Oferta agrícola e expectativas racionais

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa*

Este estudo examina o comportamento dos produtores em sua decisão de alocar certa quantidade de terra a determinado produto. A pressuposição básica é que os produtores são agentes otimizantes e têm expectativas racionais no sentido de Muth. Basicamente, trabalha-se com um problema de otimização quadrática dinâmica, onde os custos de ajustamento são incorporados explicitamente ao modelo. Utilizou-se como exemplo a soja, que é uma cultura anual e teve um aumento de área sem precedentes na agricultura brasileira.

O reconhecimento de que os produtores procuram, armazenam e processam informações que são usadas para formar expectativas de variáveis-chave nos seus processos de decisão exige certa coerência entre as políticas macroeconômicas e agrícolas, tanto de curto como de longo prazo.

1. Introdução

O Brasil tem experimentado um alto crescimento populacional neste século e, nas últimas décadas, um rápido processo de urbanização. No período 1970-80 o acréscimo da população urbana foi superior ao observado para a população como um todo, ou seja, houve um decréscimo, em termos absolutos, da população rural. Isto faz com que aumente o número de habitantes por suprir, o que implica necessidade crescente de produção por produtor rural.

Os compromissos externos têm também exercido (e tendem a continuar a fazê-lo) grande pressão, já que o setor agrícola tem sido chamado a contribuir para aumentar o saldo do balanço de pagamentos, tanto através de exportações como de substituição de importação.

Nesse contexto a alocação de terras entre usos alternativos assume grande importância, já que quando se muda a alocação da terra entre os diferentes produtos, a quantidade ofertada destes produtos e a demanda

* Doutora em economia agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. A autora gostaria de expressar seus agradecimentos a Antônio Salazar Pessôa Brandão e Geraldo Silva e Souza, pelas valiosas críticas e sugestões a uma versão anterior deste trabalho.

dos outros fatores de produção agrícola mudam. Desse modo, as decisões dos produtores, ao alocar o fator terra, funcionam como estímulo dentro da dinâmica da economia.

O conhecimento do comportamento dos produtores no sentido de saber o que os leva a investir em um ou em outro produto torna-se de grande importância em estudos da composição da oferta agrícola.

A produção agrícola, como medida usualmente, é a resultante do somatório da produção individual de cada produtor. Desse modo, os agentes econômicos em questão são os produtores que, como tal, recebem uma série de estímulos e reagem a eles. Tais reações influem na alocação do fator terra para diferentes produtos e, conseqüentemente, na oferta agrícola agregada.

As mudanças que ocorrem no setor agrícola podem ser respostas a estímulos oriundos do próprio setor agrícola, como podem ser respostas a estímulos provenientes de outros setores. Assim, políticas governamentais, direcionadas ao setor agrícola ou não, podem ter algum impacto na agricultura. Do mesmo modo, mudanças na oferta e/ou na demanda, tanto de fatores como de produtos, podem estar correlacionadas com as mudanças observadas na agricultura. Tanto as políticas macroeconômicas como as políticas agrícolas devem procurar maior eficiência e mais eficácia. O universo do produtor é influenciado tanto por estas políticas como pelas reações que os diferentes consumidores têm a respeito delas. O produtor deve decidir o que produzir, quanto produzir e como produzir. Apesar de o processo de decisão de cada produtor individual revestir-se de características próprias, psicológicas e/ou sociais, a identificação de variáveis-chave que estejam presentes nos processos decisórios individuais reveste-se de capital importância para os estudiosos de política agrícola. O reconhecimento de que os produtores procuram, armazenam e processam informações que são usadas para formar expectativas de variáveis-chave nos seus processos de decisão exige certa coerência entre as políticas macroeconômicas e agrícolas, tanto de curto como de longo prazo.

Este estudo teve como objetivo examinar o comportamento dos produtores em sua decisão de alocar certa quantidade de terra à produção de determinado produto.

A pressuposição básica é que os produtores são agentes otimizantes e têm expectativas racionais (no sentido de Muth). Numerosos estudos têm empregado expectativas adaptativas – por exemplo, Nerlove. A pressuposição de expectativas racionais, e não expectativas adaptativas, tem mostrado uma diferença crítica para avaliar escolhas de políticas governamentais – Sheffrin (1983), Barbosa (1986). No item 2 é apresentada a base teórica. No item 3 é desenvolvido um modelo de alocação dinâmica de terra. O item 4 trata da estimação dos parâmetros usando dados para a produção de soja no Brasil, já que este foi o produto agrícola que

teve maior acréscimo de produção nos últimos anos. Finalmente, o item 5 conclui este trabalho.

2. Aspectos teóricos

Parte-se do reconhecimento que grande parte dos insumos é comprada do setor não-agrícola, e grande parte da produção é comercializada. São disponíveis informações sobre realizações passadas de eventos; entretanto, o armazenamento e a análise de informações envolvem custos. Conseqüentemente, não se postula que os produtores tenham informações completas; postula-se, entretanto, que empregam eficientemente as informações que têm.

Quando os produtores fazem planos de produção, investimento e comercialização, suas regras de decisão incorporam valores antecipados de variáveis incertas que são exógenas ao seu processo de decisão.

Se os agentes econômicos forem considerados maximizadores racionais, é coerente considerar que os agentes procuram informações que os auxiliem no processo de decisão e que os processos de procura de informações e formação de expectativas são determinados pelo mesmo procedimento. A pressuposição básica sobre o comportamento dos produtores é que os agentes econômicos fazem o melhor que podem com o que têm. Maddock & Carter (1982) definiram expectativas racionais como a aplicação do princípio de comportamento racional na aquisição e processamento de informações e na formação de expectativas. Para Mishkin (1983), a hipótese de expectativa racional afirma que a distribuição de probabilidade do mercado de qualquer variável é idêntica à distribuição de probabilidade daquela variável, condicionada a todas as informações passadas disponíveis. Assim os modelos de expectativas racionais pressupõem que os agentes econômicos sejam defrontados com problemas dinâmicos de otimização, estocásticos e não-triviais. É conhecido que soluções de tais problemas implicam que as variáveis de escolha, como, por exemplo, estoques de fatores de produção ou papéis financeiros, podem exibir correlação serial e correlação cruzada. Portanto, uma avaliação econométrica de políticas implica a estimação de modelos para os processos estocásticos defrontados.

