

Métodos comparativos para recomposição de áreas de mata ciliar avaliados por análise longitudinal

Alessandra Costa Carrito Bobato, Miguel Angel Uribe-Opazo*, Lúcia Helena Pereira Nóbrega e Gislaïne Iastiaque Martins

Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Universitária, 2069, 85814-110, Cascavel, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: mopazo@unioeste.br

RESUMO. Foram avaliados três métodos de distribuição de mudas para recomposição artificial de área de mata ciliar estudando-se a variação do crescimento da estatura e diâmetro durante seis períodos em um ano, das espécies *Schinus terbinthifolia* Raddi–aroeira e *Peltophorum dubium* Taub–canafistula. Os métodos estudados foram: mudas distribuídas ao acaso em espaçamento de 2 x 2 m; mudas distribuídas individualmente ao acaso; mudas distribuídas ao acaso em agrupamento três a três, com espaçamento de 1 a 1,5 m. O crescimento da estatura e do diâmetro das espécies estudadas está diretamente relacionado com os períodos em estudo, o tratamento de recomposição e as espécies. O tratamento mudas distribuídas ao acaso individualmente foi o que apresentou melhor crescimento médio do diâmetro.

Palavras-chave: recomposição artificial, medidas repetidas, reflorestamento.

ABSTRACT. Comparative methods for ciliary forest rearrangement evaluated by longitudinal analysis. This trial aimed at evaluating three methods to distribute seedlings from *Schinus terbinthifolia* and *Peltophorum dubium* species for rearrangement of ciliary forests. Their growth changes in height and diameter were used as parameters during six terms in one year. The studied methods were: seedlings randomized distributed in 2 x 2 m; seedlings individually distributed in a randomized design and seedlings randomized distributed in groups by three, using a 1 to 1.5 m row distance. The growth regarding diameter and height of the observed species is straightly related to the studied periods, rearrangement treatment and species. As a conclusion, it was registered that the seedling treatment individually distributed in a randomized design was the best answer regarding the average growth of diameter.

Key words: artificial rearrangement, replicated measures, reforestation.

Introdução

As matas ciliares apresentam vital importância na proteção de mananciais, controlando a chegada de nutrientes, sedimentos, adubos e agrotóxicos e o processo de erosão das ribanceiras que provocará assoreamento de mananciais, influenciando também nas características físicas, químicas e biológicas dos corpos de água e principalmente na qualidade da água (Bertoni e Martins, 1987; Delitti, 1989; Lima, 1989; Harper *et al.*, 1992; Davide e Botelho, 1999; Carvalho, 2000).

O estudo de métodos e técnicas que auxiliem na recomposição de matas ciliares na tentativa de restabelecer a integridade e o re-equilíbrio ecológico é de extrema importância. Este trabalho de recuperação é urgente, sendo importante todo esforço e estudo para se preservar e proteger, acima de tudo, a qualidade de vida.

A recomposição das matas ciliares pode ser feita por meio da regeneração natural, que é a forma mais antiga e natural de renovação de uma floresta, sendo a forma de restauração de mata ciliar de mais baixo custo; entretanto, é normalmente um processo lento. Se o objetivo é formar uma floresta em área ciliar, em um tempo relativamente curto, devem-se adotar técnicas que acelerem a sucessão, como a regeneração artificial, que consiste na adoção de um conjunto de medidas voltadas a acelerar o processo natural de sucessão em direção ao estágio climático, visando sempre à redução dos custos envolvidos em tal processo (Chaves, 2007).

Somente uma criteriosa avaliação das condições do local a ser regenerado é que determinará qual o melhor método a ser empregado (Toumey e Korstian, 1967). Para Botelho e Davide (2002), a definição do método de regeneração a ser utilizado deverá ser tomada após um completo diagnóstico da

área, podendo-se adotar a regeneração natural, ou artificial pelo plantio de mudas ou semeadura direta.

Segundo Kageyama *et al.* (1992), a regeneração artificial vem sendo prioritária na recuperação de áreas degradadas, em função do avançado grau de perturbação que atinge grandes áreas de vegetação florestal. Estes autores também afirmaram que o conceito de sucessão florestal tem sido uma técnica importante para a orientação de trabalhos de regeneração artificial usando espécies nativas.

Observa-se uma crescente preocupação com a propagação de espécies nativas no país. Embora existam algumas informações sobre a aroeira e a canafístula, são escassos os dados sobre sua reprodução e o desenvolvimento das mudas.

A aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi - *Anacardiaceae*) é uma árvore ornamental, medindo de 5 - 10 m de altura, suas flores são melíferas e sua madeira é moderadamente pesada, resistente e de grande durabilidade natural, sendo utilizada para moirões, esteios, lenha e carvão. Suas sementes, quando semeadas logo após a colheita em canteiros a pleno sol e com substrato argiloso, apresentam emergência em 10-15 dias com uma taxa de germinação superior a 50%. O desenvolvimento das plantas no campo é bastante rápido (Lorenzi, 1998).

A canafístula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.] – espécie arbórea pertencente à ordem *Fabales*, família *Caesalpiniaceae* – é uma planta ornamental. A madeira de seu tronco é moderadamente pesada, rija e de longa durabilidade. É uma espécie heliófita, pioneira, rústica, de crescimento rápido, ótima para composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1998).

O trabalho de implantação de matas ciliares também envolve o plantio de espécies. A disposição de plantio das mudas pode ser feita de forma aleatória, em arranjos de agrupamentos, seguir critérios baseados nos estudos florísticos e fitossociológicos ou se basear na combinação de grupos de espécies características de diferentes estágios da sucessão secundária. Têm-se observado as seguintes formas de distribuição: distribuição aleatória; distribuição em blocos, homogêneos ou mistos; distribuição em quincôncio e distribuição em linhas (Nappo *et al.*, 1999).

Considera-se área degradada aquela que após distúrbios, teve eliminados os meios de regeneração biótica, apresentando baixa resiliência, isto é, seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento. Para a recuperação de ecossistemas degradados, a ação antrópica é de extrema necessidade (Carpanezzi *et al.*, 1990). Assim,

é necessária a aplicação dos conhecimentos de três áreas da ecologia vegetal: a fitogeografia, a fitossociologia e a sucessão ecológica. A fitogeografia se baseia no reconhecimento de que existem diferentes tipos de vegetação ou unidades fitogeográficas e que elas ocupam diferentes regiões e espaços geográficos. A fitossociologia procura estudar, descrever e compreender a associação de espécies vegetais na comunidade, que por sua vez caracterizam as unidades fitogeográficas, como resultado dessas espécies entre si e com o seu meio. A sucessão ecológica caracteriza-se por gradual aumento e substituição de espécies no tempo, em função das condições ambientais se estabelecem quais espécies melhor se adaptam (Rodrigues e Gandolfi, 1996).

Conhecendo-se os princípios básicos para definir um método de recomposição, pode-se estabelecer as principais etapas de um projeto dessa natureza, que são: avaliação das áreas degradadas; levantamento da vegetação regional e suas características; seleção do sistema de re-vegetação; escolha das atividades de recomposição; plantio; manutenção; avaliação e distribuição de espécies no campo (quantidade, forma e local) (Rodrigues e Gandolfi, 1996). Destaca-se, também, a existência de relações quantitativas e modelos estatísticos, consistentes e numericamente compatíveis para prever o desenvolvimento do povoamento de qualquer idade, outro ponto é monitorar o desenvolvimento de espécies florestais nativas, seja crescendo em comunidade, seja em plantios sujeitos a espaçamentos uniformes, possibilitando um conhecimento mais objetivo sobre a silvicultura dessas espécies (Scolforo, 1994). Embora a mata recomposta nunca atinja a mesma diversidade do ecossistema original, sua aparência geral pode passar a ser semelhante àquela vegetação primitiva (Crestana *et al.*, 1993).

Assim, esta pesquisa objetiva estudar três métodos de distribuição de mudas para regeneração artificial de áreas de mata ciliar e avaliar em qual dos métodos ocorre a maior velocidade de formação da vegetação, considerando o crescimento da estatura e diâmetro em seis períodos de tempo ao longo de um ano, utilizando as espécies *Schinus terebinthifolia* Raddi – aroeira e *Peltophorum dubium* Taub – canafístula.

Material e métodos

A área estudada situa-se às margens do rio das Antas, localizado próximo à BR 467, km 101, de propriedade da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no município de Cascavel, localizado na

região Oeste do Paraná. O clima é temperado mesotérmico e super-úmido, com temperatura média anual de 21°C. A temperatura média do verão é de 28°C e no inverno oscila entre 13 e 15°C, com ocorrência de geadas. A velocidade do vento mostra maior porcentagem na direção nordeste. A vegetação original, do tipo subtropical, caracteriza-se pela ocorrência de dois tipos de florestas: matas de Araucária e florestas das bacias do Paraná e Uruguai. As principais espécies das matas de Araucária são: araucária, canela e erva-mate e as principais espécies da floresta pluvial subtropical são: peroba, canafístula, cedro, angico, canjarana, tamburi e louro pardo. Para este estudo, utilizou-se a canafístula (*Peltophorum dubium* Taub) e a aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi).

