



SASM-AGRI - SISTEMA PARA ANÁLISE E SEPARAÇÃO DE MÉDIAS EM EXPERIMENTOS AGRÍCOLAS PELOS MÉTODOS SCOTT-KNOTT, TUKEY E DUNCAN¹

Recebido para publicação em 14/06/2001

Aprovado para publicação em 03/12/2001

Marcelo G. Canteri², Rômulo A. Althaus³, Jorim S. das Virgens Filho⁴,
Éder A. Giglioti⁵, Cláudia V. Godoy⁶

RESUMO: Os testes estatísticos comumente utilizados para separação de médias em experimentos agrícolas apresentam resultados ambíguos e de difícil interpretação. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um software para analisar e separar médias pelo método de Scott-Knott, além dos métodos de Tukey e Duncan. O SASM-Agri foi desenvolvido utilizando-se o ambiente Borland Delphi, compatível com Windows 98 ou superior, o que permite importar dados de planilhas e exportar resultados para outros aplicativos. Os dados também podem ser transformados antes da análise. A validação foi realizada comparando-se os resultados gerados pelo software com resultados calculados manualmente. O sistema usou funções recursivas que agilizaram e aumentaram a precisão da apresentação dos resultados. Quando comparados aos outros métodos de separação de médias, o método de Scott-Knott facilitou a interpretação dos resultados. Os dados foram classificados em grupos diferentes e não houve sobreposição entre estes grupos. A sobreposição é característica de outros testes como Tukey e Duncan. O sistema desenvolvido torna possível usar o teste de scott-knott na análise de experimentos com vários tratamentos. O software está sendo utilizado para separar grupos de genótipos de cana-de-açúcar em relação à resistência às doenças. Uma versão gratuita de uso limitado do software está sendo distribuída mediante solicitação aos autores ou no site www.infoagro.uepg.br/~ralthaus/sasm/avaliacao/sasm-agri.exe.

Palavras-chave: comparações múltiplas, software estatístico, teste Scott-Knott.

SASM-AGRI - SYSTEM FOR ANALYSIS AND MEAN SEPARATION IN AGRICULTURAL ASSAYS USING SCOTT-KNOTT, TUKEY AND DUNCAN METHODS

ABSTRACT: Statistical methods usually used in agricultural assays of grouping means present ambiguity of the results. The present work had as objective to develop a system to analyze and separate means using the Scott-Knott test, besides Tukey and Duncan tests. The SASM-Agri was developed with Borland Delphi to platform PC, compatible with Windows 98 or above, and allows to import data and to export results for other software. The data set also can be transformed before the analysis. The system was validate comparing the generated results with results calculated in a

¹ Trabalho desenvolvido com suporte financeiro do CNPq.

² Professor Adjunto do Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa, CEP 84030-900, Ponta Grossa, PR, Brasil, mgcarter@uepg.br.

³ Aluno de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR.

⁴ Professor Adjunto do Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil, jvirgens@uepg.br

⁵ Pesquisador Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP

⁶ Pesquisadora EMBRAPA/CNPSo, Londrina, PR. godoycv@cnpsolombia.br

manual way. The system used recursive functions to increase precision and speed of calculations. When compared to the other methods of mean separation, the Scott-Knott method facilitates the interpretation of the results. The data were classified in different groups and there is not overlapping among the found groups. That overlapping is characteristic of other methods quite used as Duncan's and Tukey's methods. The developed system makes possible to use the test of Scott-Knott in the analysis of experiments with a great number of treatments. The system is been used to sugar cane genotype screening relatively to diseases. A trial version of the software in Portuguese is available asking the authors or at www.infoagro.uepg.br/~ralthaus/sasm/avaliacao/sasm-agri.exe.

Keywords: *multiple comparisons, statistical software, Scott-Knott test.*

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos da estatística é a obtenção de conclusões válidas para toda a população com base em amostras retiradas dessa população (Finney, 1952). A palavra população é geralmente definida como um conjunto de indivíduos com algumas características em comum (Kalil, 1977). Se utilizássemos apenas uma parte de uma população teríamos uma amostra, que deve ser representativa da população em questão. Matematicamente, a população é o conjunto universo, enquanto que a amostra é qualquer subconjunto desse universo que deve estar sempre contida na população (Pimentel Gomes, 1987).

