

## Variabilidade intra e intergenotípica em uma população de híbridos entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*<sup>(1)</sup>

Liane Helena Cardoso de Freitas<sup>(2)</sup>, Maria Teresa Schifino-Wittmann<sup>(3)</sup> e Nilton Rodrigues Paim<sup>(2)</sup>

Resumo – O objetivo deste trabalho foi estimar a variabilidade de algumas características morfológicas em híbridos de *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia* (Leguminosae). Foram estabelecidos 20 genótipos, com 30 indivíduos cada, dispostos em seis blocos casualizados. As características morfológicas analisadas foram: comprimento de folha, número de pares de folíolos e foliólulos, número de nectários extraflorais; comprimento e largura de legumes e número de sementes por legume. O menor e o maior comprimento médio de folha foram, respectivamente, 8,6 cm e 30,6 cm. A população apresentou variação de 10,7 a 53,4 pares de foliólulos por folíolo. Em número de pares de folíolos por folha o menor valor médio foi 5,6 e o maior foi 20,3. A média de um nectário extrafloral por folha foi identificada na maioria dos indivíduos. O maior valor médio de número de sementes por legume foi 24,1 e o menor 5,0. Cinco genótipos se destacaram por sua uniformidade em relação às características analisadas.

Termos para indexação: características da planta, seleção, variação genética, melhoramento vegetal.

### Intra and intergenotype variability in a population of hybrids between *Leucaena leucocephala* and *L. diversifolia*

Abstract – This work aimed to estimate the variability of some morphological characteristics in hybrids of *Leucaena*. Twenty genotypes, with 30 individuals each, of hybrids between *L. leucocephala* and *L. diversifolia* were established in a randomized blocks design with six repetitions. Leaf length, number of pinnae and leaflet pairs, number of extrafloral nectaries, legume length and width and number of seeds per legume were analyzed. Leaf length average values ranged from 8.6 cm to 30.6 cm. Number of leaflets per pinna ranged from 10.7 to 53.4 and the number of pinnae per leaf ranged from 5.6 to 20.3. Most of the individuals presented an average of 1.0 extrafloral nectary per leaf. The highest average value of number of seeds per legume was 24.1 and the lowest 5.0. Five genotypes were the most uniform considering the characteristics analyzed.

Index terms: plant characters, selection, genetic variation, plant breeding.

### Introdução

O gênero *Leucaena* Benth, nativo das Américas, compreende 22 espécies, sendo que a maioria delas está concentrada no sul dos Estados Unidos, Méxi-

co, América Central e Equador. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit é a espécie mais importante do gênero e amplamente cultivada como árvore aproveitável para variados usos (Hughes, 1998).

Tem havido notável interesse por espécies de leguminosas, principalmente arbóreas, com capacidade para sobreviver em solos ácidos, ricos em metais, para uso em recuperação de terrenos erodidos, pastagens degradadas e formação de sistemas agrossilvipastoris. *L. leucocephala* cv. Cunningham é uma forrageira bastante comum no Brasil; todavia, exige solos com pH acima de 5,5 e com nutrientes adequados, e nos cerrados deve ser substituída por genótipos tolerantes a solos ácidos. Estes genótipos podem ser obtidos de cruzamentos entre

<sup>(1)</sup> Aceito para publicação em 10 de outubro de 2000.

Extraído da Tese de Doutorado apresentada pela primeira autora à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

<sup>(2)</sup> UFRGS, Faculdade de Agronomia, Dep. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Caixa Postal 776, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E-mail: gutierri@cpovo.net, nilton.paim@ufrgs.br

<sup>(3)</sup> UFRGS, Faculdade de Agronomia, Dep. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia. Bolsista do CNPq. E-mail: mtschif@vortex.ufrgs.br

*L. leucocephala* e *L. diversifolia*, cujos híbridos têm alta tolerância a pH baixo (Hutton & Blamey, 1995).

Um número reduzido de genótipos tem sido utilizado nas plantações de leucena, o que representa uma pequena fração dos recursos genéticos do gênero. Assim, muitas das limitações em relação à maior adaptação ambiental e utilização de *Leucaena* têm sido atribuídas a uma estreita base genética (Brewbaker, 1985; Hughes, 1998).

