

MODIFICAÇÃO DO AMBIENTE VERSUS ADAPTAÇÃO DAS PLANTAS AO MEIO: UMA ANÁLISE ECONÔMICA¹

JOÃO CARLOS GARCIA²

RESUMO - Os diferentes graus de adaptação entre os seres vivos e o ambiente podem ser utilizados pela pesquisa agrícola, tanto para adaptar as plantas (ou animais) à condição ambiental como para modificar estas condições a fim de atender às exigências das plantas (ou animais). O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise econômica de resultados destas orientações de pesquisa. Foram analisados dados referentes à resposta de três híbridos de milho, com diferentes graus de adaptação a solos com elevada acidez e baixo teor de fósforo, à calagem e à adubação fosforada. A análise, com base no lucro e no risco, infelizmente não foi capaz de fornecer uma indicação clara acerca do híbrido mais recomendável para agricultores avessos ao risco. Entretanto, a partir das distribuições de probabilidade obtidas, pode-se inferir que os híbridos mais adaptados a condições adversas poderiam ser escolhidos por agricultores mais avessos ao risco. Isto indica a validade do desenvolvimento destes tipos de híbridos para melhor atender aos desejos destes agricultores.

Termos para indexação: milho, híbrido, risco, fósforo, calcário, meio ambiente.

ENVIRONMENTAL MODIFICATION VERSUS PLANT ADAPTATION: AN ECONOMIC ANALYSIS

ABSTRACT - The different degrees of adaptation of living things to environment can be used by agricultural research, either with the idea of adapting plants (or animals) to a given environment condition or of modifying these conditions in order to fulfill the requirements of plants (or animals). This paper makes an economic analysis of these orientations in research. The data was obtained in an experiment involving three corn hybrids characterized by different degrees of adaptation to soils with high acidity and low phosphorus levels, four levels of phosphate three levels of lime. The analysis, based on profit and risk involved, did not provide a clear indication of the most recommended corn hybrid for risk adverse farmers. However, based on the probability distributions obtained, it can be deduced that hybrids more adapted to adverse conditions could be chosen by the more risk adverse farmers. This conclusion proves the validity of the development of these types of hybrids to better serve the preferences of these farmers.

Index terms: corn, corn hybrid, risk, phosphorus, lime, environment.

¹ Recebido em 30 de agosto de 1982.

Aceito para publicação em 19 de outubro de 1982.

² Eng.^o -Agr., D.Sc., Pesquisador da área de Economia Rural do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), Caixa Postal 151 - CEP 35700 - Sete Lagoas, MG.

INTRODUÇÃO

Existem diferentes graus nas relações de adaptação entre os seres vivos e o ambiente que os rodeia. Eles vão desde a máxima adaptação dos primeiros ao meio, até o outro extremo, o da adequação do ambiente às necessidades dos seres vivos. O processo de evolução ocorre, ao longo do tempo, no sentido da adaptação dos seres ao meio. O homem, entretanto, tenta transformar o ambiente em algo adequado à sua sobrevivência. O sistema de preços pode ajudar na determinação da intensidade das modificações a serem realizadas.

Entretanto, todas as alternativas entre os extremos citados estão abertas no caso da pesquisa agrícola. A investigação pode se realizar no sentido de adequar a planta (ou animal) à condição ambiental, ou de modificar estas condições a fim de atender às necessidades das plantas (ou animais). Neste último caso, tanto podem ser as plantas (ou animais) já existentes, como aquelas melhoradas para aproveitar condições mais favoráveis.

A discussão acerca do caminho a ser tomado, dentro das possibilidades existentes, já está se tornando antiga, sem um consenso aparente. O centro da polêmica parece estar no fato de que existe um ambiente ótimo, onde uma determinada espécie pode exibir todo seu potencial, e desvios deste ponto causam forçosamente queda de desempenho. Com base na suposição de que, dentre as espécies exploradas economicamente, é pouco provável que o trabalho de melhoramento já tenha obtido, em alguma delas, cultivar (ou seu equivalente nos animais) capaz de explorar totalmente as condições deste ambiente ótimo, uma corrente prega o direcionamento da pesquisa no sentido de obtê-la. Em termos econômicos, resta saber se a resposta à melhoria do ambiente compensa o custo desta melhoria, ou se existiria alguma cultivar mais adaptada ao meio estudado que, mesmo com menores resultados físicos, seria capaz de fornecer resultados econômicos mais compensadores. Isto serve de base para a corrente que busca a maior adaptação a uma condição específica.