A estatística é baseada em dados obtidos de observações. Esses dados geralmente vêm de trabalhos feitos propositalmente e em condições previamente especificadas. O que dificulta o trabalho do experimentador e exige a análise estatística é a presença, em todos os dados obtidos, de efeitos de fatores não controlados. Esses efeitos são indicados pela designação geral de variação ao acaso ou variação aleatória. Cabe ao experimentador verificar se as diferenças observadas num experimento têm ou não têm valor, isto é, se são ou não significativas. Uma diferença não significativa é aceita como possivelmente devida ao acaso e é deixada de lado, até que novos resultados venham a confirmá-la ou negá-la (Pimentel Gomes, 1987).

A experimentação moderna obedece a alguns princípios básicos que são indispensáveis à validade das conclusões alcançadas. A teoria ensina que há maior precisão em estimativas determinadas sobre um número maior de repetições e que não se pode estimar a variação a partir de uma amostra com uma única observação (Silva & Silva, 1999).

Fisher (1951) desenvolveu uma técnica que teve grande repercussão na pesquisa científica. Esta técnica foi denominada de análise de variância e consiste na decom-

posição dos graus de liberdade e da variância total de um material heterogêneo em partes atribuídas a causas conhecidas e independentes e a uma porção residual de origem desconhecida e de natureza aleatória. Em outras palavras, a técnica da análise de variância é a que nos permite fazer partições dos graus de liberdade (denotados por G.L.) e das somas de quadrados (denotadas por S.Q.), sendo que cada uma das partes nos proporciona uma estimativa de variância (denominada de quadrado médio e denotada por Q.M.).

O teste de F, de Snedecor (1967) é uma das etapas posteriores à análise de variância. Este teste tem a finalidade de comparar estimativas de variâncias dos tratamentos. Através dele, pode-se saber se pelo menos duas médias de tratamentos diferem entre si. O teste apenas indica se há uma diferença significativa entre, no mínimo, duas médias de tratamentos, ele não indica aonde estão estas diferenças. Por isso, caso o resultado seja significativo, deve-se aplicar um teste de comparação de médias para encontrar quais as médias que diferem umas das outras.

Existem diversos métodos de comparação de médias que possuem a finalidade de classificar médias. Como exemplo, podemos citar os métodos de Scheffé, Tukey, Dunnett, Duncan e Scott-Knott (Chew, 1977). Dentre todos os métodos de separação de médias, pode-se observar uma predominância no uso dos métodos de Duncan (Duncan, 1955) e de Tukey em experimentos citados na literatura.

Os métodos de Duncan e Tukey têm a característica principal de comparar as médias duas a duas, podendo haver sobreposição entre os grupos de médias encontrados, ou seja, um mesmo tratamento pode pertencer a dois grupos de tratamentos. O método de Duncan fornece resultados mais discriminados que os do método de Tukey, sendo mais rigoroso que ele, mas de aplicação mais trabalhosa (Banzatto e Kronka, 1995).

O método de separação de médias de Scott-Knott (Scott & Knott, 1974) possui a vantagem sobre outros os métodos de separar as médias em grupos discretos, sem sobreposição entre os grupos. A principal desvantagem é que esse método possui cálculos mais complexos do que os outros métodos. Com a utilização de computadores, o método de Scott-Knott torna-se uma alternativa viável aos pesquisadores que na maioria das vezes preferem resultados mais diretos e mais fáceis de serem interpretados.

A análise estatística de dados gerados em experimentos exige uma numerosa quantidade de cálculos. Os computadores aceleram o processo de análise, permitindo a obtenção de resultados de uma maneira mais precisa, além de diminuir o tempo gasto com cálculos e tarefas repetitivas.

O objetivo do presente trabalho foi elaborar um software para separação de médias pelos métodos de Scott-Knott, Duncan e Tukey para experimentos com delineamento em blocos ao acaso ou inteiramente casualizado, além de comparar o resultado gerado pelos diferentes testes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Testes de separação de médias

Os algoritmos para a análise de variância e para os testes de Duncan e Tukey foram desenvolvidos baseando-se na literatura disponível sobre o assunto (Pimentel Gomes, 1987; Banzatto & Kronka, 1995; Silva & Silva, 1999; Kalil, 1977). O algoritmo do teste de Scott-Knott foi elaborado baseando-se no artigo original dos autores (Scott & Knott, 1974) e os resultados obtidos pelo software foram comparados com resultados publicados por Gates & Bilbro (1978), que mostrava resultados práticos do teste de Scott-Knott.

As aproximações das tabelas estatísticas de χ^2 e do teste de F foram baseadas em algoritmos de Best & Roberts (1975) para a distribuição de χ^2 e de Cooke *et al.* (1981) para a distribuição de F. As tabelas utilizadas nos algoritmos de Duncan e Tukey foram transcritas de Silva & Silva (1999) e transformadas para linguagem computacional.