A hibridação interespecífica tem sido o principal enfoque dos esforços de melhoramento para superar algumas das limitações de *L. leucocephala* (Sorensson & Brewbaker, 1994; Hughes, 1998). A alta taxa de cruzamentos interespecíficos em *Leucaena* significa que existem poucas barreiras genéticas contra o fluxo gênico, facilitando a hibridação artificial (Sorensson & Brewbaker, 1994). A segregação de híbridos exibe uma ampla gama de fenótipos (Sorensson, 1995).

Híbridos naturais foram encontrados entre *L. leucocephala* e *L. pulverulenta* (Brewbaker, 1978). Supostos híbridos entre *L. leucocephala* e *L. esculenta* foram observados no México e Colômbia (Sorensson & Brewbaker, 1994). Hutton (1981) relata tolerância a solos ácidos em híbridos naturais de *Leucaena*.

A maior ênfase atualmente tem sido dada a híbridos entre espécies tetraplóides, especialmente entre *L. leucocephala* e *L. diversifolia*, ambas com  $2n = 104$  cromossomos (Brewbaker & Sorensson, 1987; Sorensson & Brewbaker, 1994; Hughes, 1998). Estes são bastante promissores, em geral apresentando boa produtividade e valor nutritivo, tolerância ao frio e moderada resistência ao psilídeo *Heteropsylla cubana* (Hughes, 1993).

O híbrido denominado KX<sub>3</sub>, obtido do cruzamento entre *L. leucocephala* e *L. diversifolia*, foi criado artificialmente no Havá (Brewbaker & Sorensson, 1990), e tem gerado grande interesse. Freitas et al. (1991) observaram que as gerações mais avançadas F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub> destes híbridos são bastante uniformes.

Pesquisas com híbridos entre *L. leucocephala* e *L. diversifolia* estão sendo realizadas há alguns anos no Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS. Os resultados de Freitas et al. (1995) e Simioni et al. (1999), que estudaram, nas condições da Depressão Central do Rio

Grande do Sul, populações de híbridos entre estas duas espécies, identificaram indivíduos híbridos com alta taxa de rebrote após o inverno.

O presente estudo teve como objetivo estimar a variabilidade existente em uma população de híbridos entre *L. leucocephala* e *L. diversifolia* quanto a comprimento de folha, número de pares de folíolos, número de pares de folíolulos, número de nectários extraflorais (folha), comprimento de legume, largura de legume e número de sementes por legume.

### Material e Métodos

Os cruzamentos originais foram realizados no CIAT, Cali, Colômbia, utilizando *L. leucocephala* [11/78-15 (K420)] como progenitor feminino e *L. diversifolia* [31(K145) seleção 236B-5] como progenitor masculino. Árvores de diversas gerações destes cruzamentos estão plantadas na Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, em Planaltina, DF. A partir de sementes deste material, foi estabelecida, na Estação Experimental Agrônômica (EEA) da UFRGS, uma população formada por 255 plantas híbridas, de gerações F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub>, que foi estudada por Freitas (1990) e Freitas et al. (1991, 1995). A partir destas 255 plantas, foram selecionadas 20 plantas-mães, aqui denominadas de genótipos, das quais foram colhidas sementes. Os critérios utilizados para a seleção destes 20 genótipos foram estimativas de tamanho de folha e produção de sementes. As denominações 6.5, 9.5, etc simbolizam as plantas-mães, ou seja, os genótipos. As plantas dentro de cada genótipo, obtidas a partir das sementes de cada uma destas plantas-mães, foram numeradas sequencialmente. Os 20 genótipos analisados foram: 1.1, 6.5, 9.5, 19.3, 23.1, 23.2, 24.5, 26.3, 35.3, 46.2, 46.4, 46.5, 48.2, 49.1, 50.1, 50.3, 50.4, 50.5, 51.1 e 51.3. A planta-mãe original do genótipo 1.1 era da geração F<sub>2</sub>, as dos genótipos 6.5 até 46.5 eram F<sub>3</sub> e as dos demais genótipos F<sub>4</sub>.

As sementes foram submetidas ao processo de escarificação manual, retirando-se um fragmento do tegumento com uma tesoura. Após a escarificação, as sementes foram colocadas em placas de Petri contendo papel-filtro umedecido com água destilada. Quando da abertura dos cotilédones, as plântulas foram colocadas em vasos com solo, uma muda por vaso, 30 plantas por genótipo. Os vasos foram identificados com os números das plantas e genótipos. Estes foram mantidos em casa de vegetação até o transplante para o campo, realizado quando as plantas apresentavam, em média, 20 cm de altura.

