

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA:

DIVERSIDADE E MANEJO DA VIDA SILVESTRE

MARCUS LANNER VIEIRA

**Dendrocronologia de *Hovenia dulcis*, exótica e invasora nas florestas subtropicais
Brasileiras.**

SÃO LEOPOLDO

2012

Marcus Lanner Vieira

Dendrocronologia de *Hovenia dulcis*, exótica e invasora nas florestas subtropicais Brasileiras.

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia, Diversidade e Manejo de Vida Silvestre, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Morales de Oliveira

São Leopoldo

2012

AGRADECIMENTOS

Expresso aqui os meus profundos agradecimentos as pessoas que ajudaram na realização deste projeto.

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Juliano Morales de Oliveira, pelo incentivo, orientação e transmissão de conhecimentos nas constantes horas de discussões técnico-científicas.

Aos amigos e colegas de laboratório, pelo convívio diário e por participarem ativamente das expedições a campo. Gabriela Avila, Marina Fagundes, Lucélia Jacques, Cintia Pinheiro, Gustavo Simon, Diogo Tobolski,

Aos amigos que auxiliaram nas coletas de dado Rafael Köche e Henrique Homem.

A secretária do Programa de Pós-Graduação Fernanda Fraga, por todo seu empenho e prestatividade.

A PETROBRAS, através de PETROBRAS AMBIENTAL pela patrocínio ao projeto de pesquisa.

Ao Comitê Sinos pelo desenvolvimento do projeto VERDESINOS, e a FUNDEPE pela concessão da bolsa de auxílio a pesquisa.

Aos amigos, Fabricio Ferreira, Cristine Trevisan e Rodrigo Bergamin, por sempre estarem presentes.

A minha família (pai, mãe, irmão e irmã), Luiz Fernando da Costa Vieira, Angela Augusta Lanner Vieira, Helena Lanner Vieira e Fernando Lanner Vieira. pelo suporte e compreensão incondicional.

Por fim, agradeço a todos as demais pessoas que de forma direta ou indireta também contribuíram para a conclusão desta etapa da minha vida.

Marcus Lanner Vieira

**Dendrocronologia de *Hovenia dulcis*, exótica e invasora nas florestas subtropicais
Brasileiras.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia, Diversidade e Manejo de Vida Silvestre, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Morales de Oliveira

Aprovado em _____, do mês de _____ de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Juliano Morales de Oliveira - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Dr. Paulo Cesar Botosso - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

RESUMO

Hovenia dulcis Thunberg (Rhamnaceae) é uma espécie arbórea de origem asiática, comumente encontrada como invasora em formações florestais do sul do Brasil, onde compete com espécies arbóreas nativas em áreas de sucessão inicial e em clareiras no interior de florestas. Esta espécie, conhecida popularmente como uva-do-japão, perde completamente as folhas no período invernal, indicando um padrão fenológico estacional que estaria associado à formação de anéis de crescimento no lenho. Essas estruturas anatômicas marcam ciclos sazonais de atividade do câmbio vascular, fornecendo registros anuais da idade e do crescimento das plantas. Dessa forma, a existência de anéis de crescimento nesta espécie permitiria desenvolver estudos dendroecológicos, relevantes ao entendimento e manejo do seu processo de invasão. Neste estudo investigamos padrões de crescimento de *H. dulcis* através de séries temporais de largura de anéis de crescimento e suas relações com o clima regional. O estudo foi realizado em florestas ciliares de três arroios da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, RS (29°40'30"S; 50°70'20"W), em cotas de 64 a 274m de altitude. Foram coletadas amostras de secções transversais do tronco de 49 indivíduos, com auxílio de um trado de incremento. As amostras foram preparadas datadas e medidas, gerando séries temporais de crescimento que foram submetidas a análises de correlação, regressão e ordenação para avaliar padrões de crescimento entre árvores e relações com séries históricas de temperatura atmosférica e precipitação. Os resultados demonstram que o crescimento de *H. dulcis* é sensível ao clima e apontam os principais fatores de influencias no crescimento. Destacamos a convergência no crescimento das árvores independente do seu local dentro da área de estudo. O sincronismo de crescimento expresso na cronologia apresentou sinais climáticos regionais atuando sobre a população. A série de crescimento regional média foi positivamente relacionada com a precipitação durante a primavera e o verão atual e temperatura de outono anterior. Isso significa que o crescimento de *H. dulcis* é sensível à baixa disponibilidade de água durante o período vegetativo e temperatura fria no outono restringe a duração de atividade de crescimento, reduzindo o crescimento na próxima temporada. Através do perfil de crescimento das árvores, reconhecemos árvores de crescimento rápido como sendo as que apresentam melhor o sinal comum de crescimento da população e mais sensíveis ao sinal regional. Identificamos também os indivíduos velhos, pequenos e de crescimento lento como representantes ruins do crescimento comum, pois estes são influenciados principalmente por fatores de micro sítio. Assim a datação precisa da idade dos indivíduos merece grande destaque, pois sugerem que medidas de diâmetro não são bons descritores de idade, não sendo esta medida adequada para estudos ecológicos que necessitem de estimativa de idade.

Palavras chave: Dendrocronologia, dendroecologia, clima subtropical.

ABSTRACT

Hovenia dulcis Thunberg (Rhamnaceae) is a tree species from Asia invading forest formations in south Brazil, where it competes with native tree species in early succession areas and forest canopy gaps. The blueberry-japan shades its leaves in winter, indicating a seasonal phenological behavior that would be related to the formation of wood growth rings. This anatomical xylem structures mark seasonal cambium activity cycles, thus informing about tree age and annual growth. The formation of annual rings in *H. dulcis* would allow the development of dendroecological studies, relevant to understand and manage its invasion process. This study investigates long-term growth patterns of *H. dulcis* and relationships to regional climate through tree-ring analyses. The study was carried out in three riparian forests within the Dos Sinos river catchment (29°40'30"S; 50°70'20"W), between 64 and 274 m asl. Forty nine trees were cored with an increment borer to obtain transversal trunk wood samples for tree ring analysis. The wood cores were surfaced, measured, cross-dated and detrended to obtain an annual growth index time series per tree. Regional temperature and precipitation series were obtained from modeled grid data-set. Growth patterns among trees and relationships with climate were explored through ordination, correlation and regression analyses. Trees from different riparian forests showed a similar growth pattern, indicative of a regional growth signal. The regional signal strength variation among trees did not varied in function of age but was directly related to tree size controlling age, indicating fast growing trees were more sensitive to such regional signal, probably because slow growing trees would be more influenced to site factors. The regional mean growth series was positively related to precipitation during current spring and summer and to temperature of previous autumn. It means *H. dulcis* growth is sensitive to low water availability during the vegetation period and cold temperature in autumn restricts the duration of growth activity, reducing growth in the next season.