Durante os estudos das rotinas de cálculo do algoritmo de Scott-Knott foram observados que alguns dados de entrada para a realização dos procedimentos de cálculo eram provenientes da análise de variância do experimento. Passou-se, então a implementação dessa análise

para delineamento em blocos ao acaso. Foi acrescentado, posteriormente, o delineamento inteiramente casualizado. Numa segunda etapa passou-se a trabalhar com a implementação dos algoritmos dos métodos de Duncan e de Tukey.

2.2. Desenvolvimento do SASM-Agri

Os trabalhos foram desenvolvidos em equipamentos do Laboratório InfoAgro da Universidade Estadual de Ponta Grossa, em equipamentos cedidos pelo CNPq. Para o desenvolvimento do SASM-Agri foi utilizada a linguagem de programação Borland Delphi. Inicialmente o programa foi desenvolvido na versão 3 da citada linguagem, posteriormente houve migração para a versão 4, utilizando-se os arrays dinâmicos que facilitaram o desenvolvimento dos algoritmos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Algoritmo para separação de médias pelo método de Duncan

O algoritmo desenvolvido considerou que o número de repetições era o mesmo para todos os tratamentos. Para que o método de Duncan seja exato é necessário o mesmo número de repetições em todos os tratamentos, caso contrário, o método gerará apenas resultados aproximados (Duncan, 1955) e isto foi observado no algoritmo desenvolvido.

Para definição dos contrastes, o algoritmo colocou as médias em ordem decrescente e determinou todas as possíveis combinações entre duas médias. Definidos os contrastes, foi aplicada a fórmula a seguir para cada uma das combinações de contrastes. O valor encontrado determinou se as médias consideradas possuíam diferença significativa:

$$D = z \frac{s}{\sqrt{r}} \quad (01)$$

onde:

z = valor da amplitude total estudentizada para o número de médias ordenadas abrangidas pelo contraste em estudo;

s = estimativa do desvio padrão residual;

r = número de repetições.

Se o valor de D fosse menor que a diferença entre as duas médias consideradas, o contraste era considerado significativo. Quando o valor era maior, o contraste não era considerado significativo e as duas médias eram consideradas equivalentes.

3.2. Algoritmo para separação de médias pelo método de Tukey

O algoritmo do processo de separação de médias pelo método de Tukey, seguiu os mesmos princípios do método de Duncan na definição dos contrastes. A fórmula a seguir foi aplicada para todas as combinações de contrastes. No método de Tukey a fórmula foi calculada apenas uma vez e aplicada em todas as combinações. O valor encontrado determinou se as médias consideradas possuíam diferença significativa:

$$\Delta = q \frac{s}{\sqrt{r}} \quad (02)$$

onde:

q = valor da amplitude total estudentizada

s = estimativa do desvio padrão residual

r = número de repetições

Assim como no método de Duncan, se o valor de Δ fosse menor que a diferença entre as duas médias consideradas, o contraste era considerado significativo. Quando o valor era maior, o contraste não era significativo e as duas médias eram consideradas equivalentes. A diferença é que pelo método de Duncan o valor utilizado para comparar os contrastes (D) era calculado levando-se em consideração o número de médias abrangidas pelo contraste, enquanto que no método de Tukey este valor foi calculado baseado no número total de médias, não importando quantas existissem no intervalo entre as duas médias do contraste.

3.3. Algoritmo para separação de médias pelo método de Scott-Knott

Para a aplicação do método de separação de médias de Scott-Knott, o algoritmo desenvolvido ordenou os tratamentos através de suas médias em ordem crescente e realizou o teste estatístico para encontrar conjuntos ou grupos de médias de tratamentos, por meio das fórmulas

sugeridas pelos desenvolvedores do método (Scott & Knott, 1974):

$$\lambda = \frac{\pi B_0}{2\hat{\sigma}^2_0(\pi - 2)} \quad (03)$$

onde:

B_0 = valor máximo da soma dos quadrados entre os grupos de todas as possíveis partições dos tratamentos;

e,

$$\hat{\sigma}^2_0 = \frac{\sum_1^t (y_i - \bar{y})^2 + v s^2_x}{(t + v)} \quad (04)$$

onde:

y_i = média do i -ésimo tratamento

t = número de médias de tratamentos sendo separados

s^2_x = variância de uma média de tratamento (quadrado médio do erro / r)

v = graus de liberdade do quadrado médio do erro

r = número de observações em cada média.

