

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES LEGUMINOSAS ARBÓREAS INTRODUZIDAS EM PASTAGENS DE GRAMÍNEAS TROPICAIS¹

Paulo Francisco Dias², Sebastião Manhães Souto³,
Janaina Ribeiro Costa³

ABSTRACT

BEHAVIOR ANALYSIS OF TREE LEGUME SPECIES INTRODUCED IN TROPICAL GRASS PASTURES

The objective of this study was to analyze the behavior of sixteen tree legume species introduced in tropical grass pastures, without seedling protection and in the presence of animals, in three municipalities of Rio de Janeiro State, Brazil. A multivariate factor analysis method was used with sixteen variables related to seven experimental units in the municipalities and ten variables related to leguminous species. The first rotative factor (F1), which explained the highest percentage of the observed variance (62.7%), showed that the Fazenda Santo Antônio experimental unit, in the Itatiaia municipality, presented the highest values for Ca+Mg, N, and Mg, and the lowest value for P (soil sample collected at the beginning of experimental period), while the opposite was observed for Sipa I unit, in the Seropédica municipality. The F1 factor also showed that the species Jurema branca (*Mimosa artemisiana*) and Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) presented the highest values for diameter growth rate of stem and crown, and the lowest percentage of pastured seedlings, while *Leucaena leucocephala* showed the inverse behavior. Results indicate that *M. artemisiana* and *M. tenuiflora* present better potential for introduction in tropical grass pastures without seedling protection and without animal exclusion.

KEY WORDS: tree seedling, factor analysis, communality, *Mimosa*, *Leucaena*.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento de dezesseis espécies leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens de gramíneas tropicais, sem proteção das mudas e na presença de animais, em três municípios do estado do Rio de Janeiro. Para isso, utilizou-se a técnica multivariada da análise de fatores, considerando-se dezesseis variáveis relativas a sete unidades experimentais nos municípios e dez variáveis associadas às espécies de leguminosas. O primeiro fator rotacionado (F1), responsável pela explicação da maior porcentagem da variância observada (62,7%), mostrou que a unidade Fazenda Santo Antônio, no município de Itatiaia, apresentou os maiores valores para Ca+Mg, N e Mg, e os menores para P (amostra de solo coletada no início do período experimental), enquanto a unidade Sipa I, no município de Seropédica, apresentou resultado inverso. Este fator também mostrou que as espécies Jurema branca (*Mimosa artemisiana*) e Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) apresentaram os maiores valores para as taxas de crescimento nos diâmetros do caule e da copa, e foram as espécies com o menor percentual de mudas pastejadas; enquanto a *Leucaena leucocephala* mostrou resultado contrário. Assim, os resultados indicam que, entre as espécies avaliadas, *M. artemisiana* e *M. tenuiflora* têm maior potencial para serem introduzidas com sucesso em pastagens de gramíneas tropicais, sem a proteção das mudas e sem a exclusão dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: mudas arbóreas, análise de fatores, comunalidade, *Mimosa*, *Leucaena*.

INTRODUÇÃO

Em regiões tropicais e subtropicais fica cada vez mais evidente que as árvores são necessárias para melhorar a produção, a qualidade e a sustentabilidade das pastagens, (Lambert & Clark 2005). Estes efeitos nas pastagens parecem ser

maiores quando se usam leguminosas arbóreas que possuem a capacidade de fixar o nitrogênio do ar (Dias 2005). A presença de árvores nas pastagens, segundo este autor, ameniza os estresses ambientais que podem prejudicar o desempenho e a produção dos animais.

1. Trabalho recebido em nov./2005 e aceito para publicação em fev./2007 (registro nº 678).

2. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro / Est. Exp. de Seropédica. CEP 23851-970 Seropédica, RJ.

3. Embrapa Agrobiologia. BR 465, km 7. CEP 23851-970 Seropédica, RJ.

E-mails: pfranciscodias@hotmail.com; smsouto@cnpab.embrapa.br; janaina@cnpab.embrapa.br

A seleção de espécies arbóreas adaptadas para implantação em pastagens, sem necessidade de proteção das mudas e na presença de animais, poderá reduzir o custo da arborização e permitir a introdução de espécies dentro das condições de rentabilidade do setor, especialmente para a pecuária extensiva. Para medir o efeito de espécies arbóreas em pastagens, normalmente, são avaliadas diversas variáveis. Neste caso, o uso de técnicas multivariadas pode ser útil na análise e interpretação dos dados experimentais.

