

ARTIGO

**AUTORES:**

*Firmino José do Nascimento Filho*¹

*André Luiz Atroch*¹

*Adair José Regazzi*²

¹Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia, KM 30, ROD. AM-010, 69011-970, Manaus, AM, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n. 36570-000, Viçosa - MG, Brasil.

Recebido: 12/07/2011

Aprovado: 25/10/2011

AUTOR CORRESPONDENTE:

André Luiz Atroch

E-mail: andre.atroch@cpaa.embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE:

Melhoramento genético
 Associação de caracteres
 Sobrevivência de mudas

KEY WORDS:

Breeding
 Association of characters
 Seedling survival

Avaliação de características de mudas de clones de guaranazeiro utilizando análise de fatores

Evaluation of characteristics of guarana clone seedlings using factor analysis

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo conhecer grupos de variáveis da parte aérea e do sistema radicular do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*(Mart.) Ducke), que apresentam alto grau de associação, quando analisadas dentro de cada grupo ou fator, separadamente. Os dados utilizados referem-se a valores médios de 21 características de mudas de guaranazeiro, sob condições de viveiro e aptas ao plantio; foram avaliados 36 clones de guaranazeiro. O trabalho foi realizado no Campo Experimental da Embrapa – Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, em Manaus, AM. O delineamento usado foi o de blocos casualizados com 5 repetições e 10 plantas por parcela e utilizada a análise de fatores para examinar a interdependência entre as características avaliadas. A análise de fatores possibilitou visualizar a existência de fortes associações entre 13 variáveis, no fator 1; seis variáveis, no fator 2, e manteve isoladas as variáveis número de raiz, no fator 3, e diâmetro apical do ramo, no fator 4. A discriminação entre os clones de guaranazeiro poderá ser eficiente, considerando-se apenas as variáveis comprimento do ramo, diâmetro basal do ramo, número de raiz e diâmetro apical do ramo. Os escores fatoriais constituem os valores para a seleção dos clones.

ABSTRACT: This study aims to assess sets of variables of shoot and root of guarana (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), which have a high degree of association when analyzed separately according to group or factor. The data used in this paper are the average values of 21 traits of guarana seedlings, under conditions suitable for the nursery and planting were evaluated in 36 clones of guarana. The study was conducted at the Experimental Field of EMBRAPA - Centre for Research in Agroforestry the Amazon (CPAA), Manaus, AM. The trial was a randomized complete block with five replications and 10 plants per plot and statistical analysis was used to examine the interdependence between the characteristics evaluated. Factor analysis permitted visualization of the existence of strong associations between 13 traits in factor 1; six traits in factor 2, and remained isolated, the number of root in factor 3, and apical diameter of branches, in factor 4. The discrimination between clones of guarana can be efficiently carried out using the traits branch length, basal diameter of branches, number of root and apical diameter of branches. The factor scores are the values for the clones selection.

1 Introdução

Um aspecto importante na pesquisa com qualquer cultura é a decisão sobre quais medições ou variáveis devem ser utilizadas para detectar os efeitos de tratamentos. Geralmente procuram-se variáveis de fácil determinação e que representem adequadamente os fenômenos naturais em estudo.

Na pesquisa com guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) existem poucas informações sobre medições de variáveis envolvendo a planta, mesmo os componentes de produção não estão ainda bem definidos, com exceção da produção de frutos.

Com o uso da técnica de enraizamento de estacas, como método de propagação vegetativa para a espécie, constatou-se que a sobrevivência, no campo, das mudas clonais, é um dos fatores mais importantes para o estabelecimento da cultura. Porém, em um número considerável de genótipos, essa sobrevivência não é satisfatória (abaixo de 90%) (ESCOBAR, 1986).