Segundo um dos princípios da teoria econômica, o comportamento observado das pessoas ou agentes econômicos muda quando as restrições mudam. Sargent (1981) argumenta que, num contexto dinâmico, uma definição adequada de restrições dos agentes econômicos inclui, dentre outras, as leis de movimento que descrevem a evolução dos impostos que devem pagar e dos preços dos bens que compram e vendem. Assim, mudanças nas percepções que os agentes têm dessas leis de movimento ou restrições irão, em geral, produzir mudanças no programa ou roteiro que descreve as escolhas que fazem como uma função da informação que possuem.

Portanto, para obter expectativas racionais, um modelo deve ser resolvido para valores esperados de variáveis aleatórias.

A metodologia de expectativas racionais é vista, neste trabalho, como um princípio de informação eficiente. Pressupõe-se que as pessoas levem em consideração o que o governo e outros segmentos da sociedade estão tentando fazer quando planejam para o futuro. Uma vez que os agentes econômicos privados são tomadores de decisões inteligentes, pode-se esperar que levem em consideração os efeitos das mudanças das políticas governamentais ao decidir seus comportamentos.

Desse modo, os valores antecipados para o período $t+1$, no período t, para as variáveis estocásticas, devem ser iguais aos valores esperados, no sentido estatístico, destas variáveis no período $t+1$, condicionadas às informações disponíveis no tempo t.

A lógica de expectativas racionais está relacionada com os conceitos de densidade de probabilidade, densidade de probabilidade condicionada e operador de expectativa.

A hipótese de expectativas racionais de Muth, na opinião de Sheffrin (1983), iguala, no sentido de equivalência, dois conceitos: "as expectativas psicológicas e subjetivas que os agentes econômicos têm das variáveis econômicas são postuladas para serem as expectativas condicionadas matemáticas destas variáveis". Em outras palavras, as expectativas subjetivas das pessoas são, na média, iguais aos verdadeiros valores dessas variáveis. Existe, então, uma conexão entre o que acreditam os agentes econômicos individuais e o comportamento estocástico atual do sistema. E esta é a essência da abordagem de expectativas racionais.

Expectativas são racionais se, dado o modelo econômico, gerarem valores atuais de variáveis que irão, na média, igualar as expectativas. As expectativas serão divergentes apenas quando as incertezas não forem prognosticáveis no sistema. Essa tolerância de incerteza no sistema econômico pela hipótese de expectativas racionais é o que a torna diferente do conceito de previsão perfeita.

O uso da abordagem de expectativas racionais não implica pressupor que os agentes econômicos individuais tenham expectativas idênticas; o que se argumenta é que as expectativas individuais devem ser distribuídas em torno do verdadeiro valor esperado da variável a ser predita. Desse modo, a média das predições individuais será o valor esperado, no sentido estatístico, apesar de os indivíduos poderem ser diferentes em seus julgamentos. Também não implica postular que o trabalho de julgamento dos agentes individuais assemelha-se a um sistema de equações, seja ele qual for.

3. Alocação dinâmica de terra

Ao desenvolver o modelo, considerou-se um produtor representativo, cujo

único fator de produção é a terra, o que implica assumir que alocação de terra para um ou outro produto é de capital importância para a composição da oferta agrícola.

O modelo é formulado de modo a fornecer uma regra ótima de decisão para alocação de terra. Conceitualmente, o produtor procura maximizar o retorno aos fatores de produção. Assim sendo, a demanda dos fatores de produção é uma demanda derivada. A alocação dos fatores na produção de um ou de outro produto agrícola procura satisfazer às condições de maximização de lucro do produtor.

Basicamente, trabalha-se com um problema de otimização quadrática dinâmica (Lucas Junior & Prescott, 1971; Sargent, 1979; Eckstein, 1981, 1984, 1985; Barbosa, 1986) e faz-se a pressuposição básica de que os preços são determinados exogenamente, seja pelo mercado internacional, seja pelo governo. Assim, a alocação agregada de terra não determina ou influencia o movimento de preços ao longo do tempo.

A pressuposição de custos de ajustamentos é incorporada ao modelo ao explicitar os custos do produtor ao ajustar suas alocações de terra para diferentes produtos. Como não são contemplados os custos de produção, o que se vai maximizar não é o lucro, e sim a renda bruta.

O modelo impõe a hipótese de expectativas racionais como princípio de informação eficiente na predição dos preços futuros. De acordo com Muth (1961), na hipótese de expectativa racional, no agregado, o preço esperado é um estimador não-viesado do preço atual.

A seguir definem-se as variáveis e os parâmetros:

X_{it} = produção do produto i no tempo t (i = 1, 2);

P_{it} = preço do produto i no tempo t;

A_{it} = alocação de terra para a cultura i no tempo t;

A_t = total de terra cultivada disponível no tempo t;

B = 1/(1 + r), fator de desconto; por definição $0 < B < 1$;

α_{it} = choque de produtividade na cultura i no tempo t;

S_t = vetor de variáveis aleatórias que são exógenas para o tomador de decisão;

f_1, f_2, d_0, d_1, m_0, m_1 = parâmetros positivos da função de produção;

E_t = operador da esperança matemática, sendo $E_t(X) = E(X/\Omega_t)$;

Ω_t = conjunto de informações disponíveis no tempo t, no qual o tomador de decisão baseia-se, por pressuposição $\Omega_t] \Omega_{t-1}$;

L = operador de retardamento, definido pela propriedade

$$L = \sum_{i=1}^{\infty} \gamma_i L^i \quad \text{(Mishkin, 1983);}$$

$\Upsilon(L)$ = polinominal no operador de retardamento.

Pressupõe-se que o produtor maximize o valor esperado de sua renda bruta. A função-objetivo do produtor é maximizar:

$$E_0 \lim_{n \to \infty} \sum_{t=0}^{n} B^t \, (X_{1t} \, P_{1t} + X_{2t} \, P_{2t} \tag{1}$$

sujeita às seguintes restrições:

a) a função de produção do produto 1:

$$X_{1t} = (f_1 + a_{1t}) \, A_{1t} - \frac{d_0}{2} A_{1t}^2 - \frac{d_1}{2} (A_{1t} - A_{1t} - A_{1t-1})^2 \tag{2}$$

b) a função de produção do produto 2:

$$X_{2t} = (f_2 + a_{2t} \, A_{2t} - \frac{m_0}{2} A_{2t}^2 - \frac{m_1}{2} (A_{2t} - A_{2t-1})^2 \tag{3}$$

c) a restrição de disponibilidade de terra:

$$A_{1t} + A_{2t} = \bar{A}_t \tag{4}$$

Substituindo (2), (3) e (4) em (1), o problema do produtor é maximizar.