Entre as técnicas de análise multivariada, a denominada análise de fatores ou análise fatorial (AF) começou a ser desenvolvida no início do século XX, a partir de estudos de Karl Pearson, Charles Spearman, entre outros, para definir e medir a inteligência humana com base em resultados de vários testes (Johnson & Wichern 1998). Similarmente à uma análise em componentes principais (ACP), o procedimento permite identificar variáveis ou fatores que expliquem correlações em um conjunto de variáveis, de modo que um pequeno número deles explique uma grande parcela da variação observada em um número muito maior de variáveis. Com o sucesso de sua aplicação no processamento de dados, o interesse por essa técnica tem-se renovado. A AF tem uma vantagem sobre a ACP, pois possibilita fazer uma rotação dos fatores, conseqüentemente, melhorando a interpretação da análise.

Em vista do exposto, objetivou-se com este trabalho analisar o comportamento de dezesseis espécies de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens de gramíneas tropicais, sem proteção das mudas e na presença de animais, em três municípios do Estado do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

As atividades referentes à pesquisa foram desenvolvidas em sete unidades experimentais (UE) localizadas em três municípios do Estado do Rio de Janeiro (Seropédica: 22°48'S, 43°42'W, altitude 33 m; Valença: 22°21'S, 43°42'W, altitude 364 m; e Itatiaia: 22°19'S, 44°50'W, altitude 700 m). Os solos predominantes nas unidades são, respectivamente, Planossolo háprico distrófico arênico, Latossolo vermelho amarelo álico e Latossolo vermelho amarelo, com textura argilosa, cujas análises químicas estão apresentadas na Tabela 1. Cada UE foi programada para ocupar uma área de 0,9 ha de pastagem, sendo

Tabela 1. Características químicas dos solos em sete unidades do Estado do Rio de Janeiro, antes da implantação dos experimentos.

Unidades ¹	pH(H ₂ O)	Al ---	Ca cmolc dm ⁻³	Mg ---	P -- mg	K dm ⁻³	C --%	N ---
Sipa I	5,6	0,0	0,8	0,5	13	26	0,81	0,035
Sipa II	5,6	0,0	2,1	0,8	4	27	0,81	0,066
Pesagro I	5,6	0,0	1,3	0,5	12	16	0,87	0,054
Pesagro II	5,3	0,1	1,0	0,5	4	15	0,84	0,053
Sta. Mônica	5,4	0,0	2,0	1,2	6	58	1,16	0,098
Faz. S ^{ta} Júlia	5,5	0,1	2,2	1,2	3	58	1,16	0,098
Faz. S ^{to} Antônio	5,4	0,0	0,8	0,5	13	26	0,81	0,035

¹- I e II caracterizam áreas experimentais distintas dentro das unidades principais.

cinco estabelecidas e duas em processo de reforma. Procurou-se ajustar o manejo que vinha sendo imposto em cada propriedade, visando a produtividade do pasto e o estabelecimento das leguminosas arbóreas dentro da realidade da exploração local.

Das quatro UE localizadas em Seropédica-RJ, duas encontravam-se no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (Sipa I e II) e as outras duas na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro I e II). As pastagens nas unidades Sipa foram de *Cynodon* sp Tifton 85, sendo uma em formação (Sipa II) e a outra estabelecida (Sipa I); e nas unidades da Pesagro, foi uma de *Brachiaria decumbens* (estabelecida) e outra com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (em formação). Nas demais unidades, uma na Fazenda Santa Mônica, da Embrapa Gado de Leite, em Valença-RJ, e duas propriedades particulares (Fazenda Santa Júlia e Fazenda Santo Antônio), em Furnas, Itatiaia-RJ, as pastagens foram compostas por uma mistura de *B. decumbens* e *B. brizantha* cv. Marandu, já estabelecidas.

