

ABORDAGEM MULTIVARIADA EM ANÁLISE DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS EXÓTICAS

Alessandro Dal'Col Lúcio¹, Fabiano de Oliveira Fortes²,
Lindolfo Storck¹, Alberto Cargnelutti Filho³

(recebido: 30 de setembro de 2004; aceito: 15 de dezembro de 2005)

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho agrupar, por espécie, as matrizes mais similares, utilizando as variáveis observadas nas espécies florestais exóticas da flora brasileira nas análises de sementes do Centro de Pesquisas Florestais e Conservação do Solo, Santa Maria, Rio Grande do Sul, analisadas a partir de janeiro de 1997 a março de 2003. Para a análise de agrupamento foram utilizadas as espécies que possuíam quatro ou mais análises por lote, pelo método hierárquico aglomerativo, baseado na distância euclidiana média padronizada, utilizando-se também a técnica de componentes principais para a redução do número de variáveis. As espécies *Callistemon speciosus*, *Cassia fistula*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus tereticornis*, *Delonix regia*, *Jacaranda mimosaeifolia* e *Pinus elliottii* foram as espécies encontradas com quatro ou mais análises por lote, em que no segundo e terceiro componentes principais conseguiram explicar aproximadamente 80% da variação existente no conjunto de dados. A análise de agrupamento mostrou-se eficiente na separação dos grupos de todas as espécies testadas, assim como o método dos componentes principais.

Palavras-chave: Análise de agrupamento, análise de componentes principais, armazenamento.

A MULTIVARIATE APPROACH TO ANALYSE NATIVE FOREST TREE SPECIE SEEDS

ABSTRACT: This work grouped, by species, the most similar seed tree, using the variables observed in exotic forest species of the Brazilian flora of seeds collected in the Forest Research and Soil Conservation Center of Santa Maria, Rio Grande do Sul, analyzed from January, 1997, to march, 2003. For the cluster analysis, all the species that possessed four or more analyses per lot were analyzed by the hierarchical Clustering method, of the standardized Euclidian medium distance, being also a principal component analysis technique for reducing the number of variables. The species *Callistemon speciosus*, *Cassia fistula*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus tereticornis*, *Delonix regia*, *Jacaranda mimosaeifolia* e *Pinus elliottii* presented more than four analyses per lot, in which the third and fourth main components explained 80% of the total variation. The cluster analysis was efficient in the separation of the groups of all tested species, as well as the method of the main components.

Key words: Cluster analysis, principal component analysis, storage.

1 INTRODUÇÃO

Os tecnologistas de sementes florestais têm demonstrado grande interesse no estabelecimento de condições e técnicas adequadas, na tentativa de agrupar as espécies mais similares por algum critério, para que exista dentro de um grupo de várias espécies uma menor diversidade morfológica. Esta diversidade na morfologia dos frutos e sementes de espécies florestais nativas e exóticas, segundo Cardoso et al. (1998), tem comprometido e, muitas vezes, causado insegurança quanto à confiabilidade dos resultados obtidos.

O germoplasma é o elemento dos recursos

genéticos que maneja a variabilidade genética entre e dentro das espécies (GOEDERT et al., 2002), com fins de utilização para a pesquisa, visando o melhoramento genético, inclusive a biotecnologia. No entanto, os produtores compram sementes ou mudas de espécies florestais sem ter a garantia da qualidade do lote que estão comprando.

Dentre os métodos fundamentados em modelos biométricos que se destinam à avaliação da diversidade dos progenitores, Cruz & Regazzi (1997) comentam que na predição da divergência genética, os métodos multivariados podem ser aplicados, como a análise de componentes principais por variáveis e os métodos aglomerativos, dependendo da precisão

¹ Professores do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria, RS – adlucio@smail.ufsm.br storck@ccr.ufsm.br

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria, RS – fabfortes@yahoo.com.br

³ Professor do Departamento de Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Rua: Prof. Paulo Donato Castellane s/n – 14884-900 – Jaboticabal, SP – alberto-cargnelutti@fcav.unesp.br

requerida pelos pesquisadores e a facilidade da análise. A técnica classificatória multivariada da análise de agrupamento pode ser utilizada quando se deseja explorar as similaridades entre indivíduos ou entre variáveis (LANDIM, 2003). Os resultados da análise de agrupamento são agrupados na forma hierárquica e resumidos em uma estrutura chamada dendrograma, segundo Johnson & Wicherns (1998). O uso de técnicas de agrupamento é especialmente útil nas pesquisas exploratórias, nas quais é realizada a coleta de dados não pertencentes, “a priori”, a grupos distintos, de acordo com Alves (1999).