Keywords: Dendrochronology, dendroecology, subtropical climate.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

PÁGINA

Figura 1. Mapa da bacia hidrográfica do rio do Sinos com a localização geográfica da área de estudo, destacando os pontos de amostragens..... **15**

Figura 2. Médias mensais de temperatura e precipitação da região para o período de 1900 a 2002, conforme modelagem climática de Mitchell e Jones (2005)..... **15**

Figura 3. Estrutura macroscópica do lenho de *Hovenia dulcis* em corte transversal, demonstrando o crescimento anual do anel de crescimento e destacando o limite do anel delimitados por uma faixa de parênquima marginal e padrão semi-poroso.....**19**

Figura 4. Variabilidade de idade e diâmetro do tronco para as 49 árvores amostradas, e de intercorrelação para as 42 árvores com dez anos ou mais.....**20**

Figura 5. Correlações de crescimento: Relações entre idade e diâmetro do tronco (DAP), intercorrelação das árvores amostradas e (DAP) residual..... **21**

Figura 6. Análise de Componentes Principais das séries padronizadas das 42 árvores com DAP superior a 10 cm. para o período de 1986 a 2002. Os símbolos representam a correlação das árvores com os eixos e onde estavam localizadas: Padilha (círculos), Areia (quadrado) e Chuvisqueiro (triângulo).....**22**

Figura 7. Cronologia regional de *Hovenia dulcis*. incluindo as 21 árvores de maior intercorrelação. As linhas pretas mostram séries padronizadas individuais e a linha cinza mostra a série média. O gráfico de barras descreve o número de árvores para cada ano da cronologia..... **23**

Figura 8. Correlação entre o crescimento anual e clima: Correlação entre o crescimento anual das árvores, descrito pela série média de crescimento e variáveis climáticas mensais (precipitação total e temperatura média).....**24**

Tabela 1. Análise de regressão múltipla parcial da cronologia regional pelas variáveis climáticas, sendo.....**24**

SUMÁRIO

	PAGINA
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1 Área de estudo e clima.....	13
2.2 Amostragem e análise do lenho.....	16
2.3 Padrões de crescimento e sinais dendroclimáticos.....	16
3. RESULTADOS.....	18
3.1 Estrutura anatômica dos anéis de crescimento.....	18
3.2 Idade, tamanho e padrões de crescimento.....	19
3.3 Sinais dendroclimáticos.....	22
4. DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÃO.....	26
6. BIBLIOGRAFIA.....	27

Introdução

Hovenia dulcis Thunb. é uma espécie arbórea de origem asiática, conhecida popularmente como uva-do-japão. Esta espécie ocorre naturalmente em regiões de clima subtropical e temperado, na China, Japão e Coréia (Richardson, 1966). No Brasil a uva-do-japão foi introduzida devido ao seu crescimento rápido, sendo amplamente cultivada para produção de madeira, utilizada na arborização urbana, ornamentação e como quebra vento nas propriedades rurais (Carvalho, 2003).

No Brasil esta espécie atinge idade reprodutiva com cerca de quatro anos, com período de floração ocorrendo de agosto a fevereiro e a frutificação nos meses de março a outubro. A deciduidade foliar é uma característica marcante da espécie, que inicia a perda das folhas em abril perdurando o evento até agosto, chegando a ficar completamente desprovida de folhas durante os meses de junho, julho e agosto (Instituto Hórus, 2011). Na fase adulta é comumente encontrada com alturas variando de 10 a 15 m e diâmetro à altura do peito de 40 cm aproximadamente. Os frutos e pedúnculos da infrutescência são abundantes e muito apreciados pela fauna nativa, especialmente aves e mamíferos, que acabam por serem seus principais dispersores (Carvalho, 2003).

A uva-do-Japão em sua área de ocorrência natural se desenvolve em ambientes com elevada heterogeneidade, as características dos locais de registro para espécie na Ásia são bem variados, o que permitiu a espécie ter a plasticidade necessária para adaptar-se a novos locais de ocorrência similares. Na China essa espécie ocorre em altitudes que variam de 165 a 1350 m, onde a precipitação anual oscila entre 850 e

2.000 mm concentrada no verão, as médias de temperatura mensal estão entre 7° e 17° C (Instituto Hórus, 2011). *Hovenia* é uma espécie muito abundante na região de origem, aparecendo como dominante em comunidades florestais da Coréia do Sul e China (Yun e Lee, 2002). O clima predominante da região de ocorrência natural é temperado frio com inverno seco e com verão quente (Carvalho, 2003).

Hovenia no Brasil ocorre com elevada frequência em regiões de clima subtropical, onde é classificada como invasora biológica de ambientes florestais em fase de regeneração da porção sul do país (Instituto Hórus, 2011; Brena *et al.*, 2003). Esta espécie apresenta elevada capacidade competitiva devido ao crescimento rápido, maturidade precoce e grande produção de sementes. Seus compostos alelopáticos também são foco de estudos, onde resultados preliminares indicam possíveis efeitos danosos destas substâncias que diminuem a germinação de outras espécies (Boeni 2011).

