

ANÁLISE ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE DOSES E FONTES DE
NITROGÊNIO NA CULTURA DO TRIGO, SOB CONDIÇÕES DE
RISCO, EM PELotas, RIO GRANDE DO SUL (1)

Vera Osório da Fonseca (2)

1 - INTRODUÇÃO

A inclusão de fatores meteorológicos na relação "input/output", na experimentação agrícola, é hoje tida como necessária. Diversos estudos têm mostrado que ao fator clima está associada parte muito importante da variação dos rendimentos das culturas, em diferentes anos.

Segundo MOTA & ACOSTA (1973), a variabilidade anual do clima no Rio Grande do Sul é responsável por variação de 30% na produção de trigo no Estado. Isto deve-se, principalmente, a alta umidade do clima na floração, favorecendo as doenças, e a alta nebulosidade em alguns anos, prejudicial à fotossíntese, especialmente quando os cultivares são pouco adaptados a condições de baixa insolação.

Estudos desenvolvidos por PASCALE & MOTA (1966) e MOTA & WENDT (1975) mostraram que a umidade relativa do ar, em setembro e outubro tem efeito negativo na produtividade do trigo, enquanto que a radiação solar age positivamente, nos meses de setembro e novembro.

Para o exame dos riscos e ganhos associados a diferentes níveis de fertilização, é necessário que se conheça a amplitude de variação dos rendimentos físicos e lucros a eles associados. Dispondo-se de repetições das experiências no tempo (ou no espaço), pode-se estimar a "distribuição de probabilidades" para a variação das respostas na produção, associadas aos efeitos das variações climáticas, sendo as diversas alternativas deduzidas com base probabilística, através de funções de produção concretas.

Os objetivos deste trabalho são:

- a) obter uma função de resposta do rendimento de trigo, ao emprego de doses e fontes de nitrogênio; cultivares; observações de precipitação, radiação solar e umidade relativa do ar; e
- b) estimar a distribuição de frequência dos rendimentos e lucros,

(1) Resumo do trabalho de Tese para obtenção de Mestrado em Economia Rural. IEPE/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1976.

(2) Pesquisador da EMBRAPA.

para um período de 200 anos.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

HILDRETH (1957) estudando a influência da precipitação no lucro da fertilização, na produção de forragem, determina uma função de acréscimo pelo emprego da fertilização, e o total mínimo de precipitação para conseguir o ponto de equilíbrio. Com dados históricos de precipitação, calcula a probabilidade simples do lucro num dado ano.

KNETSCH (1959) inclui a variável climática "seca" na função de produção para caracterizar a relação fator-produto. Obtém um índice climático que, juntamente com os tratamentos nitrogenados, é expresso como uma simples regressão polinomial.

SMITH & PARKS (1967) usam a técnica da simulação para estudar o nível ótimo da aplicação de fertilizante em feno, quando a "seca" é considerada variável aleatória. Estabelecem uma função de produção generalizada, com níveis de irrigação e níveis de nitrogênio.

OLIVEIRA (1972) emprega a simulação para determinar as probabilidades das "produções esperadas" de trigo na região de Alentejo (Portugal) e respectivas margens brutas, quando usados níveis de adubação NP (nitrogênio e fósforo), considerando o clima como variável aleatória.

De modo geral a variável climática é sempre incluída através de índice. Segundo MELLAART (1968) nunca foi provado que os índices representam os fatores aos quais as plantas reagem. Uma vez que diferentes plantas reagem a diferentes fatores, ou de diferentes maneiras ao mesmo fator, e, devido a complexa combinação dos fatores que podem afetar as plantas, diz que seria melhor tomá-los separadamente do que combiná-los.

BAUMANN & WEBER (1966) concluem que a utilização de parâmetros meteorológicos selecionados e experimentalmente significativos podem dar bons resultados.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

As produções aqui analisadas provêm de ensaio conduzido por técnicos do Setor de Solos do ex-Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias do Sul, no campo experimental da Sede. Instalado em 1959, foi mantido no mesmo local até 1973.