Na análise de componentes principais, embora p componentes sejam necessários para reproduzir a variabilidade total existente, Johnson & Wicherns (1998) mostram que algumas vezes explica-se a variação com um número reduzido de k componentes principais. Isto acontece quando se eliminam as variáveis que pouco contribuem na variação, ficando somente as que realmente contribuem para a variação total, em que as p variáveis originais são transformadas em p variáveis denominadas componentes principais, objetivando reduzir a dimensionalidade dos dados, obter combinações interpretáveis das variáveis e descrever e entender sobre a estrutura de correlação das variáveis (BARROSO & ARTES, 2003).

Em análises de sementes, o teste de germinação é empregado rotineiramente para avaliar a qualidade de sementes e a porcentagem de plântulas normais obtidas nos testes de germinação; representa o máximo que a amostra pode oferecer, em condições ótimas, artificiais e padronizadas para cada espécie avaliada (MACHADO, 2002). A germinação de sementes, em testes de laboratório, é a emergência das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo, conforme definição em Brasil (1992). A dificuldade de se avaliar qualquer componente da qualidade de um lote de sementes está intimamente relacionada aos problemas da amostragem, número de repetições (VIEIRA & CARVALHO, 1994). Assim, torna-se imprescindível conhecer as características de espécies florestais exóticas cultivadas e comercializadas no País. Muitos fatores afetam a longevidade das sementes durante o armazenamento, incluindo-se o tipo da semente, estágio de maturação, tratamentos anteriores ao

armazenamento, viabilidade e conteúdo de umidade das sementes, temperatura do ar, umidade e pressão de oxigênio durante o armazenamento e grau de infecção por fungos e bactérias (CABRAL et al., 2003). Existe uma série de inter-relações entre esses fatores que dificultam uma avaliação do comportamento das diversas espécies durante o armazenamento, sendo então necessário o correto conhecimento dessas relações e interferências destas sobre a variável principal que é a porcentagem de plântulas normais.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho: reduzir o número de variáveis que explicam a variabilidade total; conhecer as características das espécies exóticas em relação aos resultados de análise de sementes, fazendo a análise descritiva e agrupar os lotes de sementes segundo algum critério de similaridade; identificar as variáveis que mais contribuem para discriminação dos lotes de sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado o banco do Laboratório de análises de sementes de espécies florestais do Centro de Pesquisas Florestais e Conservação do Solo da Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias - FEPAGRO, localizado em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Coletaram-se os resultados das análises de sementes de espécies florestais exóticas realizadas entre janeiro de 1997 a março de 2003, de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992). As informações coletadas em cada análise realizada foram: espécie; procedência; lote e número da análise; data da coleta; data da análise; análise de pureza; peso de mil sementes (PMS) em gramas; grau de umidade; germinação avaliando-se as plântulas normais (PN) em % para as espécies *Cassia fistula*, *Delonix regia*, *Jacaranda mimosaeifolia* e *Pinus elliottii*, e em número de sementes germinadas em 0,10 g para *Callistemon speciosus*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus tereticornis*; porcentagem de plântulas anormais no teste de germinação (PA); porcentagens de sementes firmes (SF) e sementes mortas (SM), nestas utilizando o mesmo critério das PN. No total foram coletadas informações de 218 análises, realizadas no período definido para o estudo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Número do lote, ano de coleta, procedência e número de análises realizadas durante o armazenamento de sementes de espécies florestais exóticas do Estado do Rio Grande do Sul. Santa Maria, RS – 2004.

Table 1 – Number of the lot, year of collection, origin and number of analyses accomplished during the storage of exotic forest specie seeds of the Rio Grande do Sul state. Santa Maria, RS – 2004.