A dendrocronologia, ciência que estuda os anéis de crescimento das árvores é capaz de resgatar históricos de crescimento das árvores através de estudos anatômicos do lenho. Apesar de fornecer dados singulares e pouco disponíveis na literatura a dendrocronologia ainda é pouco aplicada nos estudos de ambientes tropicais e subtropicais (Oliveira *et al.*, 2009). O principal motivo para o número reduzido de pesquisas com séries de anéis de crescimento nestes ambientes é atribuído à baixa frequência de espécies com anéis de crescimento bem definidos em comparação com floras temperadas e áridas (Stahle, 1999). Porém, resultados promissores têm motivado estudos sobre a formação de anéis de crescimento e suas ligações com sazonalidade climática regional na América (Boninsegna *et al.*, 1989; Callado *et al.*, 2001; Lisi *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2009).

Estudos dendrocronológicos em regiões subtropicais e tropicais têm se concentrado na identificação de espécies sensíveis, que possam fornecer dados sobre as influências ambientais, como a do clima no crescimento das plantas (*eg.* Brienen e Zuidema, 2006; Dünisch, 2005). Poucos estudos exploram a aplicação das séries cronológicas de crescimento das árvores para estudos dendroecológicos (Grau *et al.*, 2003; Worbes *et al.*, 2003; Brienen e Zuidema, 2006). Estudos dendroecológicos podem auxiliar na compreensão das influências ambientais na taxa de crescimento dos vegetais, bem como ajudar na compreensão adaptações e aclimações das espécies a novos ambientes e a potenciais alterações climáticas que se encontram em curso.

Segundo estudos realizados por Chagas (2009) em florestas tropicais brasileiras, *Hovenia dulcis* apresenta anéis de crescimento formados sazonalmente em resposta ao seu ciclo anual de crescimento, que é influenciado principalmente por fatores climáticos. Apesar da constatação da sua sensibilidade climática evidenciando o seu potencial para estudos dendrocronológico, esta espécie ainda é pouco explorado em pesquisas do gênero.

Os estudos dendrocronológicos com espécies exóticas podem fornecer informações que auxiliem o entendimento da dinâmica de espécies invasoras, explorando suas relações ecológicas com o ambiente invadido, e assim contribuindo para a compreensão dos processos ecológicos envolvidos na ocupação dos novos ambientes e interação com a biota local.

Os conhecimento dos impactos ocasionados por espécies exóticas invasoras, reforça a necessidade de estudos ecológicos com esta espécie. Pois espécies exóticas invasoras são consideradas como a segunda maior causa de perda de biodiversidade em escala global (D'antonio end Vitousek 1992; Goodwin *et al.* 1999), e o aumento da

população de espécies exóticas invasoras tende a diminuir a riqueza de espécies nativas dentro das comunidades florestais (Rejmánek and Rosén 1992; Hager and McCoy 1998; Parker *et al.* 1999; Meiners *et al.* 2001), ocasionando perda de diversidade.

Neste estudo investigamos padrões de crescimento de *H. dulcis* através de séries temporais de largura de anéis de crescimento, buscando verificar a existência e intensidade de relações entre crescimento vegetal e o clima regional.

Materiais e Métodos

Área de estudo e clima

A região do presente estudo situa-se no vale do rio dos Sinos, que ocupa uma área de 3.800 km² na porção leste do Estado do Rio Grande do Sul, tendo ao norte a Serra Geral e ao sul a Depressão Central (Figura 1). O clima da região é predominantemente *ombrófilo*, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e precipitação anual média de 1.676 mm. A temperatura média anual é de 17,6°C, porém há acentuada variação térmica entre as estações do ano. A temperatura média mensal e a precipitação total mensal são apresentadas na Figura 2, que apresenta dados modelados do clima da região para o período de 1900 a 2002 (e.g. Mitchell e Jones, 2005). Quanto ao clima da região destacamos as chuvas bem distribuídas ao longo do ano bem como a acentuada diferença de temperatura entre os meses de verão e inverno.

A vegetação nativa característica da região é formada por um mosaico de Floresta Atlântica e Floresta Estacional, que se desenvolvem em ambiente com chuvas bem distribuídas e sem estação seca, nesta região há intensa pressão antrópica resultante do uso do solo para agricultura, pecuária, silvicultura e urbanização.

O estudo foi realizado em florestas ripárias dos arroios Padilha, Areia e Chuvisqueiro, nos municípios de Taquara, Rolante e Riozinho, respectivamente. Em cada um dos arroios foram definidos quatro pontos amostrais, onde montamos parcelas de 50 x 50 m. localizadas nos fragmentos florestais as margens dos cursos hídricos (Figura 1). Dentro das parcelas foram selecionadas árvores de diferentes classes de DAP (diâmetro a altura do peito) para amostragem, com o intuito de verificar a existência de diferença na formação de anéis em cada classe de tamanho. Para tanto, as classes de DAP selecionadas compreendem os seguintes critérios: menor que 20cm., de 20 e 40,

de 40 a 60 e maior que 60cm., dentro de cada classe foram amostrados até dois indivíduos, totalizando 49 indivíduos amostrados.

