

UMA ANÁLISE ECONOMETRICA DA OFERTA AGRÍCOLA EM PERNAMBUCO*

Dinaldo Bizarro dos Santos
Sergio Alberto Brandt
Edson Potsch Magalhães
*Luiz Antonio da Cunha Viana***

Resumo: Examinam-se neste estudo as relações de suprimento agrícola para o Estado de Pernambuco, na região Nordeste do Brasil. Dez produtos importantes foram selecionados para pesquisa: mandioca, feijão, algodão, milho, tomate, mamona, batata-doce, cebola, arroz e abacaxi. O objetivo específico do estudo é analisar as reações dos agricultores com referência a mudanças de preço, em termos de produção, área de plantio e rendimento, tanto a curto como a longo prazo. Modelos de atrasos distribuídos e equações simples e simultâneas foram adaptados por TSLS ou OLS aos detalhes da série de épocas (1947-70). A conclusão importante deste estudo é que os agricultores de Pernambuco tendem a reagir pouco, mas positivamente, a mudanças de preço, tanto em termos de área de plantio como em rendimentos. Foi observado também que reações a longo prazo, aos preços dos produtos, foram sempre mais elevadas do que reações a curto prazo. Prova suplementar sugere que se tem conseguido aumento de produção, principalmente, através da incorporação de novas terras ao processo de produção.

INTRODUÇÃO

Com pequenas variações na composição do produto do setor agropecuário do Estado de Pernambuco, a produção vegetal tem sido sempre superior e com tendência ascensional em relação à produção animal.^{1, 2, 3} A primeira é constituída primordialmente por cana-de-açúcar, mandioca, feijão, algodão, milho, banana, tomate, mamona, batata-doce, cebola, café, coco, arroz, abacaxi e sisal, que representam mais de 90% do valor da produção. Na pecuária

* Esta pesquisa foi realizada com recursos da SUDENE e do CNPq e baseada na tese de mestrado do primeiro autor.

** Os autores são, por ordem de citação: Técnico da SUDENE, atualmente à disposição do Ministério do Interior; Professor da UFV; Diretor do Centro de Pós-graduação da Universidade Católica de Minas Gerais; e Técnico da EMATER-SE.

destacam-se bovinos, com uma participação sempre acima de 60%, e ainda eqüinos-asininos-muare, suínos, caprinos e ovinos.¹⁵

Nesta pesquisa analisam-se as relações de oferta de alguns desses principais produtos da economia agrícola pernambucana, objetivando fornecer subsídios, entre outras, para políticas de preços. Foram selecionadas dez das quinze culturas acima relacionadas, excetuando-se cana-de-açúcar, banana, café, coco e sisal. Banana, café e coco não foram incluídos na pesquisa por se tratar de culturas perenes e, para suas análises de ofertas, utiliza-se modelo econométrico específico. Quanto à cana-de-açúcar e ao sisal, nos ajustamentos preliminares realizados para essas culturas, as estimativas dos coeficientes da variável preço corrigido do produto apresentaram-se com sinal incoerente.

Conforme se constata, os produtos escolhidos representam significativos itens da balança comercial do Estado ou são importantes fontes para o suprimento alimentar da população. Observa-se, ainda, que a maioria deles é constituída de insumos relevantes para a indústria de transformação.¹⁶

Quanto à importância desses produtos como participantes da dieta alimentar da população e/ou em diversas indústrias de transformação — inclusive servindo de base a subprodutos e complexos derivados, como é o caso de mandioca e de mamona — seria bastante longa e desnecessária uma descrição a respeito de todos eles. Para informações mais pormenorizadas sugere-se consultar.^{43, 45}

O presente estudo tem como objetivo geral estimar as estruturas de oferta de dez dos principais produtos agrícolas do Estado de Pernambuco.

Os objetivos específicos são: (a) analisar relações de produção, área colhida e rendimento a diversos incentivos econômicos e não-econômicos; (b) estimar elasticidade-preço de resposta de produção, área colhida e rendimento; (c) estimar respostas dos produtores face a mudanças em preço a curto e longos prazos; e (d) analisar as inferências políticas e econômicas para o Estado de Pernambuco, uma vez conhecidas as reações dos produtores em face das variações em preços dos produtos agrícolas em pauta.

METODOLOGIA

Parte das informações necessárias para estimar as estruturas de oferta deste estudo foram obtidas de séries estatísticas cronológicas, compreendendo o período de 1947-70.¹² Estas informações se resumem em área colhida,

quantidade produzida e valor da produção dos dez produtos analisados. O rendimento cultural é calculado através da relação entre quantidade produzida e área colhida.