Dentre os vários métodos de distribuição de mudas para o sucesso de recuperação de matas ciliares pela regeneração artificial optou-se por três, de acordo com o proposto por Crestana *et al.* (1993). Oram delimitadas três áreas de 30 x 20 m divididas cada uma em quatro parcelas. As espécies foram distribuídas ao acaso, em uma densidade de quatorze mudas/parcela, sendo sete mudas de cada espécie, nos seguintes métodos: mudas distribuídas ao acaso em espaçamento 2 x 2 m (Tratamento T1); mudas distribuídas individualmente ao acaso (Tratamento T2) e mudas distribuídas ao acaso agrupadas três a três com espaçamento de 1 a 1,5 m (Tratamento T3). As avaliações nas áreas com plantio de mudas foram realizadas a partir da data de instalação, em seis períodos, sendo o tempo entre período de 60 dias, durante um ano. Os dados foram analisados estatisticamente por um estudo longitudinal de medidas repetidas, observando-se cada unidade experimental em todos os períodos para o qual o estudo foi dimensionado. Essa análise representa um enfoque mais abrangente que o tradicional, pois proporciona condições adequadas para o controle de fatores secundários que podem ter influência nas respostas; permite a incorporação de informações sobre a variação individual na análise e produz estimadores mais eficientes dos parâmetros associados às médias de tal variação (Singer e Andrade, 1986; Diggle *et al.*, 1995).

Na análise estatística de dados longitudinais de medidas repetidas, o interesse é analisar as médias por tratamento e período. Devido à auto-correlações seriais das medidas coletadas no tempo, a análise de dados longitudinais precisa da construção de uma tabela de análise de variância em três estágios (Geisser e Greenhouse, 1958; Singer e Andrade, 1986, Diggle *et al.*, 1995), utilizando a matriz de covariância amostral no tempo, porque, é nela que se

têm informações essenciais sobre os aspectos longitudinais dos dados, isto é, correlação entre as observações realizadas na mesma unidade experimental.

Considerou-se para este estudo um modelo misto univariado para representar cada observação Y_{ijk} . Nesse modelo, consideram-se os tratamentos e períodos de avaliação como dois fatores fixos completamente cruzados e as unidades experimentais como um fator aleatório hierárquico dentro de tratamentos. Assim, usando uma parametrização com base em desvios médios, pode-se escrever a equação:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \pi_{j(i)} + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \delta_{j(i)k} + e_{ijk} \quad (1)$$

sendo:

$i = 1, \dots, q$; $j = 1, \dots, n$; $k = 1, \dots, p$ (para o estudo tem-se que $q = 3$ tratamentos; $p = 6$ períodos e $n = 28$ unidades experimentais);

Y_{ijk} : é a resposta da j -ésima unidade experimental aplicada ao i -ésimo tratamento sob o k -ésimo período;

μ : é a média geral;

α_i : é o efeito do i -ésimo tratamento;

β_k : é o efeito do k -ésimo período;

$\alpha\beta_{ik}$: é o efeito da interação entre o i -ésimo tratamento e k -ésimo período;

$\pi_{j(i)}$: efeito aleatório da j -ésima unidade experimental, dentro do i -ésimo tratamento;

$\delta_{j(i)k}$: é o efeito da interação entre o k -ésimo período e a j -ésima unidade experimental, dentro do i -ésimo tratamento, e

e_{ijk} : é o erro aleatório;

com as restrições:

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i = 0; \sum_{k=1}^p \beta_k = 0; \sum_{i=1}^q \alpha\beta_{ik} = 0 \text{ e } \sum_{k=1}^p \alpha\beta_{ik} = 0.$$

Além disso, para os efeitos aleatórios $\pi_{j(i)}$, $\delta_{j(i)k}$ e e_{ijk} são feitas as seguintes suposições: $\pi_{j(i)} \sim \text{NID}(0, \sigma_a^2)$; $\delta_{j(i)k} \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$ e $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma_c^2)$ e são independentes entre si (NID - Normal Identicamente Distribuída). As variâncias σ_a^2 , σ_b^2 e σ_c^2 estão associadas com a variabilidade “entre” unidades experimentais, “dentro” de unidades experimentais e do erro aleatório, respectivamente. Assim, a esperança matemática de Y_{ijk} é $E(Y_{ijk}) = \mu + \alpha_i + \beta_k + \alpha\beta_{ik}$, a variância é $\text{Var}(Y_{ijk}) = \sigma_a^2 + \sigma_b^2 + \sigma_c^2$ e a covariância entre duas medidas em períodos diferentes Y_{ijk} e $Y_{ijk'}$ é $\text{Cov}(Y_{ijk}; Y_{ijk'}) = \sigma_b^2$, para $k \neq k'$.