Foram testadas 3 doses e 4 fontes de nitrogênio, comparadas a uma testemunha. As doses e fontes estudadas são as seguintes:

Doses: 30, 60 e 90 kg/ha de nitrogênio.

Fontes: Sulfato de amônia, Salitre do Chile, Calnitro e Uréia.

As doses de nitrogênio foram aplicadas 1/3 no plantio e 2/3 em co

bertura no primórdio. Em todas as parcelas foram aplicados, anualmente, 60 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg/ha de K_2O , usando como fonte destes elementos, Superfosfato triplo e Cloreto de potássio.

A época de semeadura variou entre a 2.^a quinzena de junho e 2.^a de julho, não sendo possível precisar as datas. A densidade de semeadura esteve entre 100 e 120 kg/ha, dependendo da época de semeadura, com poder germinativo da semente entre 80 e 90%.

As cultivares testadas nos diferentes anos foram as seguintes:

Anos	Cultivares
1959 a 1962	Frontana
1964 e 1965	IAS-20
1966 a 1969	IAS-50
1970 e 1971	IAS-52
1973	IAS-54

Os experimentos de 1963 e 1972 foram perdidos.

O ensaio foi instalado numa área de 720 m², em 3 blocos ao acaso sem repetição, cada bloco caracterizando-se por uma dose de N com uma testemunha.

3 - VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA ANÁLISE

Inúmeros fatores influem numa função de produção para trigo, porém apenas os descritos a seguir, são considerados.

Como variável explicada utiliza-se a produtividade em kg/ha. Como explicativas: doses de nitrogênio; precipitação; radiação solar; umidade relativa do ar; bem como "dummies" para caracterizar diferenças na produtividade pelo uso de diferentes cultivares e fontes de nitrogênio.

As variáveis climáticas são estudadas em períodos quinzenais, sendo que para a precipitação são computados totais em milímetros nas 1.^a e 2.^a quinzenas de julho e agosto e 1.^a de novembro; para a radiação solar os totais em Langley, na 2.^a quinzena de setembro, 1.^a e 2.^a de outubro e 1.^a de novembro. Os períodos para a umidade relativa do ar média, em percentagem, são os mesmos que para a radiação solar.

As observações climáticas provêm da Estação Agrometeorológica do ex-IPEAS, localizada a aproximadamente 15 km do campo experimental, e a menor altitude que este.

4 - MODELO ESTATÍSTICO

Em virtude do elevado número de variáveis explicativas e da limi

tação do programa utilizado ⁽³⁾ para o ajuste da função, os dados foram ajustados a um modelo linear com interações, incluindo-se um termo quadrático para doses de nitrogênio.

Para a seleção das variáveis e do modelo final de regressão, testaram-se quatro submodelos, sendo a análise feita em computador IBM-1130, com o Programa REGD, da Universidade da Califórnia (1970).

Um dos pressupostos do Modelo Linear Básico para a análise de regressão é de que a matriz X seja não estocástica. Apesar de neste estudo X ser aleatória, admite-se um grau de independência suficiente para que se aceitem as propriedades usuais de mínimos quadrados. Este pressuposto baseia-se em que:

a) embora desconhecendo-se se existe uma independência ponto a ponto, sabe-se existir uma independência no conjunto de pontos para os diferentes anos; e

b) foram incluídas, no modelo, grande número de variáveis climáticas, que estudos anteriores já indicavam a importância sobre o rendimento do trigo.

5 - MODELO DE ANÁLISE ECONÔMICA

Dado que $Y = f(N, X)$, sendo X estocástica, a maximização em termos econômicos é feita para a expectativa do lucro, ou seja:

$$\text{Max } E(\pi) = P_y E(\bar{Y}) - N \cdot P_n - C$$

onde:

$E(\pi)$ = valor esperado para o lucro;

$E(\bar{Y})$ = valor esperado para a produção;

N = quantidade de nitrogênio aplicado;

P_y = preço unitário do produto;

P_n = preço unitário do nitrogênio

C = custo fixo do processo produtivo.

