

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

Comparação de Porcentagens Observadas com Casos Extremos de 0 e 100%

MARINÉIA L. HADDAD E JOSÉ D. VENDRAMIM

Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola,
ESALQ/USP, Caixa postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP.

An. Soc. Entomol. Brasil 29(4): 835-837 (2000)

Comparison of Percentage Data with Cases of Extreme Values of 0 and 100%

ABSTRACT - Theoretical variance of residues is suggested for statistical analysis of percentage data with cases of extreme values (0 e 100%) derived from an experimental unit equal or greater to 20 tested individuals. The statistical model is illustrated by analyzing the results of an experiment in which the effect of vegetal powders was evaluated on the survivorship of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) adults.

KEY WORDS: Insecta, binomial distribution, experimentation and statistics.

Em muitos experimentos, os resultados, traduzidos por freqüências, podem ser expressos em porcentagens, que se devem comparar. Na área de Entomologia, isso é usual quando, por exemplo, se avalia a variável mortalidade. É comum, nesses casos, que, antes da análise de variância, os dados expressos em porcentagem (P%) sejam transformados para arc sen $\sqrt{P\%}/100$. Essa transformação é usada admitindo-se que a variável P% tenha distribuição binomial. Nesse caso, essa transformação homogeneizará a variância experimental, que é uma das exigências estatísticas para a validade dos testes de significância e dos intervalos de confiança para as médias dos tratamentos. É necessário, entretanto, muito cuidado na utilização dessa transformação, pois nos casos em que o número inicial de indivíduos (ovos, larvas, etc.) não é conhecido, o cálculo do efeito dos tratamentos é determinado em relação à testemunha, e, nesse caso, essa

transformação não é indicada. A transformação arc sen $\sqrt{P\%}/100$ dará melhores resultados quando todas as porcentagens forem estimadas com um número constante (N) de indivíduos por parcela.

Vaz de Arruda (1971) afirma que a variância da variável transformada $y = \text{arc sen } \sqrt{X/N}$, em que X/N (proporção de indivíduos mortos) tem distribuição binomial e $P\% = X/N \times 100$, é praticamente independente do número de indivíduos (N) por unidade experimental, para $N \geq 20$, e que o valor teórico do quadrado médio residual se aproxima do valor $820,7/N$. Pode acontecer que a variável X/N não tenha distribuição binomial, como é o caso, por exemplo, do estudo de mortalidade de insetos em grandes áreas ou de dados de doenças contagiosas. A verificação da concordância do quadrado médio residual dos dados transformados com o teórico $820,7/N$, admitindo-se a distribuição binomial, pode ser feita através do teste de

qui-quadrado (χ^2), com f graus de liberdade e nível α de probabilidade:

$\chi^2_{(f, \alpha)} = f \text{ (QM) } N / 820,7$, onde:
 $f = \text{graus de liberdade do resíduo;}$

QM = quadrado médio do resíduo dos dados transformados:

N = número de individuos por parcela.

Assim, Vaz de Arruda (1971) admite, com um χ^2 não significativo, a não existência de fontes estranhas de variação associadas à binomial, indicando a utilização do valor teórico da variância residual nos testes de múltiplas comparações.

De posse dessas informações, pode-se usar o teste de Tukey, ao nível α de probabilidade, para comparação entre todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos, após a transformação das médias em arc sen $\sqrt{X/N}$.

Assim.

$$\Delta = \mathbf{q}(\mathbf{I}, \infty) \sqrt{\frac{820,7}{2} \left(\frac{1}{\mathbf{N}_i} + \frac{1}{\mathbf{N}_u} \right)}$$

,onde:

Δ = diferença mínima significativa.

q = amplitude total estudantizada (tabelada), para I = número de tratamentos e infinitos graus de liberdade para o resíduo, e

Ni, Nu = número de insetos usados nos tratamentos i e u, respectivamente.

O teste de Tukey, com o valor teórico da variância residual, também resolve o caso de

comparações com porcentagens extremas de mortalidade (0 e 100%), que ocorrem frequentemente em experimentos entomológicos. Até então, essas comparações eram feitas com o valor do quadrado médio residual da análise de variância, não apropriado para tratamentos com variância zero.