O experimento foi estabelecido em dezembro de 1993 na Estação Experimental Agrônômica da Universidade

Federal do Rio Grande do Sul, no Município de Eldorado do Sul, RS, localizada a 30°5'22" de latitude Sul, 51°39'08" de longitude Oeste, altitude média de 46 m, e clima do tipo Cfa. O solo da área experimental (30% de argila; pH 5,2; Ind. 6,0; SMP, 16,0; P, 16,0 ppm; K, 143,0 ppm; MO, 3,0%), do tipo laterita hidromórfico, não sofreu correções nem adubações. Em setembro de 1994, após o inverno, foi realizado um corte de uniformização a 40 cm de altura.

O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados. Seiscentas plantas foram distribuídas em seis blocos, com cinco indivíduos de cada um dos 20 genótipos em cada bloco, num total de 30 plantas por genótipo, com espaçamento de 2,0 m entre linhas, 1,5 m entre plantas e corredores de 3 m de largura entre os blocos.

As características morfológicas analisadas em cada indivíduo foram: comprimento de folha, número de pares de folíolos, número de pares de foliólulos, número de glândulas presentes na folha, comprimento e largura de legumes e número de sementes por legume.

Para a análise de comprimento de folha, número de pares de folíolos e foliólulos e número de glândulas (nectários extraflorais) foram coletadas dez folhas plenamente desenvolvidas de cada planta. As medidas e observações foram realizadas em material recém-coletado, no primeiro ano de estabelecimento. Dez legumes maduros de cada indivíduo foram analisados.

Os dados coletados foram analisados estatisticamente pelo programa Multivariate Exploratory Analysis and Randomization testing (Pillar, 1999). A análise das coordenadas principais foi feita a partir de uma matriz de dissimilaridade. Após uma transformação vetorial, os dados foram centralizados e normalizados para o cálculo da distância Euclidiana. A análise de agrupamento foi realizada através da soma de quadrados, pela variância mínima. A partir destes agrupamentos foram elaborados os dendrogramas, que representam graficamente o processo de aglomeração dos grupos.

## Resultados e Discussão

Os dados referentes às médias e desvios-padrões das características analisadas, relativos aos diferentes genótipos, estão indicados na Tabela 1. O indivíduo 23 do genótipo 19.3 apresentou menor média (8,6 cm) de comprimento de folha, enquanto a maior média pertenceu ao indivíduo 27 do genótipo 50.3 (30,6 cm). Essas médias indicam que a população é heterogênea em relação ao tamanho de folha. Segundo Brewbaker (1978), *Leucaena leucocephala*

apresenta folhas entre 15 e 35 cm de comprimento, e *L. diversifolia* possui folhas de 8 a 25 cm de comprimento. Os resultados correspondem ao frequentemente esperado numa população híbrida, ou seja: os valores obtidos em relação ao comprimento de folha tendendo a ficar entre a amplitude de variação das espécies parentais.

*Leucaena leucocephala* apresenta geralmente de seis a nove pares de folíolos por folha (Hughes, 1998) enquanto em *L. diversifolia* o número de folíolos varia de 17 a 30 pares (Pan, 1984). O indivíduo 51.1.12 apresentou valor médio de 5,6 pares de folíolos por folha, enquanto o maior valor médio ficou com o indivíduo 9.5.24, com 20,3 pares de folíolos por folha. A população de um modo geral apresentou valores intermediários entre *L. leucocephala* e *L. diversifolia*.

De acordo com Pan (1984), Freitas (1990) e Hughes (1998), *Leucaena leucocephala* apresenta de 13 a 21 pares de foliólulos por folíolo enquanto *L. diversifolia* apresenta de 43 a 62 pares de foliólulos por folíolo. A população híbrida apresentou em geral número de pares de foliólulos por folíolo intermediário entre o máximo da *L. leucocephala* e o mínimo da *L. diversifolia* (Tabela 1).

A presença ou ausência de nectários extraflorais, sua morfologia, densidade e posição na planta, e ainda a sua coloração, tem sido usados para a separação de taxa (Metcalf & Chalk, 1979). Hughes (1998) indica que *L. leucocephala* apresenta uma glândula no pecíolo da folha com forma elíptica e côncava. *L. diversifolia* apresenta glândulas grandes, geralmente em número de quatro por folha (Brewbaker, 1978). Número médio de uma glândula por folha foi identificado nos indivíduos 9.5.18, e 23.1.1 e nos indivíduos de número 29, 28, 21, 20, 18, 17, 16, 14, 12, 5, 4, 3, 2 e 1 do genótipo 35.3. Os maiores valores médios em relação ao número de glândulas (3,8 por folha) foram encontrados no genótipo 24.5.

