

# CORREÇÃO DO RENDIMENTO DE GRÃOS DE TRIGO PELO PESO DO HECTOLITRO<sup>1</sup>

JOÃO CARLOS IGNACZAK<sup>2</sup> e DALTON FRANCISCO DE ANDRADE<sup>3</sup>

**RESUMO** - A comercialização do trigo no Brasil leva em consideração duas variáveis: peso da produção de grãos e peso do hectolitro. O preço mínimo estabelecido anualmente pelo Governo Federal para o produto refere-se ao trigo com peso do hectolitro padrão, fixado em 78 kg. Variações no valor do peso do hectolitro causam acréscimo ou decréscimo no valor do preço mínimo. A pesquisa com trigo no Sul do Brasil tem considerado estas variáveis em separado, dando muita ênfase nas decisões ao peso da produção de grãos e, em geral, usando os dados de peso do hectolitro como informação adicional. O presente trabalho sugere que, na avaliação dos resultados de experimentos de trigo, se leve em conta a correção apropriada do peso da produção de grãos em função do peso do hectolitro. O procedimento de análise sugerido utiliza o método de quadrados mínimos ponderados.

**Termos para indexação:** comercialização de trigo, quadrados mínimos ponderados.

## CORRECTION OF WHEAT GRAIN YIELD FOR TEST WEIGHT

**ABSTRACT** - Commercialization of wheat in Brazil takes into consideration two variables: grain yield weight and test weight. The minimum price for the commodity yearly fixed by the Federal Government refers to wheat with standard test weight, fixed at 78 kg. Oscillations in the value of this variable causes the increase or decrease in the value of the minimum price. Wheat research in Southern Brazil has considered these two variables separately, emphasizing the grain yield weight in its decisions and, generally, using the data on test weight as additional information. This paper suggests that appropriate correction of grain weight related to the test weight be considered in the evaluation of wheat trials results. The suggested procedure uses the method of weighted least squares.

**Index terms:** wheat commercialization, weighted least squares.

## INTRODUÇÃO

Na comercialização do trigo são considerados dois fatores: peso e qualidade do grão. O segundo fator é expresso pelo peso do hectolitro (PH). O preço mínimo, estabelecido anualmente pelo Governo Federal, refere-se ao trigo com PH igual a 78 kg (PH padrão) e sofre um acréscimo ou decréscimo percentual, conforme o PH seja maior ou menor que 78 kg. Portanto, para calcular o valor da produção de trigo, multiplica-se o preço mínimo por quilograma por um fator de correção calculado em função do PH, e o resultado obtido, pelo peso da produção expresso em quilogramas.

A pesquisa com trigo no Sul do Brasil tem considerado estas duas variáveis em separado, ou seja, faz-se uma análise do peso da produção de grãos e

outra do PH. Do ponto de vista prático, este procedimento não tem funcionado muito bem, pois acaba-se levando em conta, nas decisões, quase que exclusivamente o peso da produção de grãos, ficando o PH apenas como informação adicional. Este procedimento pode levar a decisões incorretas, já que, sob o ponto de vista comercial, as diferenças de peso de grãos podem ser alteradas quando se considera o PH.

Ignaczak (1978) propõe uma correção do peso da produção de trigo que leva em conta o valor comercial atribuído ao produto segundo o PH, e desenvolve as fórmulas apropriadas para tal correção. Esta correção parece muito importante em ensaios que envolvem inseticidas, fungicidas e adubos nitrogenados, já que tais práticas, além de influenciarem a produção, também têm, em geral, influência sobre o PH. A correção também pode ser importante nos demais tipos de ensaios em que se comparam produções de trigo.

Este trabalho tem como objetivo o estabelecimento das fórmulas matemáticas apropriadas para a correção e a determinação dos procedimentos de análise estatística adequados para dados originados por esta correção.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 11 de junho de 1981. Trabalho apresentado na 10<sup>a</sup> Conferência Internacional de Biometria, Guarujá, SP, agosto de 1979.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, EMBRAPA, Caixa Postal 569, CEP 99100 - Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup> Matemático, M.Sc., Departamento de Métodos Quantitativos, EMBRAPA, Supercenter Venâncio 2000, sala 722, CEP 70333 - Brasília, DF.

## MÉTODO DE ANÁLISE

A tabela de preços mínimos elaborada pelo Banco do Brasil para a safra de trigo de 1977 (Tabela 1) originou-se do seguinte critério para o estabelecimento do valor da produção de grãos em função do PH:

- o preço mínimo estabelecido refere-se ao trigo com PH = 78 kg, considerado padrão;
- para cada kg acima do PH padrão, o preço é acrescido de 1%;
- para cada kg abaixo do PH padrão, dentro da faixa  $70 < PH < 78$ , o preço decresce em 1% e, entrando no intervalo  $65 < PH < 70$ , em 2%.

