

ANÁLISE DE CONTAGENS DE ERVAS EM ENSAIOS COM HERBICIDAS (*)

CICERO CÔRTE BRILHO

Eng. Agr.

Instituto Agronômico do Estado de São Paulo
Campinas, S. P.

R E S U M O

Em ensaios com herbicidas é comum avaliar-se as eficiências relativas, através da contagem das ervas más remanescentes nos canteiros (ou em áreas casualizadas dentro dos mesmos), algum tempo após as aplicações.

O presente trabalho relata os problemas que surgem na análise estatística desses dados e os métodos propostos para contornar essas dificuldades.

Na análise da variância dos dados de contagens de ervas más de um ensaio de herbicidas foram usadas, como variáveis, as raízes quadradas dos dados, acrescidos de uma unidade. Essa transformação dos dados originais propiciou homogeneidade das variâncias e aditividade dos componentes tornando válidas as inferências da análise. Pelo uso de testes apropriados e pela determinação do coeficiente de variação pôde-se avaliar o aumento de eficiência trazido pelo método empregado. Este coeficiente que foi de 60% na análise dos dados originais reduziu-se para 27% quando se empregaram os dados transformados.

1 — INTRODUÇÃO

A análise da variância é o método de rotina utilizado na interpretação dos resultados de ensaios de campo, mas o seu uso fica restrito a amostras de populações que obedecem a certos modelos matemáticos, nos quais ela foi alicerçada. As seguintes pressuposições são as hipóteses básicas para atender às exigências da análise da variância (9):

(*) Agradecemos ao Eng. Agr. R. Forster pela sugestão deste estudo.

- a) Aditividade dos efeitos.
- b) Distribuição normal dos erros.
- c) Independência dos erros ou desvios.
- d) Variância constante.

Como regra, a falta de uma pressuposição poderá afetar tanto os níveis de significância como a sensibilidade dos testes F e t .

Embora a generalização seja perigosa, a experiência tem mostrado que na maioria dos experimentos, principalmente no campo da biologia, êsses distúrbios não são bastante grandes para invalidar a técnica.

Entretanto, não raro se encontram amostras de populações, nas quais êsses modelos são infringidos. Nesses casos, o uso de métodos não-paramétricos tem sido proposto (9). Outra maneira seria a mudança da escala de medida das variáveis, através de transformações apropriadas (3). Em muitos casos uma transformação adequada pode ser especificada para introduzir atividade, esperando-se também um efeito sobre a distribuição dos erros experimentais. Felizmente, essa mudança muitas vezes, é no sentido de aproximar da normalidade a distribuição dos erros.

Amostras onde os efeitos são proporcionais ao invés de aditivos tendem a uma distribuição binomial e poderão ser analisadas mediante uma transformação logarítmica (4). Quando os dados se referem a proporções ou porcentagens, serão usadas como variáveis, ângulos cujos senos são as raízes das proporções (6). No caso de contagens, tais como número de galhos secos no caféiro para medida de eficiência de adubos (5), número de pulgões por folha em ensaios com inseticidas (2) ou contagens de ervas más em canteiros de ensaios com herbicidas, a distribuição tende ao tipo Poisson, onde a variância é proporcional à média e os efeitos não-aditivos.

A transformação para raiz quadrada das contagens seria a mais indicada para êstes casos. Havendo ocorrência de números muito pequenos, a transformação dos dados originais para raiz quadrada dos dados acrescidos da unidade, é a mais efetiva.

A análise dos dados de contagens de um ensaio com herbicida, usando-se como variáveis, $\sqrt{\text{contagens} + 1}$, constitui o assunto dêste trabalho.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Em ensaios de aplicação de Tillan em amendoim, instalados em três localidades, ALVES e outros (1) efetuaram contagens de gramíneas e ervas de folhas largas, nos canteiros dos experimentos.

O quadro 1 contém os números originais de ervas de folhas largas (x), encontradas em um dos ensaios, conduzido em Tatui.