Segundo Hughes & Harris (1995), híbridos entre *L. leucocephala* subsp. *glabrata* e *L. esculenta* subsp. *esculenta* são facilmente identificados no campo, usando somente parâmetros foliares.

Das 514 plantas observadas em campo e que floresceram no primeiro ano, 487 delas produziram legumes. Os genótipos que produziram frutos em 100% de suas plantas foram 26.3, 35.3, 49.1, 50.1 e 50.3.

Hughes (1998) descreve os legumes de *L. leucocephala* como apresentando normalmente de 11 a 19 cm de comprimento, 15 a 21 mm de largura, e 5 a 20 legumes por inflorescência, lineares-oblongos, agudos ou redondos no ápice, planos; com 8 a 18 sementes por legume, de cor café ou laranja, glabros e ligeiramente lustrosos ou densamente cobertos por pêlos brancos; com abertura ao longo da margem. Já *L. diversifolia* apresenta normalmente de um a seis legumes por inflorescência, com 10 a 13 cm de comprimento e 13 a 16 mm de largura; os legumes são estreitos, lineares, oblongos, planos, com 6 a 20 sementes por legume; delgados, de cor café escuros, algumas vezes brilhantes, glabros ou cobertos por pêlos densos, e as sementes são menores do que em *L. leucocephala*.

Os indivíduos 17 e 25 do genótipo 6.5 e 15 do genótipo 23.1 apresentaram média igual a 1,0 cm em largura de legume; os maiores valores médios ficaram com o indivíduo 16 do genótipo 49.1 (2,9 cm). Dos 29 indivíduos analisados deste genótipo, 24 apre-

sentaram médias de largura de legume iguais ou superiores a 2,0 cm. Nos genótipos 1.1, 6.5, 9.5, 23.2 e 50.4, todos os indivíduos apresentaram valores médios iguais ou inferiores a 2,0 cm, valores estes próximos aos citados por Hughes (1998) com relação à *L. diversifolia*.

O menor valor médio de comprimento de legume foi do indivíduo 6 do genótipo 23.1 (9,1 cm), e o maior, do indivíduo 4 do genótipo 49.1 (24,6 cm). Quanto a esta característica, a população mostrou-se intermediária entre as espécies parentais, de acordo com os valores relatados por Hughes (1998).

O menor valor médio de número de sementes por legume foi apresentado pelo indivíduo 11 do genótipo 50.3 (5 sementes por legume), e o maior, pelo indivíduo 2 do genótipo 23.1 (24,1 sementes por legume). De acordo com Hughes (1998) *L. leucocephala* apresenta 8 a 18 sementes por legume e *L. diversifolia* 6 a 20.

Pelo dendrograma geral (Figura 1A), os vinte genótipos analisados, em relação às médias gerais