Considera-se o vetor de resposta $\mathbf{Y}_{ij} = (Y_{ij1}, \dots, Y_{ijp})^T$ de ordem $p \times 1$ das observações nos p períodos em estudo, da j -ésima unidade experimental no i -

ésimo tratamento. A matriz de covariância para todos os vetores respostas pertencente ao mesmo tratamento tem a forma: $\text{Var}(\mathbf{Y}_{ij}) = \Sigma$, sendo que a matriz Σ de ordem $p \times p$, pode ter uma estrutura uniforme ou não (considerando-se como estrutura uniforme a matriz de covariância das observações de cada unidade de investigação com variância constante e covariância comum). Para verificar a uniformidade da matriz de covariância é realizado o teste esférico de Mauchly (Mauchly, 1940; Singer e Andrade, 1986).

A análise de variância de três estágios, apresentada por Singer e Andrade, (1986) para testar os efeitos tratamentos, períodos e interação tratamento x período, para dados longitudinais tem o seguinte procedimento: (a) Se no primeiro estágio ao testar a hipótese nula da interação tratamento x período, esta não for significativa utilizando o teste exato F liberal ($\mathcal{E} = 1$), isto é, sem qualquer redução nos graus de liberdade, então o teste é encerrado; caso contrário passa-se ao segundo estágio; (b) Utilizando o teste F conservativo ($\mathcal{E} = (p - 1)^{-1}$), conhecido como correção GG (Geisser e Greenhouse, 1958), o qual utiliza maior redução nos graus de liberdade, caso a interação for significativa pela segunda vez, rejeita-se a hipótese nula, e o procedimento é encerrado; caso contrário passa-se ao terceiro estágio; (c) Neste terceiro estágio utiliza-se o teste F com \mathcal{E} estimado a partir da matriz de covariância amostral, conhecido como correção HF (Huynh e Feldt, 1976) e tomam-se as decisões finais.

As comparações das médias das estaturas e dos diâmetros, respectivamente, foram realizadas pelo teste multivariado de Wilks (Singer e Andrade, 1986). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Matlab.

Resultados e discussão

Análise da espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi – aroeira

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas as estruturas das matrizes de covariância e correlação amostral da estatura e diâmetro de plantas, respectivamente. Segundo o teste multivariado de Mauchly (1940), as matrizes de covariâncias não apresentam estruturas esféricas ao nível de 5% de probabilidade (estatística para a estatura $Q = 146,91$ e estatística para o diâmetro $Q = 158,99$ sendo o valor crítico 23,68), portanto, as variâncias não foram constantes e as covariâncias não foram comuns nos seis períodos, devido às variâncias estimadas aumentarem com o tempo. Observa-se que a matriz de correlação amostral da estatura nos períodos é diretamente proporcional no tempo. Já a matriz de correlação amostral do diâmetro mostrou correlações não comuns nos períodos.

Na Tabela 3 é apresentada a análise de variância em três estágios para o desenvolvimento da estatura da espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi – aroeira. Verifica-se, no terceiro estágio, que só existe efeito dos períodos, ou seja, entende-se que a velocidade de formação da espécie não depende dos tratamentos e sim dos períodos.

Na Tabela 4 é apresentada a análise de variância em três estágios para o desenvolvimento do diâmetro da espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi – aroeira, na qual se verificou que só existe efeito do período, no primeiro estágio. Entende-se que a velocidade de formação da espécie também não depende dos tratamentos e sim dos períodos em estudo.

Tabela 1. Matriz de covariância e correlação da estatura da espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi – aroeira.

Covariância	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Correlação	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	178,62						P1	1,000					
P2	26,47	260,24					P2	0,123	1,000				
P3	24,55	148,08	280,79				P3	0,110	0,548	1,000			
P4	21,59	86,53	218,38	505,08			P4	0,072	0,239	0,580	1,00		
P5	114,52	123,42	177,34	378,19	858,7		P5	0,292	0,261	0,361	0,574	1,000	
P6	166,15	-66,86	75,27	212,33	352,6	1341,2	P6	0,339	-0,113	0,123	0,258	0,329	1,00

P1, P2, P3, P4, P5 e P6 são os períodos em estudo definidos durante um ano.