Espécie	Número do lote	Ano de coleta	Procedência	Número de análises
<i>Callistemon speciosus</i>	1	1997	Estação Experimental Santa Maria	7
	2	1997	Santa Maria	7
	3	1997	Boca do Monte	7
	4	1998	Santa Maria	8
	5	1999	Estação Experimental Santa Maria	7
	6	1997	Santa Maria	4
	7	1996	Veranópolis	4
<i>Cassia fistula</i>	1	1998	Restinga Seca	9
	2	1998	Boca do Monte	4
<i>Eucalyptus grandis</i>	1	1998	Santana do Livramento	4
	2	1998	Santana do Livramento	3
	3	2001	Santana do Livramento	3
<i>Eucalyptus robusta</i>	1	1995	São Pedro do Sul	6
	2	1990	Santo Augusto	6
	3	1999	Santo Augusto	6
<i>Eucalyptus saligna</i>	1	1998	Vila Block	8
	2	1998	Dom Pedrito	6
	3	2001	Dom Pedrito	3
	4	1999	Santana do Livramento	9
	5	1998	Jaguari	6
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1	1992	Tupanci	5
	2	1995	Vila Block	4
	3	1998	Tupanci	4
<i>Delonix regia</i>	1	1993	Santa Maria	9
	2	1995	São Borja	7
	3	1997	São Borja	6
	4	1998	São Borja	5
	5	1999	São Borja	6
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	1	1996	Júlio de Castilhos	6
	2	1997	São Borja	7
	3	1998	Ijuí	5
	4	1998	Ijuí	5
<i>Pinus elliotii</i>	1	1997	Faxinal do Soturno	6
	2	1998	Faxinal do Soturno	5
	3	1998	Itaara	7
	4	2001	Faxinal do Soturno	6

Foi primeiramente realizada a análise de componentes principais, para aquelas espécies que apresentaram quatro ou mais análises em seus lotes de sementes no período avaliado, para definição do número de variáveis que pouco explicam a variação

existente, sendo assim eliminadas nas análises seguintes. O critério utilizado foi o de escolher os componentes que explicavam aproximadamente 80% da variação existente e eliminar as variáveis que possuíam menor poder de explicação nos primeiros

componentes e maior nos últimos escolhidos. Com as variáveis mantidas dentro de cada espécie, realizou-se a análise de agrupamento pelo Método Hierárquico Aglomerativo do vizinho mais distante, definindo-se a maior distância Euclidiana entre dois elementos, sendo escolhido esse método por fornecer grupos mais homogêneos, favorecendo a discussão e a interpretação dos resultados obtidos. Para contornar o problema de escalas e medidas das variáveis, foram utilizados dados padronizados e para contornar a influência do número de variáveis, utilizou-se a distância Euclidiana média, descrita por Cruz & Regazzi (1997). Para a formação dos grupos, optou-se por definir a porcentagem de 70% de pareceria e em cada espécie foi estimada a média aritmética das variáveis remanescentes em cada um dos grupos formados, realizando o teste t na comparação das médias dos diferentes grupos, utilizando na análise 5% de probabilidade de erro.

Na representação dos resultados da formação dos grupos, em cada espécie, foram construídos os dendrogramas, em que o primeiro dígito no eixo das ordenadas representou o lote de sementes e os dois últimos o tempo de armazenamento, em meses. Para as análises estatísticas e construção dos dendrogramas empregou-se *software* estatístico SAEG, versão 8.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de componentes principais para redução no número de variáveis, verificou-se que ocorreu a eliminação de no mínimo duas variáveis, no caso da *Cassia fistula* e *Delonix regia*, e no máximo quatro, para *Pinus elliottii*. A variável porcentagem de plântulas anormais (PA) manteve-se presente somente na espécie *Eucalyptus saligna*, já a porcentagem de plântulas normais (PN) não foi eliminada em nenhuma das espécies, mostrando sua importância na explicação da variação total (Tabela 2). Nesta variável ainda ocorreu a máxima explicação (68,88%) para a espécie *Eucalyptus grandis*. Assim, pode-se inferir que PN é a variável que explica a maior variabilidade entre as análises de sementes das espécies florestais exóticas. Em todas as espécies foram formados três grupos, com base no critério de 70% de pareceria

na formação dos mesmos (Tabela 3). As espécies que tiveram quatro ou duas variáveis eliminadas formaram o mesmo número de grupos, confirmando que as variáveis que ficaram na análise são suficientes para sua explicação, assim como a importância de variáveis como PN (presente em todas espécies) e grau de umidade (ausente em três). As variáveis pureza e peso de sementes estão ausentes somente no *Pinus elliottii* (Tabela 2).