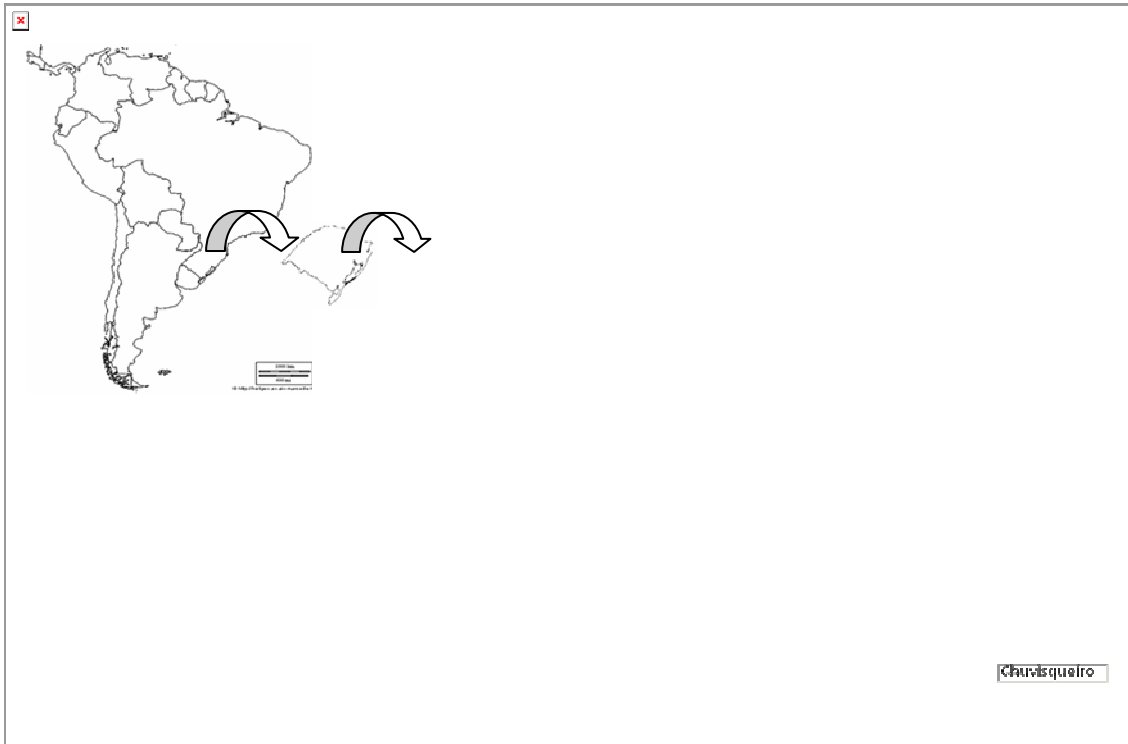


Figura 1. Mapa da localização geográfica da área de estudo destacando a bacia hidrográfica do rio do Sinos e os pontos de amostragens utilizados.

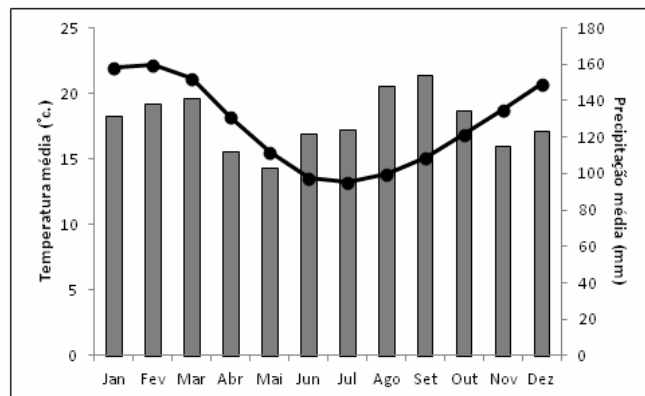


Figura 2. Médias mensais de temperatura (linhas) e precipitação (barras) da região para o período de 1900 a 2002, conforme modelagem climática de Mitchell e Jones (2005).

Amostragem e análise do lenho

Para cada uma das 49 árvores selecionadas foram obtidas amostras de seções transversais do tronco, em campanhas realizadas entre junho de 2010 e setembro de 2011. As amostras de lenho foram extraídas com trado de incremento de 5.1 mm de diâmetro, a uma altura de 1,30 m do solo. Para cada árvore amostrada foram tomadas de três a seis amostras, totalizando 173 amostras de séries temporais de crescimento.

As amostras foram fixadas em suportes de madeira, secas e polidas mecanicamente com lixas de diferentes granulações, partindo da mais grossa para a mais fina (80-600 grãos). O reconhecimento dos limites dos anéis de crescimento foram inspecionados com um estereomicroscópio, e as amostras foram datadas seguindo os métodos descritos por Stokes e Smiley (1968). A idade calendário dos anéis de crescimento foi atribuída conforme metodologia proposta por Schulman (1956). Os anéis foram medidos com mesa de medição Velmex® (precisão de 0,01 mm).

Para verificar a precisão dos dados dendrocronológicos as séries de largura de anéis de crescimento foram comparadas dentro e entre árvores, método conhecido como Datação Cruzada (Stokes e Smiley, 1968; Holmes 1983). O sincronismo entre amostras permite a localização e correção de erros de observação ocasionados por variações anatômicas da madeira, como anéis falsos e anéis faltantes, por exemplo.

Padrões de crescimento e sinais dendroclimáticos

Para cada árvore foi obtida uma série média de largura de anéis, as quais foram padronizadas para enfatizar a variação de alta frequência entre árvores, reduzindo ruídos

relacionados à idade e distúrbios locais, por exemplo. Para tanto, a largura de cada anel foi dividida pela largura média de um período de cinco anos, incluindo os dois anéis anteriores, os dois posteriores e o de referência.

Análises de correlação, regressão e ordenação foram aplicadas às séries padronizadas para descrever padrões de crescimento da população amostrada. Foram desconsideradas árvores com menos de dez anos, proporcionando um período mínimo de dez anos para viabilizar utilização das séries de crescimento nas análises de dados. A intercorrelação da população foi avaliada correlacionando, através de coeficiente de Pearson, a série padronizada de cada árvore com a série padronizada média das demais árvores (Holmes 1983). Análises de regressão linear com testes de aleatorização (Manly 2007) foram então utilizadas para explorar relações entre idade, diâmetro do tronco e intercorrelação. Para explorar padrões de crescimento entre árvores foi realizada uma Análise de Componentes Principais, baseada na matriz de correlação entre séries padronizadas para o período comum de crescimento das árvores amostradas. A estabilidade dos eixos de ordenação foi avaliada por testes de aleatorização (Pillar 1999).

A associação entre o crescimento das árvores e o clima regional foi investigada através de análises de correlação e regressão. Uma série padronizada média das árvores com maior intercorrelação foi utilizada como descritor regional de crescimento (cronologia regional). Séries históricas mensais de temperatura e precipitação foram extraídas de uma base climáticos globais, modelados numa resolução de 5° x 5° de latitude e longitude – CRUTS 2.1 (Mitchell e Jones, 2005). As séries climáticas foram então correlacionadas às séries de crescimento para revelar possíveis sinais dendroclimáticos. Análises de regressão com testes de aleatorização (Manly, 2007)

foram então empregadas para modelar o crescimento regional com base nas variáveis climáticas identificadas como relevantes na análise de correlação.