Tabela 2. Matriz de covariância e correlação amostral do diâmetro da espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi – canafistula.

Covariância	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Correlação	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,029						P1	1,000					
P2	0,009	0,034					P2	0,300	1,000				
P3	0,019	0,009	0,055				P3	0,480	0,217	1,000			
P4	0,007	0,023	0,025	0,106			P4	0,126	0,386	0,323	1,000		
P5	-0,002	0,021	0,032	0,093	0,165		P5	-0,022	0,284	0,331	0,704	1,000	
P6	0,017	0,023	0,027	0,082	0,099	0,284	P6	0,190	0,397	0,211	0,472	0,459	1,000

P1, P2, P3, P4, P5 e P6 são os períodos em estudo definidos durante um ano.

Tabela 3. Resumo da análise de variância da estatura da espécie *Schinus terbinthifolia* Raddi – aroeira.

Fonte de Variação	g.l.	QM	Primeiro estágio		Segundo estágio		Terceiro estágio	
			F	Fc	g.l. (GG)	Fc (GG)	g.l. (HF)	Fc (HF)
Tratamento (T)	2	2365,97	1,88	3,15ns	2	3,15ns		3,15ns
Erro (1)	72	1256,96			72			
Período (P)	5	48780,43	112,52	2,21*	1	4,00*	3	2,6*
Interação T x P	10	892,91	2,06	1,83*	2	3,15ns	6	2,1ns
Erro (2)	360	433,53			66		214	
Total	449							

Teste significativo em nível de 5% de probabilidade; ns :não significativo; Fc: Ponto crítico no primeiro estágio segundo a distribuição F-Snedecor; Fc(GG): Ponto crítico no segundo estágio; Fc(HF): Ponto crítico no terceiro estágio com $\epsilon = 0,5947$.

Tabela 4. Resumo da análise de variância do diâmetro da espécie *Schinus terbinthifolia* Raddi – aroeira.

Fonte de Variação	g.l.	QM	Primeiro estágio	
			F	Fc
Tratamento (T)	2	0,351	1,23	3,15 ns
Erro (1)	72	0,286		
Período (P)	5	11,339	136,61	2,21*
Interação T x P	10	0,0354	0,43	1,83 ns
Erro (2)	360	0,083		
Total	449			

*Teste é significativo em nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo; Fc: Ponto crítico no primeiro estágio segundo a distribuição F - Snedecor.

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentadas as comparações das médias das estaturas e dos diâmetros, respectivamente, pelo teste multivariado de Wilks, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Comparação de médias da estatura da espécie *Schinus terbinthifolia* Raddi – aroeira em função dos tratamentos e períodos.

Tratamento/Período	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Média/ Tratamento
T1	48,09	52,70	60,77	73,72	85,70	107,84	71,47A
T2	46,56	55,18	62,47	75,02	90,40	106,36	72,66A
T3	49,00	54,38	63,41	75,46	96,52	133,74	78,87A
Média/Período	48,12a	54,09b	62,22c	74,73d	90,87e	115,98f	

Letras maiúsculas iguais correspondem a médias iguais nos tratamentos (coluna) e letras minúsculas iguais correspondem às médias iguais nos períodos (linha) segundo o teste de multivariado de Wilks, em nível de 5% de probabilidade. T1: mudas distribuídas ao acaso em espaçamento 2 x 2 m; T2: mudas distribuídas individualmente ao acaso; T3: mudas distribuídas ao acaso agrupadas três a três com espaçamento de 1 a 1,5 m.

Tabela 7. Matriz de covariância e correlação da estatura da espécie *Peltophorum dubium* Taub – canafístula.

Covariância	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Correlação	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	221,27						P1	1,000					
P2	78,53	202,61					P2	0,371	1,000				
P3	41,76	6,53	191,41				P3	0,203	0,033	1,000			
P4	83,03	38,79	44,46	324,78			P4	0,310	0,151	0,178	1,000		
P5	131,49	46,49	3,53	90,49	316,27		P5	0,497	0,184	0,014	0,282	1,000	
P6	71,67	-5,09	71,03	70,86	119,99	634,7	P6	0,191	-0,014	0,204	0,156	0,268	1,00

P1, P2, P3, P4, P5 e P6 são os períodos em estudo definidos durante um ano.