O grau de umidade, sendo apenas eliminado em três espécies, confirma a importância desta variável no armazenamento de sementes florestais. Hartmann & Kester (1974) consideram que as condições efetivas para o armazenamento compreendem uma combinação de umidade relativa de 10 a 50% e uma temperatura de 0 a 10°C. O teor de umidade das sementes é função da umidade relativa do ar ao seu redor e que, por sua vez, é influenciado pela temperatura de armazenamento. Para sementes de coníferas e sementes de folhosas, um teor de umidade entre 5 e 8% tem se mostrado efetivo (WANG, 1977). Os teores de umidade para conservação de sementes de diferentes espécies, pelo período de 1 ano, variam de aproximadamente 11 a 14%, de acordo com Toledo & Marcos Filho (1977), verificando-se uma redução da porcentagem de germinação à medida em que aumenta o teor de umidade das sementes. Para o armazenamento por períodos mais longos as sementes devem apresentar teores de umidade inferiores a 11%, conforme Kano et al. (1978).

Nos grupos de *Callistemon speciosus* DC. (Figura 1A), o último e mais distinto, agrupou-se aos outros dois somente nos 100%, revelando uma diferença grande para com estes. Assim, as variáveis grau de umidade e PN foram as que explicaram 87% das variações existentes das sementes dessa espécie, sendo a superioridade do grupo III apresentada na Tabela 2, na qual 139,75 sementes germinaram em 0,10 g; enquanto no grupo II foram 30,79 e no primeiro, 27,83, estes diferindo estatisticamente do terceiro grupo. Pode-se verificar, também, que a localidade influenciou na formação dos agrupamentos, devido a uma semente oriunda de uma determinada procedência expressar melhor seu potencial quando comparado com as demais.

Tabela 2 – Porcentagem de contribuições das variáveis: pureza (%), peso de mil sementes (PMS), umidade (%), porcentagem de germinação de plântulas normais (PN), porcentagem de germinação de plântulas anormais (PA), porcentagem de sementes firmes (SF), porcentagem de sementes mortas (SM), para sementes de diferentes espécies florestais exóticas do Rio Grande do Sul. Santa Maria, RS – 2004.

Table 2 – Percentages of the contribution the variables: purity (%), weight per thousand seeds (PMS), humidity (%), percentages of the germination of normal plants (PN), percentages of the germination of abnormal plants (PA), percentages the viable seeds (SF), percentages of dead seeds (SM), for seeds of several exotic forest species of Rio Grande do Sul state. Santa Maria, RS – 2004.

Variáveis	<i>Callistemon speciosus</i>	<i>Cassia fistula</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>Eucalyptus robusta</i>	<i>Eucalyptus saligna</i>
Pureza	--	30,76	--	--	--
PMS	--	17,94	--	--	--
Grau de umidade	47,54	0,00	31,12	47,72	42,55
PN	52,46	6,44	68,88	52,28	25,60
SF	0,00	20,51	0,00	0,00	0,00
PA	0,00	0,00	0,00	0,00	31,85
SM	0,00	24,35	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Variáveis	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	<i>Delonix regia</i>	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	<i>Pinus elliottii</i>	
Pureza	--	12,50	25,69	0,00	
PMS	--	29,16	28,45	0,00	
Grau de umidade	39,74	30,30	0,00	0,00	
PN	34,62	12,89	30,83	39,13	
SF	25,64	0,00	0,00	39,85	
PA	0,00	0,00	0,00	0,00	
SM	0,00	15,15	15,03	21,02	
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	

Para a espécie *Cassia fistula* L. (Figura 1B), as variáveis que contribuíram para a formação dos grupos foram a pureza (30,76%), SM (24,35%), seguidas do PMS (17,94%), PN (6,44%) e SF (20,51%) (Tabela 3). Houve diferença significativa entre os grupos I e II, quanto à pureza, assim como entre os grupos II e III. A PN do terceiro grupo com 32,17% foi menor que a do grupo I (63,5%) e do II (86,00%), mostrando uma superioridade significativa deste sobre os demais. O grupo II apresenta apenas 6,50% de sementes mortas, enquanto que, no grupo I o número sobe para 9,75% e no grupo III, o valor é de 46,10%, indicando que este pode ser eliminado da conservação (Tabela 3). Esse resultado pode ser explicado pelo grupo III, que reúne análises que estavam bastante tempo armazenadas (25 meses), com exceção do lote 1 que estava apenas 5 meses. O lote 2 da Estação Experimental (Santa Maria) deve ser eliminado do

banco de sementes, porque somente uma análise ficou no primeiro grupo e as demais no terceiro grupo. Já o lote 1 de Santa Maria mostrou-se presente nos três grupos, porém nas primeiras análises a germinação foi baixa e nas últimas elevada.