As análises de ordenação, regressão e testes de aleatorização foram realizadas no software MULTIV versão 2.74b (Pillar, 2006).

Resultados

Estrutura anatômica dos anéis de crescimento

O lenho de *Hovenia dulcis* apresentou camadas de crescimento distintas e nitidamente delimitadas por uma linha de parênquima axial marginal, com presença de vasos dilatados no início da estação de crescimento e diminuição gradual na transição do lenho inicial para o lenho tardio (padrão semi poroso). Estas estruturas anatômicas, de fácil visualização, fornecem importante característica diagnóstica para delimitação dos anéis de crescimento (Figura 3).

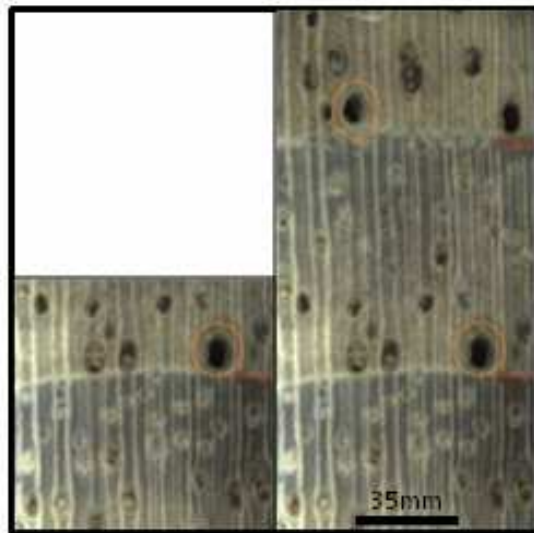


Figura 3. Estrutura macroscópica do lenho de *Hovenia dulcis* em corte transversal, demonstrando o crescimento anual do anel de crescimento e destacando o limite do anel delimitados por uma faixa de parênquima marginal e padrão semi-poroso.

Idade, tamanho e padrões de crescimento

Dos 12 pontos de amostragem selecionados, em oito haviam indivíduos de *H. dulcis*: três no arroio Padilha; três no arroio Areia e dois no Arroio Chuvisqueiro, totalizando 49 árvores. As variações de tamanho, idade e intercorrelação da amostra estão detalhadas na Figura 4. As análises de regressão demonstraram uma influência positiva da idade no diâmetro do tronco, explicando 32% da sua variabilidade. Ademais, o grau de intercorrelação foi independente da idade, mas positivamente relacionado ao diâmetro do tronco controlando o efeito da idade, explicando 20% da variação de sincronismo entre árvores (Figura 5).

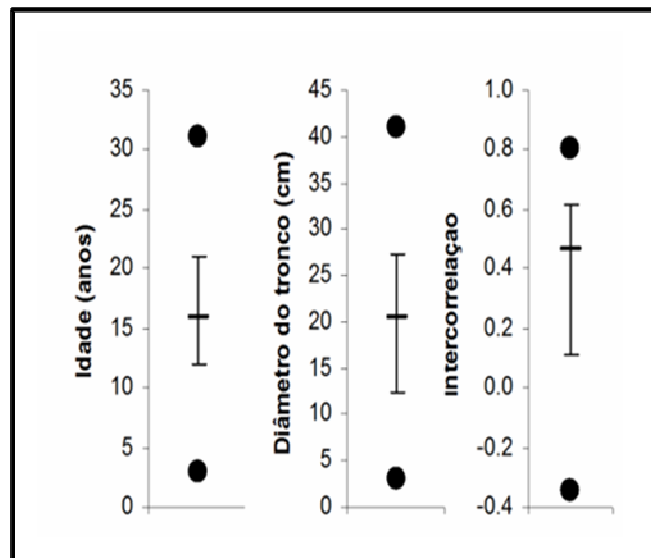


Figura 4. Variabilidade de idade e diâmetro do tronco para as 49 árvores amostradas, e de intercorrelação para as 42 árvores com dez anos ou mais.

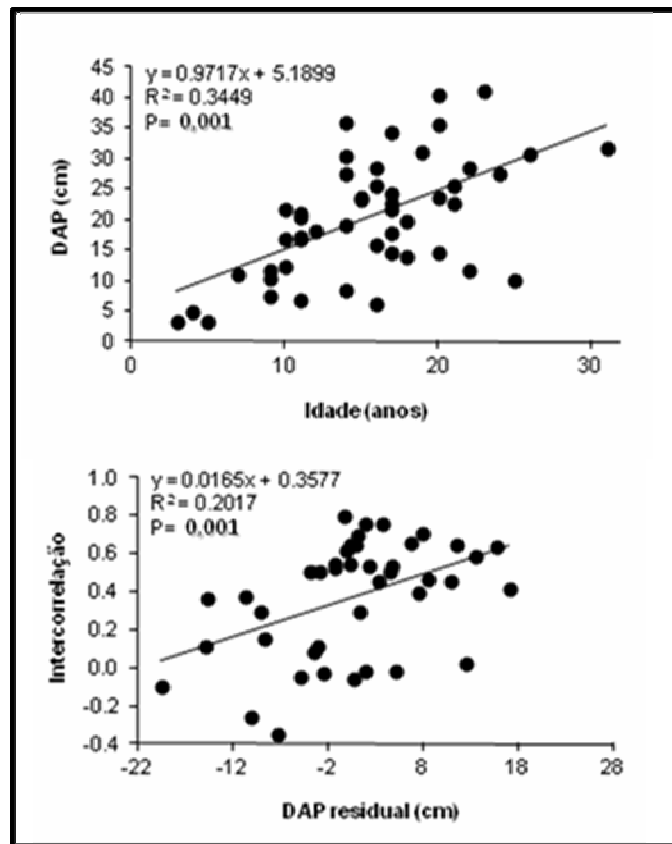


Figura 5. Relações entre idade e diâmetro do tronco (DAP), intercorrelação das árvores e (DAP) residual.

Segundo a Análise de Componentes Principais, somente a variação de crescimento representada no primeiro eixo (28% do total) foi significativa ($P < 0,001$). Este eixo evidencia uma tendência convergente no crescimento das árvores, independente do arroio onde estavam localizadas.