O padrão de seleção das mudas se restringe apenas a variáveis da parte aérea (NASCIMENTO FILHO, 1988). Assim, surge a necessidade de se encontrar entre estas medidas biométricas, conjuntos de variáveis ou fatores responsáveis pela mesma discriminação de genótipos de guaranazeiro, na fase de viveiro, com o objetivo de analisar menor número de variáveis da parte aérea, e, se possível, as de mais fáceis medições. Deste modo, por meio da economia de tempo nas avaliações das características da parte aérea, pode-se avaliar características do sistema radicular, considerando-se que as mesmas, até o presente momento, não sofrem nenhum tipo de avaliação direta ou indireta.

A técnica da análise de fatores envolve um conjunto de métodos estatísticos e a sua principal característica é a capacidade de explicar o comportamento de um maior número de variáveis observadas, em termos de um menor número de variáveis latentes ou de fatores. As variáveis são agrupadas por meio de suas correlações, e as que caracterizam determinado fator estão fortemente correlacionadas entre si, mas fracamente correlacionadas com as variáveis de outro grupo (JOHNSON; WICHERN, 1998).

A técnica de análise de fatores ocupa-se em explicitar a estrutura de relações (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Considera-se que a análise de componentes principais estuda a variação e a análise de fatores, a covariação.

O principal objetivo da análise de fatores é estimar aqueles facilmente interpretáveis, os quais são obtidos após uma rotação dos eixos das coordenadas, que é uma transformação das cargas dos fatores iniciais. Estes novos fatores são obtidos de maneira que os valores absolutos das cargas fatoriais dentro de cada fator se aproximem, na medida do possível, de zero ou 1. Isto facilita a interpretação, pois cada fator deverá apresentar correlação relativamente forte com uma ou mais variáveis e fraca com as demais variáveis. Assim, torna-se fácil dar a cada fator uma interpretação a respeito de uma variável ou um conjunto de variáveis (que defina uma atividade ou característica) que com ele está altamente correlacionados.

Espera-se, com isso, uma melhoria no padrão de seleção das mudas clonais, visando um aumento da porcentagem de sobrevivência, uma vez que o sistema radicular tem a importante função de fixar e retirar do substrato, a água e os nutrientes necessários ao desenvolvimento da muda.

O objetivo foi conhecer grupos de variáveis da parte aérea e do sistema radicular do guaranazeiro, que apresentam alto grau de associação, quando analisadas dentro de cada grupo ou fator, separadamente.

2 Material e Métodos

Os dados utilizados neste trabalho referem-se a valores médios de 21 características de mudas de guaranazeiro, sob condições de viveiro e aptas ao plantio, sendo avaliados 36 clones de guaranazeiro. O trabalho foi realizado no Campo Experimental da Embrapa – Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA), em Manaus, AM. Geograficamente, está localizado a uma latitude de 03°08'05S, longitude de 60°01'W de GRT e altitude de 50 m acima do nível do mar; o tipo climático é o AfI da classificação de Köppen (clima tropical chuvoso), caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio nunca inferior a 18 °C, e a precipitação pluviométrica do mês mais seco acima de 60 mm (EMBRAPA, 1998).

O delineamento usado foi o de blocos casualizados com cinco repetições e 10 plantas por parcela, sob condições de viveiro, e utilizada a análise de fatores, com o objetivo de examinar a interdependência entre as características avaliadas ou variáveis listadas abaixo:

1. peso da matéria fresca da estaca remanescente (PF_Fr), em gramas;

2. peso da matéria seca da estaca remanescente (PSEr), em gramas;
3. peso da matéria fresca do ramo (PFRA), em gramas;
4. peso da matéria seca do ramo (PSRA), em gramas;
5. comprimento do ramo (CRA), cm;
6. número de gemas (NG);
7. diâmetro basal do ramo (D1), cm;
8. diâmetro apical do ramo (D3), cm;
9. peso da matéria fresca do pecíolo (PFPC), em gramas;
10. peso da matéria seca do pecíolo (PSPC), em gramas;
11. número de folíolos (NFLS);
12. peso da matéria fresca dos folíolos (PFFL), em gramas;
13. peso da matéria seca dos folíolos (PSFL), em gramas;
14. área foliar (AFLH), dm²;
15. número de raiz (NRZ);
16. comprimento médio de raiz (CPMRZ), cm;
17. diâmetro médio de raiz (DMRZ), cm;
18. peso de raiz seca ao ar (PRZSA), em gramas;
19. volume de raiz (VRZ), ml;
20. índice de área de raiz (IARZ), dm²;
21. peso da matéria seca da raiz (PSRZ), em gramas.