QUADRO 1 — Ensaio de efeito de Tillan em amendoim na localidade de Tatui. Número de ervas de fôlhas largas por canteiro. Dados originais (1)

Tratamentos		B l o c o s			Totais dos tratamentos	Médias	Amplitude de variação
		A	B	C			
4 dias	Dose 1 . . .	5	10	20	35	11,7	15
	Dose 2 . . .	3	3	20	26	8,7	17
	Dose 3 . . .	2	3	4	9	3,0	2
	Test.	5	10	8	23	7,7	11
0 dias	Dose 1 . . .	2	13	8	23	7,7	11
	Dose 2 . . .	3	12	12	27	9,0	9
	Dose 3 . . .	5	0	3	8	2,7	5
	Test.	5	14	10	29	9,7	9

As amplitudes de variação dentro dos tratamentos mostram diferenças elevadas, de 2 para 17, deixando dúvidas sôbre a homogeneidade da variância do erro.

A análise da variancia dêesses dados originais, quadro 2, foi feita de acôrdo com o delineamento do ensaio, que é aliás, mais ou menos usual para trabalhos com herbicidas (7).

QUADRO 2 — Ensaio de efeito de Tillan em amendoim na localidade de Tatui. Análise da variância dos dados originais (x)

F.V.	S.Q.	G.L.	Q.M.	F.
Blocos	193,75	2	96,88	4,78*
Test. X Herb.	10,89	1	10,89	
(Doses)	(166,78)	(2)	83,39	4,11*
D. linear	140,08	1	140,08	6,91*
D. quadrática	26,70	1	26,70	
Épocas	8,00	1	8,00	
Inter. D X Épocas	16,33	2	8,16	
Erro residual	304,25	15	20,28	
Total	700,00	23		

C. V. = 60%

O elevado coeficiente de variação observado, 60%, reforça as dúvidas sobre a atividade dos efeitos.

Transformação dos dados para \sqrt{x} . — As raízes quadradas dos dados originais estão contidas no quadro 3. Uma vez feitas as transformações procedeu-se à análise dos dados transformados da mesma forma anterior. O quadro 4 contém os resultados da análise.

QUADRO 3 — Ensaio de efeito de Tillan em amendoim na localidade de Tatui. Dados transformados para $\sqrt{\text{contagens}}$

Tratamentos		B locos			Totais dos tratamentos	Médias	Amplitude de variação
		A	B	C			
4 dias	Dose 1 ..	2,24	3,16	4,47	9,87	3,29	2,23
	Dose 2 ..	1,73	1,73	4,47			
	Dose 3 ..	1,41	1,73	2,00			
	Test. . . .	2,24	3,16	2,83			
0 dias	Dose 1 ..	1,41	3,61	2,83	8,23	2,74	2,92
	Dose 2 ..	1,73	3,46	3,46			
	Dose 3 ..	2,24	0,00	1,73			
	Test. . . .	2,24	3,74	3,16			
					9,14	3,05	1,50

QUADRO 4 — Ensaio de efeito de Tillan em amendoim na localidade de Tatui. Análise da variância dos dados transformados para \sqrt{x}

F.V.	S.Q.	G.L.	Q.M.	F.
Blocos	5,91	2	2,96	4,11*
Test. X Herb.	1,05	1	1,05	
(Doses)	(7,29)	(2)	3,64	5,06*
D. linear	6,18	1	6,18	
D. quadrática	1,11	1	1,11	5,58*
Épocas	0,34	1	0,34	
Inter. D X Épocas	0,66	2	0,33	
Erro residual	10,73	15	0,72	
Total	25,98	23		

C. V. = 34%

O coeficiente de variação, 34%, ainda é elevado e não poderá ser aceito para experimentos agrícolas (8). É bem provável que o uso da raiz quadrada dos dados originais não tenha sido suficiente para fornecer aditividade aos efeitos.

Transformação dos dados para $\sqrt{x+1}$. — Os radicais dos dados originais acrescidos de uma unidade, estão contidos no quadro 5. Observa-se na última coluna que a maior diferença de amplitude é agora de 0,51 a 2,58.

QUADRO 5 — Ensaio de efeito de Tillan em amendoim na localidade de Tatui. Dados transformados para $\sqrt{\text{contagens} + 1}$

Tratamentos		B locos			Totais dos tratamentos	Médias	Amplitude de variação
		A	B	C			
4 dias	Dose 1 ..	2,45	3,32	4,58	10,35	3,45	2,13
	Dose 2 ..	2,00	2,00	4,58	8,58	2,86	2,58
	Dose 3 ..	1,73	2,00	2,24	5,97	1,99	0,51
	Test. . . .	2,45	3,32	3,00	8,77	2,92	0,87
0 dias	Dose 1 ..	1,73	3,74	3,00	8,47	2,82	2,01
	Dose 2 ..	2,00	3,61	3,61	9,22	3,07	1,61
	Dose 3 ..	2,45	1,00	2,00	5,45	1,82	1,45
	Test. . . .	2,45	3,87	3,32	9,64	3,21	1,42

O quadro 6 apresenta a análise da variância dos dados transformados.