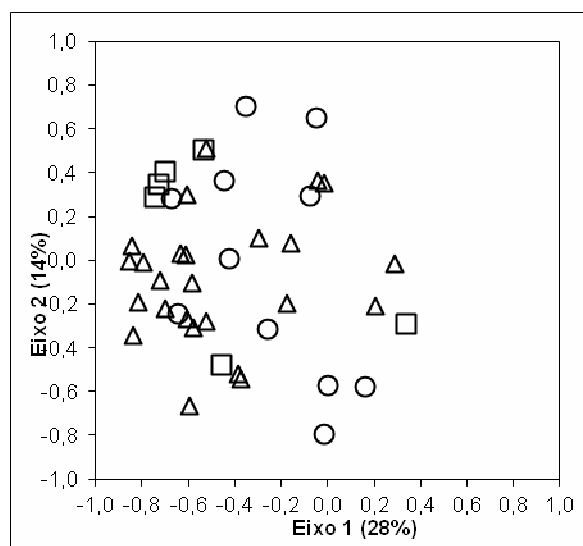


Figura 6. Análise de Componentes Principais das séries padronizadas das 42 árvores com DAP superior a 10 cm. para o período de 1986 a 2002. Os símbolos representam a correlação das árvores com os eixos e onde estavam localizadas: Padilha (círculos), Areia (quadrado) e Chuvisqueiro (triângulo).

Sinais dendroclimáticos

A cronologia regional com as 21 árvores de maior intercorrelação abrange um período de 25 anos, de 1986 a 2010 (Figura 7). Segundo análises de correlação e regressão, o sincronismo de crescimento expresso nesta cronologia apresentou sinais climáticos regionais. As árvores apresentaram sensibilidade à precipitação na primavera e verão do período vegetativo corrente. Nestes meses de temperatura mais elevada a disponibilidade hídrica influenciou diretamente o crescimento anual, explicando 18% da variabilidade da cronologia ($P=0,099$). O outro sinal biologicamente interpretável indicou que a temperatura nos meses de outono do ano anterior influencia positivamente

o crescimento na próxima estação de crescimento, explicando 39% da variação de crescimento regional ($P=0,014$). Isso sugere que temperaturas mais elevadas de outono estendem a duração do período vegetativo, favorecendo o crescimento no ano seguinte (Figura 8 e Tabela 1).

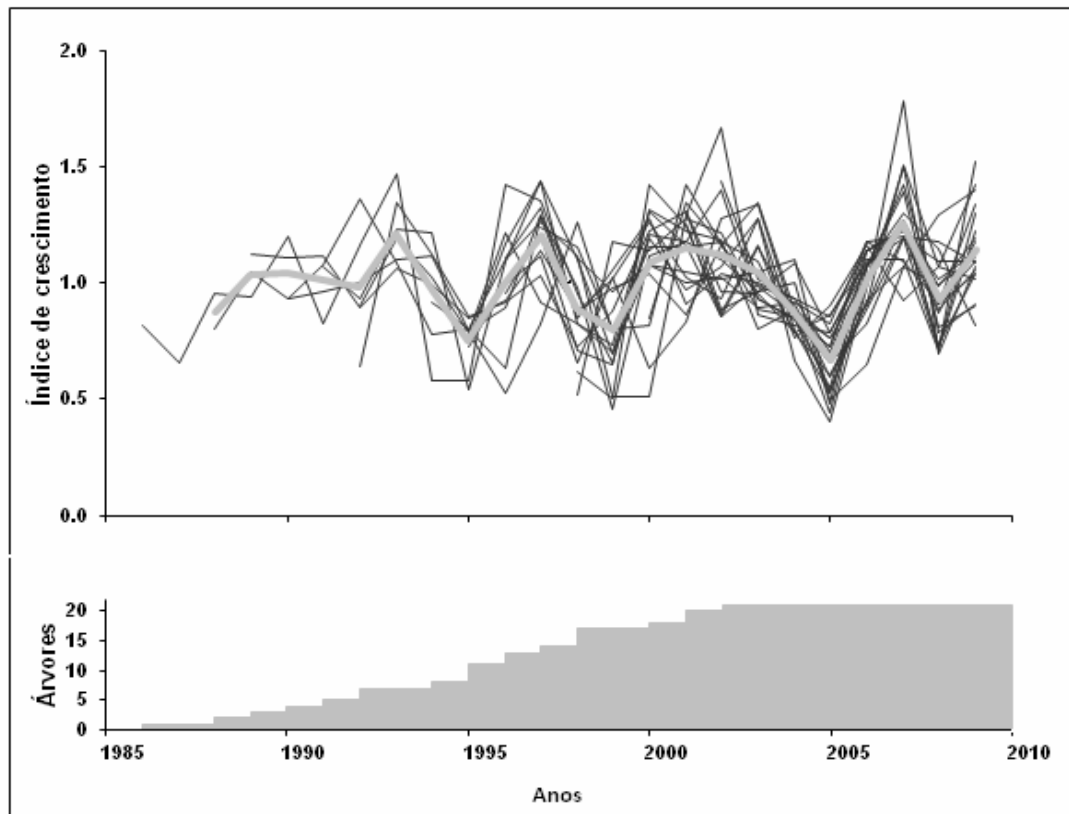


Figura 7. Cronologia regional de *Hovenia dulcis*, incluindo as 21 árvores de maior intercorrelação. As linhas pretas mostram séries padronizadas individuais e a linha cinza mostra a série média. O gráfico de barras descreve o número de árvores para cada ano da cronologia.

