

DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS SOB A COPA DE MONOCULTURA EXÓTICA

Carlos Cesar Ronquim¹ & Lígia Maria de Avellar²

¹Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP, Brasil, ²Instituto de Biociências, USP, São Paulo, Brasil. ronquim@cnpm.embrapa.br

RESUMO

Estudou-se a sobrevivência e o desenvolvimento de duas espécies florestais jovens *Vochysia tucanorum* (C.K. Spreng.) Mart. (Vochysiaceae) e *Aloysia virgata* (Ruiz et Pav.) A.L. Juss. (Verbenaceae) em área aberta e sombreada de um sub-bosque de uma monocultura florestal de *Pinus* nem área pertencente a Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil. As melhores condições do solo do sub-bosque de *Pinus*, principalmente maior acúmulo de matéria orgânica, possibilitou um ambiente mais propício para o desenvolvimento inicial e sobrevivência de ambas as espécies florestais nativas. Este estudo contribui para investigar a possibilidade de usar-se monoculturas florestais exóticas juntamente com espécies florestais nativas para a recomposição da Reserva Legal Florestal seguindo as recomendações para o Estado de São Paulo de acordo com o Decreto nº 53.939, sancionado no ano de 2009.

INTRODUÇÃO

Das 230 mil propriedades rurais do Estado de São Paulo, 200 mil possuem Reserva Florestal Legal (RFL) em percentual abaixo dos 20% exigidos pelo Código Florestal Brasileiro, sendo o déficit de RFL de 12%, restando apenas 8% de florestas ou áreas agrícolas pouco utilizáveis (Rodrigues et al. 2008). Para tentar sanar este problema, atendendo às peculiaridades do Estado de São Paulo, foi sancionado, no ano de 2009, o Decreto nº 53.939, que supre a falta de regulamentação da RFL e permite aos proprietários rurais, com área recoberta por vegetação nativa inferior ao percentual exigido pelo Código Florestal, a compensação da RFL por meio de plantio de espécies arbóreas exóticas intercaladas as nativas. A idéia é que as árvores exóticas sejam conduzidas de forma a permitir o desenvolvimento normal das espécies nativas plantadas e das demais espécies que recolonizarão a área, unindo os interesses de produção comercial e conservação ambiental.

Estudos sugerem que sob certas circunstâncias, o efeito acelerador das monoculturas florestais exóticas ocorre em função do desenvolvimento de camadas de serrapilheira e húmus que se acumulam nos anos iniciais de crescimento, possibilitando maior disponibilidade de nutrientes e diminuindo a densidade do solo, além de alterar as condições microclimáticas (Brocknerhoff, 2008).

No Brasil, muitos trabalhos evidenciam que plantios comerciais adultos, principalmente com *Eucalyptus* spp, facilitam ou catalisam a sucessão florestal no ambiente de sub-bosque, principalmente onde o manejo florestal é menos intensivo ou com poucas barreiras que impeçam a recolonização pelas espécies florestais nativas (e.g. Silva Júnior et al. 1994, Souza et al. 2007).

Entretanto, poucos são os trabalhos relatando a ocorrência de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de monocultura de *Pinus* e inexistentes são os trabalhos que avaliam o desenvolvimento de espécies arbóreas nativas jovens no sub-bosque de monoculturas de *Pinus*. Dados de desenvolvimento de espécies florestais nativas juntamente com espécies exóticas, tal como o *Pinus*, devem ser gerados para demonstrarem a efetividade desses arranjos florestais quanto a capacidade de desenvolvimento das espécies florestais nativas e servirem de base para escolha das espécies florestais nativas a serem implantadas nas áreas de RLFs.