A Tabela 1 não apresenta os valores de trigo com PH abaixo de 65 kg porque este é considerado como refugo e a taxa de decréscimo no preço mínimo para o refugo varia de ano para ano, ficando, em geral, a critério das cooperativas. Além disto, anos com produção de tão baixo peso específico são de rara ocorrência.

TABELA 1. Preço mínimo para o trigo. Safra de 1977.

Peso do hectolitro	Cr\$ 60 kg	Cr\$/kg	Percentual considerado-se como 100% o preço estabelecido para PH = 78
84	201,60	3,3600	106
83	199,70	3,3283	105
82	197,80	3,2967	104
81	195,90	3,2650	103
80	194,00	3,2333	102
79	192,10	3,2017	101
78	190,20	3,1700	100
77	183,30	3,1383	99
76	186,40	3,1067	98
75	184,50	3,0750	97
74	182,60	3,0433	96
73	180,70	3,0117	95
72	178,80	2,9800	94
71	176,90	2,9483	93
70	175,00	2,9167	92
69	171,20	2,8533	90
68	167,40	2,7900	88
67	163,60	2,7267	86
66	159,80	2,6633	84
65	156,00	2,6000	82

Fonte: Banco do Brasil (Port. SUPER 34, 10.6.1977).

Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(3):361-369, mar. 1982.

Com base no critério anteriormente exposto, observa-se que o valor da produção de trigo, em cruzeiros, pode ser representada pela fórmula

$$VP = PROD \times PM \times c,$$

onde PROD é o peso da produção de trigo, em quilogramas, PM é o preço mínimo estabelecido pelo Governo, em cruzeiros, para o trigo com PH = 78 kg e c é o fator de correção em função do PH.

Como o preço mínimo é invariante dentro de um mesmo ano, em experimentos comparativos obtêm-se os mesmos resultados da análise da variável VP através da análise do peso da produção corrigida

$$PRODCOR = PROD \times c.$$

O valor do fator da correção c é dado pela seguinte expressão, segundo o PH:

$$c = \begin{cases} \frac{PH + 22}{100} & PH > 70 \\ \frac{100 - \{8 + [(70 - PH) \times 2]\}}{100} & 65 < PH < 70 \\ F/100 & PH < 65, \end{cases}$$

onde F é o percentual sobre o preço mínimo pago pelo trigo considerado como refugo. Este valor tem variado de 26 a 65%.

Em alguns experimentos, o PH é determinado para cada parcela. Entretanto, por razões de ordem prática, em muitos experimentos, misturam-se as produções das parcelas com um mesmo tratamento e, após, determina-se o PH para o tratamento. Este processo parece estar mais próximo do procedimento comercial. Por isto, no presente trabalho utiliza-se um valor único de correção para cada tratamento, em cada experimento.

Considere-se um experimento em blocos casualizados com t tratamentos e r repetições. Seja  $Y = (Y_1 \dots Y_t)'$  o vetor das observações, onde  $Y_i$  ( $i = 1, \dots, t$ ) é o vetor das observações do i-ésimo tratamento. O modelo usual adotado na análise da variável produção de grãos pode ser escrito, em notação matricial na forma

$$Y = X\beta + \epsilon, \quad (1)$$

onde X é a matriz do delineamento,  $\beta$  é o vetor dos parâmetros e  $\epsilon$  é o vetor dos resíduos que se pressupõe ter distribuição multinormal com média  $O_{tr}$  e matriz de covariância  $I_{tr} \sigma^2: \epsilon \sim N_{tr}(O_{tr}, \sigma^2 I_{tr})$ , onde  $O_{tr}$  e  $I_{tr}$  indicam, respectivamente, a matriz nula e a matriz identidade, ambas de dimensões  $tr \times tr$ .

Seja

$$D = \begin{bmatrix} C_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & C_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & C_t \end{bmatrix},$$

onde  $C_i = c_i I_r$  e  $c_i$  é a correção apropriada da produção de grãos em função do PH para o  $i$ -ésimo tratamento. Então,

$$Z = D Y$$

é o vetor das produções corrigidas.

O modelo apropriado para a análise da produção corrigida é

$$Z = X\beta + \delta, \quad (2)$$

onde  $Z$ ,  $X$  e  $\beta$  têm as mesmas definições anteriores e  $\delta = D \epsilon$ .