Como estimativa de custos tomou-se por base o estudo para 1975, da FECOTRIGO, fazendo-se adaptações aos dados do ensaio em estudo ⁽⁴⁾. Consi

⁽³⁾ O programa REGD permite um limite máximo de 53 variáveis.

⁽⁴⁾ Os valores considerados neste estudo são:

Custo fixo - Cr\$ 1154,19/ha.

Aplicação de N em cobertura - Cr\$ 8,69/ha (independente do nível).

FUNRURAL - 2% s/valor bruto da produção.

Custo da terra - 4,4% s/valor bruto da produção.

Transporte - Cr\$ 0,03/kg.

Urêia - Cr\$ 6,4056/kg.N.

Sulfato de amônia - Cr\$ 7,1675/kg.N.

Salitre do Chile - Cr\$ 8,9375/kg.N.

Trigo - Cr\$ 1,67/kg.

derou-se ainda o subsídio de 40% para os fertilizantes e os juros sobre o financiamento destes.

6 - SIMULAÇÃO

Para a simulação das observações climáticas é utilizado o seguinte critério:

Radiação solar: Distribuição Normal de Probabilidades, truncada nos limites máximo e mínimo observados em cada período;

Umidade relativa do ar: Distribuição Beta de Probabilidades (YAO, 1974);

Precipitação: Tabela de Probabilidades das Precipitações em Pelotas, RS (AMARAL & SILVA, 1970).

As duas primeiras foram simuladas em computador IBM-1130, utilizando-se geradores de números aleatórios do próprio sistema e sub-rotinas específicas para as distribuições Beta e Normal (NAYLOR "et alii", 1966).

Os parâmetros destas distribuições foram estimados usando-se dados históricos de 23 anos. A última foi feita manualmente.

Para a simulação das "produções" e "lucros" por cultivar, utilizaram-se: valores simulados para as variáveis climáticas; níveis de nitrogênio equivalentes a 0, 50, 75 e 100% das quantidades determinadas no ponto de Eficiência Econômica, quando considerado o período experimental; e, como fonte de nitrogênio a uréia, por ser a de menor custo.

7 - RESULTADOS E CONCLUSÕES

É o seguinte o submodelo selecionado:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 6681,3555 + 2,2191 N + 441,9759 V_1 + 2,0672 RS_1 + 5,7246 RS_2 - \\ & - 107,0520 UR_2 - 4,8767 PT_3 - 12,2834 PT_n - 0,0942 N^2 - 1,9885 NF_2 + \\ & + 0,0289 NRS_1 - 0,0278 NPT_3 + 0,0574 NUR_2 V_2 + 0,0489 NUR_2 V_3 + \\ & + 5,0350 V_2 PT_n + 11,8571 V_3 PT_n - 10,6007 V_4 PT_n. \end{aligned}$$

onde:

N = doses de nitrogênio em kg/ha

V₁ = cultivar IAS-20

V₂ = cultivar IAS-50

V₃ = cultivar IAS-52

V₄ = cultivar IAS-54

RS₁ = radiação solar na 2.^a quinzena de setembro (em Langley)

RS_2 = radiação solar na 1.^a quinzena de outubro (em Langley)
 UR_2 = umidade relativa do ar, em %, na 1.^a quinzena de outubro
 PT_3 = precipitação, em milímetros, na 1.^a quinzena de agosto
 PT_n = precipitação, em milímetros, na 1.^a quinzena de novembro

Os resultados estatísticos deste submodelo são:

$$R^2 = 0,784279$$

$$R^2 \text{ (ajustado)} = 0,764557$$

$$F = 39,17$$

$$\text{Erro-padrão da regressão} = 242 \text{ kg/ha de trigo}$$

Com excessão de doses de nitrogênio, todos os demais coeficientes são significativos aos níveis de 1 e 5% de probabilidade.