De forma resumida, seguem-se as etapas da análise de fatores:

- i) cálculo da matriz de correlações entre as variáveis;
- ii) extração dos fatores necessários para representar as variáveis;
- iii) transformação dos fatores através da rotação para torná-los mais interpretáveis;
- iv) determinação dos escores fatoriais.

Na análise de fatores, supõe-se que cada variável X_i é linearmente dependente de m variáveis aleatórias não observáveis F_1, F_2, \dots, F_m , chamadas de fatores comuns, e de p , fontes de variações adicionais e_1, e_2, \dots, e_p ($m < p$), chamadas de erros ou fatores específicos. Assim, o modelo fatorial é dado por:

$$\begin{aligned} X_1 - \mu_1 &= a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1m}F_m + e_1 \\ X_2 - \mu_2 &= a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \dots + a_{2m}F_m + e_2 \\ &\dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ X_p - \mu_p &= a_{p1}F_1 + a_{p2}F_2 + \dots + a_{pm}F_m + e_p \end{aligned}$$

Generalizando, tem-se:

$$X_i - \mu_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + e_i, \text{ em que:}$$

a_{ik} = carga da variável X_i no fator F_k ($k = 1, 2, \dots, m$);

$X_i - \mu_i$ expressam p desvios, em termos de $m + p$ variáveis aleatórias não observáveis ($F_1, F_2, \dots, F_m, e_1, e_2, \dots, e_p$)

A i -ésima comunalidade (h_i^2) é a porção da variância da variável X_i , que é explicada pelos m fatores comuns, sendo dada por $h_i^2 = \sum_{k=1}^m a_k^2$.

Um dos critérios comumente usados para estabelecer o número de fatores é aquele baseado no número de autovalores maiores que 1 da matriz R de correlações.

Neste trabalho, a análise de fatores foi realizada pelo método dos componentes principais, interpretando-se as cargas fatoriais após rotação, pelo método Varimax.

Os escores fatoriais quantificam os efeitos de cada fator comum na expressão das variáveis. Suas estimativas são obtidas matricialmente, por meio da seguinte fórmula:

$$F' = (C'C)^{-1} C'x', \text{ em que:}$$

C : estimativa da matriz das cargas fatoriais após a rotação (pxm);

As cargas são as correlações entre as variáveis e os escores fatoriais.

$(C'C)^{-1} C'$: estimativa da matriz das cargas canônicas das variáveis padronizadas (mxp);

x' : matriz transposta dos valores padronizados para cada clone em relação às variáveis estudadas (pxn).

Uma vez selecionados os fatores, foram obtidos os escores relativos a cada clone em cada repetição. Os valores desses escores foram tomados como representativos de novas m variáveis, denominadas de m fatores, os quais foram utilizados nos critérios de seleção.

As análises foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2001).

4 Resultados e Discussão

Considerando-se que o quarto autovalor foi de 0,98 (próximo de 1,0), definiu-se o número de fatores como sendo iguais a quatro, dando uma contribuição de 87,66% da variação total (Tabela 1). Assim, a análise de fatores foi realizada fixando-se quatro fatores, associados aos quatro primeiros autovalores. Também, as cargas fatoriais após rotação maiores do que 0,64 em valor absoluto serão consideradas nas discussões dos quatro fatores obtidos.

Tabela 1. Estimativas dos autovalores e suas porcentagens individuais e acumuladas.