Nesse estudo avaliou-se se o sub-bosque do *Pinus* contribuiria para um maior desenvolvimento em biomassa e altura de duas espécies arbóreas nativas *Aloysia virgata* e *Vochysia tucanorum* em relação a uma área aberta adjacente a monocultura de *Pinus*. Investigou-se também quais das duas áreas apresentam melhores condições físicas e químicas do solo.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em área da Universidade Federal de São Carlos (21°58'-22°00' S e 47°51'-47°52' W), cidade de São Carlos, São Paulo, Brasil em uma área florestada com *Pinus* com mais de 30 anos de idade e em uma área adjacente aberta (área de cerrado transformada em pastagem com presença quase que exclusiva de gramíneas). A área de estudo está inserida no bioma cerrado. O clima da região é sazonal com inverno seco (geralmente entre junho e setembro) seguido por verão

úmido e, de acordo com a classificação de Koeppen, situa-se entre Aw e Cwa, apresentando médias de temperatura de 18,1°C durante o mês mais frio e 23,1°C no mês mais quente; com precipitação média mensal de 24 mm durante o mês mais seco e 286 mm durante o mês mais úmido (Tolentino, 1967). A área ocupada pela cultura de Pinus foi implantada em um padrão uniforme em um espaçamento de 3x2 e apresenta um sub-bosque com espécies nativas em início de desenvolvimento. As árvores de Pinus apresentam-se plenamente desenvolvidas muitas das quais atingindo alturas superiores a 40 metros.

Setenta indivíduos de *A. virgata* e *V. tucanorum* foram plantados com 3 meses de idade no sub-bosque de um reflorestamento de Pinus e na área aberta. Após doze meses de plantio (Fevereiro de 2005) 20 indivíduos de cada espécie foram coletados ao acaso para determinação da biomassa total, altura e da razão de massa seca raiz/parte aérea. A altura total (cm) foi determinada com régua milimetrada desde o solo até a inserção do broto terminal. Para análise de biomassa, os indivíduos foram retirados do solo, separados em raiz, caule e folhas e no mesmo dia colocados para secar a temperatura de 80°C em estufa durante 48 horas. Após a secagem, a determinação da massa seca foi obtida em balança analítica digital METTLER modelo AE260 (Mettler Instrument AG, Greifense, Switzerland) de precisão de 1.10^{-3} g.

O solo das duas áreas de estudo e o solo uma área de mata ciliar, para comparação com os demais solos, foi coletado na profundidade de 0-20cm. As principais características químicas desse solo foi determinada no laboratório de fertilidade do solo da faculdade de ciências agrárias e veterinárias de Jaboticabal (SP) da Universidade do Estado de São Paulo (UNESP). Para determinação da compactação do solo utilizou-se o penetrômetro de impacto combinado com sonda TDR para medir umidade. Os perfis de umidade e densidade foram obtidos através de amostras de solos coletados com tubos de aço vazados medindo 7 cm de diâmetro e 18 cm de altura. A atenuação do solo seco relaciona-se diretamente com a densidade, a umidade é obtida da diferença das atenuações nas situações úmida e seca. As medidas apresentadas vão até 18 cm com detalhamento de 0,5 cm. Enquanto que para o penetrômetro combinado as medidas vão até 60 m com detalhamento de 5 cm.

As mesmas folhas coletadas para as análises de biomassa foram utilizadas para a determinação da concentração de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em cada tratamento. Amostras contendo 5g de folhas secas de vinte diferentes indivíduos em cada condição de crescimento foram usadas para a determinação dos nutrientes foliares por meio dos métodos descritos em Silva (1999). A concentração de N foi determinada por titulação (Kjeldahl) após digestão por ácido sulfúrico. O método colorimétrico foi usado para determinação do P após digestão por ácido nitro-perclórico. A concentração de K foi determinada por espectrometria de chama, e a espectrofotometria de absorção atômica foi usada para determinações de Ca e Mg. Estas medidas foram efetuadas no laboratório de análises de solos da Universidade do Estado de Minas Gerais (Fundação de Ensino Superior de Passos), MG, Brasil.

As comparações entre as diferenças de valores de: biomassa total, altura e relação raiz/parte aérea foram primeiramente testados para a verificação de uma distribuição normal por meio do programa GraphPad InSTAT, versão 3,0 (GraphPad software, San Diego, USA). Após a confirmação da distribuição normal desses conjuntos de dados os valores médios nos distintos tratamentos foram comparados por meio do teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade utilizando o mesmo programa GraphPad InSTAT.