Foram usadas, em todas as unidades, animais mestiços leiteiro gir-holandês. As lotações de animais nas sete unidades (Sipa I, Sipa II, Pesagro I, Pesagro II, Fazendas Santa Mônica, Santa Júlia e Santo Antônio) foram de 30, 30, 20, 20, 54, 25 e 53 cabeças por hectare, com peso vivo médio (kg.animal⁻¹) em torno de 300, 300, 450, 450, 480, 450 e 300, respectivamente. Os sistemas de pastejos adotados em cada unidade seguiam os da propriedade, porém, de forma controlada, não permitindo o superpastejo das áreas.

As dezesseis espécies arbóreas introduzidas nas pastagens foram: 1- Gliricídia (*Gliricidia sepium*); 2- Albízia (*Pseudomaneá guachapele*); 3- Mulungu (*Erythrina verna*); 4- Jurema preta (*Mimosa*

tenuiflora); 5- Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*); 6- Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*); 7- Oloserícia (*Acacia holosericea*); 8- Acácia auriculata (*Acacia auriculiformis*); 9- Jurema branca (*Mimosa artemisiana*); 10- Orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*); 11- Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*); 12- Mulungu do alto (*Erythrina poeppigiana*); 13- Coração-de-negro (*Albizia lebeck*); 14- Leucena (*Leucaena leucocephala*); 15- Jacarandá Bico-de-pato (*Machaerium hirtum*); 16- Canafístula (*Peltophorum dubium*). As sementes foram inoculadas com estirpes eficientes de rizóbio, recomendadas por Faria (2001), para leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio.

Em dezembro de 2001, as mudas foram levadas para o campo, após atingirem entre 40 cm e 60 cm de altura (quatro a cinco meses de viveiro). O plantio foi feito em covas de 20 cm x 20 cm x 20 cm de dimensões, adubadas com 100 g de fosfato de rocha + 10 g de composto de micronutrientes (12% de Zn, 1,6% de Cu, 4% de Mn e 1,8% de B) + 25 g de sulfato de potássio + 25 g de calcário dolomítico. As covas, distanciadas de 7,5 m entre si, foram feitas manual-mente com o auxílio de enxadas, em linhas também espaçadas de 7,5 m. Foram plantados dez plantas de cada espécie, ocupando área de 56,25 m² por espécie, constituindo uma área total de 0,9 ha em cada unidade experimental. O plantio em áreas com pastagens formadas foi efetuado após pastejo de cada unidade. As plantas da mesma espécie foram distribuídas aleatoriamente.

A biometria das leguminosas arbóreas foi feita a partir de janeiro de 2002, durante a fase de estabelecimento das mudas nos pastos, período que durou 150 dias. O acompanhamento das mudas no campo foi feito uma vez por mês em cada unidade implantada, a fim de avaliar a sobrevivência de cada espécie. Quando necessário, efetuou-se o replantio das mudas mortas, pois a preocupação era obter o maior número possível de indivíduos, por espécie, em cada unidade.

Posteriormente, entre julho de 2002 e novembro de 2003, iniciou-se a fase experimental propriamente dita, com a presença de animais. Antes e depois do pastejo, em cada piquete, avaliou-se o diâmetro do caule (medido a 10 cm da superfície do solo), altura da planta (medida da superfície do solo ao ápice da planta), diâmetro da copa (medido na projeções das copas no sentido Norte-Sul e Leste-Oeste), número de plantas atacadas por formigas, número de plantas

pisoteadas, número de plantas quebradas, número de plantas pastejadas e porcentagens de plantas sobreviventes. Os dados sobre as espécies de leguminosas arbóreas foram obtidos sem a proteção das mudas, quando submetidas às diferentes lotações e sistemas de manejo das pastagens.

Foram realizadas cinco avaliações durante dezesseis meses de crescimento das mudas no campo. Os valores usados para as variáveis do solo e da planta foram extraídos de Dias (2005).

As análises estatísticas foram realizadas considerando-se duas situações:

- Análise de fatores (AF) para avaliar o comportamento de dezesseis variáveis, nove do solo: (pH, Al, Ca+Mg, Ca, Mg, P, K, C e N) e sete da planta (taxa mensal do diâmetro da muda, taxa mensal da altura da muda, taxa mensal do diâmetro da copa da muda, porcentagem de mudas quebradas, porcentagem de ataque de formigas nas mudas, porcentagem de mudas pisoteadas e porcentagem de mudas sobreviventes), em relação às sete unidades experimentais.
- Análise de fatores para avaliar o comportamento de dez variáveis medidas nas plantas, sendo quatro antes da presença dos animais no pasto (altura das mudas, diâmetro do caule, diâmetro da copa e porcentagem de sobrevivência das mudas) e seis após a entrada dos animais (taxa do diâmetro do caule, taxa de altura da planta, taxa de diâmetro da copa, porcentagem de plantas quebradas, porcentagem de mudas pastejadas e porcentagem de sobrevivência das mudas), em relação às dezesseis espécies arbóreas.