Deixando de lado este mundo de especulações, resta a possibilidade de estudar, a partir de dados de materiais existentes, e com base em critérios econômicos, as vantagens ou desvantagens dos produtos resultantes destas orientações de pesquisa agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa que gerou os dados aqui utilizados está sendo

realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo — CNPMS, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA, e busca desenvolver híbridos de milho adaptados às condições de elevada acidez do solo e baixo nível de fósforo disponível. Obtidos os híbridos, que se caracterizam por vários graus de adaptação, foram realizados experimentos (em 1978, 1979 e 1980) para testá-los em diferentes dosagens de calagem e níveis de fósforo (formas viáveis de melhorar o ambiente para o milho), contra um híbrido comercial que se caracteriza por seu bom desempenho em condições favoráveis. O experimento foi repetido no mesmo local durante os três anos. As doses de calcário utilizadas foram 0, 2 e 7 t/ha e as doses de fósforo, 0, 40, 80 e 160 kg de P_2O_5 /ha. O solo, onde foi instalado o experimento, apresentava alta saturação de alumínio e baixo teor de fósforo.

$$\begin{aligned} \bar{Y}_{it} = & a_{it} + b_{1it}Ca + b_{2it}P + b_{3it}Ca^2 + b_{4it}P^2 + b_{5it}Ca \cdot P \\ & + b_{6it}Ca \cdot P^2 + b_{7it}Ca^2 \cdot P \end{aligned} \quad (1)$$

onde:

\bar{Y}_{it} é a produção (kg/ha) do híbrido i ($i = 1,2$ para híbridos do CNPMS e $i = 3$ para o comercial) no ano t ;

Ca é a quantidade de calcário aplicada (t/ha) e

P é a quantidade de fósforo (em kg de P_2O_5 /ha) aplicada.

Estas regressões representarão o comportamento dos híbridos em cada um dos três anos, fornecendo uma aproximação para seu comportamento nas diferentes condições climáticas na região do experimento.

Após isto, foram ajustadas três novas regressões com os dados anuais agrupados, uma para cada híbrido. As equações são do tipo da equação 1, apenas com o subíndice t ausente. Destas superfícies de resposta médias, serão calculadas as doses ótimas econômicas de calcário e fósforo para cada híbrido. Estas doses substituídas nas equações anuais fornecerão as produções possíveis de obter, em cada ano, pelos diferentes híbridos. Elas servirão de base para comparações econômicas e de risco.

Na análise de risco, será utilizada a dominância estocástica (Anderson 1974, Garcia & Cruz 1979), para fazer a seleção do(s) conjunto(s)

híbrido-corretivo-fertilizante que seria(m) recomendável(eis). As curvas de distribuição de probabilidade, necessárias para análise, serão obtidas por meio da técnica dos dados esparsos, descrita em Anderson (1973) e Garcia & Ruas (1981).

No cálculo das doses ótimas de calagem e fósforo, dois problemas existem. A aplicação de calcário não é uma atividade que proporciona todos seus retornos em apenas um ano, portanto, um tratamento especial deve ser dado a seu preço. Porém, não se dispõe de informações sobre a influência do calcário aplicado no ano t sobre a acidez do solo nos anos seguintes. Para contornar esta situação, utilizou-se uma aproximação um pouco grosseira que constou da divisão do custo do calcário aplicado por três (intervalo de anos recomendável entre calagens). Com respeito ao fósforo, a existência de efeito residual também traz o mesmo problema. Como nesta área as informações são ainda menores, optou-se pelo método usual de considerar nulo o efeito residual. Neste caso, o preço de P_2O_5 foi calculado com base no preço do superfosfato triplo.

As equações foram ajustadas por meio de um programa "step wise" e foram selecionadas com base na coerência dos sinais dos coeficientes e na significância estatística e biológica destes coeficientes. Desta forma, as equações escolhidas não têm, necessariamente, a forma da equação 1, que passa a ser o caso mais completo possível das regressões ajustadas.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS E ECONÔMICOS

As regressões para os diferentes anos estão na Tabela 1. As equações gerais (médias) encontram-se na Tabela 2.

De um modo geral, as regressões ajustadas apresentaram bons resultados estatísticos. Em apenas duas das regressões anuais o R^2 é inferior a 0,80. O valor deste coeficiente nas equações gerais é inferior, porém este fato é explicável pela ação de variáveis outras que não as incluídas no modelo (principalmente clima).