$$J = E_0 \lim_{n \to \infty} \sum_{t=0}^{n} B^t \Big\{ (f_1 + a_{1t} + j) \, A_{1t+j} - \frac{d_0}{2} A_{1t+j}^2 - \frac{d_1}{2} (A_{1t+j} - A_{1t+j-1})^2 + P_{1t+j} \, A_{1t+j} + (f_2 + a_{2t+j}) \, A_{2t+j} - \frac{m_0}{2} A_{2t+j}^2 - \frac{m_1}{2} (A_{2t+j} - A_{2t+j-1})^2 + P_{2t+j} \, A_{2t+j} \Big\} \tag{5}$$

$$f_1, f_2, d_0, m_0, d_1, m_1 > 0$$

P_{1t+j} e P_{2t+j} são os preços defrontados pela firma no tempo $t + j$, A_{1t+j} e A_{2t+j} são as terras com os produtos 1 e 2, respectivamente, no tempo $t + j$.

Pressupõe-se um custo de ajustamento ao aumentar a área alocada com determinada cultura. Os termos $[- d_1/2 \, (A_{1t} - A_{1t-1})^2]$ da função de produção para o produto 1 e $[- m_1/2 \, (A_{2t} - A_{2t-1})]^2$ da função de produção para o produto 2 pretendem captar o custo de ajustamento.

Pressupõe-se, ainda, que P_{1t}, P_{2t} e S_t são processos estocásticos com covariância estacionária. A condição suficiente é que as raízes de $\alpha(L) = 0$ ou o determinante de $\Upsilon(L) = 0$ estejam fora do círculo unitário (Newbold & Granger, 1977; Sargent, 1979).

Pressupõe-se para todo t que para algum $k_t > 0$

$[P_{1t}] < k\,(X)^t$
$[P_{2t}] < k\,(X)^t$
$[a_{1t}] < k\,(X)^t$
$[a_{2t}] < k\,(X)^t$ onde $1 \leqslant X \leqslant 1/B$

As seqüências que satisfazem a essas desigualdades para algum $k > 0$ e $1 \leqslant X \leqslant 1/B$ serão limitadas de ordem exponencial menor que $1/B$. O produtor defronta com seqüêncas conhecidas

$(P_{1t+j})_{j=0}^{\infty}$; $(P_{2t+j})_{J=0}^{\infty}$; $(a_{1t+j})_{J=0}^{\infty}$; $(a_{2t+j})_{J=0}^{\infty}$ e $(S_{t+j})_{j=0}^{\infty}$ e considera-se que escolha a seqüência $(A_{it+j})_{J=0}^{\infty}$ para maximizar J_t.

O problema de maximização (5) tem a forma linear quadrática. As condições de primeira ordem para a maximização de (5) consistem num conjunto de equações de Euler e na condição de transversalidade.

Para obter uma solução apropriada para este problema, é conveniente considerar o problema de horizonte finito

Maximizar:

$$J_t^T = \sum_{j=0}^{T} B^J \{ (f_1 + a_{1t+j} - \frac{d_0}{2} A_{1t+j}^2 - \frac{d_1}{2} A_{1t+j} - \frac{d_1}{2} A_{1\,t+j} - A_{1t+j-1})^2 + P_{1t+j} A_{1t+j} + (f_2 + a_{2t+j}) A_{2t+j} - \frac{m_0}{2} A_{2t+j}^2 - \frac{m_1}{2} (A_{2t+j} - A_{2t+j-1})^2 + P_{2t+j} A_{2t+j} \} \qquad (6)$$

dados A_{1t-1} e A_{2t-1}.

Se as seqüências $(A_{1t+j})_{j=0}^{T}$ e $(A_{2t+j})_{j=0}^{T}$ maximizam (5), devem satisfazer ao seguinte sistema de condições necessárias de primeira ordem, as quais são derivadas, diferenciando (5) com respeito a $A_{1t}, A_{1t+1}, \ldots, A_{1t+T}$; $A_{2t}, A_{2t+1}, \ldots, A_{2t+T}$:

$$f_1 + a_{1t+j} + P_{1t+j} - d_0 A_{1t+j} - d_1 (A_{1t+j} - A_{1t+j-1}) \qquad (6a)$$
$$+ d_1 B (A_{1t+j+1} - A_{1t+j}) = 0$$
$$j = 0, 1, \ldots, T-1$$

$$f_2 + a_{2t+j} + P_{2t+j} - m_0 A_{2t+j} - m_1 (A_{2t+j} - A_{2t+j-1})$$
$$+ m_1 B (A_{2t+j+1} - A_{2t+j} = 0$$
$$0, 1, \ldots, T-1 \qquad (6b)$$

$$B^T [(f_1 + a_{1t+T} + P_{1t+T} - d_0 A_{1t+T} - d_1 (A_{1t+T} - A_{1t+T-1})] = 0 \qquad (7a)$$

$$B^T\,[(f_2 + a_{2t+T} + P_{2t+T} - m_0\, A_{2t+T} - m_1\,(A_{2t+T} - A_{2t+T-1})] = 0 \quad (7b)$$

As equações (6^a) e (6^b) são sistemas de equações diferenciais de segunda ordem, conhecidas como "Equação de Euler", e podem ser escritas como:

$$d_1\, B\,(A_{1t+j+1}) - (d_0 + d_1\,(1 + B)\, A_{1t+j} + d_1\,(A_{1t+j-1}) = -P_{1t+j} - a_{1t+j} - f_1$$

$$m_1\, B\,(A_{2t+j+1}) - m_0 + m_1(1 + B)\, A_{2t+j} + m_1\,(A_{2t+j-1}) = -P_{2t+j} - a_{2t+j} - f_2$$

ou

$$BA_{1t+j+1} + \phi_1\, A_{1t+j}\, A_{1t+j-1} = 1/d_1\,(-P_{1t+j} - a_{1t+j} - f_1 \qquad (8a)$$

$$BA_{2t+j+1} + \phi_2\, A_{2t+j} + A_{2t+j-1} = 1/m_1\,(-P_{2t+j} - a_{2t+j} - f_2 \qquad (8b)$$

$j = 0, 1, \ldots, T - 1$

sendo

$$\left\{\begin{array}{l} \phi_1 = -\,(\dfrac{d_0}{d_1} + (1 + B) \\ \phi_2 = -\,(\dfrac{m_0}{m_1} + (1 + B) \end{array}\right. \qquad (9)$$

Para resolver estas equações de diferença de segunda ordem, são necessárias duas condições de restrição. Uma condição é fornecida pelos valores iniciais dados historicamente de A_{1t+j} e A_{2t-1}, e a outra é dada pela condição terminal ($7a$) e ($7b$). Essa condição terminal, conhecida como transversalidade, é a condição de segunda ordem em problemas triviais de maximização. Para conseguir condição terminal em um problema de horizonte infinito, é conveniente tomar

$$\left\{\begin{array}{l} \lim\limits_{T\to\infty} B^T\,[f_1 + a_{1t+T} + P_{1t+T} - d_0\, A_{1t+T} - d_1\,(A_{1t+T} \\ - A_{1t+T-1})] = 0 \\ \lim B^T\,[f_2 + a_{2t+T} + P_{2t+T} - m_0\, A_{2t+T} - m_1\,(A_{2t+T} - \\ A_{2t+T-1})] = 0 \end{array}\right. \qquad (10)$$

como condição de transversalidade.