Ordem	Autovalores	%	3% acumulada
1º	13,23	63,03	63,03
2º	2,63	12,55	75,57
3º	1,56	7,43	83,00
4º	0,98	4,66	87,66
5º	0,72	3,44	91,09
6º	0,44	2,12	93,22
7º	0,33	1,58	94,80
8º	0,30	1,44	96,24
9º	0,19	0,93	97,17
10º	0,16	0,77	97,94
11º	0,09	0,47	98,40
12º	0,09	0,43	98,83
13º	0,07	0,36	99,20
14º	0,05	0,25	99,44
15º	0,03	0,14	99,58
16º	0,02	0,12	99,71
17º	0,02	0,11	99,82
18º	0,01	0,08	99,90
19º	0,01	0,05	99,95
20º	0,01	0,04	99,99
21º	0,00	0,01	100,00

No fator 1 destacam-se as variáveis PFER, PSER, PFRA, PSRA, CRA, D1, PSFL, CPMRZ, DMRZ, PRZSA, VRZ, IARZ e PSRZ, que estão relacionadas com o desenvolvimento da planta, envolvendo características da parte aérea e do sistema radicular (Tabela 1). O CRA e D1 destacam-se, por possibilitar a avaliação do desenvolvimento de plantas de modo não destrutivo, permitindo a seleção de genótipos sem a necessidade de se recorrer às amostras remanescentes. Assim, a seleção de mudas com garantia de bom desenvolvimento de plantas pode ser realizada avaliando-se apenas o CRA e D1, reduzindo significativamente o número de variáveis na discriminação genotípica. Pode-se verificar, ainda, que o sistema radicular teve forte correlação com a parte aérea, em relação à maioria das características estudadas. Isso implica que é possível prever o desenvolvimento do sistema radicular em mudas de guaranazeiro sob condições de viveiro, através das medições da parte aérea, sem a destruição das plantas e permitindo o aproveitamento do genótipo em estudos subsequentes, ao nível de campo.

No fator 2, as maiores cargas fatoriais foram determinadas pelas variáveis NG, PFPC, PSPC, NFLS, PFFL e AFLH, as quais estão diretamente relacionadas com as atividades fotossintéticas da planta. Neste caso, o NFLS se destaca, por sua facilidade de obtenção, sem a necessidade de destruição da planta (Tabela 2). O NRZ e o D3 apa-

recem isolados nos fatores 3 e 4, o que de certa forma foi surpreendente, dado que a expectativa era de que estas variáveis estivessem dentro do fator 1. No entanto, por algum outro motivo, essas duas variáveis estão sendo influenciadas pelos clones, de forma diferente, daquelas incluídas no fator 1.

As comunalidades obtidas neste trabalho foram superiores a 82,36%, com exceção das variáveis NG, NRZ, DMRZ, indicando que a fatoração, considerando-se apenas os quatro primeiros fatores, foi satisfatória (Tabela 2). A análise de fatores foi eficiente em detectar as inter-relações das variáveis e permitiu reduzir o número de variáveis sem perda da qualidade de informação para discriminação dos clones.

Do ponto de vista do melhorista, estes valores podem ser utilizados na seleção de genótipos, podendo-se adotar a média de escores como referencial para destacar aqueles de interesse dentro de cada fator (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Tabela 2. Cargas fatoriais e comunalidades de 21 variáveis correspondentes aos quatro fatores, após a rotação pelo método Varimax.

Variáveis	Cargas Fatoriais Após Rotação				Comunalidades (%)
	Fatores				
	1	2	3	4	
PFER	0,83*	-0,01	-0,42	-0,07	87,88
PSER	0,86*	0,07	-0,36	-0,13	90,31
PFRA	0,89*	0,30	-0,00	0,08	91,10
PSRA	0,87*	0,29	0,01	-0,06	86,08
CRA	0,90*	0,11	0,17	-0,16	89,41
NG	-0,03	0,81*	0,19	0,11	71,46
D1	0,79*	0,31	-0,17	0,26	82,36
D3	-0,04	0,14	-0,19	0,92*	91,91
PFPC	0,37	0,79*	-0,35	0,16	92,41
PSPC	0,51	0,72*	-0,25	0,11	86,13
NFL	0,29	0,71*	-0,05	-0,52	88,45
PFFL	0,55	0,76*	-0,27	0,05	96,89
PSFL	0,68*	0,57	-0,26	0,00	86,28
AFLH	0,59	0,74*	-0,22	0,00	96,22
NRZ	0,03	0,32	-0,75*	0,22	73,13
CPMRZ	0,84*	0,10	0,37	-0,03	86,67
DMRZ	0,64*	0,31	0,45	-0,16	75,50
PRZSA	0,84*	0,45	-0,06	-0,02	92,83
VRZ	0,86*	0,42	-0,04	-0,02	93,03
IARZ	0,82*	0,44	-0,12	-0,06	90,30
PSRZ	0,86*	0,40	-0,09	-0,03	92,43