O valor esperado e a variância do vetor de resíduos do modelo (2) são:

$$E(\delta) = 0$$

$$V(\delta) = V(D\epsilon) = DV(\epsilon)D' = D(\sigma^2 I)D' = \sigma^2 DD' = \sigma^2 D^2.$$

Logo,

$$\delta \sim N_{tr}(0, \sigma^2 D^2)$$

onde

$$D^2 = \begin{bmatrix} C_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & C_2^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & C_t^2 \end{bmatrix}$$

$$e C_i^2 = c_i^2 I_r.$$

Assim, o vetor de resíduos do modelo (2) tem distribuição multinormal com média zero e matriz de covariância diagonal, com elementos na diagonal diferentes. Isto decorre da heterogeneidade de variância, resultante dos diferentes pesos atribuídos aos tratamentos para levar em conta diferentes valores de PH.

Multiplicando-se ambos os membros de (2) por  $D^{-1}$ , obtém-se

$$D^{-1} Z = D^{-1} X\beta + D^{-1} \delta, \quad (3)$$

ou seja,

$$Y = (D^{-1} X)\beta + \epsilon.$$

Então, a análise de peso da produção corrigida em função do peso do hectolitro é equivalente à análise da produção (não corrigida), modelo (1), com a matriz do delineamento  $D^{-1}X$  em vez de  $X$ . A análise apropriada pode ser efetuada pela aplicação do método de quadrados mínimos ponderados ao modelo (2). O peso atribuído a cada observação do  $i$ -ésimo tratamento é  $1/c_i$ , isto é, o inverso

do correspondente fator de correção que leva em conta o peso do hectolitro. O método de quadrados mínimos ponderados é descrito em muitos textos de estatística; por exemplo, Steel & Torrie (1960), Draper & Smith (1966) e Searle (1971).

Os cálculos podem ser facilmente executados através do uso do procedimento PROC GLM do "Statistical Analysis System" (SAS) (Barr et al. 1976) ou outro sistema que contenha procedimento para a análise de modelos lineares gerais, ou programa específico para tal propósito.

Note-se que nesse método de análise as médias dos tratamentos têm variâncias diferentes. Então, para as comparações múltiplas entre tratamentos, deve-se utilizar um teste adequado para a situação, por exemplo o teste  $t$ .

## APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

**Material.** Para ilustração da aplicação e avaliação do método de análise proposto, utilizam-se dados de 86 experimentos do "Ensaio Sul-Brasileiro de Linhagens de Trigo" efetuados nos anos de 1974, 1975 e 1976. Os experimentos foram conduzidos pela rede de experimentação constituída pelo Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Instituto de Pesquisas Agropecuárias (IPAGRO), da Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul; Federação das Cooperativas Brasileiras de Trigo e Soja Ltda. (FECOTRIGO); Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); e Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Estes experimentos foram delineados em blocos ao acaso, com quatro repetições, e o número de tratamentos variou de 10 a 36.

Foram utilizados, também, dados de quatro experimentos da área de sanidade do CNPT: "Teste de Fungicidas do Grupo II", realizado em 1977; e "Recomendações da CSBT", "Avaliação de Perdas por Oídio" e "Cultivares x Fungicidas", efetuados em 1978. Os dois primeiros utilizaram o delineamento em blocos casualizados, e os outros dois, o delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas.

**Análises efetuadas.** Para todos os experimentos, foi realizada a análise de variância para as variáveis PROD e PRODCOR pelo método de quadrados mínimos ordinário (análise de variância usual) e para a variável PRODCOR foi efetuada também a análise de variância pelo método proposto, ou seja, pelo método de quadrados mínimos ponderados. Considerou-se como critério, para a avaliação dos efeitos da utilização da variável PRODCOR as alterações ocorridas nos valores de F obtidos para tratamentos.

Para os experimentos Cultivares x Fungicidas/1978 e Sul-Brasileiro de Linhagens de Trigo Precoce-A de Vacaria/1975, foi feita a comparação entre médias de tratamentos para as variáveis PROD e PRODCOR, a fim de se verificar as alterações causadas pela adoção da variável PRODCOR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância e do teste F da hipótese de nulidade de efeitos de tratamentos, para cada um dos 90 experimentos, são apresentados na Tabela 2. Esta Tabela mostra os resultados das análises do peso da produção de grãos não corrigida para o PH (variável PROD) e os resultados das análises do peso da produção de grãos corrigida em função do PH (variável PRODCOR), efetuadas pelo método de quadrados mínimos ponderados (método proposto) e pelo método de quadrados mínimos ordinário (que não leva em conta os diferentes pesos apropriados para a correção do peso da produção em função do PH).

O contraste dos resultados das análises permite observar as alterações dos resultados a que pode conduzir a análise da variável PRODCOR pelo método proposto, apropriado para a situação, em relação à análise da variável PROD, que não leva em conta a correção em função do PH. Permite, também, contrastar os resultados da análise da variável PRODCOR pelo método proposto e pela análise de variância usual (não ponderada).