As condições suficientes para que a condição de transversalidade (10) seja satisfeita são, primeiro, que (P_{1t+j}), (P_{2t+j}) e (S_{t+j}) sejam de ordem exponencial menor do que 1/B e, segundo, que as soluções para (A_{1t+j}) e (A_{2t+j}) sejam de ordem expontecial menor que 1/B (Sargent, 1979).

As condições necessárias para um ótimo num problema de horizonte infinito são satisfeitas se for encontrada a solução para as equações de diferença (8*a*) e (8*b*), sujeitas à condição de transversalidade (10), e se os valores iniciais A_{1t-1} e A_{2t-1} forem conhecidos.

Para resolver as equações de diferença resultantes, foi utilizada a técnica de operador de retardamento em equações diferenciais (Sargent, 1979).

Reescrevendo (8*a*) como

$$B(1 + \frac{\phi}{B} L + \frac{1}{B} L^2)\ A_{1t} = \frac{1}{d_1}\ (f_1 + a_{1t} + P_{1t}) \qquad (11)$$

Fatorando (11), obtém-se

$$(1 + \frac{\phi}{B} L + \frac{1}{B} L^2) = (1 - \lambda_1\ L)\ (1 - \lambda_2\ L) = 1 - (\lambda_1\ L) = 1 - (\lambda_2 + L + \lambda_1 \lambda_2 L \qquad (12)$$

Igualando as potências de L,

$$(-\frac{\phi}{B}) = (\lambda_1 + \lambda 2; \frac{1}{B} = \lambda_1\ \lambda_2 \text{ ou } \lambda_2 = \frac{1}{\lambda_1 B}$$

Para obter uma solução real para (12), λ_1 de satisfazer a

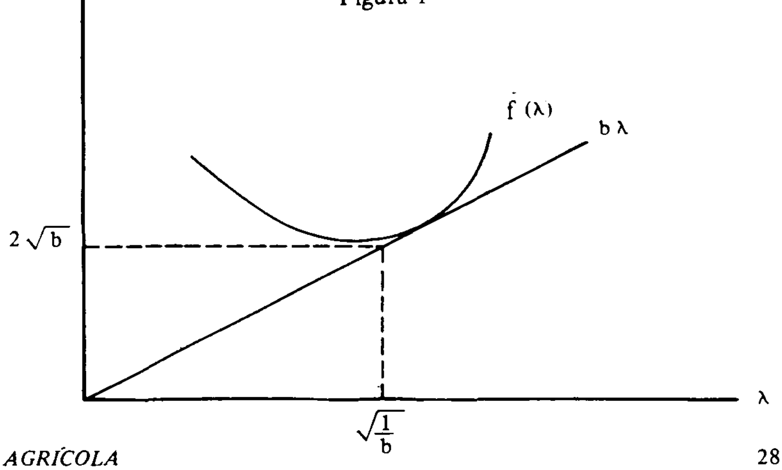
$$(-\frac{\phi}{B}) = (\lambda_1 + \frac{1}{\lambda_1 B}) \text{ ou } \frac{d_\bullet}{d_1} + (1 + B) = -\phi = \lambda_1 B + \frac{1}{\lambda} \qquad (13)$$

Deve-se, portanto, determinar λ que satisfaz $-\phi = \lambda b + \frac{1}{\lambda}$.

Considere-se a função $f(\lambda) = \lambda b + \frac{1}{\lambda}$. Essa função tem mínimo para $\lambda = \frac{1}{\sqrt{1}}$, pois $f'(\lambda) = b - \frac{1}{\lambda 2} = 0$ e isto implica que $\lambda = \frac{1}{\sqrt{b'}}$ e $f\ (1/b) = \frac{2}{(1/\sqrt{b})^3} > 0$.

Note-se, também, que $\delta\ (\frac{1}{\sqrt{b}}) = 2\sqrt{b}$. Assim, a figura ($\lambda$) é a seguinte:

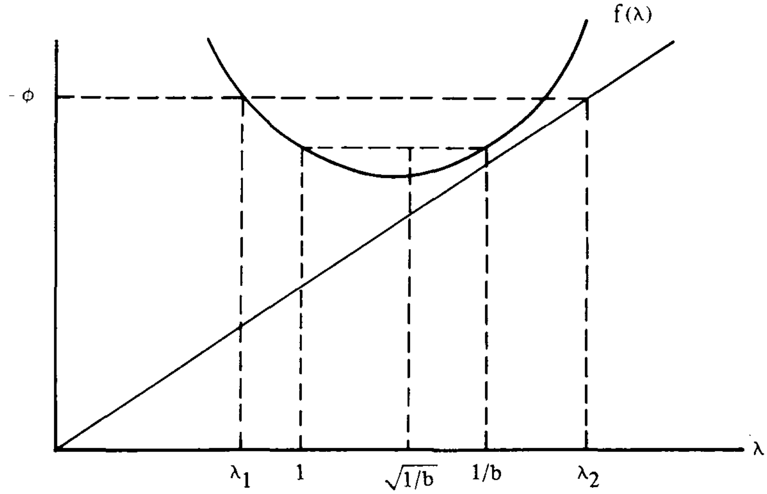
Figura 1



Pode-se observar que $1 + b \geqslant 2\sqrt{b}$ para $0 < b \leqslant 1$.

Conseqüentemente, $-\phi = \frac{f_1}{l} + (1 + b) \geqslant 2\sqrt{b}$. Isto significa, em outras palavras, que, dado ϕ, existem dois valores de λ que resolvem a equação $f(\lambda) = -\phi$. Tais valores estão representados na figura 2 por λ_1 e λ_2.