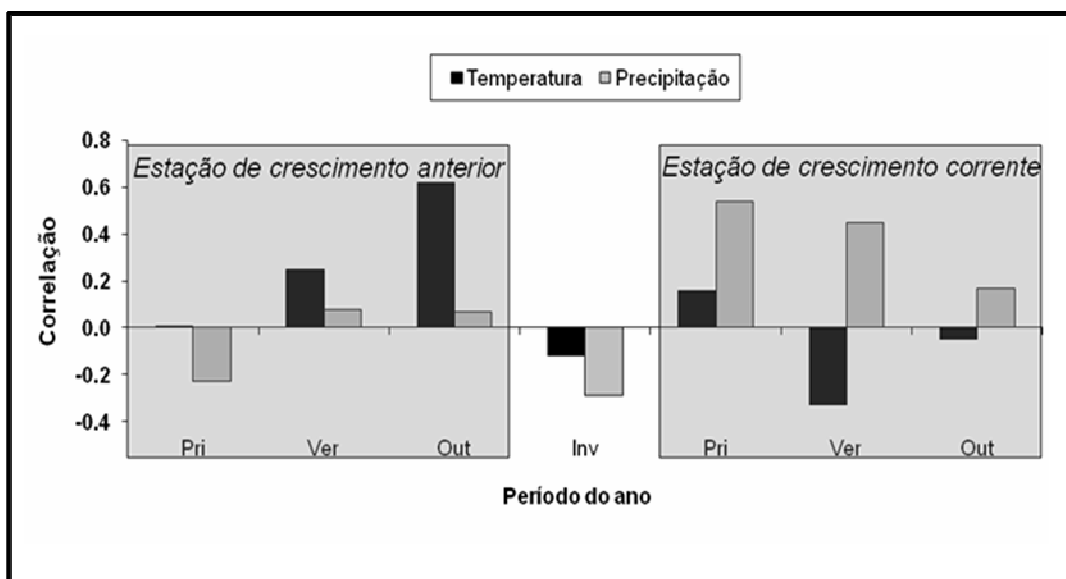


Figura 8. Correlação entre o crescimento anual das árvores, descrito pela série média de crescimento e variáveis climáticas mensais (precipitação total e temperatura média). O quadro em cinza claro demarca as estações de crescimento do ano anterior e atual.

Tabela 1. Análise de regressão múltipla parcial da cronologia regional pelas variáveis climáticas, sendo.

	Coefficiente	R²	P
Intercepto	1,72		
Temperatura outono ano anterior	10,58	0,38	0,014
Precipitação pluviométrica ano corrente	0,22	0,18	0,099
Total		0,57	0,03

Discussão

Hovenia dulcis é uma espécie asiática com ampla distribuição geográfica na sua área natural de ocorrência, que corresponde a regiões de climas subtropicais. No Brasil *Hovenia* é descrita como uma espécie exótica invasora com grande frequência de ocorrência em áreas florestais do sul do país.

As respostas fisiológicas do lenho da uva-do-Japão no Brasil está associado ao clima local que é similar ao da região de origem da espécie. O sincronismo entre séries de crescimento de anéis de árvores confirma a correta datação cruzada das amostras, evidenciando o êxito na atribuição de ano calendário de cada anel. A comprovação da anualidade dos anéis de crescimento desta exótica invasora, *Hovenia dulcis*, nos permite datar o estabelecimento de cada árvore e medir seu desempenho de crescimento anual.

Por meio de análises de correlação foi evidenciado o perfil de crescimento das árvores e destaca quais indivíduos representam melhor o crescimento comum da população. As árvores velhas e pequenas não representam bem o crescimento comum, provavelmente essas árvores estão recebendo uma influência pontual mais forte relacionada ao local de estabelecimento e micro sítio do que influências regionais. Condições ambientais de micro-sítio, como relevo, luz, histórico de perturbação, podem tornar-se mais pronunciadas com tempo e, portanto, pode ser um fator para respostas de crescimento diferentes (eg. Wilmking e Juday, 2005).

A constatação da sensibilidade de *Hovenia* a mudanças climáticas também aumenta a capacidade de prever os impactos climáticos no seu desempenho de crescimento. Os resultados corroboram trabalho anterior que aponta a espécie como boa

descritora de influências climáticas no desempenho de crescimento destes vegetais (Chagas 2009).

Nos meses de intensa atividade cambial a disponibilidade hídrica pode influenciar o desempenho de crescimento anual, este resultado corrobora os estudos de Chagas (2009), que identifica correlação positiva entre o crescimento de *Hovenia dulcis* e a precipitação do verão. As relações do crescimento com temperatura indicam que quanto maior for à média de temperatura nos meses de outono do ano anterior, maior é o crescimento da árvore na próxima estação de crescimento. Estudos apontam que a média de temperatura em determinado período do ano é capaz de determinar a alocação de recursos (carboidratos) para formação da madeira ou armazenamento para o crescimento no próximo período de atividade cambial (Kozlowski & Pallardy 1997), o que é corroborado pelos resultados. Pesquisas com *Cedrela fissilis*, crescendo em florestas subtropicais no Paraná, Brasil, também apontam que o período de formação do anel de crescimento é vinculado ao aumento da temperatura em determinada época do ano (Dünisch 2005).

A convergência no crescimento dos indivíduos amostrados, independente de sua localização nos diferentes arroios e pontos amostrais sugere uma possível influencia de fatores regionais de crescimento, pois teria um fator comum a todas agindo sobre o crescimento destas árvores (Figura 6).

Conclusão

A datação precisa da idade dos indivíduos merece grande destaque, pois sugerem que medidas de diâmetro não são bons descritores de idade, não sendo esta medida adequada para estudos ecológicos que necessitem de estimativa de idade. Assim

constatamos que as árvores com maior crescimento são as melhores descritoras da população e representam melhor o padrão comum de crescimento, sendo, portanto, as árvores mais indicadas para os estudos de padrão de crescimento. Pois as árvores que cresceram em ritmo mais intenso não receberam influências restritivas pontuais no crescimento e portanto apresentam um padrão comum da espécie mais evidenciado.

Porém surge a necessidade de estudos similares com espécies nativas que possibilitem a comparação entre os desempenhos de crescimento das espécies. Nosso estudo aponta a existência de fortes correlações entre clima e crescimento, demonstrando a sensibilidade de *Hovenia dulcis* à precipitação na primavera e verão, que correspondem ao início e meio da estação de crescimento.

