15, p.551-571, 1934.

STEENBOCK, W. Fundamentos para o manejo de populações naturais de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. (Celastraceae). *Dissertação (Mestrado)/UFSC*. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

ZILLER, S.R. *Manual de avaliação de vegetação florestal - Índice para avaliação de áreas degradadas e unidades de conservação*. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná, 21 p., 1996.