

Uso de contrastes ortogonais aplicados a dados de controle do pulgão (*Aphis gossypii* Glover) da cultura do pepino

Tiago Flor de Santana¹; Silvano César da Costa²; Maria Cristina Neves de Oliveira³. ¹Estudante do curso de Matemática da Universidade Estadual de Londrina - UEL; ²Professor do Departamento de Estatística e Matemática Aplicada da UEL; ³Pesquisadora da Área de Biometria e Sócio Economia da Embrapa Soja.

Introdução

Em geral, na pesquisa científica, o procedimento é o de formular hipóteses e verificá-las, diretamente, ou através de suas conseqüências. Para tanto, é necessário um conjunto de observações ou dados, e o planejamento de experimentos é, então, essencial para indicar o esquema sob o qual as hipóteses possam ser testadas. Nessa fase, para realizar de forma adequada esses procedimentos, os cuidados vão desde a escolha do tamanho e da forma de parcela, até a definição do delineamento experimental e do método de comparações das médias de tratamentos que comprove as hipóteses agrônômicas e estatísticas (Banzatto & Kronka, 1995; Oliveira, 2005).

A utilização de métodos estatísticos para testar as hipóteses formuladas é devida à presença, em todas as observações, de efeitos de fatores não controlados que causam a variação. Conforme Banzatto e Kronka (1995) tais efeitos, que sempre ocorrem, não podem ser conhecidos individualmente e tendem a mascarar o efeito do tratamento em estudo.

Freqüentemente, face aos resultados de uma pesquisa, deseja-se conhecer, dentre o elenco de tratamentos, aquele que se destacou, de modo que ocorra a indicação do mais eficiente. Existem situações em que alguns delineamentos experimentais mais complexos, como os fatoriais desbalanceados, exigem que os tratamentos sejam comparados entre grupos (Cochran & Cox, 1957). É muito importante a definição do método que irá agrupar esses tratamentos e, dentre os inúmeros métodos existentes, os contrastes ortogonais são indicados para validar tais tratamentos.

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi aplicar o método de contrastes ortogonais para avaliar o efeito de tratamentos sobre o controle de pulgões na cultura de pepino, identificando o melhor grupo de comparação.

Desenvolvimento

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos de um estudo de controle de pulgões em cultura de pepino (Banzatto & Kronka, 1995).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram: a) testemunha, b) Azinfós etílico, c) Supracid 40CE dose 1, d) Supracid 40CE dose 2 e e) Diazinon 60CE.

O modelo matemático para o delineamento em estudo é o que segue:

$$Y_{ij} = m + T_i + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} é o efeito da variável resposta para o tratamento i e a repetição j ;

m é o efeito da média geral;

T_i é o efeito do tratamento i ;

ε_{ij} é o efeito residual $N \approx (0, \sigma^2)$.

As hipóteses consideradas nesse experimento para comparar os efeitos de tratamento foram:

$H_0 : \sigma_T^2 = 0$, os tratamentos possuem o mesmo efeito;

$H_A : \sigma_T^2 \neq 0$, pelo menos dois tratamentos possuem efeitos diferentes.

O pacote estatístico usado para a análise dos dados foi o 'Statistical Analysis System' - SAS (versão 8.2). Os procedimentos do SAS foram o 'proc means', 'proc univariate' e 'proc glm'.

Os métodos estatísticos utilizados foram a análise exploratória, que avaliou as estatísticas descritivas que, por sua vez, permitiram avaliar as pressuposições requeridas para a realização da análise de variância (ANOVA), e o

teste t, que comparou os efeitos dos contrastes ortogonais. Os testes que permitiram avaliar a normalidade dos resíduos, a aditividade do modelo e a homogeneidade de variâncias foram, respectivamente, o de Shapiro & Wilk (1965), por meio da estatística W, o de Tukey (1949), com a estatística F e o de Burr e Foster (1972), usando a estatística Q.

Resultados

A análise exploratória (Tabela 1) indicou grande variabilidade entre os produtos utilizados para o controle do pulgão, na cultura do pepino ($CV=30,73$ %). Ainda nessa tabela, observou-se que não foram atendidos todos os requisitos para a realização da ANOVA. O valor do coeficiente de curtose foi maior que zero, os dados não devem ser estudados de acordo com a distribuição normal (Shapiro & Wilk, 1965). As variâncias dos tratamentos indicaram heterogeneidade irregular, em função da grande variação entre a amplitude dos valores dos tratamentos (Burr & Foster, 1972) e o

Tabela 1. Estatísticas descritivas e testes de pressuposições da análise de variância com dados originais e transformados.

Estatísticas descritivas	Dados	
	Originais	Transformados (potência, $p=0,229$)
Coeficiente de variação	30,7361	6,9583
Coeficiente de assimetria	-0,4167	0,2996
Coeficiente de curtose	3,2428	-0,2534
Shapiro-Wilk:	W	0,8960
	Prob (W)	0,0067
Não-Aditividade:	F	6,1474
	Prob (F)	0,0205
Hartley:	valor calculado	155,5980
	valor crítico	16,3000
Burr-Foster:	valor calculado	0,4952
	valor crítico	0,3900

modelo não aditivo (Tukey, 1949). Devido a esses resultados, foi utilizada a transformação potência ($p=0,229$), para estabilizar a normalidade dos resíduos, da homogeneidade das variâncias dos tratamentos e da aditividade do modelo. Após o uso da transformação, observaram-se mudanças significativas nos resultados das estatísticas descritivas, o coeficiente de variação foi reduzido ($CV=6,95\%$) e todas as pressuposições para esse modelo matemático foram atendidas (Tabela 1).