Em ambas situações, foram estimadas correlações de Pearson entre as variáveis. As análises foram efetuadas utilizando-se o programa Saeg, versão 9.0, de acordo com os procedimentos sugeridos por Cruz *et al.* (2004), que se resumem em: determinação da matriz de correlações ou covariâncias entre todas as variáveis, obtenção dos fatores necessários para representar os dados, transformação (rotação) dos fatores, de modo a torná-los melhor interpretáveis e obtenção dos escores fatoriais. O comportamento das variáveis estudadas em relação às sete unidades e às dezesseis espécies arbóreas foi obtido associando-se os valores das cargas fatoriais das variáveis aos valores dos escores fatoriais dos fatores estudados, conforme preconizado por Ribeiro Junior (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comportamento das variáveis de solo e planta nas unidades experimentais

Verificou-se, inicialmente, a existência de correlações significativas envolvendo quatorze variáveis das dezesseis estudadas. As duas variáveis que não se correlacionaram com as demais foram os teores de Al e Ca (X2 e X4, respectivamente) nas amostras de solo do início do experimento.

Os três primeiros autovalores da matriz de dados associada ao presente experimento foram superiores a 1,0 e conseguiram explicar 93,2% da variação total dos dados, enquanto os dois primeiros autovalores explicaram 83,2% da variação total (Tabela 2).

As comunalidades mostradas na Tabela 2 são relativamente altas, o que implica que a maior parte da variância para as quatorze variáveis avaliadas é devida aos três fatores comuns. O fator rotacionado F1, que explica 62,72% da variância, tem altas cargas positivas para as variáveis Ca+Mg, Mg e N e altas cargas negativas para as variáveis taxa mensal do diâmetro da copa e P. Isso mostra que há maior concentração de Ca+Mg, N e Mg no solo, e menor concentração de P nas amostras analisadas no início do período experimental, associadas a baixa taxa

mensal de aumento no diâmetro da copa das plantas após a entrada dos animais no pasto.

O fator rotacionado F2, que responde por 20,44% da variância (Tabela 2), apresentou elevada carga positiva para pH (variável X1) e alta negativa para porcentagem de mudas pisoteadas (X15). Isso indica maior pH do solo no início do período experimental e menor porcentagem de mudas pisoteadas. Já o fator rotacionado F3, responsável por aproximadamente 10% da variância, teve elevadas cargas positivas para X14 e altas cargas negativas para X16 e X11, o que mostra maior porcentagem de ataque de formigas nas mudas, com menor porcentagem de mudas sobreviventes e da taxa mensal de aumento na altura das plantas (Tabela 2).

A análise fatorial permitiu reduzir o número de variáveis de quatorze para apenas três fatores, denominado escores fatoriais (\$F1, \$F2 e \$F3), que retêm as informações mais importantes dos dados originais (Tabela 3). O comportamento das variáveis estudadas (solo e planta) foi obtido associando-se os valores das cargas fatoriais (Tabela 2) aos valores dos escores fatoriais dos fatores estudados (Tabela 3). Os valores mostrados para estas variáveis foram extraídos de Dias (2005). Os escores fatoriais para F1 indicam que a unidade experimental Fazenda Santo Antônio apresentou maiores valores para Ca+Mg (3,4 $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$), N (0,089 %) e Mg (1,2 $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ de Mg), e menores para a taxa mensal de aumento do diâmetro da copa (1,16 $\text{cm} \cdot \text{mês}^{-1}$) e P (3 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$); ao passo que a unidade experimental Sipa I apresentou maiores valores para a taxa de aumento do diâmetro da copa (7,0 $\text{cm} \cdot \text{mês}^{-1}$) e P (13 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$), e menores para Ca+Mg (1,3 $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$), N (0,035 %) e Ca+Mg (0,5 $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$).