O algoritmo também calculou B_0 para todas as possíveis partições entre as médias. Considerou-se, dentre todas as possíveis partições, aquela que apresentava o maior valor de B_0 , obtendo-se dois grupos distintos de médias. Calculava-se para essa partição o valor de λ e era feita uma comparação do valor de λ com o valor tabelado de qui-quadrado (χ^2) num certo grau de probabilidade com v_0 graus de liberdade para:

$$v_0 = \frac{t}{\pi - 2} \quad (05)$$

O valor de v_0 era sempre um valor irracional por causa do valor de π no denominador da função. Os valores de

qui-quadrado eram tabelados para valores inteiros. Fazia-se então uma interpolação harmônica para obter o valor de v_0 .

Se λ era menor que o valor de χ^2 , as médias do dois grupos eram consideradas homogêneas e nenhum teste era mais necessário. Ao contrário, se λ era maior que o valor de χ^2 os grupos de médias eram considerados diferentes. Nesse caso repetia-se todos os cálculos para cada um desses dois grupos de médias até que se encontrassem grupos onde as médias pudessem ser consideradas homogêneas.

Todas as ramificações dos grupos de médias que vão se formando, têm que ser analisadas. Por exemplo, em um experimento hipotético com 8 médias colocadas em ordem crescente (1,2,3,4,5,6,7,8). Após os cálculos iniciais, as fórmulas acusaram uma diferença entre o grupo das cinco primeiras médias (1,2,3,4,5) com o grupo das três últimas (6,7,8). Inicialmente o algoritmo separa as médias em dois grupos e prossegue as análises dentro de cada grupo, lembrando que as médias num mesmo grupo são consideradas homogêneas. Executou-se os cálculos para o grupo com as médias 1,2,3,4,5 e o resultado indicou que havia diferença entre o grupo das médias 1,2,3 com o grupo com as médias 4,5. Prosseguiram-se os cálculos dentro do grupo 1,2,3 e obteve-se uma diferença entre os grupos das médias 1,2 com o grupo da média 3. Após os testes, o grupo das médias 1 e 2 foi considerado homogêneo e encerrou-se o particionamento nesta ramificação (Figura 1B). Todas as outras ramificações restantes foram analisadas até que não houvesse diferenças entre as médias ou que restasse apenas uma média no grupo.

No exemplo citado, o passo seguinte foi o teste do grupo que continha a média 3. Verificado que esta média era única no grupo, passou-se para o grupo que continha as médias 4 e 5 e assim sucessivamente para os outros grupos. Na Figura 1B estão representados todos os caminhos que foram percorridos para que o algoritmo fizesse a classificação das médias em 5 grupos. Os grupos estão representados por meio de letras, uma para cada grupo de média (Figura 1B).

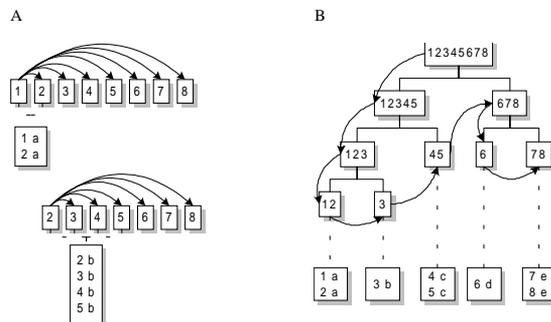


Figura 1 — Processo utilizado pelos algoritmos para a classificação pelos métodos de Tukey e Duncan (A) representando o teste média à média, e pelo método de Scott-Knott (B) representando o teste em grupos, para um experimento hipotético com 8 médias (tratamentos) testadas.

3.4. Software SASM-Agri

O software SASM-Agri requer como configuração mínima um microcomputador com processador Pentium ou equivalente, com o sistema operacional Microsoft Windows 98 ou posterior. O sistema usou funções recursivas, principalmente na codificação dos algoritmos para execução do teste de Scott-Knott, o que permitiu apresentação de respostas rápidas e precisas.

A interface do software passou por várias etapas de desenvolvimento. Optou-se pelo sistema de abas para facilitar a localização das informações. Foram realizadas algumas adaptações na rotina de entrada de dados para evitar erros de execução, como por exemplo a visualização da mensagem de valores inválidos quando fosse deixado algum valor em branco (Figura 2). Este processo evita a divisão por zero em alguma etapa do cálculo.