Vê-se, na Tabela 2, que o valor de F para tratamentos é maior na análise de variância usual da PRODCOR do que na mesma análise de PROD na maioria absoluta das vezes. Como a maioria dos valores de F referentes à PROD já eram altamente significativos, as alterações para mais em F não chegam a tornar-se muito importantes; entretanto, indicam que ocorreram mudanças nas diferenças entre tratamentos. Quanto às alterações dos valores de F entre a análise de variância não-ponderada e a análise de variância ponderada da variável PRODCOR, nota-se que foram acentuadas somente nos ensaios em que ocorreram tratamentos com PH < 65, sendo que nos demais ensaios os valores permaneceram quase que inalterados; ou seja, estes resultados indicam que, se todos os valores de PH forem iguais ou maiores que 65, pode-se aplicar a análise de variância usual sobre a PRODCOR sem maiores problemas. Isto se deve ao fato de que nestes casos os valores da correção estão muito próximos de um. Além disso, deve-se considerar que a análise de variância ponderada necessita a utilização de recursos computacionais, dada a sua com-

plexidade, o que a torna pouco acessível à maioria dos pesquisadores.

É conveniente lembrar que, no caso em que todos os tratamentos têm PH < 65 kg, todos os valores são multiplicados pelo mesmo coeficiente, o que não altera em nada os procedimentos de análise. Faz-se, então, a correção apenas para se obter o valor real da produção de cada tratamento e utiliza-se a análise de variância usual.

As alterações mais frequentes devidas à adoção da PRODCOR concentram-se nas comparações entre médias de tratamentos, onde ocorre estreitamento ou alargamento das diferenças e/ou inversão na colocação relativa dos tratamentos, embora nem sempre isto cause alterações nos grupos semelhantes determinados estatisticamente.

Na Tabela 3, é apresentado o resultado da aplicação do Teste de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) na comparação das médias das cultivares correspondentes às parcelas principais do ensaio Cultivares x Fungicidas de 1978 com relação às variáveis PROD e PRODCOR. A variável PRODCOR foi submetida à análise de variância usual, por não se ter tido, neste ensaio, nenhum valor de PH < 65 kg. Vê-se, na Tabela 3, que, no caso da variável PROD, a cultivar 5 difere estatisticamente apenas da cultivar 2 e quando se utilizou a PRODCOR, a cultivar 5 difere estatisticamente das cultivares 2, 6, 1 e 3.

Na Tabela 4, é apresentada a comparação, pelo teste t, entre o melhor tratamento do ensaio SBP-A/75 e os cinco subsequentes com relação às variáveis PROD e PRODCOR. Note-se que, neste caso, foi utilizada a análise de variância ponderada para a variável PRODCOR, visto que havia tratamentos com PH < 65 kg. Nessa tabela mostra-se, também, a produção relativa dos tratamentos para as variáveis PROD e PRODCOR, considerando-se a média do tratamento 17 como 100%. Note-se, na Tabela 4, que, com relação à PROD, o único tratamento que difere significativamente do tratamento 17 é o 16, e que, quando se utilizou a PRODCOR, além do tratamento 16, difere significativamente do tratamento 17 o tratamento 18. Convém salientar que a diferença entre os tratamentos 17 e 7 foi de 192 kg/ha quando se utilizou a PROD e de 95 kg/ha, no caso da PRODCOR, embora estatisticamente não tenha ocorrido alteração. No entanto, na prática, muitas vezes os pes-

TABELA 2. Avaliação do efeito da utilização da variável PRODCOR, com relação à variável PROD, sobre o teste F para tratamentos (análise de variância não ponderada) e da adoção da análise de variância ponderada para a variável PRODCOR, com relação à análise de variância usual para PRODCOR e PROD.