Tabela 2. Comunalidades e cargas fatoriais de cada variável e porcentagem da variância total, correspondente a cada fator, após a rotação, na análise de fatores da matriz de correlação simples, de dezesseis variáveis associadas a sete unidades experimentais.

Variáveis ¹	Comunalidade (%)	Carga Fatorial		
		F1	F2	F3
X1 (pH)	99,89	- 0,2110	0,9769	- 0,0015
X3 (Ca + Mg)	98,40	0,9596	0,0325	0,2503
X5 (Mg)	99,00	0,8804	- 0,1102	0,4501
X6 (P)	94,10	- 0,8239	0,4377	0,2648
X7 (K)	97,90	0,7614	- 0,1302	0,6185
X8 (C)	95,40	0,7414	- 0,2769	0,5725
X9 (N)	93,70	0,9046	- 0,1814	0,2930
X10 (taxa Ø caule)	90,90	- 0,5511	- 0,3132	- 0,7121
X11 (taxa altura)	84,90	- 0,3252	0,1035	- 0,8561
X12 (taxa Ø copa)	92,80	- 0,8868	0,0272	- 0,3754
X13 (% mudas quebradas)	94,40	- 0,4308	- 0,6772	- 0,5478
X14 (% ataque formiga)	79,00	0,2490	0,0114	0,8530
X15 (% mudas pisoteadas)	96,00	0,5202	- 0,7580	0,3386
X16 (% mudas sobrev.)	88,40	- 0,0694	- 0,0184	- 0,9372
% de variância (var.) devida aos fatores rotacionados	—	62,72	20,44	10,04
% var. acumulada	—	62,72	83,16	93,20

¹ - X1: pH (em água); X3: Ca+Mg; X5:Mg; X6:P; X7:K; X8:C; X9=N; X10: taxa de aumento mensal (TAM do diâmetro do caule da muda; X11: TAM da altura da muda; X12: TAM do diâmetro da copa da muda X13: % de mudas quebradas; X14: % de ataque de formigas nas mudas; X15: % de mudas pisoteadas; X16: % de mudas sobreviventes.

Tabela 3. Escores fatoriais para os três fatores que descreveram as dezesseis variáveis nas sete unidades experimentais.

Unidades Experimentais ¹	\$F1	\$F2	\$F3
Sipa I	4,3732	19,9360	- 4,5368
Sipa II	6,4549	20,4041	- 6,6248
Pesagro I	5,2167	20,1262	- 5,6494
Pesagro II	5,2264	17,6060	- 6,6756
Faz. Sta Mônica	6,2557	18,7261	- 4,1426
Faz. Sta Júlia	6,7965	18,7256	- 4,7087
Faz. Sto Antônio	7,1302	19,7095	- 5,4808

¹ - I e II caracterizam áreas experimentais distintas dentro das unidades principais.

A melhor taxa de aumento de diâmetro da copa observada na unidade Sipa I, comparada com a da Fazenda Santo Antônio, pode ser justificada pela baixa taxa de lotação e pressão de pastejo em Sipa I, que ocorreram nela, associada às boas condições climáticas da região por ocasião do segundo período experimental com animais. Esses resultados são coincidentes com os de McMeekan & Walshe (1963), que consideraram a lotação adequada como instrumento decisivo capaz de influenciar a eficiência da conversão da pastagem em produto animal por hectare, sem prejudicar o ecossistema.

Os escores fatoriais de F2 (Tabela 3) mostram que as unidades Sipa II e Pesagro I apresentaram maiores valores para pH (5,6; pH do solo para ambas UE), enquanto a UE Pesagro II apresentou o menor pH, 5,3. Os escores de F3 (Tabela 3) mostram a unidade Santa Mônica com a maior porcentagem de plantas atacadas por formigas (X14), após a entrada dos animais no pasto (26%). Porém, com a menor porcentagem de plantas sobreviventes após a entrada dos animais no pasto (57,4 %), com taxa mensal de aumento na altura das mudas, após a entrada dos animais no pasto, de 3,06 cm.mês⁻¹; enquanto a unidade Pesagro II mostrou os maiores valores para a porcentagem de plantas sobreviventes (89,1%) e para a taxa de aumento em altura das mudas (6,81 cm.mês⁻¹). Conseqüentemente, teve a menor porcentagem plantas atacadas por formigas (1%).