O teste de BARTLETT (⁵) mostrou a existência de heterocedasticidade bastante acentuada.

Com o objetivo de corrigir a heterocedasticidade, tentou-se uma transformação no modelo, baseada no desenvolvimento de PARKS (1966), admitin-do-se para a variância do erro a seguinte forma:

$$\sigma^2_{E_i} = E(\bar{Y})^\alpha$$

obtendo-se para α o valor 0,2677.

A transformação não funcionou, não sendo possível corrigir a heterocedasticidade.

A observação desta equação mostra que a umidade relativa do ar na 1.^a quinzena de outubro e a precipitação nas 1.^a quinzena de agosto e 1.^a de novembro, influem negativamente na produtividade, enquanto que a radiação solar, no período 16/9 a 15/10 age positivamente.

Na presença do nitrogênio, a radiação solar no 2.^o período é significativa e as cultivares IAS-50 e IAS-52 são menos atingidas pelos efeitos da umidade relativa do ar.

Tanto o valor positivo do coeficiente para a interação IAS-52 x PT_n como o negativo para o IAS-54 x PT_n parecem ser exagerados. Possivelmente por ter-se usado uma variável "dummy" para captar o efeito da cultivar, e esta esteja captando outros efeitos que não somente os devidos à precipitação.

Com respeito a IAS-52 parece haver uma compensação, já que a produção estimada não foge muito aos valores observados, o que não acontece com a IAS-54. Esta, apesar de ser a mais susceptível à Giberela ("Gibberella zeae" (Schw.) ptch.) é bastante cultivada hoje em dia. Embora não respondendo a do

(⁵) in FRANK Jr., Charles. Statistics and Econometrics. USA. Holt, Rinehart and Winston, p. 287-89.

ses elevadas de N (mais de 60 kg/ha) na maioria dos locais, apresenta bons resultados, também confirmados pelas produções no ensaio. Uma vez que a produção estimada está muito aquém do que se poderia considerar como razoável, eliminou-se da análise a IAS-54.

A análise econômica dos resultados, considerando-se apenas o período experimental, mostrou que a IAS-52 é bastante superior aos demais, sendo que sua dose de maximização do lucro é de 67 kg/ha de N, com uma produção esperada de 1.600 kg/ha e lucro de Cr\$ 888,00/ha.

Para a IAS-50 o lucro máximo está na aplicação de 70 kg/ha de N, com produtividade e lucro esperados de 1.460 kg/ha e Cr\$ 565,00/ha.

A IAS-20 e a Frontana maximizam o lucro a uma dose bem menor de nitrogênio: 45 kg/ha. A produtividade esperada para a IAS-20 é de 1.421 kg por hectare e para a Frontana de 852 kg/ha. O lucro esperado para a IAS-20 é de Cr\$ 535,00/ha, enquanto que para a Frontana é de -142 Cr\$/ha.

Estes valores são para a fonte de nitrogênio - uréia, que dá acréscimos iguais ou superiores a 5% quando comparada ao sulfato de amônia e a 17% quando comparada ao salitre do Chile.

Os valores simulados para as produções e lucros esperados, foram estudados por estrato, sendo que para a produtividade o intervalo de classe é de 250 kg/ha e para o lucro de Cr\$ 400,00/ha.

Dado que a função estimada permite obter produções negativas, sem pre que isto ocorreu considerou-se como nula. Os quadros 1, 2, 3 e 4 mostram os resultados obtidos com cada cultivar.

A estimativa da média, desvio-padrão e coeficiente de variação, tanto para a produtividade como para o lucro, mostrou grande variabilidade para qualquer dos cultivares estudados. Na ausência de nitrogênio tem-se em ordem decrescente, Frontana, IAS-20, IAS-50 e IAS-52, indicando que as cultivares mais novas são mais resistentes aos efeitos das variações climáticas.