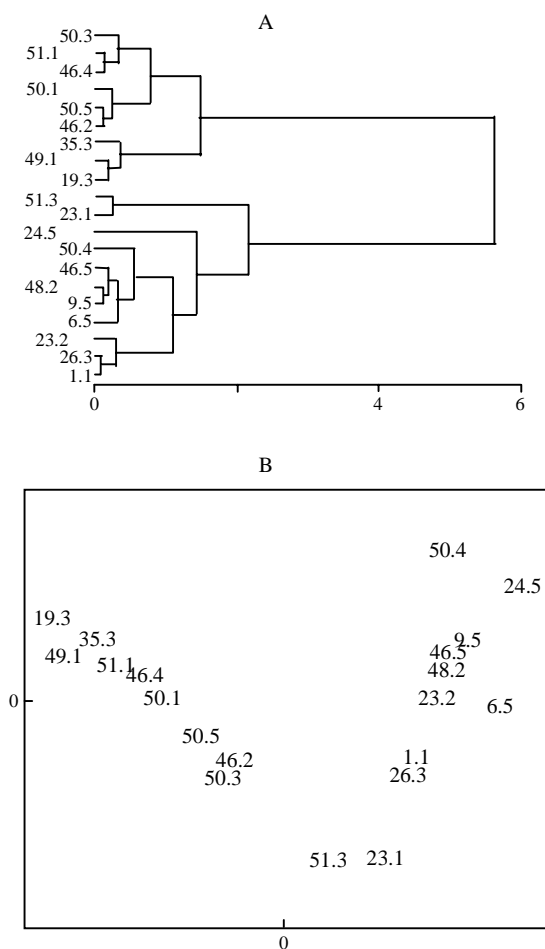
**Tabela 1.** Médias e desvio-padrão das características morfológicas analisadas, por genótipo, em uma população de híbridos entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*, estabelecida na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Genótipo	Folha				Legume		
	Comprimento (cm)	Folhas (nº)	Foliólulos (nº)	Glândulas (nº)	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Sementes (nº)
1.1	18,6±3,1	11,9±1,3	28,5±2,5	2,4±0,3	14,6±1,8	1,7±0,1	14,3±3,0
6.5	19,9±2,4	13,0±1,1	32,0±2,5	2,3±0,2	14,4±1,8	1,3±0,1	14,5±3,3
9.5	19,4±2,6	12,9±1,3	37,4±3,0	2,1±0,2	15,6±1,7	1,6±0,1	15,1±3,1
19.3	11,5±1,3	6,8±0,5	15,2±1,7	2,0±0,1	20,8±2,0	1,8±0,1	16,9±3,0
23.1	16,5±2,0	10,7±0,7	26,0±2,7	2,3±0,2	12,3±1,5	1,3±0,1	12,7±2,6
23.2	17,5±2,4	11,5±1,1	37,5±3,1	2,4±0,3	14,3±1,8	1,5±0,1	15,9±2,5
24.5	20,0±2,7	15,4±1,2	44,2±3,2	3,8±0,6	16,2±1,9	1,5±0,1	14,5±2,6
26.3	16,1±1,8	12,1±1,1	32,0±2,7	2,6±0,3	14,3±1,8	1,8±0,1	14,2±2,6
35.3	14,0±1,7	7,0±0,5	15,2±1,6	1,2±0,2	16,7±1,9	1,8±0,1	17,2±3,1
46.2	15,5±1,9	9,2±0,8	21,0±1,9	2,0±0,2	16,4±1,7	1,7±0,2	14,5±2,8
46.4	16,6±1,9	8,7±0,8	21,0±2,0	2,0±0,1	19,1±1,8	2,0±0,2	17,0±3,2
46.5	19,4±2,0	13,0±1,0	31,9±3,3	2,5±0,4	15,8±1,8	1,8±0,2	14,6±2,9
48.2	19,0±2,3	12,4±1,0	32,4±3,2	2,0±0,1	15,8±2,0	1,6±0,1	15,0±2,6
49.1	12,7±1,5	7,5±0,6	17,9±1,7	2,0±0,1	19,7±2,1	2,1±0,1	17,1±3,1
50.1	14,8±1,9	7,8±0,7	16,7±1,9	2,0±0,1	15,4±1,6	1,8±0,2	16,1±3,1
50.3	18,5±2,1	8,7±0,9	21,6±1,9	2,4±0,2	18,2±2,1	1,9±0,2	13,1±2,9
50.4	20,2±2,6	13,3±1,4	34,0±2,8	2,6±0,4	16,6±1,8	1,6±0,1	18,2±3,2
50.5	14,1±1,9	8,6±0,6	20,6±2,0	2,1±0,1	16,2±1,7	1,9±0,1	15,0±2,8
51.1	15,5±2,0	7,9±0,7	17,1±1,7	2,0±0,1	19,7±2,3	2,0±0,1	17,0±3,0
51.3	16,6±1,7	11,5±0,7	25,3±2,3	2,0±0,2	13,1±1,6	2,5±0,2	14,2±2,8