Ano	Ensaio	Local	Causa	GL Resíduo	Produção de grãos kg/ha		Produção corrigida em função do peso do hectolitro (kg/ha)				Número de observações com PH < 65 kg
					Análise de variância usual		Análise de variância usual		Análise de variância ponderada		
					F	Significância	F	Significância	F	Significância	
1974	SBP-A	01	TRAT	72	6,97	0,0001	7,11	0,0001	7,12	0,0001	0
1974		02	TRAT	72	4,76	0,0001	5,09	0,0001	5,07	0,0001	0
1974		07	TRAT	72	2,11	0,0082	2,58	0,0011	2,57	0,0001	0
1974		10	TRAT	72	4,46	0,0001	4,31	0,0001	4,32	0,0001	0
1974		14	TRAT	72	6,07	0,0001	6,28	0,0001	6,37	0,0001	0
1974		15	TRAT	72	2,36	0,0028	2,53	0,0013	2,55	0,0012	0
1974		16	TRAT	72	3,14	0,0001	3,76	0,0001	3,81	0,0001	0
1974		23	TRAT	72	15,86	0,0001	18,99	0,0001	20,32	0,0001	0
1974		24	TRAT	72	3,75	0,0001	4,20	0,0001	4,23	0,0001	0
1974	SBP-B	01	TRAT	105	7,97	0,0001	8,27	0,0001	8,26	0,0001	0
1974		02	TRAT	105	3,27	0,0001	5,06	0,0001	16,52	0,0001	8
1974		03	TRAT	105	2,30	0,0006	2,39	0,0004	2,40	0,0003	0
1974		07	TRAT	105	2,47	0,0002	2,67	0,0001	2,75	0,0001	0
1974		13	TRAT	105	4,61	0,0001	5,05	0,0001	5,18	0,0001	0
1974		14	TRAT	105	2,60	0,0001	2,66	0,0001	2,69	0,0001	0
1974		15	TRAT	105	3,04	0,0001	3,13	0,0001	3,15	0,0001	0
1974		16	TRAT	105	3,03	0,0001	4,23	0,0001	4,17	0,0001	0
1974		23	TRAT	105	9,24	0,0001	11,94	0,0001	11,82	0,0001	0
1974		24	TRAT	105	2,44	0,0003	2,69	0,0001	2,68	0,0001	0
1974	SBT	01	TRAT	33	3,79	0,0014	4,20	0,0007	4,17	0,0007	0
1974		07	TRAT	33	3,31	0,0037	3,99	0,0010	4,37	0,0005	0
1974		16	TRAT	33	9,93	0,0001	11,14	0,0001	11,08	0,0001	0
1974		23	TRAT	33	10,84	0,0001	10,40	0,0001	10,34	0,0001	0
1975	SBP-A	01	TRAT	66	6,16	0,0001	22,94	0,0001	71,83	0,0001	16
1975	SBP-A	02	TRAT	66	1,18	0,2929	1,25	0,2406	1,27	0,2280	0
1975	SBP-A	03	TRAT	66	7,01	0,0001	15,29	0,0001	76,79	0,0001	4
1975	SBP-A	04	TRAT	66	4,64	0,0001	6,39	0,0001	28,54	0,0001	4
1975	SBP-A	06	TRAT	66	5,24	0,0001	9,65	0,0001	41,41	0,0001	4
1975	SBP-A	07	TRAT	66	7,62	0,0001	16,84	0,0001	64,99	0,0001	8
1975	SBP-A	08	TRAT	66	7,52	0,0001	13,77	0,0001	84,64	0,0001	4
1975	SBP-A	10	TRAT	66	7,70	0,0001	16,68	0,0001	80,87	0,0001	4
1975	SBP-A	11	TRAT	66	10,96	0,0001	18,84	0,0001	61,39	0,0001	4
1975	SBP-A	13	TRAT	66	2,34	0,0042	2,74	0,0009	2,69	0,0010	0
1975	SBP-A	14	TRAT	66	3,30	0,0001	3,03	0,0003	3,11	0,0002	0
1975	SBP-A	15	TRAT	66	11,21	0,0001	11,78	0,0001	12,00	0,0001	0
1975	SBP-A	16	TRAT	66	13,75	0,0001	22,56	0,0001	70,15	0,0001	4
1975	SBP-A	17	TRAT	66	7,70	0,0001	12,98	0,0001	47,40	0,0001	12
1975	SBP-A	18	TRAT	66	5,35	0,0001	5,97	0,0001	5,95	0,0001	0
1975	SBP-B	01	TRAT	60	8,92	0,0001	24,64	0,0001	77,58	0,0001	12
1975	SBP-B	02	TRAT	60	3,51	0,0001	3,56	0,0001	3,53	0,0001	0
1975	SBP-B	04	TRAT	60	2,53	0,0011	6,88	0,0001	23,02	0,0001	9
1975	SBP-B	06	TRAT	60	4,18	0,0001	5,35	0,0001	5,42	0,0001	0
1975	SBP-B	07	TRAT	60	8,21	0,0001	15,59	0,0001	46,89	0,0001	12
1975	SBP-B	08	TRAT	60	3,64	0,0001	4,00	0,0001	4,01	0,0001	0

TABELA 2. Continuação.