QUADRO 6 — Ensaio de efeito de Tillan em amendoim na localidade de Tatui. Análise da variância dos dados originais transformados para $\sqrt{x+1}$

F.V.	S.Q.	G.L.	Q.M.	F.
Blocos	5,24	2	2,62	4,85*
Test. X Herb.	0,72	1	0,72	
(Doses)	(5,36)	(2)	2,68	4,96*
D. linear	4,56	1	4,56	8,44*
D. quadrática	0,80	1	0,80	
Épocas	0,18	1	0,18	
Inter. D X Épocas	0,53	2	0,26	
Erro residual	8,05	15	0,54	
Total	20,08	23		

C.V. = 27%

Pela redução do coeficiente de variação, de 60% para 27%, pode-se aquilatar a diminuição do erro experimental e, conseqüentemente, o aumento de precisão nos resultados do experimento.

É possível ainda, através de teste proposto por TUKEY (10), verificar o sucesso da transformação, conferindo aditividade aos efeitos. O teste consiste em isolar da soma de quadrados do erro um componente com 1 grau de liberdade provocado pela não-aditividade. O teste da hipótese é apresentado no quadro 7.

QUADRO 7 — Teste da hipótese de atividade (9, 10)

F.V.	S.Q.	G.L.	Q.M.	F.
Erro residual . . .	8,05	15		
Não-aditividade . .	1,93	1	1,93	4,39
Para o teste . . .	6,12	14	0,44	

O valor não significativo de F, permite aceitar a hipótese de atividade.

O emprêgo da transformação $\sqrt{x+1}$ em pequenos números provenientes de contagens revelou-se eficiente na análise da variância desses dados, proporcionando aditividade aos efeitos e homogeneidade da variância, conferindo validade aos resultados.

A redução do coeficiente de variação traduziu bem a vantagem do uso da transformação. Empregando-se os dados originais este coeficiente foi de 60%. Com a transformação proposta reduziu-se para 27%, valor bem aceitável em experimentos agrícolas, dobrando-se a precisão na comparação das médias dos tratamentos.

LITERATURA CITADA

- 1 — ALVES, A., STRIPECKE, W., OLIVEIRA, V. C., PETINELLI, A., FORSTER, R. & TORRES, S. — Efeito do herbicida Tillan na cultura do amendoim. Ann. IV Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas. []- — 1962.
- 2 — ARRUDA, H. V. — Aplicação da transformação raiz quadrada, na análise da variância de dados experimentais. *Bragantia* 18: XV-XIX — 1959. Nota n.º 3.
- 3 — BARTLETT, M. S. — The use of transformations. *Biometrics* 3:39-52. 1947.
- 4 — CONAGIN, A. — Transformação dos dados experimentais. *Bragantia* 14:[141]-147 — 1955.

- 5 — MALAVOLTA, E., PIMENTEL GOMES, F. & COURY, T. — Estudos sobre a alimentação mineral do caféiro. Piracicaba, Esc. Sup. Agr. Luiz de Queiroz — 1958. 24p. (Boletim n.º 14).
- 6 — MORAES, M. V. & TOLEDO, S. V. — Efeito da combinação de 2,4-D, TCA e Dowpon sobre tiririca em cafézal. Ann. IV Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas. []- . 1962.
- 7 — PENTEADO, A. & CONAGIN, A. — Problemas na experimentação com herbicidas. Ann. II Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas. [211]-225. 1958.
- 8 — PIMENTEL GOMES, F. — Curso de estatística experimental. Piracicaba, Esc. Sup. Agr. Luiz de Queiroz — 1960. p. 10-16.
- 9 — SNEDECOR, G. W. — Statistical methods. The Iowa State College Press, Iowa, 1961 — p. 314-328.
- 10 — TUKEY, J. W. — One degree of freedom for non-additivity. Biometrics 5:[232]-242 — 1949.