Para efeito de ilustração, a técnica descrita foi aplicada aos dados de Vargas *et al.* (1999), referentes ao efeito de pós vegetais (na concentração de 2,5% p/p) na sobrevivência de adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em grãos de feijão. Nesse trabalho, os adultos foram confinados em caixas plásticas circulares (6,1 cm de diâmetro e 2,1 cm de altura) contendo 20 gramas de feijão em mistura com um dos tratamentos. Caixas contendo apenas feijão foram utilizadas como testemunha. Em cada recipiente, foram colocados cinco casais com idade entre 0 e 24 horas, utilizando-se cinco repetições em delineamento inteiramente casualizado. A avaliação consistiu da contagem do número de indivíduos mortos aos seis dias após a infestação (Tabela 1), para os quais a distribuição binomial foi confirmada.

Nesse caso, como:

$N_1 = N_2 = \dots = N_6 = 50$ (número de insetos/tratamento), e

$q_{(6,\infty)} = 4,03$ (amplitude total estudada), tem-se que:

$$\Delta = 4,03 \sqrt{\frac{820,7}{2} \left(\frac{1}{50} + \frac{1}{50} \right)} = 16,3$$

Tabela 1. Número de adultos de *Z. subfasciatus* mortos seis dias após o contato com feijão tratado com diferentes pós vegetais.

Assim, toda diferença entre duas médias transformadas superior ao valor de $\Delta = 16,3$ indica que essas médias diferem entre si ($P \leq 0,05$). Nesse caso, tem-se, portanto, que a maior eficiência no controle de *Z. subfasciatus* ocorreu nos tratamentos com os pós de pimenta e canela, nos quais a mortalidade foi significativamente maior que em todos os demais. O pó de pimenta + cominho também apresentou eficiência quando comparado à testemunha e aos pós de louro e pereiro, sendo que estes não tiveram qualquer efeito na sobrevivência do inseto (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de mortalidade (P%), média de mortalidade (X/N ou P%/100) e médias transformadas em $y = \text{arc sen } \sqrt{X/N}$ de adultos de *Z. subfasciatus* mortos seis dias após o contato com feijão tratado com diferentes pós vegetais.

Pós vegetais	P%	Média	$y = \text{arc sen } \sqrt{X/N}$
Pimenta	100,00	1,0000	90,00 a
Canela	98,00	0,9800	81,90 a
Pimenta + Cominho	74,00	0,7400	59,30 b
Louro	0,00	0,0000	0,00 c
Pereiro	0,00	0,0000	0,00 c
Testemunha	0,00	0,0000	0,00 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Com base neste estudo, verifica-se que a utilização apropriada do valor teórico da variância residual resolverá o caso de comparações entre todo e qualquer contraste entre médias de mortalidade, inclusive as representativas da mortalidade ou sobrevida total de insetos.

Literatura Citada

- Gonin, H.T. 1966.** Poisson and binomial frequency surfaces. *Biometrika*, 53, 617-619.
- Grainge, M. & S. Ahmed. 1988.** Handbook of plants with pest-control properties. New York, John Wiley, 470p.
- Johnson, N.L. & S. Kotz. 1969.** Distributions in statistics. Boston, Howghton Mifflin Co., 323 p.
- Pacheco, I.A. & D.C. de Paula. 1995.** Insetos de grãos armazenados – identificação e biologia. Campinas, Fundação Cargill, 229p.
- Southwood, T.R.E. 1978.** Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. 2 ed. London, Chapman and Hall, 524 p.
- Vargas, J.V. de, J.D. Vendramim & M. de L. Haddad. 1999.** Bioatividade de pós vegetais sobre o caruncho do feijão em grãos armazenados. *Rev. Agric.* 74: 217-227.
- Vaz de Arruda, H. 1971.** Transformação Angular de Dados de Porcentagens, em Face da Distribuição Binomial. Tese, ESALQ/USP, Piracicaba, 26p.

Aceito em 11/11/2000.