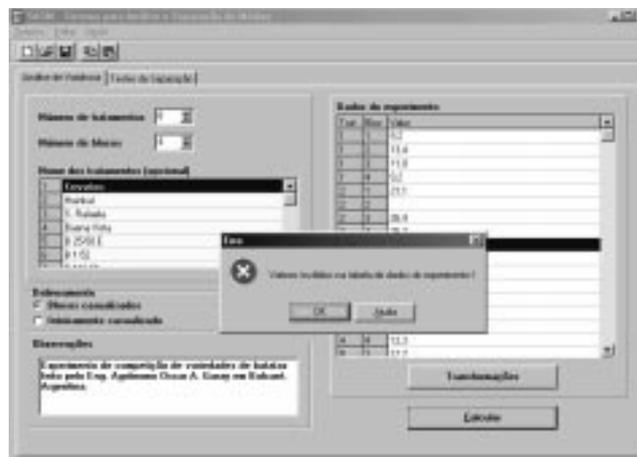


Figura 2 — Interface para entrada de dados do sistema SASM-Agri. No detalhe a mensagem gerada pela falta de dados na coluna da direita.

Apesar de não ter sido um dos objetivos do sistema, a rotina de análise de variância foi implementada para fornecer subsídios aos cálculos do teste de separação de médias. O sistema permite que o usuário utilize o teste de Scott-Knott sem a obrigatoriedade de utilizar a rotina de análise de variância. Para tanto torna-se necessário entrar com o número de tratamentos e repetições, graus de liberdade do resíduo, quadrado médio do resíduo e o grau de significância desejado (Figura 3).



Figura 3 — Interface para entrada de dados para o teste de Scott-Knott sem necessidade de análise de variância e para seleção entre os testes de Tukey, Duncan e Scott-Knott do sistema SASM-Agri.

Outras rotinas foram desenvolvidos para melhorar a interface do software. O processo de cálculo do algoritmo de Scott-Knott ordenava os resultados em ordem crescente enquanto que os métodos de Duncan e Tukey ordenava as médias de forma decrescente. A simples inversão das médias não foi possível, pois os resultados eram classificados por meio de letras. Criou-se então um algoritmo para fazer a inversão das médias junto com a classificação por letras. Essa inversão foi feita para o algoritmo do método de Scott-Knott, assim a apresentação dos resultados ocorre em uma única tabela, com possibilidade de comparação entre os métodos (Figura 4).

Tratamento	Média	Scott-Knott	Duncan	Tukey
S. Rolante	25.45	a	a	a
Hankal	25.05	a	a	a
B 72-53 A	22.8	a	a	ab
B 118-51	22.5	a	a	ab
B 1-52	22.27%	a	a	ab
B 25-58 E	16.5	b	b	bc
Buena Vista	12.425	c	bc	c
Feneoboc	10.7	c	c	c

Figura 4 — Exemplo de resultados gerados pelos cálculos de separação de médias do sistema SASM-Agri.

Outras rotinas foram desenvolvidas para a transformação dos dados antes da análise de variância. Foram implementadas rotinas para a transformação de raiz quadrada, transformação angular e transformação logarítmica, na base 10 e base *e* (Silva & Silva, 1999).

Algumas rotinas foram desenvolvidas visando facilitar o trabalho do usuário. O sistema permite importar dados de planilhas, como por exemplo o Excel, o que facilita a entrada de dados e também permite exportar os resultados para outros aplicativos, como por exemplo o Word, o que facilita a elaboração de relatórios com as análises.

Outras melhorias foram a implementação de mensagens de erro através da manipulação de exceções e o novo arquivo de ajuda, com explicações sobre a interface e sobre os métodos de separação de médias de Duncan, Tukey e Scott-Knott. Também foi criada uma rotina para solicitar aos usuários o registro do software junto à unidade que o desenvolveu, Laboratório InfoAgro da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O sistema de registro não possui mecanismos sofisticados de proteção contra cópia e está sendo utilizado apenas para o controle do número de usuários do software.

A validação do sistema foi realizada comparando-se os resultados gerados pelo software com resultados calculados manualmente. Após a implementação dos algoritmos dos métodos de separação de médias pelo método de Duncan e Tukey foram feitos diversos testes de validação para comprovar os resultados gerados pelo sistema. Os algoritmos foram antes inseridos no código do sistema final e os seus resultados foram comprovados. Cada método foi implementado em módulos (*Units*) diferentes. Na etapa de elaboração dos algoritmos os módulos foram desenvolvidos separados do programa principal por questões de simplificação. Nos testes realizados não foram encontradas falhas nas rotinas automatizadas.

