

## UM MODELO CLIMA-RENDIMENTO PARA PREVISÃO DO RENDIMENTO DO SOJA NO RIO GRANDE DO SUL

FERNANDO SILVEIRA DA MOTA

Universidade Federal de Pelotas  
Caixa Postal 49 - 96100 - Pelotas, Rio Grande do Sul

### OBJETIVOS

Desenvolver um modelo clima-rendimento-tecnologia para prever o rendimento da cultura do soja no Estado do Rio Grande do Sul.

### METODOLOGIA

Por ser grande produtora de soja foi escolhida para realizarmos este estudo a Micro-região Colonial das Missões, onde predominam solos da Unidade Santo Ângelo com 80 mm de capacidade máxima de água disponível.

Foram comparados 11 índices de seca, nas safras 1958/59 a 1972/73 (Tabela I).

Os dados de área cultivada, produção total e rendimento do soja nas safras 1958/59 - 1976/77, foram fornecidos pela Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul.

Os dados meteorológicos utilizados representam a média das estações de São Luiz Gonzaga (INEMET), Usina Ijuizinho e Passo Major Zeferino (CEEE).

A cultura do soja no Rio Grande do Sul vem adotando melhor tecnologia e seu rendimento apresenta uma tendência para aumentar. Como índice de melhoria tecnológica ocorrida na cultura do soja de 1959 a 1977 usamos os quilogramas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mais K<sub>2</sub>O por hectare cultivado com soja, trigo e arroz, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, segundo dados fornecidos pela Associação Nacional Para Difusão de Adubos.

Para o estabelecimento dos modelos clima-rendimento-tecnologia, escolheu-se o método de regressão múltipla, denominado *backward elimination*, para a seleção das variáveis independentes que melhor explicassem o rendimento segundo Silveira Junior e Zonta (1977).

### CONCLUSÕES

As equações de regressão linear múltipla ou simples, conforme selecionadas pelo computador, no processo *backward elimination*, respectivos R<sup>2</sup>, a significância das variáveis independentes e erros-padrão de estimativa, são apresentadas na Tabela I.

Considerando o R<sup>2</sup> dos modelos, podemos considerar como melhor o índice:

TABELA I

Equações de regressão múltipla<sup>1</sup>, significância das variáveis independentes, respectivos erros padrão de estimativa e coeficientes de determinação entre o rendimento médio do soja na Micro-região Colonial das Missoes, RS, e os índices de seca, hídrico e tecnológico, nas safras 1958/59 - 1972/73.

Índices	Nº Modelo	Equação de regressão	Sy.x kg/ha	Significância x <sub>1</sub>	Significância x <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>
<b>I. Índice de seca</b>						
1. Período dezembro a fevereiro:						
1.1. Balanço hídrico diário:						
1.1.1. $\Sigma(1-ER/EP)$	(1)	$Y = 1402,70 - 13,92x_1 + 5,96x_2$	100,09	xx	xx	0,90
1.1.2. Média de ER/EP	(2)	$Y = -1180,81 + 4021,92x_1$	-3	xx	NS	0,60
1.2. Balanço hídrico mensal:						
1.2.1. Soma da deficiência hídrica	(3)	$Y = 819,25 - 4,21x_1 + 8,17x_2$	174,25	xx	x	0,68
1.2.2. Média de ER/EP	(4)	$Y = -2001,39 + 2971,27x_1 + 5,44x_2$	131,22	xx	x	0,82
2. Período outubro a abril:						
2.1. Balanço hídrico mensal:						
2.1.1. Soma da deficiência hídrica	(5)	$Y = 795,73 - 3,02x_1 + 8,77x_2$	195,19	x	x	0,60
2.1.2. Média de ER/EP	(6)	$Y = -1753,28 + 2555,51x_1 + 8,64x_2$	197,39	x	x	0,59
<b>II. Índice hídrico</b>						
1. Janeiro	(7)	$Y = 594,75 + 9,08x_2$	-	NS	x	0,37
2. Fevereiro	(8)	$Y = 222,09 + 420,61x_1 + 6,02x_2$	168,40	xx	x	0,72
3. Dezembro	(9)	$Y = 594,79 + 9,08x_2$	-	NS	x	0,37
4. Dezembro a fevereiro	(10)	$Y = 162,19 + 476,02x_1 + 7,35x_2$	193,50	xx	x	0,66
5. Outubro a abril	(11)	$Y = 594,75 + 9,08x_2$	-	NS	x	0,37

1. Y = rendimento (kg/ha); x<sub>1</sub> = índice de seca ou índice hídrico; x<sub>2</sub> = índice tecnológico.

2. Selecionada pelo processo backward elimination.

3. O erro padrão de estimativa não foi determinado para as equações em que um dos índices não foi significativo.

NS = Não significativo.

$\sum_{d=1}^f (1-ER/EP)$  de dezembro a fevereiro a partir do balanço hídrico diário (Mota et al., 1979).