Salienta-se que a ANOVA, sem os critérios de independência e normalidade atendidos, pode incorrer a erros e apresentar grupos de contrastes significativos, equivocadamente (Tabelas 2, 3 e 4).

Com base nos resultados da ANOVA, pode-se rejeitar a hipótese de igualdade dos tratamentos ($F=119,90$). Partindo desses resultados, utilizou-se o teste de contrastes ortogonais para avaliar a eficiência dos tratamentos estudados. Pelo método dos contrastes ortogonais, observou-se que houve resposta significativa entre os dois primeiros grupos de contrastes.

Na comparação dos produtos Supracid dose 2 e Diazinon contra a testemunha e Azinfós, o teste t indicou grande significância entre essa comparação ($t=21,72$). No segundo grupo, com a testemunha e o Diazinon contra os tratamentos Azinfós, Supracid doses 1 e 2, a significância foi menor ($t=2,35$). As demais comparações não apresentaram respostas significativas. Outros grupos de contrastes podem ser obtidos para maior compreensão da pesquisa (Tabela 2, 3 e 4).

Tabela 2. Análise de variância para os dados originais e transformados.

Causas de variação	GL	Originais			Transformados		
		Quadrado médio	Teste F	Pr(F)	Quadrado médio	Teste F	Pr(F)
Tratamento	4	5786314,80	81,73	0,0001	10,2113	119,90	0,0001
Resíduo	25	70745,74			0,0851		
Total	29						

Tabela 3. Análise de variância dos contrastes dos ortogonais.

Contrastes	GL	Dados originais			Dados transformados		
		Quadrado médio	Teste F	Pr(F)	Quadrado médio	Teste F	Pr(F)
C ₄ , C ₅ VS C ₁ , C ₂	1	19425660	274,58	0,0001	40,1788	471,78	0,0001
C ₁ , C ₅ VS C ₂ , C ₃ , C ₄	1	3483514,71	49,24	0,0001	0,4689	5,51	0,0272
C ₂ , C ₅ VS C ₁ , C ₄	1	180401,67	2,55	0,1229	0,0533	0,63	0,4360
C ₁ , C ₃ , C ₅ VS C ₂ , C ₄	1	55683,09	0,79	0,3834	0,1441	1,69	0,2052
Total	4						

Tabela 4. Valor das estimativas dos contrastes.

Parâmetros	Dados originais			
	Estimativa	Erro padrão	Teste t	Pr(t)
C ₄ , C ₅ VS C ₁ , C ₂	-5690,00	343,37	-16,57	0,0001
C ₁ , C ₅ VS C ₂ , C ₃ , C ₄	2851,00	406,29	7,02	0,0001
C ₂ , C ₅ VS C ₁ , C ₄	-548,33	343,37	-1,60	0,1229
C ₁ , C ₃ , C ₅ VS C ₂ , C ₄	806,00	908,49	0,89	0,3834
Total	4			

Parâmetros	Dados transformados			
	Estimativa	Erro padrão	Teste t	Pr(t)
C ₄ , C ₅ VS C ₁ , C ₂	-8,18	0,37	-21,72	0,0001
C ₁ , C ₅ VS C ₂ , C ₃ , C ₄	1,04	0,44	2,35	0,0272
C ₂ , C ₅ VS C ₁ , C ₄	0,29	0,37	0,79	0,4360
C ₁ , C ₃ , C ₅ VS C ₂ , C ₄	1,29	0,99	1,30	0,2052

Conclusões

Pelo presente trabalho, conclui-se que:

- coeficientes de assimetria e curtose maiores que zero indicam a presença de variabilidade experimental;
- ausência de normalidade dos erros distorce os resultados do teste de comparação de médias e homogeneidade de variâncias;

- a transformação de dados não deve ser utilizada para reduzir o coeficiente de variação, e sim para transformar os dados, de modo que atendam os requisitos para a análise de variância;
- o estudo de contraste ortogonal é eficiente para comparar grupos de tratamentos.

Referências

- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995.
- BURR, I. W.; FOSTER, L. A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972. p. 26. (Mimeo series, 282).
- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. New York: John Willey 1957. pp. 611.
- OLIVEIRA, M. C. N. de. A estatística na pesquisa agrícola. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 134-147. (Embrapa Soja. Documentos, 265). Organizado por Odilon Ferreira Saraiva, Cesar de Castro, Janete Lasso Ortiz, Simone Ery Grosskopf.
- SAS Institute (1995), SAS proprietary software release 8.2. Cary, NC.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B., An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, **52**, 1965. 591-611.
- TUKEY, J. W. One degree of freedom for non-additivity. **Biometrics**, **5**, 1949. 232-242.