3.5. Comparação entre os testes de Tukey, Duncan e Scott-Knott

Os cálculos realizados para o teste de Scott-Knott foram mais complexos que aqueles apresentados para os testes de Tukey e Duncan, principalmente em experimentos com um grande número de médias, no entanto a automação tornou o processo invisível ao usuário, facilitando e agilizando a execução dos cálculos e a apresentação dos resultados.

Quando comparados aos outros métodos de separação de médias, o método de Scott-Knott facilitou a interpretação dos resultados. Os dados foram classificados

em grupos diferentes e não houve sobreposição entre estes grupos, característica esta de outros testes como Tukey e Duncan. Apesar destas vantagens ainda são poucos os trabalhos que apresentam resultados utilizando o método de Scott-Knott (Ferreira et al., 1999; Leite et al., 2001; Ramalho et al. 2000, Silva et al., 1999).

O teste de Scott-Knott pode ser recomendado para experimentos com grande número de tratamentos onde há interesse numa separação real de grupos de médias, sem ambigüidade de resultados.

3.6. Futuras implementações

Após os testes de validação e a apresentação do sistema aos usuários foram feitas sugestões para melhoria do mesmo. As sugestões que se enquadraram dentro do objetivo principal do sistema serão implementadas nas próximas versões do software. Entre as melhorias está a elaboração de uma rotina para que o sistema aceite parcelas perdidas e outra para que o sistema execute testes de homocedasticidade, a fim de recomendar ou não a transformação de dados.

4. CONCLUSÕES

Sob as condições testadas pode-se concluir que o software SASM-Agri atingiu o objetivo proposto comparando médias de experimentos pelos métodos de Scott-Knott, Tukey e Duncan, com uma interface de fácil interpretação, compatível com outros aplicativos. A comparação entre os métodos confirmou a recomendação de uso do teste de Scott-Knott para experimentos com grande número de tratamentos onde não se deseja a apresentação de resultados ambíguos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATTO, D.A., KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal:FUNEP, 1995. 275 p.
- BEST, D.J., ROBERTS, D.E. Algorithm AS91. The Percentage Points of the Chi-squared Distribution. **Applied Statistics**, v.24, p.385-388, 1975.
- BRUHN, J.A., FRY, W.E., FICK, G.W. Simulation of daily weather data using theoretical probability distributions. **Journal of Applied Meteorology**, v.19, n.9, p.1029-36, 1980.

- CHEW, V. Comparisons among treatments means in an analysis of variance. Washington: USDA, 1977.
- COOKE, D., CRAVEN, A. H., CLARKE, G.M. **Basic Statistical Computing**. Londres: Edward Arnold Publ. Co, 1981.
- DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F tests. **Biometrics**, v.11, p.1-42, 1955.
- FERREIRA, D.F., MUNIZ, J.A., AQUINO, L.H. Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos – utilização do teste de Scott-Knott. **Ciênc. Agrotec.** v. 23, n. 3, p. 745-752, 1999.
- FINNEY, D.J. **An introduction to statistical science in agriculture**. Edinburg: Oliver&Boyd, 1952. 216 p.
- FISHER, R.A. **The design of experiments**. 6ª ed. Nova York: Hafner, 1951. 245 p.
- GATES, C. E., BILBRO, J. D. Illustration of a cluster analysis method for mean separation. **Agronomy Journal**, v.70, p.462-5, 1978.
- KALIL, E.B. **Princípios de técnicas experimentais com animais**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1977. 210 p.
- LEITE, G.L.D., PICANÇO, M., GUEDES, R.N.C., ZANUNCIO, J.C. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae**, v.89, p.103-113, 2001.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12ª ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 430 p.
- RAMALHO, M.A.P., FERREIRA, D.F., OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.
- SCOTT, A. J., KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-12, 1974.
- SILVA, E.C., FERREIRA, D.F., BEARZOTI, E. Avaliação do poder e taxas de erro tipo I do teste de Scott-Knott por meio do método de Monte Carlo. **Ciênc. Agrotec.** v. 23, n. 3, p. 687-696, 1999.
- SILVA, I.P., SILVA, J.A.A. **Métodos estatísticos aplicados à pesquisa científica: uma abordagem para profissionais da pesquisa agropecuária**. Recife: UFRPE, 1999. 305 p.
- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. **Statistical Methods**. 6. ed. Ames: Iowa State College Press, 1967. 192 p.