

USO ÓTIMO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO. E VA
RIAÇÃO DE PREÇOS - SANTA MARIA/RS.

The optimal use of nitrogen top dressing fertilizing in wheat
production under price variation situations - Santa Maria/RS.

Flávio Augusto da Costa Quintana*, Gustavo A. S. Grahl**, Camilo Cervo*** e Paulo Mucenecki***

RESUMO

O objetivo deste trabalho, a partir de pesquisa efetivada por SILVA (6) é o de estimar os níveis ótimos, físico e econômico, de aplicação de nitrogênio, em cobertura, na cultura do trigo. Além disso verifica-se quais as dosagens ótimas em uma situação de preços cambiantes.

Selecionou-se, para ajustamento dos dados, a função quadrática, devido ao fato de constituir uma expressão matemática que melhor traduz o comportamento da cultura, quanto a produtividade (Lei dos Rendimentos Decrescentes).

A partir dos princípios da teoria da produção, em um mercado de concorrência perfeita, são derivadas as produtividades físicas marginais e estimadas as eficiências técnica e econômica.

Os resultados obtidos mostram que a máxima eficiência técnica é atingida com uma dosagem de 63,26 kg/ha de nitrogênio, o que corresponde a uma produção de 2.827,86 kg de trigo por hectare. A máxima eficiência econômica, para uma produção de 2.795,10 kg de trigo por hectare, é atingida com uma dosagem de 46,84 kg/ha de nitrogênio.

SUMMARY

Fertilizing is one of the most important factors in order to achieve better productivity. The objective of the present study is to determine the levels of nitrogen top dressing fertilizing needed to obtain the optimal wheat production under both physical and economic standpoints. The optimal doses of nitrogen under some price variation situations were also indicated.

For the adjustment of the data it was selected the quadratic

* Professor Colaborador do Departamento de Educação Agrícola e Extensão Rural - UFSM.

** Professor Assistente do Departamento de Educação Agrícola e Extensão Rural - UFSM.

*** Professores Auxiliares de Ensino do Departamento de Educação Agrícola e Extensão Rural - UFSM.

function due to being this mathematical expression theory in a perfect competition market situation, the physical marginal productivities were derived and the technical and economic efficiencies were estimated.

It was found that the maximal technical efficiency is met with 63.26 kg of nitrogen/hectare, which corresponds to the production 2.827,86 kg of wheat. The maximal economic efficiency is achieved with 46,784 kg of nitrogen/hectare, being the production of wheat 2.795,10 kg.

INTRODUÇÃO

A produção de trigo tem sido, nos últimos anos uma das maiores preocupações do governo brasileiro, pois este produto constitui, logo após o petróleo, o segundo item na pauta de importações (5).

A produção brasileira de trigo aumentou substancialmente no período de 1966 a 1974, passando de 298 mil para 2.850 mil toneladas. Em 1972, devido a condições climáticas desfavoráveis, caiu brusca mente para 692 mil toneladas. Em 1975 esta produção apresentou valor menor que a de 1974, apesar de um aumento na área cultivada. Os aumentos de produção se deve, entretanto, a expansão das áreas cultivadas, uma vez que a produtividade (média/hectare), para o período, permaneceu praticamente constante (Tabela 1).

Estes valores de produtividade quando comparados a de outros países, como os Estados Unidos e Argentina, com médias 1.740 kg/ha e 1.570 kg/ha, respectivamente, podem ser considerados baixos.

As importações de trigo tem se mantido a níveis elevados. As pequenas oscilações observadas decorrem, ao longo do tempo, de uma maior ou menor produção das lavouras brasileiras e ou das necessidades internas de abastecimento (Tabela 1).

Tomanu-se por base o consumo "per capita" de trigo na Argentina, que é na ordem de 250 gramas diárias, nosso país precisaria produzir, para alcançar a auto-suficiência, 12 milhões de toneladas/ano (2).

O déficit de produção, em relação ao consumo interno, e os elevados custos de importação de trigo recomendam aumento da produção de lavouras brasileiras, pela melhoria de produtividade através de tecnologias inovadoras e de políticas específicas, objetivando estimular aos produtores.