O risco do produtor é bastante alto, pois as médias são bem pequenas quando comparadas ao desvio-padrão. O emprego de nitrogênio ameniza este risco, já que o lucro médio cresce proporcionalmente mais do que os acréscimos no desvio-padrão.

Com base no lucro esperado para os 200 anos, estimou-se a probabilidade simples da razão (lucro/custo total) ser igual ou superior a 0, 10, 20, 30 e 50%. Os resultados são sintetizados no quadro n.º 5.

A observação deste quadro mostra que os melhores resultados são sempre obtidos com a cultivar IAS-52, existindo mesmo uma dominância estocástica ⁽⁶⁾ do nível de fertilização 2 (50 kg/ha de N). Os níveis 1, 2 e 3 de

⁽⁶⁾ Diz-se que uma distribuição de probabilidades de lucro $f(L)$ domina estocasticamente outra distribuição de lucros $g(L)$, se para qualquer $L = x$

$$\int_0^x f(L) dL \geq \int_0^x g(L) dL$$

QUADRO 1. - Distribuição de Freqüência de 200 Anos de Produções e Lucros com a Cultivar Frontana, em Pelotas, RS

Classes de freqüência (kg/ha)		Nitrogênio (kg/ha)							
		0		22,5		34,0		45,0	
		n	P(n)	n	P(n)	n	P(n)	n	P(n)
I - Para a produção									
nula		35	0,175	19	0,095	17	0,085	17	0,085
0	250	17	0,085	19	0,095	18	0,090	15	0,075
250	500	28	0,140	16	0,080	15	0,075	13	0,065
500	750	20	0,100	25	0,125	20	0,100	21	0,105
750	1000	36	0,180	23	0,115	27	0,135	25	0,125
1000	1250	28	0,140	35	0,175	19	0,095	17	0,085
1250	1500	19	0,095	27	0,135	38	0,190	40	0,200
1500	1750	14	0,070	19	0,095	23	0,115	18	0,090
1750	2000	3	0,015	14	0,070	14	0,070	23	0,115
2000	2250	-		3	0,015	8	0,040	10	0,050
2250	2500	-		-		1	0,005	1	0,005
2500	2750	-		-		-		-	
2750	3000	-		-		-		-	
3000	3250	-		-		-		-	
3250	3500	-		-		-		-	
Cr\$/ha		II - Para o lucro							
-1600	-1200	-		22	0,110	24	0,120	22	0,110
-1200	- 800	52	0,260	20	0,100	19	0,095	20	0,100
- 800	- 400	27	0,135	17	0,085	17	0,085	17	0,085
- 400	0	22	0,110	29	0,145	30	0,150	29	0,145
0	400	37	0,185	19	0,095	20	0,100	19	0,095
400	800	26	0,130	39	0,195	37	0,185	39	0,195
800	1200	23	0,115	19	0,095	18	0,090	19	0,095
1200	1600	11	0,055	24	0,120	24	0,120	24	0,120
1600	2000	2	0,010	10	0,050	10	0,050	10	0,050
2000	2400	-		1	0,005	1	0,005	1	0,005
2400	2800	-		-		-		-	
2800	3200	-		-		-		-	
3200	3600	-		-		-		-	

QUADRO 2. - Distribuição de Freqüência de 200 Anos de Produções e Lucros com a Cultivar IAS-20, em PELOTAS, RS