Figura 2



Sendo $\lambda_1 < \frac{1}{b}$, a função $f(\lambda)$ é decrescente neste intervalo. Note-se, também, que $f(1) = 1 + b$ e como $-\phi \geqslant 1 + 1$, segue-se que $f(\lambda) > f(1)$ e, portanto, $\lambda_1 \leqslant 1$.

Por sua vez, $f(1/b) = 1 + b$ e como $1/b \geqslant \frac{1}{\sqrt{b}}$ está-se no ramo crescente de $f(\lambda)$. Conseqüentemente, como $f(\lambda_2) \geqslant f/(1b)$, $\lambda_2 > 1/b$.

Após a fatoração, reescreve-se a equação de diferença (10) como

$$(1 - \lambda_1 L)(1 - \lambda_2 L) A_{1t+1} = d_1^{-1} (f_1 + a_{1t} + P_{1t})$$

Para satisfazer à condição de transversalidade, opera-se em ambos os lados desta equação com o forward inverso de $(1 - \lambda_2 L)$ para conseguir

$$(1 - \lambda_1 L) A_{1t+1} = \frac{-(d_1 \lambda_2^{-1} L^{-1})}{1 - \lambda_2^{-1} L^{-1}} = (f_1 + a_{1t} + P_{1t}) + c\lambda_2^t$$

sendo $\underline{c}$ uma constante. Contudo, já que $\lambda_2 > \frac{1}{b}$, fixa-se $c = 0$ para satisfazer à condição de transversalidade. Fixando $c = 0$ e como $1/\lambda_2 = \lambda_1$, chega-se a

$$A_{1t} = \lambda_1 A_{1t-1} + \frac{\lambda_1}{d_1} \sum_{j=0}^{\infty} (\lambda_1)^j (f_1 + a_{1t+j} + P_{1t+j}) \tag{14}$$

Pode ser verificado diretamente que esta solução satisfaz às equações de Euler e à condição de transversalidade. A equação polinomial (12) implicitamente define λ_1 e λ_2 como funções de d_0/d_1. É possível mostrar que λ_1 é uma função decrescente de (d_0/d_1) e que $(1/\lambda_2) = \lambda_1$. O que implica que λ_1 e $(1/\lambda_2)$ aumentam com aumentos no parâmetro de ajustamento (d_1). Assim, a equação (14) mostra que aumentos no parâmetro de custo de ajustamento (d_1) aumentam (λ_1) e (e/λ_2), diminuem a velocidade na qual o empresário responde aos sinais que ele recebe de preços e de produtividade.

Utilizando a mesma metodologia para A_{2t}, tem-se

$$A_{2t} = \delta_1 \; A_{2t} = {}_1 - \frac{\delta_1}{m_1} \sum_{j=0}^{\infty} (\delta_1)^j \, (f_1 + a_{2t+j} + P_{2t+j} \qquad (15)$$

Em caso de certeza ou determinístico (14) é a regra de decisão ótima para alocação de terra para o produto 1 e (15) o é para o produto 2.

Pela pressuposição de que P_{1t} e P_{2t} são de ordem exponencial menor que $1/B$ e que a soma infinita acima converge, podem-se escrever (14) e (15) como:

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{1t} = \lambda_1 A_{1t-1} + \dfrac{\lambda_1}{d_1(1-\lambda_1)} (f_1 + a_{1t+j} + P_{1t+j}) \\[2ex] A_{2t} = \delta_1 \; A_{2t-1} + \dfrac{\lambda_1}{m_1(1-\delta_1)} (f_2 + a_{2t+j} + P_{2t+j}) \end{array} \right. \qquad (16)$$

As derivadas parciais de (16) com relação aos preços futuros P_{1t} e P_{2t} são positivas e independentes do sinal de λ_1 ou de d_1, no caso de P_{1t}, e de δ_1 ou de m_1, no caso de P_{2t}.

A pressuposição de expectativa racional implica que os produtores maximizam (16) de acordo com os verdadeiros processos estocásticos das variáveis independentes. Assim, as esperanças matemáticas condicionadas das variáveis exógenas dependem dos seus processos estocásticos e das informações que os produtores têm no tempo *t* que os ajudam a predizer as variáveis exógenas.

Assim (16) torna-se

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{1t} = \dfrac{\lambda_1}{d_1(1-\lambda_1)} f_1 + \lambda_1 \; A_{1t-1} + \dfrac{\lambda_1}{d_1(1-\lambda_1)} E_t \, [a_{1t+j} + P_{1t+j}] \\[2ex] A_{2t} = \dfrac{\delta_1}{m_1(1-\delta_1)} f_2 + \delta_1 \; A_{2t-1} + \dfrac{\delta_1}{m_1(1-\delta_1)} E_t \, [a_{2t+j} + P_{2t+j}] \end{array} \right. \qquad (17)$$

Pelo teorema de Wold (1938), qualquer processo estocástico não-determinístico com variância estacionária tem a representação de média móvel como

$$Z_t = \sum_{j=0}^{\infty} \delta_j U_{t-1} \text{ ou } Z_t = \delta(L) U_t, \; \delta(L) = \sum_{j=0}^{\infty} \delta_j L^j \tag{18}$$

A fórmula de predição de Weiner-Kolmogorov para Z_t será

$$E_t Z_t = [\gamma(L)/L^k] + u_t^2 \tag{19}$$

Assim, as regras ótimas de decisão para alocação de terra para os produtos 1 e 2 são:

$$\begin{cases} A_{1t} = c + \lambda_1 A_{1t-1} + \dfrac{\lambda_1}{d_1(1-\lambda_1)} Z_t^* + 1 \\[2ex] A_{2t} = c + \delta_1 A_{2t-1} + \dfrac{\delta_1}{m_1(1-\delta 1)} Z_t^* + 1 \end{cases} \tag{20}$$

em que $Z_t^* + 1$ são as variáveis exógenas preditas para o tempo baseadas na distribuição destas variáveis. Para o produto 1, obrigatoriamente $P_{1t} + 1$ faz parte deste conjunto de variáveis; para o produto 2, $P_{2t} + 1$ é que faz parte deste conjunto de variáveis.

4. Estimação dos parâmetros

As estratégias de estimação são dependentes das questões específicas que o pesquisador está procurando responder.

Quando o objetivo principal foi estimar todos os parâmetros do modelo sujeitos a todas as restrições a fim de testar as interpretações que o modelo permite daqueles dados, Sargent (1978) e Eckstein (1984) utilizaram o método de verossimilhança de informações completas (FIML).