Paralelamente à criação de Estações Experimentais, em regiões que possuam condições climáticas e fertilidade de solos favoráveis à produção, deve ocorrer uma sólida política de preços mínimos, crédito à taxas de juros reais negativas, proporcionando aos agriculto

Tabela 1. Brasil: evolução da cultura e importações de trigo - 1966/75.

ANO	ÁREA PLANTADA (ha)	PRODUÇÃO (t)	RENDIMENTO (kg/ha)	VALOR DA PRODUÇÃO** (Cr\$ 1000)	IMPORTAÇÕES	
					Quant. (1000 t)	Valor** (Cr\$ 1000)
1966	716.981	298.523	416	79.018	2468	364082
1967	830.869	364.870	439	115.663	2433	495675
1968	970.126	693.596	714	265.876	2417	626897
1969	1.407.115	1.146.319	814	515.843	2237	650582
1970	1.895.249	1.734.972	915	850.136	1930	597794
1971	2.266.926	2.034.317	896	1.112.079	1527	640454
1972	2.792.390	692.778	248	415.666	2000	1019780
1973	1.810.650	1.892.656	1.045	1.419.492	3011	2744587
1974	2.466.950	2.650.000	1.155	3.990.000	2165	3647418
1975*	2.600.000	2.200.000	846	3.674.000	2200	3478948

* Estimativa

** Valores correntes

Fonte (2)

res maiores oportunidades para o uso de novas variedades, corretivos e fertilizantes na cultura (1).

O uso de fertilizantes é considerado um dos fatores estratégicos para proporcionar aumentos na produtividade agrícola.

Para determinar a resposta de fertilizantes de uma cultura, em determinada região ou local, é necessária a experimentação agrícola.

O conhecimento das funções de respostas de produção é essencial para o uso mais lucrativo de fertilizantes. A estimativa de funções de resposta de produção é dificultada por variáveis relacionadas às características de solo, rotação de culturas, tempo e outras condições ambientais.

A magnitude dessas variáveis difere entre locais e sobre o tempo. Uma função de produção empírica estimada sobre informações de um experimento, frequentemente, tem pouco valor predicional além do ano específico e condições experimentais sobre as quais foi observado (3).

Os vários estudos realizados no Brasil, de uma maneira geral, analisam as respostas das culturas à aplicação de fertilizantes em um só ano e somente em um local. Com isso não se conhece as possibilidades de generalização e extrapolação dos mesmos para outros locais e outros anos. A medida que o fertilizante se torna cada vez mais importante como insumo ao nível de fazenda, seu uso de maneira economicamente racional também se torna mais importante. Os agricultores poderão incorrer em grandes perdas se não fizerem decisões corretas sobre quanto e que tipo de fertilizantes usar. Estas perdas podem se originar no uso excessivo de fertilizantes, bem como no pouco uso, ou de usar fertilizante em uma cultura que não responde a esse tratamento (4).

No presente estudo propõe-se a resposta da cultura do trigo a fertilização de nitrogênio, em cobertura, no município de Santa Maria (RS), com o objetivo de se derivar relações econômicas que orientem a tomada de decisão por parte dos agricultores quanto a quantidade de adubo a utilizar. Especificamente, os objetivos visam determinar o nível ótimo de aplicação de nitrogênio em cobertura, em área que recebeu adubação de manutenção NPK e, com base na relação de preços, estabelecer níveis ótimos de elemento a ser utilizado em uma situação de preços cambiantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados em que se apoia o presente trabalho são provenientes de um experimento de adubação com nitrogênio em cobertura, na cultura do trigo, conduzido por SILVA (6), no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (RS), em 1975.

Os rendimentos (kg/ha) obtidos no experimento; para os diferentes níveis de N, constam na Tabela 2.

Tabela 2. Rendimento (kg/ha) de trigo, conforme os níveis de adubação, de Nitrogênio, em cobertura-Santa Maria, 1975.