Ano	Ensaio	Local	Causa	GL Resíduo	Produção de grãos kg/ha		Produção corrigida em função do peso do hectolitro (kg/ha)				Número de observações com PH < 65 kg
					Análise de variância usual		Análise de variância usual		Análise de variância ponderada		
					F	Significância	F	Significância	F	Significância	
1975	SBP-B	10	TRAT	60	7,29	0,0001	7,93	0,0001	8,06	0,0001	0
1975	SBP-B	11	TRAT	60	10,03	0,0001	14,25	0,0001	42,42	0,0001	3
1975	SBP-B	13	TRAT	60	1,77	0,0299	1,93	0,0115	1,94	0,0148	0
1975	SBP-B	14	TRAT	60	2,90	0,0002	3,06	0,0001	3,07	0,0001	0
1975	SBP-B	15	TRAT	60	3,37	0,0001	3,74	0,0001	3,83	0,0001	0
1975	SBP-B	16	TRAT	60	5,58	0,0001	8,92	0,0001	29,49	0,0001	6
1976	SBP-A	01	TRAT	57	8,47	0,0001	10,98	0,0001	10,87	0,0001	0
1976	SBP-A	04	TRAT	38	2,55	0,0070	2,88	0,0027	2,86	0,0029	0
1976	SBP-A	05	TRAT	57	13,32	0,0001	21,56	0,0001	70,73	0,0001	4
1976	SBP-A	06	TRAT	57	10,82	0,0001	11,74	0,0001	11,95	0,0001	0
1976	SBP-A	08	TRAT	57	4,74	0,0001	4,82	0,0001	4,85	0,0001	0
1976	SBP-A	09	TRAT	57	9,81	0,0001	10,99	0,0001	11,16	0,0001	0
1976	SBP-A	10	TRAT	57	2,93	0,0009	2,90	0,0010	2,93	0,0009	0
1976	SBP-A	11	TRAT	57	5,81	0,0001	6,83	0,0001	6,80	0,0001	0
1976	SBP-A	13	TRAT	57	4,74	0,0001	4,85	0,0001	4,78	0,0001	0
1976	SBP-A	14	TRAT	52	2,69	0,0025	3,18	0,0005	3,14	0,0006	0
1976	SBP-A	15	TRAT	57	2,73	0,0018	2,85	0,0012	2,84	0,0013	0
1976	SBP-A	20	TRAT	57	2,92	0,0009	2,93	0,0009	2,94	0,0009	0
1976	SBP-B	01	TRAT	81	7,83	0,0001	12,91	0,0001	40,03	0,0001	4
1976	SBP-B	02	TRAT	81	10,66	0,0001	11,11	0,0001	11,24	0,0001	0
1976	SBP-B	04	TRAT	81	3,69	0,0001	4,44	0,0001	4,54	0,0001	0
1976	SBP-B	05	TRAT	81	11,98	0,0001	24,65	0,0001	97,64	0,0001	8
1976	SBP-B	06	TRAT	81	5,61	0,0001	6,12	0,0001	6,34	0,0001	0
1976	SBP-B	08	TRAT	81	3,40	0,0001	3,59	0,0001	3,59	0,0001	0
1976	SBP-B	09	TRAT	81	20,56	0,0001	23,52	0,0001	23,41	0,0001	0
1976	SBP-B	10	TRAT	81	2,26	0,0027	2,02	0,0083	2,03	0,0081	0
1976	SBP-B	11	TRAT	81	2,08	0,0062	2,60	0,0005	2,66	0,0004	0
1976	SBP-B	13	TRAT	81	3,32	0,0001	3,74	0,0001	3,85	0,0001	0
1976	SBP-B	14	TRAT	81	2,82	0,0002	3,09	0,0001	3,12	0,0001	0
1976	SBP-B	15	TRAT	81	2,24	0,0030	2,90	0,0001	3,03	0,0001	0
1976	SBP-B	20	TRAT	81	4,49	0,0001	4,64	0,0001	4,56	0,0001	0
1976	SBT	01	TRAT	36	9,98	0,0001	32,77	0,0001	47,86	0,0001	15
1976	SBT	02	TRAT	36	3,51	0,0033	4,96	0,0002	4,89	0,0003	0
1976	SBT	04	TRAT	36	9,68	0,0001	45,67	0,0001	48,37	0,0001	20
1976	SBT	05	TRAT	36	15,44	0,0001	13,04	0,0001	17,21	0,0001	40
1976	SBT	08	TRAT	27	9,48	0,0001	12,83	0,0001	13,94	0,0001	0
1976	SBT	09	TRAT	36	6,73	0,0001	7,84	0,0001	8,02	0,0001	0
1976	SBT	10	TRAT	36	32,41	0,0001	61,24	0,0001	203,63	0,0001	5
1976	SBT	11	TRAT	36	15,41	0,0001	20,21	0,0001	21,36	0,0001	0
1976	SBT	13	TRAT	36	5,19	0,0002	6,21	0,0001	7,02	0,0001	0
1976	SBT	14	TRAT	36	5,00	0,0002	5,42	0,0001	5,51	0,0001	0
1976	SBT	15	TRAT	36	1,11	0,3784	22,58	0,0001	40,31	0,0001	15
1977	Grupo II	07	TRAT	18	0,72	0,6814	0,91	0,5366	0,93	0,5237	0
1978	CSBT	07	TRAT	39	7,03	0,0001	7,36	0,0001	7,30	0,0001	0
1978	Perdas p/oidio	07	Cultivar	6	7,74	0,0218	9,37	0,0143	9,35	0,0143	0

TABELA 2. Continuação.