RESULTADOS

Ambas as espécies apresentaram maiores restrições de sobrevivência nas condições de área aberta, sendo que para os indivíduos jovens de *V. tucanorum* a sobrevivência foi duas vezes mais elevada nas condições de sub-bosque de Pinus (tabela 1). Os valores de biomassa e altura não se diferenciaram estatisticamente para ambas as espécies tanto na condição sombreada do sub-bosque quanto na área aberta. Porém, nota-se claramente que as duas espécies jovens desenvolvendo-se nas condições de sub-bosque investiram mais recursos na parte aérea em relação ao sistema radicular, o que pode ser comprovado pelos menores valores da relação raiz/parte aérea das plantas crescendo no sub-bosque (tabela 1). A maior mortalidade das duas espécies jovens passou a ocorrer a partir do quarto mês de implantação do experimento que coincidiu com o período mais seco e frio do ano. Este fato comprova que o sub-bosque do reflorestamento de Pinus oferece condições mais satisfatórias de umidade durante o período do ano mais restritivo a sobrevivência, ao menos no início de desenvolvimento das espécies florestais nativas.

Tabela 1 – Valores percentuais de sobrevivência e valores médios \pm desvio padrão da biomassa, altura, e relação raiz/ parte aérea de indivíduos jovens com 1 ano de idade de *A. virgata* e *V. tucanorum* crescendo em condições de sub-bosque de um reflorestamento de Pinus, em área aberta. Letras distintas após os valores médios na coluna indicam diferenças significativas a $p < 0.05$ pelo teste t de Student entre as condições de luminosidade.

Área	Sobrevivência		Biomassa (g)		Altura (g)		Relação raiz/parte aérea	
	<i>A. virgata</i>	<i>V. tucanorum</i>	<i>A. virgata</i>	<i>V. tucanorum</i>	<i>A. virgata</i>	<i>V. tucanorum</i>	<i>A. virgata</i>	<i>V. tucanorum</i>
Pinus	86	89	93,3	74,1	43,9	38,2	0,6	0,8
			$\pm 8,7$ a	$\pm 7,0$ a	$\pm 3,7$ a	$\pm 4,7$ a	$\pm 0,04$ a	$\pm 0,04$ a
Aberta	56	47	92,0	78,5	39,6	42,1	1,0	1,4
			$\pm 9,6$ a	$\pm 12,4$ a	$\pm 7,9$ a	$\pm 4,5$ a	$\pm 0,09$ b	$\pm 0,12$ b

A análise de solo apresentada na tabela 2 mostra que o solo da área de sub-bosque de Pinus, apresenta valores de matéria orgânica (M.O.), capacidade de troca de cátions (CTC), H + Al e Al superiores a área aberta de cerrado e mais próximos a área de mata ciliar tomada como padrão ideal para o desenvolvimento de espécies florestais nativas. No solo da área de sub-bosque a quantidade de M.O. foi 100% maior que na área aberta. Como a soma de bases (SB) e a capacidade de troca de cátions (CTC) foi inferior aos valores apresentados na área aberta, pressupõem-se que a MO seja a principal responsável pelas cargas negativas do solo e proporciona as condições mais adequadas ao desenvolvimento das plantas jovens no sub-bosque. A M.O. por ser um condicionador biofísico do solo recupera sua porosidade, aumenta a capacidade de troca de cátions e reduz a densidade aparente do solo tornando-o mais fértil e capaz de aumentar a tolerância ao estresse hídrico.

Os elevados valores de Al no sub-bosque de Pinus não influenciaram o desenvolvimento dos indivíduos das duas espécies no sub-bosque pois, a M.O. dissolvida contribui efetivamente para a formação de complexos com Al na solução do solo. Alumínio complexado pela M.O. não é prontamente trocável e torna-se não tóxico para as plantas (Hue *et al.*1986). Os valores de compactação e densidade do solo não apresentaram valores discrepantes entre a área alterada de cerrado e o sub-bosque de Pinus (a não ser quando se leva em conta a umidade) porém, deve-se considerar que o solo do sub-bosque de Pinus apresenta textura argilosa (maior densidade) e o da área aberta de cerrado, textura arenosa. O que demonstra a ação da M. O. e da camada de serrapilheira na atenuação da densidade do solo sob reflorestamento de Pinus.