NÍVEIS DE NITROGÊNIO kg/ha	RENDIMENTO EM GRÃOS kg/ha
0	2.349
10	2.449
20	2.629
40	2.767
80	2.785
160	1.690

Fonte: (6)

A análise econômica foi feita tendo por base o instrumental estatístico e matemático em que se apoiam os modelos de função de produção.

Um modelo de função de produção, como se conhece, é formulado para expressar o comportamento esperado das variáveis e daí derivar condições de maximização do produto sob critérios considerados.

Pode ser definido como a relação técnica entre o produto total e o montante dos vários serviços de fatores necessários para obtê-lo.

Em sua forma mais geral, pode ser representado algebricamente segundo a relação:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \text{ onde:}$$

Y = é a produção total ou variável dependente

f = significa "função de ..."

$X_1, \dots, X_n$ = serviço dos fatores utilizados ou variáveis independentes.

Tem-se um valor de produto para cada combinação de fatores. Pressupõe-se que ele seja contínuo, permitindo assim a diferenciação.

A partir da função de produção, pode-se derivar as produtividades físicas marginal e média dos fatores. O conhecimento destas relações é muito importante para que se compreenda precisa e acuradamente a função de produção.

A eficiência técnica é a máxima produção física que se pode obter a partir de determinada combinação de fatores, e, neste ponto, a produtividade física marginal do fator é zero.

O conhecimento da função de produção física é insuficiente para uma decisão econômica racional, sendo necessário o conhecimento de indicadores de escolha quando o objetivo é maximizar os lucros. Esses indicadores, em geral, são baseados nas relações de preço fator/fator e fator/produto.

Pressupondo-se condições de competição perfeita tanto no mercado de fatores quanto no mercado de produtos, tem-se que a função de lucro pode ser definida pela equação:

$$L = P_Y \cdot Y - \sum_{i=1}^n P_{X_i} X_i, \text{ onde:}$$

P_Y , P_{X_i} , Y e X_i são respectivamente, os preços e quantidades do produto e fatores.

Pressupondo-se ainda que a função de produção indica a maior quantidade de produto que pode ser obtida de determinados recursos, o problema então é maximizar o lucro sujeito a uma função de produção. Tem-se:

$$\text{maximizar } L = P_Y \cdot Y - \sum_{i=1}^n P_{X_i} X_i - C$$

$$\text{sujeito a } Y = f(X_1, \dots, X_n)$$

Quando a análise é feita, apenas um recurso variável, tem-se:

$$\text{maximizar } L = P_Y \cdot Y - P_X X - C$$

$$\text{sujeito a } Y = f(X_1, \dots, X_n)$$

Como condições suficientes para que esta função esteja em um máximo é necessário que a derivada primeira do lucro (L) em relação ao fator (x) seja igual a zero, e, simultaneamente, a derivada segunda seja menor do que zero:

$$\frac{dL}{dx} = \frac{d(P_Y \cdot Y - P_X \cdot X - C)}{dx} = P_Y \frac{dY}{dX} - P_X; \frac{d^2L}{dx^2} < 0$$

onde C = Custos fixos.

No presente trabalho escolheu-se a função quadrática como modelo matemático capaz de expressar as relações esperadas entre as variáveis (7) (8).

A função quadrática tem a seguinte expressão:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 = b_2 X_1^2, \text{ onde (4):}$$

Y = produção de trigo por hectare

X = fator de produção ou variável independente representativa do fertilizante aplicado

b_i = coeficiente de regressão ($i = 1$ e 2).

b_0 = constante de regressão

A partir da equação ajustada foram derivadas as relações físicas e econômicas de produção, tais como os níveis de fertilizante que maximizam produção do trigo, níveis ótimo de N , o lucro máximo obtido e a dosagem ótima de fertilizante fazendo-se variar, em alguns níveis, seu preço. O preço do fertilizante (nitrogênio) foi fornecido pela ASCAR e o preço do trigo foi extraído do Boletim Informativo da Fundação Getúlio Vargas, para o período maio/junho de 1975.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados e analisados, neste capítulo, os resultados estatísticos e econômicos referentes a equação de regressão ajustada. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado do Ajustamento da Função, Santa Maria/RS, 1976.