Classes de freqüência (kg/ha)		Nitrogênio (kg/ha)							
		0		22,5		34,0		45,0	
		n	P(n)	n	P(n)	n	P(n)	n	P(n)
I - Para a produção									
nula		12	0,060	6	0,030	6	0,030	5	0,025
0	250	15	0,075	8	0,040	4	0,020	5	0,025
250	500	12	0,060	13	0,065	10	0,050	9	0,045
500	750	20	0,100	16	0,080	18	0,090	17	0,085
750	1000	25	0,125	16	0,080	16	0,080	14	0,070
1000	1250	25	0,125	29	0,145	22	0,110	22	0,110
1250	1500	38	0,190	21	0,105	27	0,135	27	0,135
1500	1750	18	0,090	38	0,190	26	0,130	19	0,095
1750	2000	25	0,125	18	0,090	32	0,160	33	0,165
2000	2250	8	0,040	25	0,125	19	0,095	24	0,120
2250	2500	2	0,010	8	0,040	13	0,065	17	0,085
2500	2750	-		2	0,010	6	0,030	7	0,035
2750	3000	-		-		1	0,005	1	0,005
3000	3250	-		-		-		-	
3250	3500	-		-		-		-	
II - Para o lucro									
Cr\$/ha				9	0,045	9	0,045	9	0,045
-1600	-1200	-		9	0,045	9	0,045	8	0,040
-1200	- 800	24	0,120	17	0,085	14	0,070	14	0,070
- 800	- 400	15	0,075	16	0,080	14	0,070	15	0,075
- 400	0	21	0,105	18	0,090	22	0,110	21	0,105
0	400	24	0,120	30	0,150	28	0,140	29	0,145
400	800	40	0,200	27	0,135	20	0,100	21	0,105
800	1200	25	0,125	33	0,165	37	0,185	32	0,160
1200	1600	16	0,080	21	0,105	25	0,125	27	0,135
1600	2000	7	0,035	14	0,070	15	0,075	16	0,080
2000	2400	2	0,010	6	0,030	6	0,030	7	0,035
2400	2800	-		-		1	0,005	1	0,005
2800	3200	-		-		-		-	
3200	3600	-		-		-		-	

QUADRO 3. - Distribuição de Freqüência de 200 Anos de Produções e Lucros com a Cultivar IAS-50, em Pelotas, RS

Classes de freqüência (kg/ha)		Nitrogênio (kg/ha)							
		0		35,0		52,5		70,0	
		n	P(n)	n	P(n)	n	P(n)	n	P(n)
I - Para a produção									
nula		10	0,050	2	0,010	1	0,005	1	0,005
0	250	21	0,105	4	0,020	4	0,020	3	0,015
250	500	25	0,125	5	0,025	2	0,010	3	0,015
500	750	30	0,150	19	0,095	13	0,065	8	0,040
750	1000	35	0,175	25	0,125	18	0,090	11	0,055
1000	1250	33	0,165	31	0,155	26	0,130	24	0,120
1250	1500	23	0,115	30	0,150	30	0,150	31	0,155
1500	1750	15	0,075	32	0,160	34	0,170	29	0,145
1750	2000	8	0,040	24	0,120	29	0,145	34	0,170
2000	2250	-		18	0,090	24	0,120	23	0,115
2250	2500	-		9	0,045	14	0,070	20	0,100
2500	2750	-		1	0,005	4	0,020	11	0,055
2750	3000	-		-		1	0,005	2	0,010
3000	3250	-		-		-		-	
3250	3500	-		-		-		-	
II - Para o lucro									
Cr\$/ha				4	0,020	3	0,015	4	0,020
-1600	-1200	-		4	0,020	4	0,020	3	0,015
-1200	- 800	25	0,125	12	0,060	13	0,065	11	0,055
- 800	- 400	26	0,130	28	0,140	16	0,080	16	0,080
- 400	0	35	0,175	28	0,140	25	0,125	24	0,120
0	400	31	0,155	28	0,140	34	0,170	31	0,155
400	800	24	0,120	36	0,180	33	0,165	32	0,160
800	1200	17	0,085	30	0,150	31	0,155	34	0,170
1200	1600	4	0,020	18	0,090	23	0,115	25	0,125
1600	2000	-		10	0,050	15	0,075	14	0,070
2000	2400	-		2	0,010	3	0,015	5	0,025
2400	2800	-		-		-		1	0,005
2800	3200	-		-		-		-	
3200	3600	-		-		-		-	