A resposta obtida com o *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden pode ser verificada na Figura 2A. Dos três grupos formados, o II foi o que teve o melhor desempenho com 77 sementes originando plântulas normais, mostrando-se significativamente diferente e superior em relação aos grupos I e III. O lote 2, pertencente ao grupo II, teve 3 análises e o melhor desempenho quanto ao número de plântulas normal, sendo que um ano após a primeira análise foi observada redução na germinação, indicando que sementes de *Eucalyptus grandis*, desse lote, podem ficar armazenadas por até um ano, sem perder seu poder germinativo; entretanto, aos 19 meses, esse mesmo lote não apresentou sementes germinadas.

Tabela 3 – Valores médios e número de observações (N), procedência; pureza (%), peso de mil sementes (PMS) em gramas, umidade (%), porcentagens de plântulas normais (PN), de plântulas anormais (PA), sementes firmes (SF), sementes mortas (SM), após a realização da análise de componentes principais, das variáveis observadas em análises de sementes de espécies florestais exóticas – FEPAGRO – Santa Maria – RS, 2004.

Table 3 – Average values and number of observations (N), origin, purity (%), weight per thousand of seeds (PMS), in gram, humidity (%), percentages of germination of normal plants (PN), percentages the germination abnormal plant (PA), percentage of viable seeds (SF), percentage of dead seeds (SM), after the principal components analysis of observed variables of exotic forest species seed analysis – FEPAGRO - Santa Maria, RS – 2004.

Grupos	N	Procedência	Pureza	PMS	Umidade	PN	SF	PA	SM
<i>Callistemon speciosus*</i>									
I	16	Santa Maria			11,18	27,83			
II	24	Santa Maria			9,69	30,79			
III	4	Veranópolis			9,38	139,75			
<i>Cassia fistula</i>									
I	5	E.E.S Santa Maria	99,77	11,09		63,50	26,75		9,75
II	3	Santa Maria	99,27	11,28		86,00	7,50		6,50
III	5	E.E.S Santa Maria	99,73	11,03		32,17	8,30		46,10
<i>Eucalyptus grandis*</i>									
I	6	Livramento			9,64	16,71			
II	2	Livramento			9,15	77,00			
III	2	Livramento			13,66	47,38			
<i>Eucalyptus robusta*</i>									
I	14	São Pedro			10,01	49,21			
II	3	Santo Augusto			11,36	62,67			
III	1	Santo Augusto			9,70	0,0			
<i>Eucalyptus saligna*</i>									
I	1	Vila Block			8,20	63,00		13,75	
II	30	Livramento Jaguari Don Pedrito Vila Block			10,32	68,81		0,31	
III	1	Livramento			8,61	138,00		0,00	
<i>Eucalyptus tereticornis*</i>									
I	6	Tupanci Vila Block			8,06	52,96	0,00		
II	6	Tupanci Vila Block			8,72	36,50	0,00		
III	1	Tupanci			8,52	53,00	1,50		
<i>Delonix regia</i>									
I	31	São Borja		421,33	6,55	85,39			10,19
II	1	Santa Maria		420,99	5,77	49,88			31,88
III	1	São Borja		409,86	7,04	54,00			32,5

Continua...
To be continued

Tabela 3 – Continuação...

Table 3 – Continued...

Grupos	N	Procedência	Pureza	PMS	Umidade	PN	SF	PA	SM
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>									
I	4	Julio de Castilhos São Borja Ijuí	97,51	7,45		90,25			8,52
II	10	Julio de Castilhos São Borja Ijuí	90,24	10,54		77,43			21,48
III	9	São Borja Ijuí	93,24	7,22		61,78			36,42
<i>Pinus elliottii</i>									
I	14	Itaara F. do Soturno				48,84	17,50		33,66
II	3	F. do Soturno				45,75	18,00		36,25
III	7	Itaara F. do Soturno				36,46	15,86		47,68