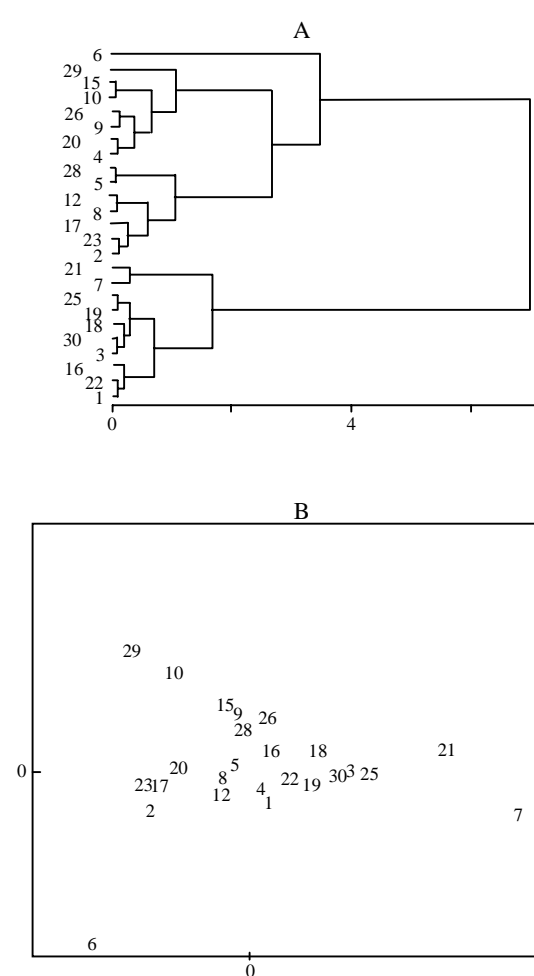
das sete características morfológicas, podem ser separados em dois grupos distintos, sendo que o primeiro grupo contém os genótipos 50.3, 51.1, 46.4, 50.1, 50.5, 46.2, 35.3, 49.1 e 19.3, e o segundo grupo, os genótipos 51.3, 23.1, 24.5, 50.4, 46.5, 48.2, 9.5, 6.5, 23.2, 26.3 e 1.1. O gráfico da análise de coordenadas (Figura 1B) também evidencia a presença de dois agrupamentos dos genótipos, a partir de suas similaridades. Destacam-se dos agrupamentos apenas os genótipos 51.3 e 23.1.

Os dendrogramas e gráficos de análise de coordenadas de cada genótipo mostraram que alguns

genótipos apresentaram-se internamente mais homogêneos (9.5, 23.1, 23.2, 35.3, 46.4), enquanto os demais mostraram-se menos homogêneos. Quanto ao genótipo 23.2, dos mais homogêneos da população, pode-se verificar, conforme o dendrograma (Figura 2A), a presença de dois grupos de indivíduos, sendo o primeiro formado pelos indivíduos 6, 29, 15, 10, 26, 9, 20, 4, 28, 5, 12, 8, 17, 23 e 2, e o segundo, formado pelos indivíduos 21, 7, 25, 19, 18, 30, 3, 16, 22 e 1, de um total de 25 indivíduos analisados quanto a sete variáveis. Através da análise de coordenadas (Figura 2B), foram destacados os indivíduos 23.2.29, com maior número médio de semen-



**Figura 1.** Análise conjunta dos 20 genótipos híbridos entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*: A) análise de agrupamentos (método da variância mínima); B) análise de coordenadas principais.



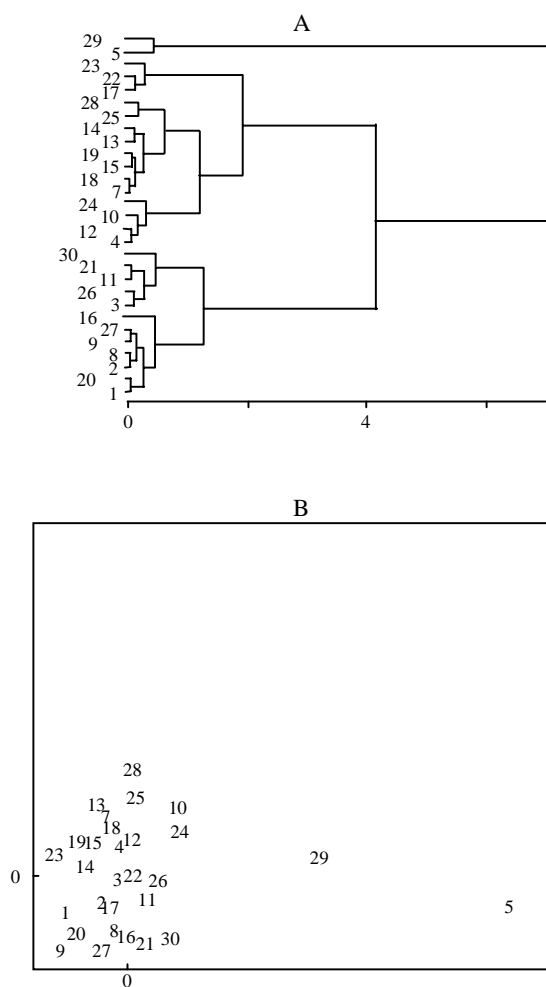
**Figura 2.** Análise de agrupamentos (A) e análise de coordenadas principais (B) dos indivíduos do genótipo 23.2, híbrido entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*.

tes por legume (22,6), o 23.2.10, com maior valor médio quanto ao comprimento de folha (20,9 cm), e o 23.2.7, com menor valor médio de comprimento de folha (13,0 cm). O indivíduo 23.2.6 se destacou do grupo por também apresentar um número médio alto de foliólulos por folíolo (46,1).