QUADRO 4. - Distribuição de Frequência de 200 Anos de Produções e Lucros com a Cultivar IAS-52, em Pelotas, RS

Classes de frequência (kg/ha)		Nitrogênio (kg/ha)							
		0		33,5		50,0		67,0	
		n	P(n)	n	P(n)	n	P(n)	n	P(n)
I - Para a produção									
nula		2	0,010	-		-		-	
0	250	2	0,010	1	0,005	1	0,005	1	0,005
250	500	12	0,060	1	0,005	1	0,005	1	0,005
500	750	19	0,095	5	0,025	-		-	
750	1000	42	0,210	14	0,070	11	0,055	9	0,045
1000	1250	52	0,260	20	0,100	17	0,085	13	0,065
1250	1500	27	0,135	36	0,180	22	0,110	19	0,095
1500	1750	21	0,105	48	0,240	45	0,225	32	0,160
1750	2000	19	0,095	30	0,150	44	0,220	50	0,250
2000	2250	4	0,020	24	0,120	30	0,150	30	0,150
2250	2500	-		17	0,085	16	0,080	24	0,120
2500	2750	-		3	0,015	10	0,050	16	0,080
2750	3000	-		1	0,005	2	0,010	3	0,015
3000	3250	-		-		1	0,005	1	0,005
3250	3500	-		-		-		1	0,005
II - Para a produção									
Cr\$/ha									
-1600	-1200	-		1	0,005	1	0,005	1	0,005
-1200	- 800	3	0,015	1	0,005	2	0,010	2	0,010
- 800	- 400	13	0,065	1	0,005	-		-	
- 400	0	19	0,095	13	0,065	10	0,050	10	0,050
0	400	45	0,225	17	0,085	14	0,070	15	0,075
400	800	52	0,260	32	0,160	24	0,120	21	0,105
800	1200	31	0,155	50	0,250	45	0,225	40	0,200
1200	1600	21	0,105	39	0,195	45	0,225	47	0,235
1600	2000	12	0,060	21	0,105	31	0,155	34	0,170
2000	2400	3	0,015	19	0,095	18	0,090	17	0,085
2400	2800	1	0,005	5	0,025	7	0,035	10	0,050
2800	3200	-		1	0,005	3	0,015	2	0,010
3200	3600	-		-		-		1	0,005

QUADRO 5. - Probabilidades da Razão (Lucro/Custo Total) Ser Igual ou Superior a 0, 10, 20, 30 e 50%

Níveis de nitrogênio (kg/ha)	Retorno (%)				
	0	10	20	30	50
Cultivar Frontana					
0	0,495	0,455	0,395	0,325	0,220
22,5	0,550	0,500	0,475	0,440	0,270
34,0	0,550	0,515	0,485	0,435	0,275
45,0	0,560	0,510	0,485	0,430	0,265
Cultivar IAS-20					
0	0,700	0,655	0,610	0,570	0,495
22,5	0,745	0,730	0,665	0,625	0,520
34,0	0,770	0,730	0,690	0,640	0,520
45,0	0,770	0,730	0,700	0,655	0,520
Cultivar IAS-50					
0	0,570	0,515	0,480	0,385	0,290
35,0	0,760	0,725	0,670	0,590	0,500
52,5	0,820	0,765	0,725	0,640	0,530
70,0	0,830	0,780	0,725	0,635	0,530
Cultivar IAS-52					
0	0,825	0,760	0,685	0,610	0,505
33,5	0,920	0,885	0,860	0,805	0,680
50,0	0,935	0,905	0,880	0,840	0,730
67,0	0,935	0,900	0,865	0,820	0,690

fertilização, para esta cultivar, podem ser considerados como equivalentes em termos de retorno, sendo que a escolha fica na dependência da disponibilidade financeira e nível de aversão a risco de cada produtor.