VARIÁVEIS	COEFICIENTES DE REGRESSÃO	VALOR DE "t"
$\log X_2$ (termo linear)	15,3729	20,16*
$\log X$ (termo quadrático)	-0,1215	27,00*
Intersecção (termo constante).	2.341,60	---

* Significante a 1%

O valor do coeficiente de correlação múltipla (R^2) da equação ajustada foi de 0,98 e o valor de "F" da referida equação foi de 586,59, significativo ao nível de 1%. Os coeficientes de regressão foram significantes ao nível de 1%, sendo que todos os coeficientes foram maiores que seus respectivos erros padrão, quando comparados em valor absoluto.

A constante de regressão estimada foi 2.341,60 e os coeficientes apresentaram os sinais esperados, o que é consistente com a teoria, pois a expectativa é de que acréscimos no fator variável, tudo o mais constante, corresponda a acréscimos na produção, até um certo ponto em que, acréscimos no fator variável, correspondam a acréscimos cada vez menores (Lei dos Rendimentos Decrescentes).

A representação modelo é:

$$Y = 2.341,60 + 15,3729 X - 0,1215 X^2$$

Com base nessa equação são estimadas, considerando-se a máxima eficiência técnica, os valores relativos a dosagem ótima de nitrogênio por hectare para obtenção da máxima produção por hectare.

Verifica-se que a produção máxima do trigo, por hectare que se pode obter, ou seja, a eficiência técnica, é alcançada com um nível de produção equivalente a 2.827,86 kg de trigo por hectare e que corresponde a aplicação de 63,26 kg de nitrogênio por hectare, sendo o produto físico médio igual a 44,70 quilo de trigo para cada quilo de fertilizante aplicado.

Com relação à produção econômica ótima e com base nos preços relativos de Cr\$ 6,67/kg, para N, e Cr\$ 1,67/kg, para trigo o nível ótimo de nitrogênio estimado é na ordem de 46,84 kg/ha, para uma produção ótima de 2.795,10 kg de trigo por hectare. O produto físico médio (kg trigo/kg fertilizantes) nesta situação, é de 59,67 kg de trigo.

Comparando-se os dois resultados verifica-se que existe pouca diferença, entre as quantidades produzidas, tendo sido a máxima eficiência técnica superior em 1,16% à máxima eficiência econômica. Paralelamente, para se obter a máxima eficiência econômica, houve uma redução de 25,96% na quantidade usada de fertilizante.

Disto conclui-se que a redução no uso do fator, para o produtor rural, é de máxima importância, pois a um decréscimo de 1,16% na produção física por hectare, corresponde um decréscimo de uso de 25,96% no fator.

Como consequência, verifica-se que os decréscimos são maiores nos custos de produção quando comparados ao decréscimo na receita total por hectare.

A receita total, para a máxima eficiência técnica, é na ordem de Cr\$ 4.722,52 e a retribuição, ao fator variável, foi de Cr\$ 421,94, acusando uma margem de lucro de Cr\$ 4.300,98. Para a máxima eficiência econômica a retribuição ao fator é de Cr\$ 312,42 e a receita total é de Cr\$ 4.667,81, acusando uma margem de lucro de Cr\$ 4.355,89, valor superior ao obtido para a máxima eficiência técnica.

Na Tabela 4 apresentam-se as quantidades ótimas de nitrogênio e o nível de produção quando se consideram várias alternativas de relações de preços fator/produto, estimados através da função de produção. Somente o preço do fator varia, permanecendo constante o preço do produto (Cr\$ 1,67/kg).

Observa-se na Tabela 4, que quando os preços do nitrogênio por quilo, aumentam, ocorre correspondente aumento na relação P_N/P_Y com um decréscimo na dosagem ótima de N, aumento de custos, decréscimo na produtividade e receita de trigo, respectivamente. Não considerando os custos fixos e mantido o mesmo nível de tecnologia a margem de lucro decresce com os aumentos de preço do fator.