Portanto a dendrocronologia é uma importante ferramenta que permite avaliar variações anuais do crescimento de plantas lenhosas ao longo do seu tempo de vida, possibilitando explorar relações de crescimento entre as espécies através de estudos auto-ecológicos.

Bibliografia:

- BOENI, B.O.; 2011 Riqueza, estrutura e composição de espécies arbóreas em floresta secundária invadida por *Hovenia dulcis* Thunb., caracterização do seu nicho de regeneração e efeitos alelopáticos. – Tese de mestrado UNISINOS.
- BRENA, D.A.; LONGHI, S.J.; GIOTTO, E.; MADRUGA, P.R.A.; MACHADO, A.A. 2003. Espécies arbóreas exóticas encontradas no Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, Nova Prata - RS. Prefeitura Municipal de Nova Prata, 1:53-60.
- BRIENEN, R.J.W.; ZUIDEMA, P.A. 2006. Lifetime growth patterns and ages of Bolivian rain forest trees obtained by tree ring analysis. *Journal of Ecology*, **94**:481-493.
- CALLADO, C.H.; NETO, S.J. DA S.; SCARANO, F.R.; BARROS, C.E.; COSTA, C.G. 2001. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. *IAWA Journal*, **22**:29-42.
- CARVALHO, P.E.R. 2003. *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- CHAGAS, M.P. 2009. Caracterização dos anéis de crescimento e dendrocronologia de árvores de *Grevillea robusta* A.Cunn, *Hovenia dulcis* Thunb., *Persea americana* Mill., *Tabebuia pentaphylla* Hemsl. e *Terminalia catappa* L. nos municípios de Piracicaba e Paulínia, SP. *Universidade de São Paulo: Escola Superior de agricultura "Luiz de Queiroz"*. Piracicaba.113p.
- D'ANTONIO, C.M. & P.M. VITOUSEK. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics* **23**: 63-87.
- DÜNISCH, O. 2005. Influence of the El-niño southern oscillation on cambial growth of *Cedrela fissilis* Vell. in tropical and subtropical Brazil. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, **79**:5–11.
- FRITTS, H.C. 1976. *Tree Rings and Climate*. Academic Press, London. 567p.
- GRAU, H.R.; EASDALE, T.A.; PAOLINI, L. 2003. Subtropical dendroecology – dating disturbances and Forest dynamics in northwestern Argentina montane ecosystems. *Forest Ecology and Management*, **177**: 131-143.
- GOODWIN, B.; MCALLISTER, A. & FAHRIG, L. 1999. Predicting Invasiveness of Plant Species Based on Biological Information. *Conservation Biology* **13**: 422-426.

HOLMES, L.R.1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-ring Bull.*, **43**: 69-78.

HAGER, H.A. & MCCOY, K.D.1998.. The implications of accepting untested hypotheses: a review of the effects of purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) in North America. *Biodiversity and Conservation* **7**: 1069–1079.

INSTITUTO HÓRUS. Uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thumb.). Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br>> Acesso em: 15 de dezembro 2011.

KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. 1997. *Growth Control in Woody Plants*. Academic Press, San Diego.

LISI, C.S.; TOMAZELLO-FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; ROIG, F. A.; MARIA, V.R.B.; FERREIRA-FEDELE, L.; VOIGT, A.R.A. 2008. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of three species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *IAWA Journal*, **29**: 289-207.

MANLY, B. F. J. 2007. *Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology*. 3 ed. Chapman and Hall.

MITCHELL, T.D.; JONES, P.D. 2005. An Improved Method of Constructing a Database of Monthly Climate Observations and Associated High-Resolution Grids. *International Journal of Climatology*, **25**: 693-712.

MEINERS, S. J.; PICKETT, S. T. A. & CADENASSO, M. L., 2001. Effects of plant invasions on the species richness of abandoned agricultural land. *Ecography* **24**: 633-644.

OLIVEIRA, J.M.; SANTAROSA, E.; PILLAR, V.D.; ROIG, F.A. 2009. Seasonal cambium activity in the subtropical rain forest tree *Araucaria angustifolia*. *Trees*, **23**:107-115.

PARKER, I.M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W.M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P.M. *et al.* 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* **1**: 3–19.

- PILLAR, V. D.; ORLÓCI, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science*, Uppsala, **7**:585-592.
- PILLAR, V. D. 1999. The bootstrapped ordination reexamined. *Journal of Vegetation Science*, Uppsala, **10**: 895-902.
- PILLAR, V.D. 2006. MULTIV. Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. User's Guide v. 2.4. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre [online]. Available from <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>
- RICHARDSON, S.D. 1966. *Forestry in communist China*. Baltimore : J. Hopkins Press,. 237p.
- REJMÁNEK, M. & RICHARDSON, D.M. 1996. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology* **77**:1655-1661.
- SCHULMAN, E. 1956. *Dendroclimatic Change in Semiarid America*. University of Arizona Press, Tucson.
- SCHWEINGRUBER, F.H. 1996. Tree rings and environment dendroecology. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, *Snow and Landscape Research*. Berne, Stuttgart, Viena, Haupt.
- STAHL, D.W.; MUSHOVE, P.T.; CLEAVELAND, M.K.; ROING, F.; HAYNES, G. A. 1999. Management implications of annual growth rings in *Pterocarpus angolensis* from Zimbabwe. *Forest Ecology and Management*, **124**: 217-229.
- STOKES, M.A.; SMILEY, T.L. 1968. *An Introduction to Tree-Ring Dating*. University of Chicago Press, Chicago.
- VETTER, R.E.; BOTOSSO, P.C. 1989. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. *IAWA J.*, **10**:133-145.
- YUN, C.W.; LEE, B.C. 2002. Vegetation Structure of *Hovenia dulcis* Community in South Korea. *Korean J. Ecol.*, **25**:93-99.
- WORBES, M.; STASCHEL, R.; ROLOFF, A.; JUNK, W.J. 2003. Tree ring analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. *For. Ecol. Manage.*, **173**:105-123.
- WILMKING, M., JUDAY, G., 2005. Longitudinal variation of radial growth at Alaska's northern treeline – recent changes and possible scenarios for the 21st century. *Global and Planetary Change*, **47**: 282-300.