Ano	Ensaio	Local	Causa	GL Resíduo	Produção de grãos kg/ha		Produção corrigida em função do peso do hectolitro (kg/ha)				Número de observações com PH < 65 kg
					Análise de variância usual		Análise de variância usual		Análise de variância ponderada		
					F	Significância	F	Significância	F	Significância	
1978	p/oidio	07	Trat.	54	2,87	0,0168	3,00	0,0132	2,97	0,0142	0
1978	p/oidio	07	C x T	54	0,75	0,7005	0,72	0,7275	0,72	0,7227	0
1978	Cult. x Fung.	07	Cultivar	21	10,88	0,0001	14,16	0,0001	13,98	0,0001	0
1978	Fung.	07	Fung.	120	12,32	0,0001	12,75	0,0001	13,06	0,0001	0
1978	Fung.	07	C x T	120	1,69	0,0200	1,74	0,0143	1,76	0,0131	0

TABELA 3. Comparação das médias das cultivares (parcelas principais) do ensaio Cultivares x Fungicidas/1978 com relação às variáveis produção de grãos de trigo (PROD) e produção de grãos de trigo corrigida em função do peso do hectolitro (PRODCOR). Teste Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

Cultivar	PROD			PRODCOR		
	Média em kg/ha	Duncan 5%		Cultivar	Média em kg/ha	Duncan 5%
2	3.565	A		2	3.632	A
8	3.044	B		4	3.094	B
4	3.037	B		7	3.038	B
7	2.984	B		8	3.030	B
5	2.868	BC		5	2.862	B
1	2.595	C		6	2.551	C
3	2.584	C		1	2.521	C
6	2.568	C		3	2.517	C

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

quisadores adotam como critério de decisão uma determinada percentagem sem levar em conta os testes estatísticos. Um exemplo disto é o critério utilizado na avaliação do rendimento de grãos para o lançamento de novas cultivares de trigo, o qual consiste em que uma linhagem pode ser lançada como nova cultivar se na média dos últimos três anos de experimentação ela tiver 5% mais produção do que a melhor testemunha. No exemplo citado, vê-se que a produção relativa dos tratamentos 17 e 7 foi alterada em 4% quando se utilizou a PRODCOR. Este fato mostra que o uso da variável PRODCOR pode talvez assumir maior im-

portância nos casos em que não se utilizam testes estatísticos.

Com relação à correção dos dados de produção de grãos de trigo em função do peso do hectolitro, convém salientar, ainda, que o Banco do Brasil utiliza uma tabela de melhoria do peso do hectolitro em função da umidade do grão. No presente trabalho, não se levou isto em consideração, uma vez que se supõe ser prática geral entre pesquisadores secar convenientemente os grãos de todos os tratamentos a serem comparados, antes da determinação do peso da produção de grãos e do peso do hectolitro.

TABELA 4. Comparação entre a média do melhor tratamento (17) e alguns outros (7, 23, 6, 18 e 16) do Ensaio Sul Brasileiro Precoce A-1975 de Vacaria com relação as variáveis produção de grãos de trigo (PROD) e produção de grãos de trigo corrigida em função do peso do hectolitro (PRODCOR), no caso do uso da análise de variância ponderada para análise de PRODCOR. Teste t.

PROD				PRODCOR					
Treatamento	Média em kg/ha	Teste de significância com relação ao trat. 17	% de produção com relação ao trat. 17	Diferença com relação ao tratamento 17 (kg/ha)	Treatamento	Média em kg/ha	Teste de significância com relação ao trat. 17	% de produção com relação ao trat. 17	Diferença com relação ao tratamento 17 (kg/ha)
17	2.475	-	100	-	17	2.298	-	100	-
7	2.283	ns	92	192	7	2.194	ns	96	95
23	2.100	ns	85	375	23	1.984	ns	86	305
6	2.092	ns	84	383	6	2.001	ns	87	288
18	2.092	ns	84	383	18	1.899	*	83	390
16	2.025	*	82	450	16	1.839	*	80	450

ns: diferença não significativa

\*: diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

A utilização do peso da produção de grãos do trigo corrigido em função do peso do hectolitro faz com que as produções dos diferentes tratamentos tenham valores mais reais, em termos de comercialização, e padronizados. Conseqüentemente, as comparações dessas produções entre si serão mais apropriadas do ponto de vista prático.