Hansen (1982) e Hansen & Sargent (1982) desenvolveram um método de variável instrumental não-linear (NLIV).

Nerlove, Grether & Carvalho (1979) propuseram uma metodologia denominada expectativas quase-racionais, em que as expectativas sobre as variáveis endógenas e exógenas são substituídas pelas suas correspondentes predições do erro dos quadrados médios mínimos.

Sargent (1976) e Eckstein (1985) discutem a equivalência das formas reduzidas de modelos que diferem nas especificações de expectativas.

Neste estudo, dada a pressuposição de que os produtores conhecem os verdadeiros momentos da distribuição de P_t e de S_t, as expressões $E_t(P_{1t+j})$ e $E_t(S_{t+j})$ serão substituídas pelos seus processos Arma ou Arima correspondentes. Não se teve a preocupação de estimar todos

os parâmetros do modelo, como as estimativas individualizadas de d_l e m_l, já que para o objetivo do estudo são desnecessárias.

O modelo estatístico a ser estimado é

$$A_t = c + \alpha_1 A_{t-1} + \alpha_2 E_t (P_{t+1}) + \alpha_3 E_t (S_{t+1}) + \epsilon \tag{21}$$

em que:

A_t é a área alocada ao produto no ano t; A_{t-1} é a área alocada ao produto no ano $t - 1$; $E_t (P_{t+1})$ é o preço do produto em $t + 1$, esperado em t; $E_t (S_{t+1})$ é o valor da variável exógena S, no período $t + 1$, esperado em t; c, $\alpha 1$, $\alpha 2$ e $\alpha 3$ são parâmetros por estimar.

O estudo baseou-se num produto relevante, a soja, que é uma cultura anual e teve um aumento de área sem precedentes na agricultura brasileira.

Uma vez que a soja é um produto voltado principalmente para o mercado externo, trabalhou-se com o preço da soja na Bolsa de Chicago, primeira entrega, no período 1960-85. Apesar de apresentarem muita variação, os dados não mostraram sazonalidade. O preço do mês de maio foi o utilizado, já que este mês corresponde ao ponto alto da comercialização da soja produzida no Brasil. A outra variável exógena utilizada foi a taxa de câmbio média ponderada para o ano, que não difere muito da taxa de câmbio dos meses do meio do ano.

Procurou-se identificar o processo que pudesse melhor representar as séries de preços e de taxas de câmbio.

Neste estudo, para a série de preços, o melhor modelo foi um modelo Arima com um processo auto-regressivo igual a 3 e um processo de médias móveis igual a 1, na primeira diferença dos logaritmos. Para a taxa de câmbio, o melhor modelo foi um processo auto-regressivo igual a 1 na primeira diferença dos logaritmos.

As predições (forecast) oriundas de cada um dos modelos para um ano à frente foram utilizadas como as estimativas de $E_t (P_{t+1})$ e $E_t (S_{t+1})$.

O modelo (21) a ser estimado é então postulado como

$$A_t = c + \alpha_1 A_{t-1} + \alpha_2 \beta_{t+1} + \alpha\beta \hat{S}_{t+1} + \epsilon \tag{22}$$

sendo $\bar{P}_{t+1}$ e $\bar{S}_{t+1}$ os valores preditos para P_{t+1} e S_{t+1}. Como $\hat{P}_{t+1}$ e $\hat{S}_{t+1}$ são estimados a partir dos seus processos estocásticos, existe então certa não-linearidade nestas combinações. A partir de metodologia sugerida por Fuller (1976) e por Burguette, Gallant & Souza (1982), utilizou-se o método de variáveis instrumentais para estimar (22).

Um estimador, seja de mínimos quadrados não-lineares de três estágios ou outro qualquer, é a solução para um problema de otimização.

Os problemas de otimização dividem-se em dois grupos: os estimadores de distância média mínima e o método de estimadores de momento. Em ambos, a estimação de distância média mínima e o método de estimação

de momento, considera-se um estimador o valor de $\hat{\lambda}_{\underline{r}}$, o qual minimiza uma função-objetivo $S_n(\lambda)$.

O negativo de $S_n(\lambda)$ pode ser tratado como se fosse uma função de maxiverossimilhança e o teste estatístico de Wald-Wn, o teste estatístico da razão de maxiverossimilhança — Ln e o teste estatístico *efficient score* de Rao — Rn podem ser derivados para hipótese nula $\underline{H}$; h (λ) = 0 contraposta à alternativa $\underline{A}$: h $(\lambda) \neq 0$. Suas distribuições assintóticas nulas e não-nulas podem ser encontradas, usando argumentos bastante semelhantes aos argumentos clássicos de máxima verossimilhança. O que não pertence a esta unificação seriam aqueles problemas cuja função-objetivo não é continuamente diferenciável duas vezes com respeito aos seus parâmetros.

Sugere-se o uso de variáveis instrumentais quando o modelo a ser estimado apresenta não-linearidade nos seus parâmetros.

Foram usadas as variáveis $\hat{P}_t$, $\hat{P}_{t+1}$, $\hat{S}_t$, e $\hat{S}_{t+1}$ como variáveis instrumentais para calcular A_{t-1} (área defasada plantada com soja). Os valores assim gerados são utilizados na regressão de A_t contra as variáveis independentes A_{t-1}, $\hat{P}_{t+1}$ e $\hat{S}_{t+1}$ (área defasada, preço predito para o período $t + 1$ e taxa de câmbio predita para o período $t + 1$).

As equações relevantes foram então estimadas sob as formas:

a) para a estimação de $\underline{A}_{t-1}$:

$$\ln A^*_{t-1} = \ln C + \alpha_1 \ln P_t + \alpha_2 \ln \hat{P}_{t+1}\ \alpha_3 \ln S_t + \alpha_4 \ln \hat{S}_{t+1} + \ln \varepsilon \qquad (23)$$

b) para a estimação de A_t:

$$\ln A_t = \ln C' + \alpha_1' \ln A^*_{t-1} + \alpha_2' \ln \hat{P}_{t+1} + \alpha_3' \ln \hat{S}_{t+1} + \ln \varepsilon' \qquad (24)$$

Enfatiza-se, ainda, que o uso de variáveis instrumentais em (23) não teve o propósito de corrigir eventuais valores altos dos coeficientes da variável A_{t-1} na equação (24) como sugerido por Liviatan (1963) e Pastore (1971).