A unidade experimental Santa Mônica sofreu intenso ataque de formigas, ao passo que Pesagro II praticamente ficou livre desse ataque (Dias 2005). Segundo este autor, esses ataques foram mais intensos onde o estágio de degradação das pastagens estava mais avançado e as áreas livres de encharcamentos periódicos. Na unidade Santa Mônica observou-se o menor percentual de sobrevivência de mudas devido a presença de maior número de animais nesta unidade.

Avaliação das variáveis da planta nas espécies arbóreas leguminosas

A análise de correlação de Pearson mostrou a existência de correlações significativas entre as dez variáveis estudadas. Os três primeiros autovalores da matriz de dados associada a este experimento foram superiores a 1,0 e explicaram 81,46% da variação total dos dados, enquanto os dois primeiros explicaram 67,64% desta variação (Tabela 4). As

Tabela 4. Comunalidades e cargas fatoriais de cada variável e porcentagem da variância total, correspondente a cada fator, após a rotação, na análise de fatores da matriz de correlação simples de dezesseis variáveis associadas a sete unidades.

Variáveis ¹	Comunalidades (%)	Carga fatorial		
		F1	F2	F3
X1 (altura da muda)	92,62	0,2038	- 0,7641	0,5484
X2 (Ø do caule)	83,44	- 0,1270	- 0,8982	- 0,1072
X3 (Ø da copa)	82,10	0,5639	- 0,6747	0,2188
X4 (% sobrev. antes pastejo)	73,27	0,2110	- 0,0677	0,8268
X5 (taxa Ø do caule)	81,13	0,8237	- 0,2851	0,2270
X6 (taxa altura)	85,94	0,7787	- 0,0137	0,5029
X7 (taxa Ø copa)	94,31	0,9362	- 0,1935	0,1708
X8 (% mudas pastejadas)	64,28	- 0,0262	- 0,0093	0,8013
X9 (% mudas quebradas)	80,93	- 0,8281	- 0,3454	0,0654
X10 (% sobrev. após pastejo)	76,62	0,4186	- 0,2009	0,7420
% variância (var.) devido fatores rotacionados	48,51	19,13		13,82
% var. acumulada	48,51	67,64		81,46

¹ X1: altura das mudas antes dos animais entrarem no pasto (AAEP); X2: diâmetro do caule AAEP; X3: diâmetro da copa AAEP; X4: % de sobrevivência das mudas AAEP; X5: taxa de aumento do diâmetro do caule após a entrada dos animais no pasto (PEAP); X6: taxa de aumento da altura da muda PEAP; X7: taxa de aumento do diâmetro da copa PEAP; X8: % de mudas quebradas PEAP; X9: % de mudas pastejadas PEAP; e X10: % de sobrevivência das mudas PEAP.

comunalidades mostradas nesta tabela são relativamente altas, o que indica ser a maior parte da variância associada às dez variáveis função dos três fatores comuns.

O fator rotacionado F1, que explica 48,51% da variância, tem altas cargas positivas para X7 e X5 e alta carga negativa para X9, o que mostra maiores taxas de aumento do diâmetro da copa e do caule após a entrada dos animais no pasto, e menor porcentagem de mudas quebradas. O fator rotacionado F2, que responde por 19,13% da variância, “tem altas cargas negativas para X2 e X1, indicando menor valor no diâmetro do caule e na altura das mudas antes da entrada dos animais no pasto. Já o fator rotacionado F3, responsável por 13,82% da variância, mostra altas cargas positivas para X4 e X8, maior porcentagem de sobrevivência de plantas antes da entrada dos animais no pasto e maior porcentagem de plantas pastejadas após a entrada no pasto.