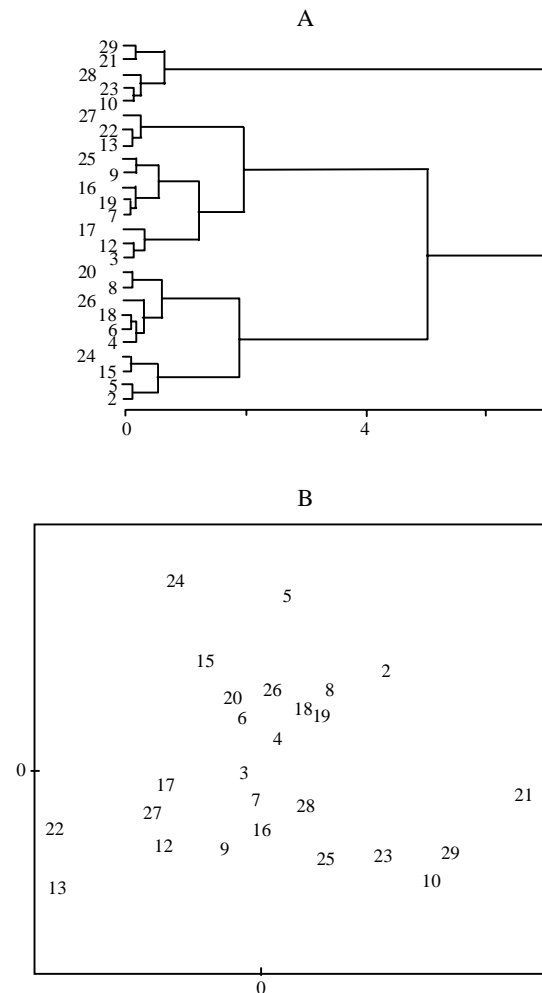
O genótipo 46.4, também dentre os mais homogêneos da população analisada, encontra-se representado na Figura 3. O dendrograma identificou três grupos principais de indivíduos: o primeiro, com os indivíduos 29 e 5; o segundo, com os indivíduos 23, 22, 17, 28, 25, 14, 13, 19, 15, 18, 7, 24, 10, 12, 4, 30, 21, 11, 26, 3, 16, 27, 9, 8, 2, 20 e 1.

e o terceiro grupo, com os indivíduos, 27, 9, 8, 2, 20 e 1. Pela análise do gráfico das coordenadas principais (Figura 3B), somente os indivíduos 46.4.29 e 46.4.5 se salientaram do restante do grupo. O indivíduo 46.4.29 apresentou o maior valor médio referente ao número de pares de foliólulos por folíolo (33,0), e o indivíduo 46.4.5, um maior valor médio de pares de folíolos por folha (15,8).

Quanto aos genótipos menos homogêneos, como, por exemplo, o 26.3, verifica-se a ausência de grupos bem definidos no dendrograma (Figura 4A), as-



**Figura 3.** Análise de agrupamentos (A) e análise de coordenadas principais (B) dos indivíduos do genótipo 46.4, híbrido entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*.



**Figura 4.** Análise de agrupamentos (A) e análise de coordenadas principais (B) dos indivíduos do genótipo 26.3, híbrido entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*.



sim como uma grande dispersão pela análise das coordenadas principais (Figura 4B).

Os cinco genótipos mais homogêneos provinham de plantas-mães originalmente F<sub>3</sub>, e os menos homogêneos de plantas-mães, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub>, não havendo, portanto, relação entre maior homogeneidade intragenotípica e geração de origem da planta-mãe.

A identificação de genótipos internamente mais homogêneos, em uma população híbrida segregante, como a estudada no presente trabalho, é importante, tanto para o melhoramento genético, como para a possível utilização direta destas plantas como uma nova cultivar.

Ao mesmo tempo, a variabilidade detectada na população como um todo implica uma ampla base genética para seleção de características particulares.

### Conclusões

1. Existe grande variabilidade intra e intergenotípica na população avaliada de híbridos entre *L. leucocephala* e *L. diversifolia*.

