

**OPÇÕES DE ANÁLISE ESTATÍSTICA EM EXPERIMENTOS COM MUDAS DE
CAFEIEIRO**

KATIA ALVES CAMPOS¹, AUGUSTO RAMALHO DE MORAIS²

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de comparar as técnicas de análise de variância univariada e multivariada para um ensaio com mudas de cafeeiro, além de aplicar um tipo de seleção de variáveis aos parâmetros usuais para esse tipo de experimento. Utilizaram-se dados de um experimento com mudas de café, cultivar Catuaí Vermelho IAC-44, conduzido em blocos casualizados, com dez repetições e dois tipos de manejos para mudas de cafeeiro, no qual foram trabalhados nove parâmetros. Altura da muda, diâmetro do coleto, peso seco da parte aérea e da raiz foram mensurados, e calculados o peso seco total das mudas e as razões entre a altura e o diâmetro, entre a altura e o peso seco da parte aérea, entre os pesos secos - aéreo e radicular - e o índice de qualidade de mudas Dickson. A análise dos pressupostos da normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias não indica violação dessas hipóteses. Tanto as análises de variância univariada, para as nove variáveis, quanto a multivariada aceitaram a hipótese de igualdade entre os efeitos dos tratamentos. Mesmo com decisões semelhantes para a análise de variância uni e multivariadas a seleção de variáveis sugere o uso da análise multivariada com cinco variáveis: a altura, o diâmetro, o peso seco da parte radicular e das raízes e o índice de qualidade de mudas Dickson. E, no caso do uso da análise de variância univariada deve-se optar pelo uso da altura.

Palavras-chaves: análise de variância univariada e multivariada, seleção de variáveis.

INTRODUÇÃO

Em estudos com mudas de cafeeiro são quantificadas variáveis fisiológicas e morfológicas e, por apresentarem mensuração mais simples, os parâmetros morfológicos são os preferidos. Entre os mais usuais estão a altura da muda, o diâmetro do colo, e os pesos secos da parte aérea e da parte radicular (BINNOTO, 2007). Esses parâmetros podem ser combinados, como no peso seco total, somatório da parte aérea e radicular; e ainda usados para a criação de índices como o coeficiente de “esbeltez”, razão entre a altura e o diâmetro; o índice que mede o equilíbrio entre a transpiração e a absorção, razão entre a altura e o peso seco da parte aérea; a razão entre os pesos secos da parte aérea e da parte radicular (GOMES, 2002); e o índice de qualidade de mudas proposto por Dickson, Leaf e Hoster (1960).

Os métodos de análise multivariada surgem como uma necessidade de análise em pesquisas com base em um conjunto de variáveis, como no caso de experimentos com mudas de cafeeiro. Entre as metodologias multivariadas, podem ser citadas a análise de agrupamento, a técnica de componentes principais, a análise fatorial, a análise de correlação canônica, a análise de discriminante e a análise de variância multivariada (CHATFIELD e COLLINS, 1980; BARROSO e ARTES, 2003; FERREIRA, 2008).

A opção para experimentos multirespostas, como os de mudas de cafeeiro, é a análise de variância multivariada, segundo Chatfield e Collins (1980) uma extensão da análise de variância univariada. Ambas apresentam inconvenientes. Na univariada, o problema está na maneira com que conclusões individuais são simplesmente juntadas em uma conclusão conjunta, cujo nível de significância não é conhecido; enquanto que na multivariada, embora a análise seja feita conjuntamente e se conheça o nível de significância, sua implementação é mais complexa (DEMÉTRIO, 1985).

¹ Doutoranda em Estatística e Experimentação Agropecuária da UFLA, prof. do IFSULDEMINAS – campus Machado.

² Prof. Dr. do Departamento de Ciências Exatas da UFLA, Bolsista do CNPq.

Seleção de variáveis são métodos de redução da dimensionalidade que substituem um conjunto de variáveis por um subconjunto dessas, capaz de fornecer uma melhor representação, quando comparada a totalidade das variáveis originais. Dentre os vários procedimentos e critérios que podem ser utilizados, citam-se os métodos forward, backward e stepwise (CHARNET et al., 2008) e as estatísticas de teste fundamentadas nos testes da hipótese nula dos efeitos dos tratamentos (MINHOTTO, 2009).

O objetivo desse trabalho é comparar os resultados obtidos por meio das análises de variância uni e multivariada e usar uma técnica de seleção de variáveis de modo a utilizar alguns métodos estatísticos para avaliar a qualidade de mudas de café por meio de testes mais simples e efetivos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de um experimento, em blocos casualizados, conduzidos no viveiro de mudas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – campus Machado; desenvolvidos no período de setembro de 2008 a março de 2009. O ensaio foi conduzido com sementes de café Catuaí Vermelho IAC-44, em que cada parcela foi formada por quatro mudas em sacos de polietileno, com 10 repetições, no qual foram testados os tipos de manejos, convencional e orgânico, caracterizados respectivamente pelo uso de cloreto de potássio associado ao superfosfato simples e sulfato de potássio associado ao fosfato natural, para a condução dessas mudas.