Pelas equações obtidas pode-se ter uma noção acerca da maior adaptabilidade do híbrido 1. O intercepto das equações para este híbrido é sempre maior do que os das equações correspondentes para os outros híbridos, o que indica maior produção na ausência de calagem e fósforo.

Este, entretanto, é apenas um dos lados da questão. Pode ser que a resposta a maiores doses de insumos, ou seja, melhoria do ambiente, conduza a um melhor resultado econômico, que é o que interessa.

TABELA 1. Equações anuais ajustadas.

Híbrido	Ano	Interc.	Ca	P	Ca ²	P ²	CaP	CaP ²	Ca ² P	R ² (%)
1	78	1.545	722,99 (5,4)	6,81 (4,4)	- 82,53 (-4,7)		- 3,89 (-2,4)	- 0,009 (-2,0)	0,569 (2,9)	91
	79	1.001	750,28 (2,7)	17,98 (1,8)	- 69,45 (-1,9)	- 0,088 (-1,5)				78
	80	1.656	1.167,47 (4,6)	137,95 (-4,2)			6,49 (3,0)	- 0,030 (-2,4)		91
2	78	1.457	570,76 (1,8)	14,75 (1,3)	- 70,57 (1,7)	- 0,054 (-0,8)				51
	79	21	707,69 (1,9)	35,15 (2,6)	- 65,84 (1,3)	- 0,12 (-1,5)				81
	80	251	1.621,61 (7,0)	20,53 (2,4)	- 170,18 (-5,6)	- 0,066 (-1,3)				93
3	78	377	413,53 (2,0)	17,96 (2,4)	- 40,39 (-1,5)	- 0,045 (-1,0)				83
	79	427	736,61 (2,1)	28,68 (2,2)	- 67,68 (-1,5)	- 0,086 (-1,1)				81
	80	1.258	1.030,38 (2,2)	35,68 (2,1)	- 109,38 (-1,8)	- 0,16 (-1,6)	1,93 (1,2)			84

Fonte: dados da pesquisa.

Valores de t estão entre parênteses.

TABELA 2. Equações gerais ajustadas.

Híbrido	Interc.	Ca	P	Ca ²	CaP ²	Ca ² P	R ² (%)
1	1.489	964,92 (4,2)	3,47 (1,1)	- 111,69 (- 3,4)	- 0,0159 (- 1,6)	0,4045 (1,7)	54
2	615	1.177,01 (5,2)	13,40 (4,5)	- 139,30 (- 4,3)	- 0,025 (- 2,6)	0,530 (2,3)	68
3	748	979,43 (2,7)	15,03 (3,2)	- 114,79 (- 2,2)	- 0,025 (- 1,6)	0,600 (1,7)	51

Fonte: dados da pesquisa.

Valores de t entre parênteses.

Como não se conhecem previamente as condições climáticas que irão vigorar em determinado ano agrícola, a equação geral, por ser obtida com dados de vários anos agregados, pode ser utilizada para derivar as doses recomendadas de fertilizantes. Os preços utilizados nos cálculos foram: Cr\$ 7,90 para o kg de milho; Cr\$ 330,00 a tonelada de calcário (valor já dividido por 3) e Cr\$ 52,00 o kg de P_2O_5 . A determinação das doses econômicas exige a resolução de equações do 4.^o grau. Isto foi feito utilizando programa disponível em uma calculadora portátil programável. O mesmo pode ser feito criando-se um programa que calcula o valor da equação de 4.^o grau a partir de um dado valor para a incógnita. Por um processo de tentativa e erro pode-se chegar à solução. As condições de segundo grau para o máximo foram verificadas e os valores encontrados satisfazem estas condições.

As recomendações para cada híbrido (Tabela 3) servem para ilustrar mais claramente as diferenças existentes entre eles. O híbrido 1 é o mais adaptado dentre os três; o híbrido 2 responde medianamente a melhorias no ambiente; o número 3 é bastante exigente no que diz respeito à qualidade do meio. As dosagens de P_2O_5 variam consideravelmente e em proporção superior às quantidades de calcário.

Ao substituir as doses recomendadas (Tabela 4) nas equações anuais nota-se que a vantagem econômica varia sensivelmente nos anos. No primeiro ano (que apresentou piores condições climáticas), o híbrido 1 mostrou-se superior aos outros dois, fato que se inverteu nos dois anos seguintes. A tomada de decisão relacionada com a escolha do híbrido envolve, nesta situação, critérios de comportamento com relação ao risco.

TABELA 3. Doses econômicas recomendadas, obtidas da equação geral.