2. A variabilidade intra e intergenotípica permite uma ampla seleção para características particulares de interesse para o melhoramento genético.

3. A detecção de genótipos internamente mais homogêneos facilita a utilização destes genótipos em futuros trabalhos de seleção.

### Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de doutorado da primeira autora; a Mônica Cadenazzi, pelo auxílio na análise estatística.

### Referências

- BREWBAKER, J. L. The genetic vulnerability of single plantation of leucaena. **Leucaena Research Reports**, Taipei, v. 6, p. 81, 1985.
- BREWBAKER, J. L. **Guide to the systematics of the genus *Leucaena* (Mimosaceae)**. Cali : CIAT, 1978. 17 p.
- BREWBAKER, J. L.; SORENSON, C. T. *Leucaena diversifolia* and its hybrids for the highlands. **Leucaena Research Reports**, Taipei, v. 8, p. 66-67, 1987.
- BREWBAKER, J. L.; SORENSON, C. T. New tree crops from interspecific leucaena hybrids. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Ed.). **Advances in new crops**, Portland : Timber, 1990. p. 283-289.
- FREITAS, L. H. C. de. **Caracterização morfológica e análise citogenética de híbridos de *Leucaena leucocephala* (2n = 104) e *L. diversifolia* (2n = 104)**. Porto Alegre : UFRGS, 1990. 142 p. Dissertação de Mestrado.
- FREITAS, L. H. C. de; PAIM, N. R.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Caracterização morfológica de híbridos de *Leucaena leucocephala* e *Leucaena diversifolia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 61-68, jan. 1995.
- FREITAS, L. H. C. de; PAIM, N. R.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Morphological characterization and cytogenetical analysis of *Leucaena leucocephala* x tetraploid *L. diversifolia*. **Leucaena Research Reports**, Taipei, v. 12, n. 11, p. 16-18, 1991.
- HUGHES, C. E. **Leucaena genetic resources: the OFI seeds collections and a synopsis of species characteristics**. Oxford : Oxford Forestry Institute, 1993. 117 p.
- HUGHES, C. E. **Leucaena: manual de recursos genéticos**. Oxford : Oxford Forestry Institute, 1998. 280 p. (Tropical Papers, 37).
- HUGHES, C. E.; HARRIS, S. A. Systematics of *Leucaena*: recent findings and applications for breeding and conservation. In: SHELTON, H. M.; PIGGIN, C. M.; BREWBAKER, J. L. (Ed.). **Leucaena: opportunities and limitations**. Canberra : Australian Centre for International Agricultural Research, 1995. p. 54-65. (ACIAR Proceedings, 57).
- HUTTON, E. M. Natural crossing and acid tolerance in some leucaena species. **Leucaena Research Reports**, Taipei, v. 2, p. 2-4, 1981.
- HUTTON, E. M.; BLAMEY, F. P. C. Tolerance of leucaena to acid soil conditions. In: SHELTON, H. M.; PIGGIN, C. M.; BREWBAKER, J. L. (Ed.). **Leucaena: opportunities and limitations**. Canberra : Australian Centre for International Agricultural Research, 1995. p. 54-65. (ACIAR Proceedings, 57).
- METCALFE, C. R.; CHALK, C. **Anatomy of the dicotyledones**. Oxford : Oxford University Press, 1979. p. 124-131.
- PAN, F. J. Tetraploid in *Leucaena diversifolia*. **Leucaena Research Reports**, Taiwan, v. 5, n. 1, p. 88-90, 1984.

- PILLAR, V. P. **Multiv**: multivariate exploratory analysis and randomization testing user's guide v. 1.3. Porto Alegre : UFRGS, 1999. 34 p.
- SIMIONI, C.; PAIM, N. R.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Tolerância ao frio e caracterização de híbridos entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 453-458, 1999.
- SORENSSON, C. T. Potential for improvement of leucaena through interspecific hybridization. In: SHELTON, H. M.; PIGGIN, C. M.; BREWBAKER, J. L. (Ed.). *Leucaena*: opportunities and limitations. Canberra : Australian Centre for International Agricultural Research, 1995. p. 47-53. (ACIAR Proceedings, 57).
- SORENSSON, C. T.; BREWBAKER, J. L. Interspecific compatibility among 15 leucaena (Leguminosae: Mimosoideae) species via artificial hybridization. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 81, n. 10, p. 240-247, 1994.