E.E.S. Estação Experimental Santa Maria

*espécies nas quais são avaliadas as germinações PN, SF, PA e SM em 0,10 g

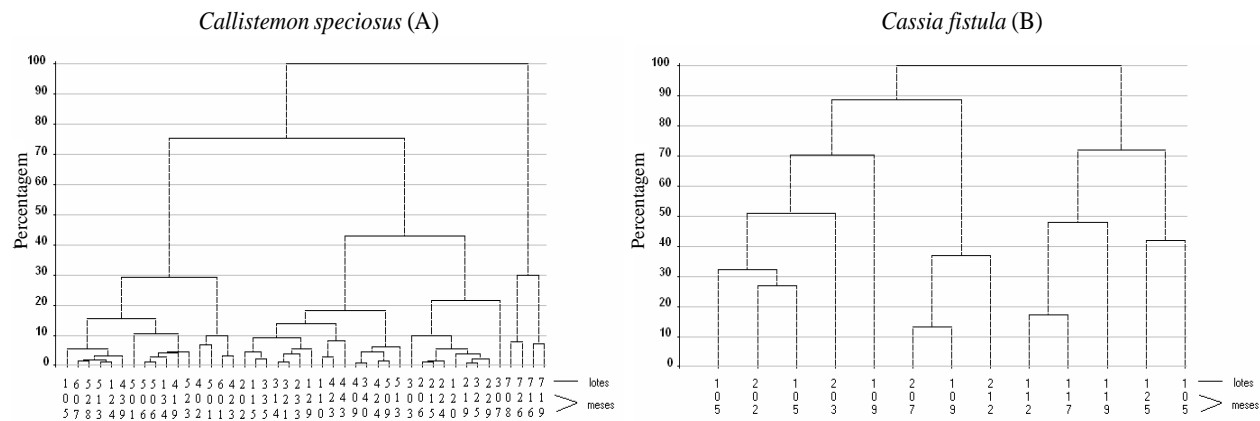


Figura 1 – Dendrograma para o agrupamento de matrizes de *Callistemon speciosus* (A) e *Cassia fistula* (B), com base nas variáveis coletadas em análises de sementes de espécies florestais exóticas do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Maria – RS, 2004.

Figure 1 – Dendrogram by cluster of seed trees of *Callistemon speciosus* (A) and *Cassia fistula* (B), based on observed variables in the analysis of exotic forest specie seeds in Rio Grande do Sul state, Santa Maria – RS, 2004.

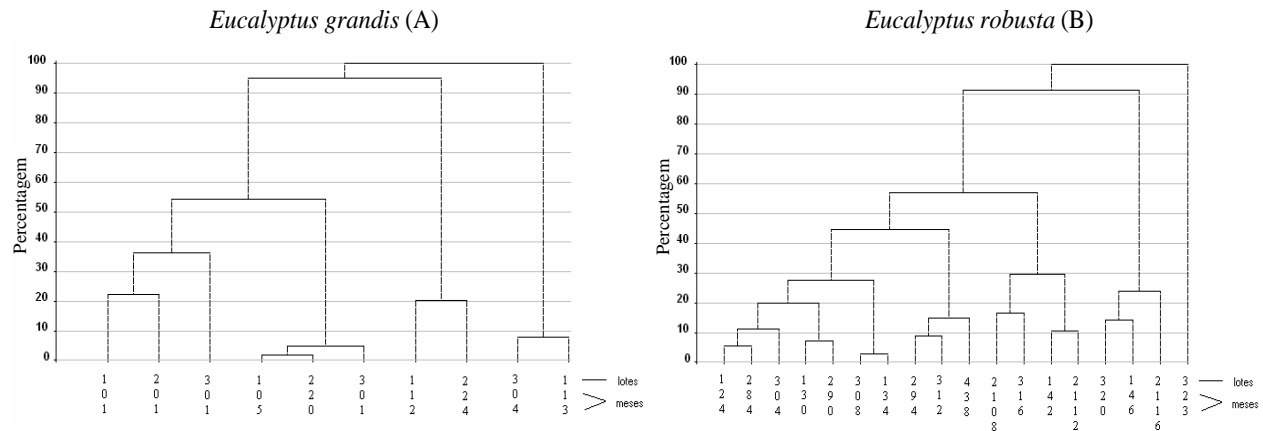


Figura 2 – Dendrograma para o agrupamento de matrizes de *Eucalyptus grandis* (A) e *Eucalyptus robusta* (B), com base nas variáveis coletadas em análises de sementes de espécies florestais exóticas do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Maria – RS, 2004.

Figure 2 – Dendrogram by cluster of seed trees of *Eucalyptus grandis* (A) and *Eucalyptus robusta* (B), based on observed variables of exotic forest specie seed analysis in Rio Grande do Sul state, Santa Maria – RS, 2004.

Com o mesmo comportamento do *E. grandis* e do *E. robusta*, o *Eucalyptus saligna* Smith (Figura 3A), o grupo III foi superior estatisticamente aos demais quanto ao número de plântulas normais (Tabela 3), ressaltando-se que este grupo teve apenas uma análise para sua formação, o que leva a crer na superioridade de algum lote em determinada análise devido ao menor tempo de armazenamento. O grupo II teve o maior número de análises e média de 68,81, quanto ao número de sementes germinadas, mostrando-se melhor que o grupo I. Os lotes das sementes que formaram o grupo II chegaram a 32 meses de armazenamento; porém aos 38 meses, diminuiu o poder de germinação e passou ao grupo III, que pelo número reduzido de análises é o que poderá ser formado com o passar do tempo de armazenamento dos lotes de sementes.