A análise econômica de experimentos de trigo tem exigido considerável trabalho de cálculo, uma vez que necessita estabelecer em separado o ganho em função do peso da produção e do peso do hectolitro. A nova variável sugerida deverá reduzir em muito este trabalho.

Convém observar, ainda, que a correção do peso da produção de grãos em função do peso do hectolitro (para PH > 65 kg) é independente do preço mínimo determinado anualmente. Ela está relacionada apenas ao critério de variação do preço mínimo em função do peso do hectolitro. Com isso, em análises conjuntas que envolvem experimentos de vários anos, torna-se necessária a atualização dos valores da PRODCOR apenas para os experimentos que possuam tratamentos com PH < 65 kg.

Processo de cálculo usando o SAS. Para se gerar a variável PRODCOR, a partir dos dados originais das variáveis PROD e PH, e após realizar a análise de variância ponderada, para o caso de experimentos delineados em blocos ao acaso, utiliza-se a seguinte seqüência de comandos:

```
DATA;
INPUT REP 8 TRAT 10-11 PROD 14-17 PH 20-23;
COMMENT
REP = REPETIÇÃO
TRAT = TRATAMENTO
PROD = PRODUÇÃO DE GRÃOS EM KG/HA
PH = PESO DO HECTOLITRO;
IF PH < 70 THEN GO TO P1;
Y = (PH + 22)/100;
GO TO P3;
P1: IF PH < 65 THEN GO TO P2;
Y = (100 - (8 + ((70 - PH)^2)))/100;
GO TO P3;
P2 : Y = 0,48;
P3 : PRODCOR = PROD * Y
P = 1/(Y * Y);
```

## COMMENT

O LABEL P2:  $Y = 0,48$ , REFERE-SE À CORREÇÃO PARA  $PH < 65$ ; NESTE CASO O VALOR DE  $Y$  É IGUAL AO VALOR PAGO PELO TRIGUILHO DIVIDIDO PELO PREÇO MÍNIMO PARA TRIGO COM  $PH = 78$  KG;

(Conjunto de dados)

PROC GLM;

CLASSES REP TRAT;

MODEL PRODCOR = REP TRAT; WEIGHT P;

LSMEANS TRAT/STDERR PDIFF;

## CONCLUSÕES

1. A utilização, pela pesquisa agrícola, da variável produção de grãos de trigo corrigida em função do peso do hectolitro (PRODCOR) é importante quando se deseja avaliar resultados referentes à cultura de trigo.

2. O procedimento recomendado para a análise de variância da nova variável (PRODCOR) é o Método dos Mínimos Quadrados Ponderados.

3. A utilização da análise de variância pelo Método de Quadrados Mínimos Ponderados causa alterações significativas somente quando existem observações com valor do peso do hectolitro menor que 65 kg.

4. Quando todos os valores do peso do hectolitro são maiores que 65 kg ou todos são menores que 65 kg, pode-se utilizar a análise de variância usual para PRODCOR sem maiores problemas.

5. Os valores de  $F$  para tratamentos obtidos na análise de variância usual (não ponderada) para a variável PRODCOR foram maiores que os obtidos na análise da variável peso da produção de grãos (PROD) na maioria absoluta das vezes; isto indica que o uso da variável PRODCOR causa alterações nas diferenças entre tratamentos.

6. As alterações mais frequentes e importantes face à adoção da variável PRODCOR concentram-

-se nos testes de comparações múltiplas entre médias de tratamentos.

7. O uso da variável PRODCOR pode assumir grande importância nos casos em que não se utilizam testes estatísticos para avaliar diferenças entre tratamentos.

8. As comparações entre tratamentos baseadas na variável PRODCOR são mais reais e apropriadas, do ponto de vista prático e comercial, do que quando realizadas com base na variável PROD.

9. A utilização da variável PRODCOR simplifica os cálculos relativos à análise econômica de experimentos de trigo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. João Gilberto Corrêa da Silva, Chefe do DMQ-EMBRAPA, pelo incentivo e sugestões que nos foram dados durante a realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BARR, A.J.; GOODNIGHT, J.H.; SALL, J.P. & HELLWIG, J.T. A user's guide to SAS 76. Raleigh, SAS Institute, 1976. 329p.
- DRAPER, N. & SMITH, H. Applied regression analysis. New York, John Wiley & Sons, 1966. 407p.
- IGNACZAK, J.C. Correção do rendimento de trigo pelo peso do hectolitro. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 10, Porto Alegre, 1978. Solos e técnicas culturais, economia e sanidade... Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1978. v.2., p.69-84.
- SEARLE, S.R. Linear models. New York, John Wiley, 1971. 532p.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics; with special reference to the biological sciences. New York, McGraw-Hill Book Company, 1960. 481p.