Foram quantificados os parâmetros morfológicos: altura da muda, diâmetro do coleto, peso seco da parte aérea e da raiz; e calculados o peso seco total das mudas e as razões entre a altura e o diâmetro, entre a altura e o peso seco da parte aérea, entre os pesos seco, aéreo e radicular; e o índice de qualidade de mudas Dickson, conforme definido em Dickson, Leaf e Hoster (1960), totalizando nove variáveis respostas.

As análises dos dados foram realizadas em três etapas: análise de variância univariada, análise de variância multivariada e seleção de variáveis por meio de rotinas elaboradas para o software estatístico R, R Development Core Team (2005).

Foi verificada a normalidade dos erros por meio do teste Shapiro-Wilk de acordo com Shapiro e Wilk (1965) e a homocedasticidade por meio do teste de Bartlett (BARTLETT, 1937). E realizadas as análises de variância univariada para as nove variáveis.

Para a análise de variância multivariada, montaram-se as matrizes de somas de quadrados e de produtos para os efeitos dos tratamentos, dos blocos, dos resíduos e de todos os dados, que representam os efeitos totais. A hipótese nula, igualdade entre os tratamentos, foi testada pelo critério do máximo autovalor de Roy (FERREIRA, 2008).

A seleção de variáveis, feita pelo critério adimensional associado ao critério de Roy conforme citado por Minhotto (2009), foi aplicada para os subconjuntos de interesse: os unitários, os que comparam os índices e os parâmetros utilizados para seus cálculos, totalizando 24 subconjuntos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos pressupostos da normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias não indica violação dessas hipóteses.

Tanto as análises de variância univariada, para as nove variáveis, resumo na Tabela 1, quanto a multivariada, com valor de F aproximado para o critério de Roy de (0,95) inferior ao valor crítico (2,89), aceitaram a hipótese de igualdade entre os efeitos dos tratamentos.

O maior valor obtido para o critério de seleção de variáveis foi o subconjunto com cinco variáveis: o índice de qualidade de mudas, a altura, o diâmetro, a massa seca da parte aérea e da parte radicular; esse resultado indica que os índices e a massa seca total podem ser abandonados, melhorando assim a parcimônia e a interpretabilidade, resultado semelhante foi apontado por Fonseca et al. (2002).

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 1- Valores de p associado ao teste F, para análise univariada de cada parâmetro em estudo.

Variável resposta	Valor p para o teste F univariado
Massa seca total	0,167
Altura	0,071
Diâmetro do coleto	0,421
Massa seca aérea	0,112
Massa seca da raiz	0,590
Índice de Dickson	0,488
Razão entre altura e diâmetro	0,221
Razão entre altura e massa seca aérea	0,110
Razão entre as massas aérea e radicular	0,806

Dentre os parâmetros morfológicos a altura da planta foi a selecionada, resultado apontado por Gomes (2001), este parâmetro também é considerado eficiente por ser mensurado por meio de medidas não destrutivas.

CONCLUSÃO

Mesmo apresentando decisões semelhantes para a análise de variância uni e multivariadas, pois os testes de hipóteses de igualdade dos tratamentos foram não significativos em ambos os casos, a seleção de variáveis sugere o uso da análise multivariada com cinco variáveis: a altura, o diâmetro, o peso seco da parte radicular e das raízes e o índice de qualidade de mudas Dickson. E, no caso do uso da análise de variância univariada deve-se optar pelo uso da altura.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

BARROSO, L.P.; ARTES, R. **Análise Multivariada**: minicurso do 10 Simpósio de Estatística Aplicada a Experimentação Agronômica - RBRAS, 48^a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria - SEAGRO, Lavras: UFLA, 2003. 156p.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London, Series A**. London, v. 160, n. 2, p. 268-282. 1937.

BINOTTO, A.F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* w. *hill exMaid* e *Pinus elliotti* - Engelm.** } 2007. 54f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

CHARNET, R.; FREIRE, C.A.L.; CHARNET, E.M.R.; BONVINO, H. **Análise de modelos de regressão linear** - com aplicações. 2.ed., Campinas, Ed. UNICAMP. 2008. 356p.

CHATFIELD, C.; COLLINS, A.J. **Introduction to Multivariate Analysis**. 2^a Reimpressão, Gembloux, Presses Agroomiques. 1980. 362p.

DEMÉTRIO, C.G.B. **Análise multimensional para dados de cana-de-açúcar**. 1985. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

FERREIRA, D.F. **Estatística multivariada**, 1.ed., Lavras: Ed. UFLA, 2008. 662p.

FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**. Viçosa, v.26, n.4, p.515-523. 2002.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n.6, p.655-664, nov. 2002.

MINHOTTO, J.P. **Seleção de variáveis em estatística multivariada**. 2009. 170f. Tese (Doutorado em Matemática e Estatística) - Universidade Técnica de Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

R Development Core Team (2005). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <www.R-project.org>.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples), **Biometrika**, London, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, dez. 1965.