Para a espécie *Eucalyptus tereticornis* Smith nas contribuições das variáveis, o grau de umidade (39,74%) foi a variável que mais contribuiu, seguida pela PN (34,61%) e pela SF (25,64%), (Tabela 2). Já na separação dos grupos, a PN dos grupos I e II, com 52,96 e 36,5 respectivamente, mostraram-se significativamente diferentes. Os lotes 1 e 2 estavam há bastante tempo armazenados (76 e 41 meses, respectivamente) conforme apresentado na Figura 3B e perderam o poder germinativo, modificando o comportamento dos lotes proporcionando uma qualidade inferior.

De acordo com a classificação da longevidade das sementes da espécie *Eucalyptus sp.*, estas são denominadas ortodoxas (VIEIRA et al., 2001), ou seja,

sementes que podem ser armazenadas com um baixo teor de umidade e temperatura, mantendo sua viabilidade por um maior período de tempo. Esse comportamento foi verificado de forma geral para as espécies de eucalipto estudadas, em que o tempo máximo de armazenamento chegou a 112 meses, com porcentagem de germinação ainda em torno de 77% (Tabela 3).

Nas porcentagens das contribuições para a espécie *Delonix regia* (Boj.) Rafin., o grau de umidade (30,30%), seguida do PMS (29,16%), foram as variáveis que mais contribuíram, seguidas das SM (15,15%), PN (12,87%) e da pureza (12,50%), conforme se verifica na Tabela 2. Na comparação entre os grupos (Tabela 3), observou-se que o grupo I destaca-se dos demais pelo número de sementes normais (85,39%), enquanto o grupo II (49,88%), e III (54,00%) estão germinando na faixa de 50%. Verificou-se a superioridade do grupo I, com menor número de SM (10,19%), enquanto no II grupo esse número foi de 31,88% e no III, 32,50%. Os lotes 1 e 2 constituem basicamente os grupos II e III e devem ser eliminados do banco de sementes, por terem perdido a viabilidade muito rápido já nas primeiras análises realizadas nos lotes. Os lotes 3 e 4 constituem o grupo I, no qual a média de germinação de plântulas normais, até a terceira análise, foi em média 85,39%, porém, o lote 3 está na quinta análise e, em quatro anos de armazenamento, apresentou germinação em torno de 90%, com redução no quinto ano. O segundo lote está armazenado a dois anos e meio e germinando na mesma faixa dos 90%.

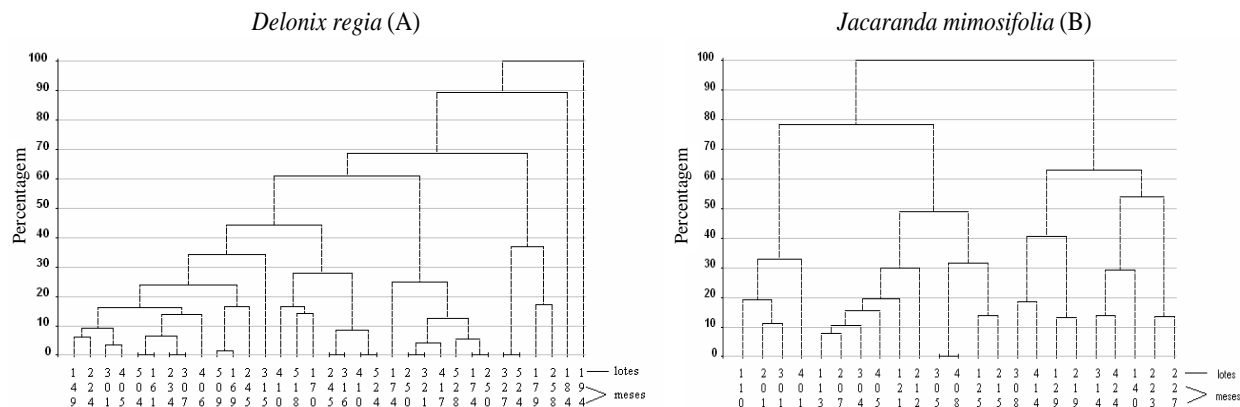


Figura 4 – Dendrograma para o agrupamento de matrizes de *Delonix regia* (A) e *Jacaranda mimosifolia* (B), com base nas variáveis coletadas em análises de sementes de espécies florestais exóticas do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Maria – RS, 2004.