Para os valores hipotéticos de relações de preços assumidos con

clui-se que, mantidas todas as demais variáveis constantes, inclusive o nível tecnológico, aumentos no preço do fator implicam em reduções no uso de fertilizantes, objetivando manutenção ou pequenos de crescimentos na margem de lucro. Pode-se, com o aumento no preço do fator, mantido todo o mais constante, ou com margens percentuais inferiores de aumento do preço do produto, chegar a um ponto em que não é viável o uso de fertilizantes.

Tabela 4. Níveis de aplicação de nitrogênio, em cobertura, para o trigo, sob várias relações de preços, produção, valor da produção, retribuição ao fator e lucro.

P _N /P _Y	QTL.ÓTIMA	RETRIBUIÇÃO	PRODUÇÃO DE TRIGO		LUCRO Cr\$
	DE N (1)	AO FATOR (2)	kg/ha (3)	Cr\$ (ha) (4)	(5) - (4) - (2)
3,41	49,22	280,55	2.803,94	4.682,57	4.402,02
3,53	46,72	287,44	2.802,12	4.679,54	4.392,10
3,65	48,24	294,26	2.800,42	4.676,70	4.382,44
3,77	47,75	300,82	2.798,65	4.673,74	4.372,92
3,89	47,25	307,12	2.796,66	4.670,42	4.363,30
3,99	36,83	313,76	2.795,04	4.667,71	4.353,95
4,13	46,27	319,26	2.792,82	4.664,00	4.344,74
4,25	46,77	324,96	2.790,65	4.660,38	4.335,42
4,37	45,28	330,54	2.788,58	4.656,92	4.326,38
4,49	44,78	335,85	2.786,35	4.653,20	4.317,35
4,61	44,29	341,03	2.784,15	4.649,53	4.308,50

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Os resultados permitem concluir que se o objetivo da política atual é o aumento de produtividade da cultura, dando ênfase especial ao uso de fertilizantes, é importante que:

1. Eleve-se o preço do produto para compensar o uso de fertilizantes, mantendo-se estável a relação de preços produto/insumo.

2. Reduza-se o preço, pago pelo produtor, de fertilizantes através de subsídios governamentais, atuando-se sobre a relação custo/benefício.

Para futuras pesquisas a serem feitas neste campo sugere-se que a fase experimental empregue maior variedade de níveis de adubação e que os experimentos sejam repetidos em maior número de anos e em maior número de áreas dentro da mesma região, tendo em vista a obtenção de superfícies de respostas mais precisa e consequentemente deri

vações de recomendações econômicas com maior grau de confiabilidade.

LITERATURA CITADA

1. ENGLER, J. J. C. - *Trigo: produção e produtividade*. SP, Piracicaba, 1974, 42 p. (Série Pesquisa nº 16).
2. FAO. - *Anuários Estatísticos*. s. n. t.
3. PESEK, J. T.; HEADY, E. D. e VENEZIAN, E. - *Funções de produção para fertilizantes em relação ao tempo, local e solo e culturas variáveis*. IOWA, Ames, Research Bulletin 554, 1967 102 p. (Mimeografado: tradução DER/UFV).
4. SCHUH, G. E. e TOLLINI, H. - *Análise Econômica de Ensaios de adubação*. Brasília, EAPA/SUPLAN/MA, 1972, 43 p. (Mimeografado).
5. SILVA, A. R. - *A luta pelo pão nosso*. Livro Anual da Agricultura. M.A. 1968, 223 p.
6. SILVA, M. I, da. - *Efeitos de níveis de nitrogênio na Produção de Grãos*. Rev. Centro Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria, 5(4):295-300, 1975.
7. TEIXEIRA, T. D. - *Superfícies quadrática e suas aplicações na análise econômica de experimentos*. Viçosa, UFV, 1969, 164 p. (Tese MS).
8. THOMPSON, R. - *Economia da Produção*. Viçosa, UFV, 1973, 221 p. (Mimeografia).