Tabela 8. Matriz de covariância e de correlação do diâmetro da espécie *Peltophorum dubium* Taub – canafístula

Covariância	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Correlação	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,040						P1	1,000					
P2	0,007	0,048					P2	0,158	1,000				
P3	-0,002	-0,010	0,040				P3	-0,056	-0,226	1,000			
P4	0,009	0,005	0,011	0,042			P4	0,234	0,118	0,263	1,000		
P5	0,018	0,0005	-0,0002	-0,0002	0,072		P5	0,327	0,008	-0,004	-0,004	1,000	
P6	0,021	0,027	0,004	-0,002	0,008	0,150	P6	0,271	1,357	0,053	-0,024	0,076	1,00

P1, P2, P3, P4, P5 e P6 são os períodos em estudo definidos durante um ano.

Tabela 6. Comparação de médias do diâmetro da espécie *Schinus terbinthifolia* Raddi – aroeira em função dos tratamentos e períodos.

Tratamento/Período	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Média/ Tratamento
T1	0,48	0,63	0,77	0,98	1,18	1,51	0,93A
T2	0,50	0,60	0,80	0,98	1,16a	1,43	0,91A
T3	0,50	0,69	0,87	1,01	1,30	1,63	1,00A
Média/Período	0,50a	0,64b	0,81c	0,99d	1,21e	1,53f	

Letras maiúsculas iguais correspondem às médias iguais nos tratamentos (coluna) e letras minúsculas iguais correspondem às médias iguais nos períodos (linha), segundo o teste de multivariado de Wilks, em nível de 5% de probabilidade. T1: mudas distribuídas ao acaso em espaçamento 2 x 2 m; T2: mudas distribuídas individualmente ao acaso; T3: mudas distribuídas ao acaso agrupadas três a três com espaçamento de 1 a 1,5 m.

Verifica-se que não houve diferença significativa entre os três tratamentos e a espécie obteve crescimento diferente do primeiro ao último período nos três tratamentos, tanto para estatura como para o diâmetro. Isto significa que para essa espécie qualquer dos tratamentos de recomposição de mata ciliar em estudo pode ser utilizado, tendo estaturas e diâmetros semelhantes em um ano de estudo.

Análise da espécie *Peltophorum dubium* Taub-canafístula

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentadas as estruturas das matrizes de covariância e correlação amostral da estatura e diâmetro das mudas da espécie *Peltophorum dubium* Taub - canafístula, respectivamente. Pelo teste multivariado de Mauchly (1940), as matrizes de covariâncias não apresentaram estruturas esféricas em nível de 5% de probabilidade (estatística da estatura Q = 116,60 e estatística do diâmetro Q = 121,30 e sendo o valor crítico 23,68); assim, as variâncias não foram constantes e as covariâncias não foram comuns nos períodos em estudo, pois, as variâncias estimadas aumentaram com o tempo. Ainda, observa-se que a matriz de correlação apresenta correlações diretamente proporcionais nos períodos em estudo.

Na Tabela 9 é apresentada a análise de variância em três estágios da estatura da espécie *Peltophorum dubium* Taub-canafístula. Observa-se que a interação tratamento x período foi significativa no terceiro estágio, indicando dependência entre tratamento e período, isto é, os tratamentos influenciaram diferentemente no crescimento nos seis períodos estudados. A velocidade de formação não depende dos tratamentos e sim dos períodos em estudo.

Tabela 9. Resumo da análise de variância da estatura da espécie *Peltophorum dubium* Taub – canafístula.

Fonte de Variação	g.l.	QM	Primeiro estágio		Segundo estágio		Terceiro estágio	
			F	Fc	g.l. (GG)	Fc (GG)	g.l. (HF)	Fc (HF)
Tratamento (T)	2	1439,549	2,35	3,15ns	2	3,15ns	2	3,15ns
Erro (1)	69	613,043			69			
Período (P)	5	6570,338	25,70	2,21*	1	4,00*	4	2,37*
Interação TxP	10	508,574	1,99	1,83*	2	3,15ns	8	1,94*
Erro (2)	345	255,616			69		214	
Total	431							

* Teste é significativo em nível de 5% de probabilidade; ns :não significativo; Fc: Ponto crítico no primeiro estágio segundo a distribuição F-Snedecor; Fc(GG): Ponto crítico no segundo estágio; Fc(HF): Ponto crítico no terceiro estágio com $\epsilon = 0,844$.

Na Tabela 10 são apresentadas as comparações das estaturas médias de cada tratamento em cada período, pelo teste multivariado de Wilks, em nível de 5% de probabilidade. Verifica-se que os crescimentos dos três tratamentos foram semelhantes até o quarto período, apresentando no quinto período diferenças estatísticas entre os tratamentos T1 com T2 e T3 e no sexto período T1 com T3. Verificou-se também que os tratamentos T2 e T3 apresentaram maior desenvolvimento a partir do quinto período (P5), confirmando que a velocidade de formação da estatura da espécie depende dos tratamentos a partir deste período.