Tabela 2 - Características químicas do solo do sub-bosque de Pinus, do solo de área aberta e solo de uma área de mata ciliar

solo	pH	P (mgdm ⁻³)	MO (g dm ⁻³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC (mmol _c dm ⁻³)	H+Al	Al	SB	V%
Pinus	4,2	17	40	1,2	12	4	72	55	5	17	24
Aberta	5	3	21	1,2	9	4	38	24	1	14	37
Mata ciliar	3,8	8	40	1	2	1	88	84	18	4	5

A maior quantidade de fósforo no solo da área do sub-bosque pode ter influenciado na maior sobrevivência das plantas jovens. A concentração de potássio, cálcio e magnésio foram reduzidos em ambos os solos, o que refletiu na baixa concentração de nutrientes foliares das plantas jovens nos dois ambientes estudados (tabela 3). O maior conteúdo de nitrogênio na folha (tabela 3) das duas espécies desenvolvendo-se no sub-bosque relacionou-se positivamente com a maior quantidade de M. O. do solo que é fonte desse nutriente.

Tabela 3 - Valores médios \pm desvio padrão da concentração de nutrientes foliares expressa em massa (g kg⁻¹) em folíolos totalmente expandidos de plantas jovens de *A. virgata* e *V. tucanorum* com 12 meses de idade e cultivadas em área aberta e no sub-bosque de Pinus. Valores médios seguidos pela mesma letra para cada espécie e cada nutriente entre as condições de luminosidade não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste t de Student

Macronutriente Foliares (g kg ⁻¹)	<i>A. virgata</i>		<i>V. tucanorum</i>	
	Aberta	Pinus	Aberta	Pinus
N	15,3 \pm 1,1 a	23,3 \pm 2,0 b	13,3 \pm 0,8 A	18,1 \pm 2,2 B
P	2,3 \pm 0,2 a	2,7 \pm 0,4 a	0,8 \pm 0,1 A	0,8 \pm 0,1 A
K	9,2 \pm 0,6 a	13,3 \pm 0,8 a	4,1 \pm 0,5 A	4,9 \pm 0,8 A
Ca	22,8 \pm 1,3 a	14,6 \pm 0,9 b	15,0 \pm 1,4 A	15,1 \pm 2,0 A
Mg	6,6 \pm 0,3 a	5,3 \pm 0,6 a	4,0 \pm 0,5 A	5,9 \pm 0,8 B

Nossos resultados sugerem que o sub-bosque da monocultura de Pinus facilita o desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas. Este estudo contribui para investigar a possibilidade de usar-se monoculturas exóticas juntamente com espécies florestais nativas para a recomposição da Reserva Legal Florestal.

REFERÊNCIAS

- Brockerhoff, E.G., Jactel H., J.A. Parrotta, C.P. Quine & J. Sayer. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity and Conservation*, v.17, p.925–951, 2008.
- Hue, N. V., Craddock, G. R., & Adams, F. Effect of organic acids on aluminum toxicity in subsoils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, p.28-34, 1986.
- Rodrigues, R.R.; Joly, C.A.; Brito, M.C.W.; Paese, A.; Metzger, J.P.; Casatti, L.; Nalon, M.A.; Menezes, N.; Ivanauska, N.M.; Bolzani, V. & Bononi, V.L.R. Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 2008. 238p.
- Silva Júnior, M.C., Scarano, F.R. & Cardel, F.S. Regeneration of Atlantic Forest formation in the understorey of a *Eucalyptus grandis* plantation in south-eastern Brasil. *Journal of tropical ecology* v.11, p.147-152, 1995.
- Silva, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA, 1999. 370p.
- Souza, P. B., Martins, S. V., Costalonga, S. R. & Costa, G. O. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea no sub-bosque de povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em Viçosa, MG, Brasil. *Revista Árvore*, v.31, p.533-543, 2007.
- Tolentino, M.. Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos. Prefeitura Municipal de São Carlos, 1967. 67p.