8 - LIMITAÇÕES ÀS CONCLUSÕES

Em virtude de que o ensaio não foi planejado para estudo da natureza deste, existem limitações às conclusões aqui apresentadas. As principais são:

a) As variáveis climáticas foram utilizadas em períodos fixos, não considerando, exatamente, as datas dos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Este fato impõe sérias restrições ao uso generalizado da fun

ção, em outros locais;

b) As observações climáticas não foram feitas no local do ensaio, e sim, próximas a ele, possivelmente determinando diferenças entre os valores utilizados e os ocorridos;

c) O local do ensaio não pode ser considerado como representativo da macrorregião ecológica;

d) Não foram consideradas possíveis alterações nas propriedades químicas e físicas do solo no decorrer dos anos; e

e) De modo geral os rendimentos em parcelas experimentais são superiores às médias de lavouras, numa mesma região ecológica.

LITERATURA

1. AMARAL, Edilberto & SILVA, João B.da. "Tabela de probabilidades das precipitações pluviométricas em Pelotas, RS". Ministério da Agricultura, IPEAS. Circular 44, Jun. 1970.
2. BAUMANN, H. & WEBER, E. "Versuch einer statistischen analyse der beziehung zwischen witterung und ertrag mit hilfe multiple regressio-nen". "Mitt. Deut. Wetterdieuster", 5 (37): 1-22, 1966.
3. BORKON, Elaine & BOLES, James N. "The 1130 multiple linear regression system". Gianini Foundation of Agricultural Economics. Dec. 1970.
4. FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS DE TRIGO E SOJA LTDA. (FECOTRIGO). "Trigo-soja. Custo de produção. Lavouras em sucessão". Porto Alegre, Jan. 1975.
5. HILDRETH, R.J. "Influence of rainfall on fertilizer profits". "Journal of Farm Economics", 39(2): 522-24, 1957.
6. YAO, Augustine Y.M. "A statistical model for the surface relative humidity". "Journal of applied meteorology", 13(1): 17-21, 1974.
7. KNETSCH, Jack L. "Moisture uncertainties and fertility response studies". "Journal of Farm Economics", 41: 70-6, Feb. 1959.
8. MELLAART, E.A.R. (discussão do trabalho de BOURGOS, J.J. World trends in agroclimatic surveys). In: "Proceedings of the reading symposium Agricultural methods", p. 221-2. 1968.
9. MOTA, Fernando S. da & ACOSTA, Marly J. "Agrometeorology of the wheat crop in Brazil". Proceedings of the WMD. Symposium on Agrometeorology of the Wheat Crop. Braunschweig, Germany. Oct. 22-7, 1973.
10. _____ & WENDT, Wilmar. "Previsão agrometeorológica do rendimento do trigo no Rio Grande do Sul". VI Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo. EMBRAPA-IPEAS. Abr. 1974 (mimeografado).
11. NAYLOR, T.H. "et alii". "Computer simulation techniques". New York, John Wiley & Sons, 1966.
12. OLIVEIRA, Augusto J.de. "Análise econométrica da experimentação de fertilizantes no trigo cultivado no Alentejo (Portugal)". "Agronomia Luzitana, 34 (1-2), Portugal, 1972.
13. PASCALE, A.J. & MOTA, F.S.da. "Aspectos bioclimáticos da cultura do trigo no Rio Grande do Sul". "Pesquisa Agropecuária Brasileira". 1: 123-140, 1966.

14. PARKS, R.E. "Estimation with heterocedastic error term". "Econometrica", 34 (4): 888, Oct. 1966.
15. SMITH, Wesley G. & PARKS, W.L. "Response of millet to nitrogen and irrigation. An application of simulation to the problem of weather uncertainty". Tenn. Walley Authority and the University, Tennessee, 1967.