Foi estimada mais de uma versão para o modelo porque, com a mudança da sede do governo da República para Brasília e com a existência de políticas voltadas para a ocupação da área dos cerrados, principalmente a partir da década de 70, a área com culturas tem-se expandido muito nos últimos anos, principalmente nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, no Distrito Federal e no oeste de Minas Gerais.

O modelo foi estimado para toda a área com soja e para a área com soja menos as áreas com soja dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e do Distrito Federal, que, doravante, será chamada "área com soja menos cerrado".

Adicionalmente, o período total de análise (1960-84) foi dividido em 1960-80 e 1960-84, para permitir juntamente com a divisão do espaço (área total e área total menos cerrado) a análise do comportamento dos produtores tradicionais (isto é, mais antigos na indústria) *vis-à-vis* os produtores "novos".

Os resultados estão nos quadros 1 e 2. No primeiro, são apresentados os resultados da regressão das variáveis instrumentais para a geração de valores da variável A^*_{t-1} (área defasada plantada com soja), e no segundo estão os resultados da regressão final.

Quadro 1
Resultados dos modelos de regressão com variáveis instrumentais

Área relevante [1]	Período	Variável dependente	Coeficientes (e valoresm de t) das variáveis				
			c	$\hat{P}_t$	$\hat{P}_{t-1}$	$\hat{S}_t$	$\hat{S}_{t+1}$
Área total com soja	1960-84	A^*_{t-1}	2,860623 (1,98)	0,903628 (2,40)	1,263614 (3,59)	0,674131 (2,43)	–0,386308 (1.60)
Área total com soja	1960-80	A^*_{t-1}	5,727029 (4,09)	0,616806 (1,73)	0,988943 (2,94)	0,557101 (1,44)	–0,053517 (0,12)
Área total menos cerrado	1960-84	A^*_{t-1}	2,811754 (2,09)	0,734106 (2,06)	1,464415 (4,34)	0,640098 (2,48)	–0,410847 (1,83)
Área total menos cerrado	1960-80	A^*_{t-1}	5,867935 (5,03)	0,618743 (2,25)	0,791354 (2,73)	0,741383 (1,97)	–0,087363 (0,27)

[1] Área total com soja: estimativas baseadas em dados dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e do Distrito Federal. Área total menos cerrado: excluídos os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e o Distrito Federal.

Quadro 2
Resultados da regressão final

Área relevante [1]	Período	Variável dependente	Coeficientes e valores de t das variáveis				Estatísticas			
			C	A^*_{t-1}	$\hat{P}_{t+1}$	$\hat{S}_{t+1}$	R^2	DW	F	Prob >F
Área total com soja	1960-84	A_t	6,739522 (2,1)	1,2038E-7 (1,1)	1,350097 (2,0)	0,174629 (2,3)	0,868	0,886	53,6	0,001
Área total com soja	1960-80	A_t	8,138931 (3,7)	7,0588E-8 (0,8)	0,979964 (2,1)	0,577824 (5,0)	0,929	1,119	83,9	0,0001
Área total menos cerrado	1960-84	A_t	7,807544 (2,4)	1,7745E-7 (1,4)	1,116716 (1,6)	0,138819 (2,0)	0,854	0,756	47,6	0,0001
Área total menos cerrado	1960-80	A_t	7,153301 (3,8)	2,6032E-8 (0,3)	1,197357 (3,0)	0,604965 (5,3)	0,925	1,250	79,6	0,0001

1 Área total com soja: estimativas baseadas em dados dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e do Distrito Federal. Área total menos cerrado: excluídos os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e o Distrito Federal.

As equações para estimação dos valores de A^*_{t-1}, no quadro 1, tiveram um desempenho muito satisfatório: todos os coeficientes foram estatisticamente diferentes de zero, exceto para a variável S_{t+1} (taxa

de câmbio no período t + 1), no período 1960-80. Também com a variação no período considerado (1960-84 ou 1960-80) e na área relevante da análise (com ou sem área do cerrado), não ocorreram alterações notáveis na magnitude dos coeficientes nem no nível de significação estatística, o que mostra estabilidade.

Os resultados que emergem do quadro 2, e que são resultados das regressões finais, são compatíveis com o modelo e com o princípio de expectativas racionais. No período 1960-84 existe uma correlação positiva e significativa entre a área plantada com soja, no tempo t, e as variáveis "preço da soja" e "taxa de câmbio", no período $t + 1$, sendo que estas variáveis representam as estimativas que foram feitas com base nos valores passados das mesmas. A área defasada em um período A_{t-1} apresenta um coeficiente baixo e um nível de significância estatisticamente também baixo; entretanto, a exclusão da área do cerrado aumenta o valor do coeficiente e da estatística t, o que implica que a associação A_t e A_{t-1} é mais forte nas áreas "tradicionais" de produção de soja. Quando foi excluído o período 1981-84, os coeficientes da variável $\underline{A_{t-1}}$ e da estatística $\underline{t}$ foram reduzidos, o que implica que, em períodos mais recentes, tem sido maior a relação entre a área plantada no período $\underline{t}$ e aquela imediatamente anterior.

Os resultados mostram que os sojicultores, ao planejarem suas produções, fazem uma predição do preço para a época em que sua produção será comercializada e que esta predição é baseada na distribuição dos preços passados. E, como a predição é baseada na distribuição dos preços passados, as forças de oferta e de demanda que determinam estes preços, bem como outros fatores, tais como as ações governamentais, são consideradas ao se fazerem tais predições.

5. Conclusões

Mesmo reconhecendo o escopo limitado do estudo ao restringir-se a um único produto, podem-se tecer algumas implicações, sem trazer subjetivismo à pesquisa.

O estudo mostrou que mesmo que os sojicultores tenham incertezas quanto a outros segmentos da política para o complexo soja (contingenciamento, importação, impostos sobre exportação — que dependem da política do governo), os resultados são contundentes em mostrar que preço e taxa de câmbio esperados são importantes variáveis de decisão e que tanto os sojicultores "tradicionais" como os "novos" dão peso maior ao preço esperado do que à taxa de câmbio.

Como a política cambial não é específica ao complexo soja, pode influenciar todos os produtos passíveis de serem importados ou exportados, portanto ela só é realmente efetiva como força explicativa para o aumento

da produção de dado produto, seja ele agrícola ou não, quando conjugada a condições favoráveis de mercado.