* cargas fatoriais maiores do que 0,64 em valor absoluto

Os clones com valores superiores à média serão considerados de interesse. Seguindo estas pressuposições, 18 clones (6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,

18, 19, 20, 21, 25, 30, 34, 35 e 36) teriam bom desenvolvimento da planta (fator 1). Doze clones (5, 8, 13, 16, 19, 22, 23, 27, 28, 30, 31 e 35) teriam maior taxa fotossintética (fator 2). Os clones com valores de escores para número de raízes menores que a média (fator 3) foram: 8, 14, 16, 21, 22, 24, 26, 28, 30, e 36 e, para diâmetro da parte apical do ramo (fator 4): 2, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 16, 17, 20, 21, 23, 25, 26, 33, 34 e 35.

Tabela 3. Escores em relação aos quatro primeiros fatores provenientes de 21 variáveis.

Clones	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
1	1,60	4,64	4,59	5,06
2	1,99	3,34	3,97	7,25*
3	1,80	4,17	4,28	6,67
4	3,50	4,75	5,21	7,16*
5	3,06	6,13*	5,12	8,65*
6	5,17*	4,73	3,98	6,05
7	4,55*	4,54	3,81	7,72*
8	2,90	6,54*	1,84*	7,24*
9	4,71*	4,79	3,61	5,81
10	4,23*	4,45	5,33	7,63*
11	4,42*	4,84	3,45	6,14
12	5,29*	4,88	3,79	7,37*
13	5,13*	4,97*	4,67	6,66
14	5,34*	3,91	2,99*	6,40
15	4,39*	4,45	4,29	6,51
16	2,83	5,37*	2,84*	7,18*
17	2,67	4,63	3,75	8,47*
18	4,10*	4,40	3,08	6,05
19	4,41*	4,95*	4,49	6,51
20	4,24*	4,71	3,81	7,36*
21	4,09*	4,74	0,43*	8,28*
22	2,97	5,47*	2,92*	5,14
23	3,28	5,74*	4,32	9,69*
24	3,22	3,70	1,85*	6,74
25	4,40*	4,50	3,49	7,55*
26	3,55	4,33	2,85*	8,56*
27	2,92	7,44*	4,02	6,35
28	3,73	8,20*	2,84*	6,47
29	3,00	4,39	3,74	6,57
30	4,16*	5,09*	2,42*	6,66
31	3,50	5,03*	3,86	5,11
32	3,59	4,85	3,04	6,49
33	2,36	2,79	3,00	7,02*
34	5,26*	4,55	3,74	7,33*
35	4,48*	5,40*	3,94	7,09*
36	3,99*	4,55	2,70*	6,83

* clones selecionados em relação aos fatores 1, 2, 3 e 4

Se o objetivo for a seleção de clones com bom desenvolvimento das plantas e boa taxa fotossintética, então quatro clones são indicados: 13, 19, 30 e 35. No entanto, se o interesse do programa de melhoramento for a seleção de clones para cada fator isoladamente, os clones citados anteriormente são os mais indicados.

Além dessa forma simples de seleção adotada, pode-se pensar em outros métodos mais elaborados, como, por exemplo, seleção combinada e índices de seleção. Ferreira et al. (2005) utilizaram a técnica de análise de fatores e índices de seleção para realizar seleção simultânea de caracteres em café conilon e observaram que a utilização conjunta dos métodos é uma alternativa eficiente no melhoramento genético da cultura.