Quando o  $\sum_{d=1}^f (1-ER/EP)$  era igual ou superior a 45, verificamos que os rendimentos de soja eram muito mais baixos do que poderia ser esperado com tal valor. Multiplicando os valores do índice, quando iguais ou superiores a 45, por 1,5, o coeficiente de correlação aumentou. Ponderação semelhante foi usada por Shaw (1974, 1977) com bons resultados.

Determinamos a seguinte equação de regressão linear simples entre o rendimento observado no Estado e o estimado com o melhor modelo na Micro-região Colonial das Missões, nas safras 1958/59 a 1976/77:

$$Y = 492,95 + 0,67x$$

no qual:

$$R^2 = 0,81 \text{ e } Sy.x = 102,78 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ (Modelo A}_1\text{)}$$

O valor  $x$  é obtido a partir do modelo:

$$Y = 1402,7 - 13,93 x_1 + 5,96 x_2$$

no qual:

$$R^2 = 0,79 \text{ e } Sy.x = 165,65 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ (Modelo A}_2\text{)},$$

onde:

$x_1 = \sum_{d=1}^f$  Índice de seca (1-ER/EP) no período de dezembro a fevereiro; e,  
 $x_2 =$  Índice tecnológico

Este modelo escolhido foi testado, em sua habilidade preditiva dos rendimentos médios na região estudada, usando a variável climática, o índice tecnológico e os rendimentos, para anos posteriores aos utilizados no seu estabelecimento (1973/74 a 1976/77). Ver Figura 1.

## SUMMARY

A weather-technology model for soybeans yield forecast in Rio Grande do Sul State, Brazil. Daily and monthly rainfall data were utilized to calculate 11 different drought indices in various calendar month periods throughout the life cycle of the soybean crop in the Colonial das Missões micro-region. The best drought index was the summation of daily values of 1-ER/EP in the months of December, January and February.

A simpler linear regression equation,  $Y = 492,95 + 0,67x$ , where Y is the average State soybean yield and x is the estimate soybean yield in the Colonial das Missões micro-region, can be used to predict the state yield. This yield is obtained from the multiple linear regression equation  $Y = 1402,7 - 13,92x_1 + 5,96x_2$  where Y is the estimated yield in the Colonial das Missões micro-region,  $x_1$  is the average drought index in this micro-region and  $x_2$  is the technological index (kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>205</sub> + K<sub>20</sub>).

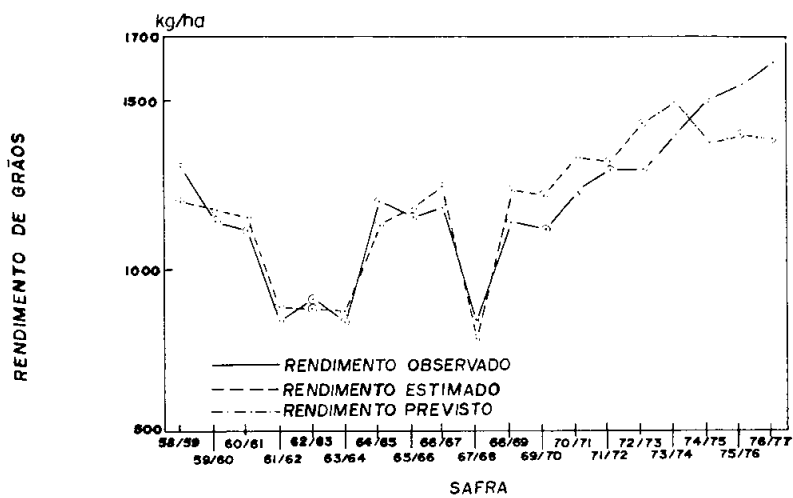


Figura 1. Rendimentos observados e estimados, no Rio Grande do Sul com o modelo A2

## LITERATURA CONSULTADA

1. CORSI, W. C. e SHAW, R. H. 1971. Evaluation of stress indices for corn in Iowa. Iowa State Journal of Science. Ames, 46(1):79-85.
2. MOTA, F. S. da, ROSSKOFF, J. L. e OLIVEIRA, M. O. de. 1979. Programa de computador para estimar o balanço hídrico diário agrometeorológico no Brasil. I Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Mossoró.
3. SHAW, R. H. 1974. A weighted moisture-stress index for corn in Iowa. Iowa State Journal of Research. Ames, 49(2):101-14.
4. SHAW, R. H. 1977. Use of a moisture-stress index for examining climate trends and corn yields in Iowa. Iowa State Journal of Research. Ames 51(3):249-54.
5. SILVEIRA JUNIOR, P. e ZONTA, E. P. 1977. Regressão múltipla linear. Processo *backward elimination*. Série Metodológ. 4. UFPel. Pelotas.
6. THORNTHWAITE, C. W. e MATHER, J. P. 1955. The water balance. Centerton, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Publications in climatology, 8(1):104 p.

## AGRADECIMENTO

O autor agradece ao Prof. José Luiz da Costa Rosskoff, o processamento, em computador, do balanço hídrico diário.