Figure 4 – Dendrogram by cluster of seed trees of *Delonix regia* (A) and *Jacaranda mimosifolia* (B), based on observed variables of exotic forest specie seed analysis in Rio Grande do Sul state, Santa Maria – RS, 2004.

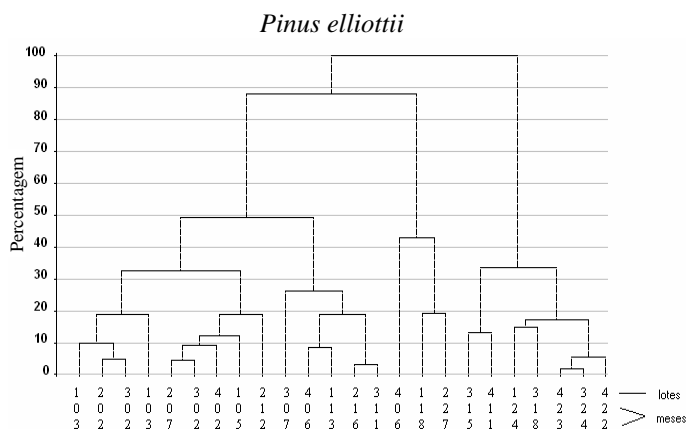


Figura 5 – Dendrograma para o agrupamento de matrizes de *Pinus elliottii*, com base nas variáveis coletadas em análises de sementes de espécies florestais exóticas do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Maria – RS, 2004.

Figure 5 – Dendrogram by cluster in seed trees of *Pinus elliottii*, based on observed variables of exotic forest specie seed analysis in Rio Grande do Sul state, Santa Maria – RS, 2004.

Para o *Pinus elliottii*, que também é classificado por Vieira et al. (2001) como sementes ortodoxas, a adequada formação dos lotes e posterior armazenamento em condições favoráveis, aumentam o tempo de permanência dos lotes nas câmaras, proporcionando, assim, condições de melhor planejamento na retiradas dos lotes e formação de mudas, de forma escalonada, sem perdas no potencial germinativo.

4 CONCLUSÕES

A análise de componentes principais mostrou-se eficiente destacando a importância da manutenção da variável porcentagem de germinação de plântulas normais, assim como a eliminação da variável porcentagem de germinação de plântulas anormais, para explicação da variabilidade total existente no banco de sementes de espécies florestais exóticas

avaliados. Independente da espécie florestal estudada, o tempo de armazenamento do lote, as porcentagens de germinação de plântulas normais e de sementes mortas foram as principais variáveis de diferenciação dos três grupos formados na análise de agrupamento.

5 AGRADECIMENTOS

À FEPAGRO/RS pela colaboração e fornecimento dos dados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. C. **Estatística multivariada SAS**: ciagri 23. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. 111 p.

BARROSO, L. P.; ARTES, R. Análise multivariada. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA – RBRAS, 10.; REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA – SEAGRO, 48., 2003, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. 156 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. s. Moore. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 609-617, 2003.

CARDOSO, P. C.; VOGEL, O.; ROMANO, L. R.; LEONHARDT, C. **Situação da produção de sementes florestais**. Pelotas: UFPEL, 1998. 35 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

GOEDERT, C. O.; SALOMÃO, A. N.; FAIAD, M. G. Germoplasma: o que é isso? **Seednews**, Pelotas, v. 3, n. 9, p. 16-21, 2002.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagacion de las plantas**. México: Continental, 1974. 810 p.

JOHNSON, R. A.; WICHERNS, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 642 p.

KANO, N. K.; MÁRQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia* sp). **IPEF**, Piracicaba, n. 17, p. 13-23, 1978.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2. ed. São Paulo: UNESP/FEU, 2003. 253 p.

MACHADO, C. F. **Metodologia para a condução do teste de germinação e utilização de raios-X para a avaliação da qualidade de sementes de aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.** 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

RIBEIRO JUNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224 p.

VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. **Técnicas de produção de sementes florestais**. Brasília, DF: Embrapa, 2001. 4 p. (Boletim informativo, 250).

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. São Paulo: FUNEP/FCAVJ, 1994. 164 p.

WANG, B. S. P. **Procurement, handling and storage of tree seed for genetic research**. Canberra: World Consultation on Tree Breeding, 1977. 548 p.