Do mesmo modo, visando obter informações em relação a cruzamentos, pode-se pensar em análises de divergência genética. Enfim, com base nas novas quatro características elaboradas (quatro fatores), ou com base em algumas poucas características extraídas desses quatro fatores, o objetivo final de aumentar a sobrevivência das mudas tem grande perspectiva. Para tanto, uma análise adequada para as variáveis importantes deve ser adotada.

Em milho, Garbuglio et al. (2007) utilizaram a análise de fatores para verificar divergências entre os resultados obtidos nas avaliações de adaptabilidade de 27 genótipos e na estratificação de 22 ambientes, encontrando resultados que mostraram que a análise de fatores foi eficiente nos processos de estratificação ambiental e adaptabilidade dos genótipos.

Em soja, Mendonça et al. (2007) concluíram que a análise de fatores associada à parte simples da interação genótipo x ambiente (PS% da interação GxA) é mais seletiva para estratificação ambiental, em relação ao método tradicional de Lin.

De acordo com os resultados, conclui-se que existe forte associação entre as variáveis PFER, PSER, PFRA, PSRA, CRA, D1, PSFL, CPMRZ, DMRZ, PRZSA, VRZ, IARZ e PSRZ, no fator 1; NG, PFPC, PSPC, NFL, PFFL e AFLH, no fator 2 e manteve isoladas as variáveis NRZ, no fator 3, e D3, no fator 4. As variáveis CRA, D1, NRZ e D3 podem ser utilizadas eficientemente para discriminação dos clones. Os escores fatoriais são eficientes para a seleção dos clones.

Existem trabalhos com a técnica da análise de fatores em várias culturas, mas com o guaranazeiro este trabalho é pioneiro.

4 Conclusões

A análise de fatores possibilitou visualizar a existência de fortes associações entre as variáveis: PFER, PSER, PFRA, PSRA, CRA, D1, PSFL, CPMRZ, DMRZ, PRZSA, VRZ, IARZ e PSRZ, no fator 1; NG, PFPC, PSPC, NFL, PFFL e AFLH, no

fator 2; e manteve isoladas as variáveis NRZ, no fator 3, e D3, no fator 4.

A discriminação entre os clones de guaranaizeiro poderá ser eficiente, considerando-se apenas quatro variáveis (CRA, D1, NRZ e D3).

Os escores fatoriais constituem os valores para a seleção dos clones.

Referências

- CRUZ, C.D. *Programa Genes: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; Carneiro, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. v.2, 585p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. *Boletim Agrometeorológico*. Manaus: Embrapa - CPAA, 1998. 23p.
- ESCOBAR, J.R. *Relatório de atividade de pesquisa, convênio Iica-Embrapa/Uepae de Manaus 1981-86*. Manaus: Iica-Embrapa, 1986. 117p.
- FERREIRA, A.; CECON, P.R.; CRUZ, C.D.; FERREIRA, R.G.; SILVA, M.F. DA; FONSECA, A.F.A. da; FERRÃO, M.A.G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índice de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.12, p.1189-1195, 2005.
- GARBUGLIO, D.D.; GERAGE, A.C.; ARAÚJO, P.M. de; FONSECA JÚNIOR, N. da S; SHIOGA, P.S. Análise de fatores e regressão bissegmentada em estudos de estratificação ambiental e adaptabilidade em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.2, p.183-191, 2007.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied multivariate statistical analysis*. 4ª ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1998. 816p.
- MENDONÇA, O.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GARBUGLIO, D.D.; FONSECA JÚNIOR, N. DA S. Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.11, p.1567-1575, 2007.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. *Coeficientes de caminhamento entre caracteres da parte aérea e do sistema radicular em guaranaizeiro (Paullinia cupana var. sorbilis)*. Dissertação (Mestrado). Piracicaba, São Paulo: Esalq, 1988. 101p.