Híbridos	Ca (t/ha)	P_2O_5 (kg/ha)
1	4,68	38,63
2	5,03	80,43
3	6,34	102,73

Fonte: dados da pesquisa.

ANÁLISE DE RISCO

Infelizmente os critérios de dominância estocástica não foram suficientes para separar qualquer um dos híbridos. Até a dominância de 3.^o grau, nenhuma das distribuições se mostrou superior às outras. En-

tretanto, algumas informações adicionais sobre as características das distribuições podem ajudar na discussão deste aspecto (Tabela 5).

TABELA 4. Produtividade (kg/ha) e lucros (Cr\$)* anuais com uso das doses recomendadas.

Híbridos	1978		1979		1980	
	Prod.	Lucro	Prod.	Lucro	Prod.	Lucro
1	3.100	1.437	3.554	5.023	5.062	16.937
2	3.405	1.557	3.966	5.989	5.300	16.528
3	2.693	5.659	4.415	7.945	6.628	25.427

Fonte: dados da pesquisa.

* Lucro/ha calculado com desconto de outros custos de produção.

TABELA 5. Algumas características das distribuições de probabilidade dos lucros dos três híbridos testados.

Híbridos	1	2	3
Maior prejuízo (Cr\$/ha)	- 20.441	- 22.516	- 24.935
Probabilidade de prejuízo	26%	26%	30%
Lucro médio (Cr\$/ha)	5.369	5.905	7.559
Desvio padrão do lucro (Cr\$/ha)	10.622	11.568	16.321
Mediana do lucro (Cr\$/ha)	7.579	8.862	10.195
Lucro máximo (Cr\$/ha)	19.500	20.372	30.664
Probabilidade de maior lucro em relação aos outros híbridos	21%	23%	54%

Fonte: dados da pesquisa.

Dadas as condições pelas quais foram obtidas as curvas de distribuição de probabilidade, nota-se uma tendência de maior probabilidade de prejuízos (e de magnitude destes prejuízos), de maior lucro médio esperado (acompanhado de maior instabilidade deste lucro) e de maior lucro mediano e maior lucro possível, na medida em que se passa para híbridos que requerem aumento no uso de insumos. Como um híbrido sempre apresenta alguma probabilidade de gerar lucro maior do que os outros dois, isto sugere um possível escalonamento, de acordo com o grau de aversão ao risco do agricultor que cultiva milho nas condições estudadas.

Aqueles agricultores com maior aversão ao risco preferiram o conjunto adequado para o híbrido 1; o grupo com menor aversão ao risco do

que o anterior preferiria o híbrido 2 (e as dosagens de calagem e fósforo recomendadas); e os agricultores menos avessos ao risco optariam pelo híbrido 3 e pelas altas doses de calagem e fósforo que este híbrido requer.

CONCLUSÕES

Embora não tenha sido possível fazer uma separação eficiente entre os híbridos estudados, cada um dos três apresentou comportamento distinto com relação ao risco. Se dentro do universo de agricultores que operam nas condições estudadas (alta acidez e baixo teor de fósforo no solo), existirem agricultores com variados graus de aversão ao risco, haverá necessidade do desenvolvimento de híbridos que mais se adaptem às preferências destes agricultores. Esta necessidade será mais ou menos intensa em função do número de agricultores existentes dentro das diferentes classes de aversão ao risco. Caso o número de agricultores com alta aversão ao risco seja maior, o desenvolvimento de híbridos mais adaptados ao meio seria mais desejável, o mesmo ocorrendo com os outros híbridos, em função da população de potenciais usuários.

AGRADECIMENTO

O autor agradece aos dois revisores do Conselho Editorial da RER, pelas críticas e sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.R. Risk efficiency in the interpretation of agricultural production research. *Rev. Marketing Agric. Econ.*, New South Wales, **42**(3):131-84. Sep. 1974.
- ANDERSON, J.R. Sparse data, climatic variability and yield uncertainty in response analysis. *Am. J. Agric. Econ.*, Menasha, **55**(1):77-82, Feb., 1973.
- GARCIA, J.C. & CRUZ, L.C. Seleção pela dominância estocástica, de práticas agrícolas eficientes com respeito ao risco; uma aplicação para a cultura do milho. *R. Econ. rural*, Brasília, **17**(2):131-42, abr./jun., 1979.
- GARCIA, J.C. & RUAS, D.G.G. Seleção de sistemas de produção para milho em condições de risco. *R. Econ. rural*, Brasília, **19**(4):585-95, out./dez., 1981.