Tabela 10. Comparação de médias das estaturas da espécie *Peltophorum dubium* Taub- canafístula em função dos tratamentos e períodos.

Tratamento/ Período	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Média/ Tratamento
T1	27,90Aa	28,52Aa	28,45Aa	37,10Ab	30,69Aa	42,50Ac	32,53
T2	30,48Aa	29,52Aa	33,15Aa	34,48Aa	39,77Bb	56,27ABc	37,28
T3	31,08Aa	28,44Aa	31,43Aa	34,85Aa	40,71Bb	64,58Bc	38,52
Média/ Período	29,82	28,83	31,01	35,48	37,06	54,45	

Letras maiúsculas iguais correspondem às médias iguais dos tratamentos em cada período (coluna) e letras minúsculas iguais correspondem às médias iguais nos períodos por tratamento (linha), segundo o teste de multivariado de Wilks, em nível de 5% de probabilidade. T1: mudas distribuídas ao acaso em espaçamento 2 x 2 m; T2: mudas distribuídas individualmente ao acaso; T3: mudas distribuídas ao acaso agrupadas três a três com espaçamento de 1 a 1,5 m.

Na Tabela 11 é apresentada a análise de variância em três estágios para o estudo do diâmetro das mudas da espécie *Peltophorum dubium* Taub-canafístula. Verifica-se já no primeiro estágio que os fatores período e tratamento foram significativos. A interação entre tratamento x período não foi

significativa no primeiro estágio, mostrando um crescimento constante do diâmetro da espécie nos períodos em estudo Assim, para essa espécie, a velocidade de formação depende dos tratamentos e dos períodos em estudo.

Tabela 11. Resumo da análise de variância do diâmetro da espécie *Peltophorum dubium* Taub – canafístula.

Fonte de Variação	GL	QM	Primeiro estágio	
			F	Fc
Tratamento (T)	2	0,330	3,42	3,15*
Erro (1)	69	0,097		
Período (P)	5	0,870	14,75	2,21*
Interação TxP	10	0,039	0,66	1,83 ns
Erro (2)	345	0,059		
Total	431			

*teste é significativo em nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo; Fc: Ponto crítico no primeiro estágio segundo a distribuição F – Snedecor.

Na Tabela 12 são apresentadas as comparações das médias para o diâmetro, pelo teste multivariado de Wilks em nível de 5% de probabilidade. Verificou-se que os tratamentos T1 e T3 apresentaram crescimentos semelhantes do diâmetro, sendo o tratamento T2 o que apresentou melhor crescimento médio do diâmetro, com 0,64 cm. Isto é, a velocidade de formação depende dos tratamentos estudados. Destaca-se que desenvolvimento dos diâmetros por tratamentos deu-se a partir do quinto período em estudo.

Tabela 12. Comparação de médias do diâmetro da espécie *Peltophorum dubium* Taub-canafístula em função dos tratamentos e períodos.

Tratamentos/ Período	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Média/ Tratamento
T1	0,50	0,51	0,52	0,52	0,52	0,69	0,54A
T2	0,59	0,56	0,56	0,58	0,68	0,86	0,64B
T3	0,49	0,53	0,53	0,53	0,65	0,87	0,60A
Média/ Período	0,53a	0,53a	0,54a	0,55a	0,62b	0,81c	

Letras maiúsculas iguais correspondem às médias iguais nos tratamentos (coluna) e letras minúsculas iguais correspondem às médias iguais nos períodos (linha) segundo o teste de multivariado de Wilks, em nível de 5% de probabilidade. T1: mudas distribuídas ao acaso em espaçamento 2 x 2 m; T2: mudas distribuídas individualmente ao acaso e T3: mudas distribuídas ao acaso agrupadas três a três com espaçamento de 1 a 1,5 m.

Somente seguindo princípios básicos é que se pode definir um método de recomposição, como enfatizado por Rodrigues e Gandolfi (1996). Neste estudo, foram testados outros métodos, inclusive a regeneração natural, mas os que apresentaram melhores resultados, na área em questão, quanto ao desenvolvimento das plantas, foram os mencionados neste trabalho, ou seja, mudas distribuídas individualmente ao acaso em espaçamento 2 x 2 m, mudas distribuídas individualmente ao acaso e mudas distribuídas ao acaso agrupadas três a três com espaçamento de 1 a 1,5 m. Com o que também concordavam Toumey e Korstian (1967) e Botelho e Davide (2002).