Nesse caso, a análise fatorial reduziu o número de variáveis de dez para apenas três fatores, denominados escores fatoriais \$F1, \$F2 e \$F3 (Tabela 5). A

avaliação das variáveis estudadas (da planta nas espécies arbóreas) foi obtida associando-se os valores das cargas fatoriais (Tabela 4) aos valores dos escores fatoriais dos fatores estudados (Tabela 5). Os valores mostrados para estas variáveis foram extraídos de Dias (2005). Os valores \$F1 indicam que as espécies Jurema branca e Jurema preta apresentaram, respectivamente, os maiores valores para taxas de aumento dos diâmetros da copa (X7), 10,99 cm.mês⁻¹ e 12,45 cm.mês⁻¹, e do caule (X5), 0,25 cm.mês⁻¹ e 0,20 cm.mês⁻¹; e, ainda, as menores porcentagens de mudas quebradas (X9), 14,98% e 11,94%, após a entrada dos animais no pasto. O contrário foi mostrado para Leucena, que apresentou a maior porcentagem de mudas quebradas (87,8%) e as menores taxas de aumento dos diâmetros da copa (2,07 cm.mês⁻¹) e do caule (0,12 cm.mês⁻¹), após a entrada dos animais no pasto.

Piagentini *et al.* (2002), avaliando o estabelecimento de dezoito espécies arbóreas, em áreas de rejeito, destacaram que o aumento do diâmetro do caule de algumas árvores foi decisivo para elas se desenvolverem em ambientes adversos. Avaliando a introdução de vinte espécies de leguminosas fixadoras de N, em taludes de exploração de ferro, na Samarco

Minerações em Mariana-MG, Faria *et al.* (2002) destacaram, entre outras, quatro espécies, incluindo a Jurema branca, com potencial de crescimento em situações adversas de ambiente, corroborando com informações obtidas no presente estudo.

De modo geral, as espécies Jurema branca e Jurema preta foram às leguminosas que melhor se estabeleceram na arborização das pastagens, sem a retirada dos animais do pasto e sem a proteção das mudas. Isso porque estas foram as espécies menos pastejadas e com as maiores taxas de aumento de diâmetro da copa e do caule. Este fato, segundo Silva *et al.* (2004), parece estar associado à presença de acúleos nestas espécies. A presença de acúleos nas plantas inibem a sua procura pelos animais. Quando o objetivo é introduzir mudas das espécies arbóreas em pastagens existentes, o fato de não ser apreciada pelo gado, fixar N e apresentar bom desenvolvimento inicial representam vantagens na redução dos gastos com proteção para as mudas no momento do plantio.

A Leucena, por outro lado, foi a espécie mais pastejada. Portanto, a sua introdução no pasto sem a proteção das mudas deve seguir as recomendações sugeridas por Carvalho (1998). Este autor recomenda que o plantio de mudas desta espécie pode ser associado com culturas anuais, retardando-se a semeadura das forrageiras por um a dois anos, o que contribui para evitar a necessidade de proteção das mudas. Baggio & Carpanezzi (1989) relataram que os melhores resultados foram obtidos quando da utilização de mudas altas, aliada à métodos de proteção. Isso em razão de algumas espécies arbóreas apresentarem alta palatabilidade, valor forrageiro e servirem, principalmente, para suplementação da alimentação dos animais em período de escassez de forragem, como a Leucena, Gliricídia e Mulungu do alto.

Os valores \$F2 (Tabela 5) mostram ainda que a espécie arbórea Jacarandá Bico-de-pato apresentou os menores valores para o diâmetro do caule (0,50 cm.planta⁻¹) e altura das mudas (30 cm.planta⁻¹), antes da entrada dos animais no pasto; ao passo que a espécie Mulungu do alto apresentou, respectivamente, para estas variáveis os maiores valores, 2,9 cm.planta⁻¹ e 87 cm.planta⁻¹. Já os valores \$F3 indicam que a espécie Leucena apresentou os maiores valores para porcentagem de mudas sobreviventes (100%) antes da entrada dos animais no pasto, e para porcentagem de plantas pastejadas (2,03%) após a entrada dos animais; ao passo que a espécie Mulungu

Tabela 5. Escores fatoriais para os três fatores que descreveram as dez variáveis nas dezesseis espécies de leguminosas arbóreas.