O preço esperado, neste estudo, é uma estimativa que o produtor tem, baseando-se nos valores passados deste preço. As políticas governamentais, as mudanças nos vários segmentos da demanda do produto e mesmo as variações na oferta indiscutivelmente afetam o preço do produto. O produtor, ao fazer uma projeção do preço futuro, baseando-se nos valores passados deste preço, está indiretamente considerando também estas outras variáveis que são exógenas para o produtor.

Como a produção agrícola leva certo tempo entre o planejamento da produção e a colocação do produto no mercado, o produtor necessita de sinais ou fatos com certa regularidade que lhe permitam planejar sua produção. É sabido que as políticas macroeconômicas, como as relativas à política cambial, à taxa de juros ou, ainda, às políticas fiscais, influem no setor agrícola. Não tem havido, entretanto, o estabelecimento de um conjunto de políticas macroeconômicas e setoriais, de curto e longo prazos, que sejam coerentes entre si e tenham condições de ajudar o produtor no seu processo de tomada de decisão. De modo geral, especialmente no setor agrícola, o governo tem interferido de modo nem sempre coerente. Por ser a soja um produto bastante voltado para o mercado externo, o produtor tem sido capaz de vislumbrar no emaranhado de informações que lhe chegam aquelas com mais regularidade e confiabilidade. É neste contexto que o preço esperado na Bolsa de Mercadorias de Chicago assume importância fundamental para os sojicultores brasileiros. Todavia, no caso de produtos mais voltados para o mercado doméstico, dado ser insignificante e, portanto, bastante instável o comércio internacional, conjugado à instabilidade das nossas políticas e à instabilidade das produções agrícolas, o processo de tomada de decisão do produtor torna-se bastante complexo, já que a identificação do componente regular das variáveis-chave é mais difícil.

Portanto, são bastante compreensíveis o aumento da área com soja e a estagnação das áreas com produtos de consumo principalmente doméstico, como arroz, milho e feijão, ocorridos na década de 70 e início dos anos 80.

Reconhecida a importância dos preços previstos nas decisões correntes dos produtores, o governo tem meios de prover uma combinação apropriada de produtos para atender às necessidades da sociedade. O requerimento óbvio é que o conjunto de instrumentos de política agrícola seja acionado de maneira integrada, conjugado com as políticas não-setoriais, de modo a viabilizar a rentabilidade agrícola com os outros objetivos da sociedade. Isto implica que os objetivos de curto prazo devem ser compatibilizados com os objetivos de longo prazo. À medida que os produtores internalizarem a confiança de continuidade de políticas, tais como de preço, expor-

tação, importação, crédito, maiores serão as chances de se ter uma oferta agrícola mais constante e equilibrada.

Alguns passos iniciais foram dados com as recentes modificações da política agrícola, preços mínimos plurianuais por exemplo. Entretanto, não existe um mecanismo que assegure ao produtor a continuidade destas políticas nem o que será capaz de modificar ou mudar esta e nesta política. Como não existe uma discussão sistematizada dentro da sociedade, em que os diversos segmentos possam manifestar-se a respeito do aperfeiçoamento na política agrícola, o produtor deve continuar a conviver com a incerteza de possíveis interferências, algumas até conflitantes entre si, por parte do governo. Como a nossa agricultura precisa desenvolver-se, pretende-se ainda manter a auto-suficiência em alguns produtos e ser capaz de competir no mercado internacional em outros, há necessidade de se pensar não apenas em uma política agrícola, mas em políticas voltadas para o setor agrícola.

Abstract

This study examines the behavior of producers in deciding the allocation of land to a certain commodity. The basic assumption is that producers are optimizers and that rational expectations, in the sense of Muth, prevail. Basically, we solve a quadratic dynamic optimization model with adjustment costs. Soybeans is the case study, in view of the fact that it is an annual crop and that its area has grown substantially.

The recognition that producers look for, store and process information, which are then utilized to form expectations of key variables that enter the decision process, requires some coherence between macroeconomic and agricultural policies, both in the short and long run.

Referências bibliográficas

Barbosa, M.M.T.L. Análise da oferta de soja sob a abordagem de expectativas racionais. Tese de doutorado. Viçosa, UFV, 1986, 83p. Burghete, J.F,; Gallant. A.R. & Souza. G. On the unification of the assymptotic theory of monlinear econometric models. *Econometric Review, 1:* 151-90, 1982.

Eckstein, Z. Rational expectations modeling of agricultural supply: the Egyptian case. Ph D thesis. University of Minnesota, 1981.

______. A rational expectations model of agricultural supply. *J. Polit. Econ., 92:* 1-9, Feb. 1984.

______. Dynamics of agricultural supply. *Am. J. Agric. Econ., 67* (2): 204-14, 1985.

Fuller, W.A. *Introduction to statistical time series.* New York, Wiley, 1976.

Hansen, L.P. Large sample properties of generalized method of moments estimators. Ecometrica, 50:1.029-55, 1982.

———. Sargent, T.J. Instrumental variables procedures for estimating linear national expectations models. *J. Monetary Econ., 9:263-96,* 1982.

Liviatan, N. Consistent estimation of distributed lags. *Economic Review, 4,* 1963.

Lucas Junior R.E. & Prescott, E. Investement under uncertainty. *Ecometrica, 39*(71):659-81, 1971.

Maddock, R. & Carter, M. A child's guide to rational expectations. *J. Econ. Literature, 20*:39-51, 1982.

Mishkin, F.S. *A rational expectations approach to macroeconomics;* testing policy ineffectiveness and efficient-market models. Chicago, The University of Chicago Press, National Bureau of Economic Research, 1983. 179p.

Muth, J.F. Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica, 29*(3):315-35, 1961.

Nerlove, M.; Grether, D.M. & Carvalho, J.L. *Analysis of economic time series*; a synthesis. New York, Academic Press, 1979. 468p.

Newbold, Paul & Granger, C.W.J. *Forecasting economic time series.* Academic Press, 1977.

Pastore, A. C. A oferta de produtos agrícolas no Brasil. *Estudos Econômicos,* São Paulo, *12*(3):35-69, mar. 1971.

Sargent, T.J. The observational equivalence of natural and unnatural rate theories of macroeconomics. *J. Polit. Econ., 84*:631-9, 1976.

———. *Macroeconomic theory.* Minn :apolis, Minn., Academic Press, 1979. 404p.

———. Interpreting economic time series. *J. Polit. Econ., 89*(9):213-48, 1981.

Sheffrin, Steven M. *Rational expectations.* Cambridge University Press, 1983.

Wold, H. *The analysis of stationary time series.* Stockholm, Almquist & Wiksell, 1938.