Conclusão

O crescimento da estatura e do diâmetro das espécies estudadas está diretamente relacionado aos períodos em estudo, o tratamento de recomposição e as espécies. Não houve efeito dos tratamentos, no crescimento do diâmetro e estatura, desde o início do experimento, para *Schinus terebinthifolia* Raddi – aroeira. No entanto, para *Peltophorum dubium* Taub-canafistula, até o quarto período em estudo não houve efeito dos tratamentos quanto ao crescimento da estatura, mas, a partir do quinto período, T2 (mudas distribuídas individualmente ao acaso) e T3 (mudas distribuídas ao acaso agrupadas três a três com espaçamento de 1 a 1,5 m) apresentaram estatura semelhante. O tratamento de mudas distribuídas ao acaso individualmente foi o que apresentou melhor crescimento médio do diâmetro. Com este trabalho, espera-se contribuir, de forma técnica, para a recomposição de matas ciliares não só na região oeste do Paraná, mas em outras regiões que necessitem de recuperação.

Referências

BERTONI, J.E.A.; MARTINS, F.R. Composição florística de uma floresta ripária na reserva estadual de Porto Ferreira, SP. *Acta Botanica Brasílica*, São Carlos, v. 1, n. 1, p. 17-26, 1987.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: ÁGUA E BIODIVERSIDADE, 5., 2002, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 2002. p. 123-145.

CARPANEZZI, A.A. *et al.* Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 216-221.

CARVALHO, P.E.R. Produção de mudas de espécies nativas por sementes e implantação de povoamentos. In: CARVALHO, P.E.R. (Ed.). *Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais*. Brasília: Embrapa; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 251-268.

CHAVES, N. *Técnicas e processos de reflorestamento de matas ciliares: dossiê técnico*. Brasília: CDT/UnB, 2007.

CRESTANA, M.S.M. *et al.* *Florestas: sistema de recuperação com essências nativas*. Campinas: Cati, 1993.

DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Análise crítica dos programas de recomposição de matas ciliares, em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Edição I, 1999, Belo Horizonte. *Anais...*

Belo Horizonte: UFLA/Faepe/Cemig, 1999. p. 172-188.

DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, Edição I, 1989, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 89-99.

DIGGLE, P.J. *et al.* Analysis of longitudinal data. New York: Oxford University Press, 1995.

GEISSER, S.; GREENHOUSE, S.W. An extension of Box's results on the use of the F distribution in multivariate analysis. *Ann. Math. Statist.*, Michigan, v. 29, n. 3, p. 855-891, 1958.

HARPER, K.T. *et al.* Riparian ecology in Zion National Forest: Utah. In: SYMPOSIUM ON ECOLOGY AND MANAGEMENT OF RIPARIAN SHRUB COMMUNITIES, 1992, Ogden. *Proceedings...* Ogden: Intermountain Research Station, 1992. p. 32-42.

HUYNH, H.; FELDT, L.S. Estimation of the Box correction for degrees of freedom from sample data in the randomized block and split-plot designs. *J. Educ. Assoc.*, JSTOR Coverage, v. 1, n. 1, p. 69-82, 1976.

KAGEYAMA, P.Y. *et al.* Potencialidades e restrições da regeneração artificial na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Edição I, 1992, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Fupef, 1992. p. 1-7.

LIMA, W.P. Função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATAS CILIARES, Edição I, 1989, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 25-42.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1998.

MAUCHLY, J.W. Significance test for sphericity of normal n-variants distribution. *Ann. Math. Statist.*, Michigan, v. 11, n. 2, p. 204-209, 1940.

NAPPO, M.E. *et al.* *Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares*. Lavras – MG. Lavras: UFLA, 1999. (Boletim Agropecuário).

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais para uma definição metodológica. *Rev. Bras. Hortíc. Ornamental*, Campinas, v. 2, n.1, p. 4-15, 1996.

SCOLFORO, J.R. *Modelos para expressar o crescimento e a produção*. Lavras: Esal/Faepe, 1994.

SINGER, J.M.; ANDRADE, D. *Análise de dados longitudinais*. Campinas: Associação Brasileira de Estatística, 1986.

TOUMEY, J.M.; KORSTIAN, C.F. Natural versus artificial regeneration. In: TOUMEY, J.M.; KORSTIAN, C.F. (Ed.). *Seeding and planting in the practice of forestry*. New York: John Wiley and Sons, 1967. cap. 6, p. 80-93.

Received on June 07, 2006.

Accepted on June 11, 2007.