Espécie arbórea ¹	\$F1	\$F2	\$F3
Gliricídia	- 1,5475	- 3,1553	7,0887
Albízia	- 0,1891	- 2,3171	7,0721
Mulungu	- 1,0013	-1,9265	4,0737
Jurema preta	1,2367	- 2,6066	5,8006
Sabiá	0,2750	- 3,0672	5,8583
Angico vermelho	- 1,4279	- 0,7170	5,7311
Oloserícea	0,5764	-1,6098	7,1340
Acácia auriculada	- 0,7628	- 1,4191	7,2453
Jurema branca	1,2813	- 1,6562	5,9162
Orelha-de-negro	- 0,4893	- 2,0158	6,6117
Guapuruvu	- 1,3117	- 1,1692	5,4006
Mulungu do alto	- 1,6762	- 3,9559	4,6941
Coração-de-negro	- 1,1310	- 1,5652	6,6427
Leucena	- 1,8660	- 2,7512	7,9394
Jacarandá Bico-de-pato	- 0,8094	- 0,1738	5,9015
Canafístula	- 1,2382	- 0,8782	6,1733

apresentou, respectivamente, os menores valores para estas variáveis, 70% e 0%.

A *Leucena* foi a espécie que se destacou pela maior porcentagem de mudas sobreviventes, antes da entrada dos animais no pasto. No entanto, foi a que apresentou o maior percentual de mudas quebradas na presença dos animais no pasto. Apesar de esse dano ter sido pouco significativo pois, na prática, não ultrapassou 2% de mudas quebradas pelos animais.

CONCLUSÃO

As leguminosas Jurema branca (*Mimosa artemisiana*) e Jurema preta (*M. tenuiflora*), por apresentarem mudas com maior sobrevivência, maiores taxas de crescimento em diâmetro de caule e copa, e menores porcentagens de plantas pasteadas, têm potencial para serem introduzidas em pastagens de capim braquiária e Tifton 85, sem a necessidade de proteção das mudas e a exclusão dos animais dos pastos. Estas espécies se destacaram, em relação às outras avaliadas, também por serem as melhores produtoras de serapilheira.

REFERÊNCIAS

- Baggio, A.J. & O.B. Carpanezzi. 1989. Resultados preliminares de um estudo sobre arborização de pastagens com mudas de espera. Embrapa Floresta, Curitiba. 22 p. (Boletim de Pesquisa Florestal 19).
- Carvalho, M.M. 1998. Arborização de pastagens cultivadas. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora. 37 p. (Documento 64).
- Cruz, C.D., A.J. Regazzi & P.C.S. Carneiro. 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3 ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 480 p.
- Dias, P.F. 2005. Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 128 p.
- Faria, S.M. 2001. Obtenção de estirpes de rizóbio eficientes na fixação de nitrogênio para espécies florestais (aproximação 2001). Seropédica, Embrapa Agrobiologia. 21 p. (Documento 134).
- Faria, S. M. de, M.G. Silva, J. Graig., S.L. Dias, H.C. Lima & M. Nara. 2002. Revegetação com espécies arbóreas fixadoras de nitrogênio em taludes de exploração de ferro na Samarco Minerações Mariana MG. p. 521-522. In Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Água e Biodiversidade, 5. Belo Horizonte, Embrapa Gado de Leite. 536 p. Resumos.
- Johnson, R.A. & D.W. Wichern. 1998. Applied multivariate statistical analysis. 4 ed., Upper Saddle River, New Jersey. 816 p.
- Lambert, M.G. & H. Clark. 2005. A systems approach to managing greenhouse gases on New Zealand sheep and beef farms. p.582. In International Grassland Congress, 20. Dublin, 975 p. Abstract.
- McMeekan, C.P. & M.J. Walshe. 1963. The interrelationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. Journal of Agriculture Science, 61: 147-163.
- Piagentini, P.M., L.E. Dias, E.F.C. Campelo & E.S. Ribeiro Jr. 2002. Crescimento de diferentes espécies arbóreas e arbustivas em depósito de rejeito de beneficiamento de minérios de zinco em Vazante-MG. p. 413-414. In Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Água e Biodiversidade. Belo Horizonte, Minas Gerais. 536 p. Resumos
- Ribeiro Junior, J.I. 2001. Análises estatísticas no Saeg. UFV, Viçosa. 301 p.
- Silva, G.T.A., R.O.M., Queiroz, P.O. Nóbrega, E.F.C. Campello & A.S. Resende. 2004. Caracterização dos teores de nitrogênio, polifenol e relação C/N no tecido foliar de diferentes espécies vegetais em um sistema silvipastoril. p. 55-59. In Jornada Científica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 1190 p. Resumos.