A fonte de dados sobre precipitação pluviométrica foi a Divisão de Hidrologia da SUDENE.^{13, 46}

Neste estudo usam-se relações de resposta do tipo:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) \quad (I)$$

onde Y é a variável dependente (produção, área colhida ou rendimento cultural) e X_1, \dots, X_n as variáveis independentes (endógenas ou exógenas) que interferem na dependente.^{6, 8, 9, 27}

Considerando determinadas peculiaridades das estruturas de produção e mercado existentes no Estado de Pernambuco, opta-se pelo uso alternativo de três modelos econométricos distintos: modelo de equações simultâneas; modelo biequacional, com equações de área e rendimento sem determinação simultânea; e modelo uniequacional, com equações independentes de área ou produção.^{10, 11, 14, 18}

Procura-se estimar as estruturas de oferta dos produtos agrícolas selecionados, utilizando-se inicialmente um método de equações simultâneas, através do processo de mínimos quadrados de dois estágios (MQDE).^{28, 35, 37, 50}

A escolha do método é parcialmente condicionada, considerando que a produção (Q_t) é determinada pelo produto da área cultivada com o rendimento cultural. Logo, o modelo estatístico compreende um sistema de equações para cada cultura e as variáveis dependentes do sistema (área colhida e rendimento) são determinadas simultaneamente. O sistema é simultâneo por apresentar uma cadeia reversível de causa e efeito nas variáveis endógenas pois, conforme se observa no modelo em seguida, A_t afeta R_t e vice-versa.^{44, 47, 48, 50, 51}

Na forma estrutural o modelo se compõe de duas equações e uma identidade, genericamente assim especificadas:

– Equação de Área Colhida

$$A_t^* = b_0 + b_1 A_{t-1} + b_2 Pp_{t-1} + b_3 Pa_{t-1} + b_4 R_t^* + E \quad (II)$$

– Equação de Rendimento Cultural

$$R_t^* = b'_0 + b'_1 R_{t-i} + b'_2 Pp_{t-i} + b'_3 C_t + b'_4 A_t^* + E' \quad (\text{III})$$

– Identidade

$$Q_t = A_t \cdot R_t \quad (\text{IV})$$

Na forma reduzida as equações são:

$$A_t^* = B_0 + B_1 A_{t-i} + B_2 Pp_{t-i} + B_3 Pa_{t-i} + B_4 C_t + B_5 R_{t-i} + U \quad (\text{V})$$

$$R_t^* = B'_0 + B'_1 R_{t-i} + B'_2 Pp_{t-i} + B'_3 Pa_{t-i} + B'_4 C_t + B'_5 A_{t-i} + U' \quad (\text{VI})$$

onde (*) indica variáveis endógenas e $i = 1$ ou 2 .

Cada equação de forma reduzida contém todas as variáveis exógenas e/ou predeterminadas do modelo estrutural.

Os ajustamentos das equações foram feitos primeiramente em forma logarítmica, a fim de que os coeficientes de regressão indicassem diretamente as elasticidades a curto prazo, para todas as variáveis envolvidas. Em segundo lugar, as equações são ajustadas na forma linear.^{33, 34, 36, 42, 52}

O modelo utilizado como segunda alternativa no presente estudo é constituído de duas equações, estimadas independentemente, e de uma identidade, especificadas de forma geral como se segue:

– Equação de Área Colhida

$$A_t = a_0 + a_1 A_{t-i} + a_2 Pp_{t-i} + a_3 Pa_{t-i} + a_4 C_{t-i} + a_5 T + u \quad (\text{VII})$$

– Equação de Rendimento Cultural

$$R_t = a'_0 + a'_1 R_{t-i} + a'_2 Pp_{t-i} + a'_3 Pa_{t-i} + a'_4 C_t + a'_5 T + u' \quad (\text{VIII})$$

– Identidade

$$Q_t = A_t \cdot R_t \quad (\text{IX})$$

Como todas as variáveis explicativas introduzidas nas equações são con-

sideradas exógenas ou predeterminadas, pode-se dizer que cada equação é de natureza recursiva, i.e., de dependência causal unilateral e exatamente identificada. Conseqüentemente, calculam-se os parâmetros das variáveis pelo método de mínimos quadrados ordinários (MQO), sob pressuposição de linearidade das variáveis e certas características do termo de erro.

Testa-se a hipótese de existência ou não de correlação serial entre os resíduos, usando-se o teste de Durbin-Watson. Para informações mais pormenorizadas ver BARBANCHO,⁴ JOHNSTON,²⁴ MALINVAUD²⁹ e LESER.²⁸

O modelo uniequacional representa a terceira alternativa desenvolvida para estimar as estruturas de oferta de produtos selecionados. As relações de oferta são determinadas por equações individuais de produção ou área colhida.^{7, 38, 39, 40}

Opta-se por um modelo uniequacional em que área colhida ou produção corrente é expressa em função de uma série de variáveis exógenas e/ou predeterminadas, a fim de obter estimativas de elasticidade de oferta:

$$Q_t = a_0'' + a_1''Q_{t-i} + a_2''Pp_{t-i} + a_3''Pa_{t-i} + a_4''C_t + a_5''T + u'' \quad (X)$$

onde Q significa tanto produção como área colhida e $i = 1$ ou 2 .

As variáveis dependentes são as seguintes: A_t é a área colhida, expressa em hectares, no ano t ; R_t é o rendimento cultural, expresso em toneladas por hectare, no ano t ; e Q_t é a produção anual, expressa em toneladas, no ano t .

As variáveis independentes são as seguintes: A_{t-i} é a área colhida retardada de i anos; R_{t-i} é o rendimento cultural retardado de i anos; Q_{t-i} é a produção anual retardada de i anos; Pp_{t-i} é o preço do produto, expresso em cruzeiros por tonelada, retardado de i anos; Pa_{t-i} é o preço do produto alternativo, expresso em cruzeiros por tonelada, retardado de i anos; R_t^* é o rendimento no ano t (variável endógena); A_t^* é a área colhida no ano t (variável endógena); C_t é a precipitação pluviométrica, expressa em milímetros, no ano t ; C_{t-i} é a precipitação pluviométrica retardada de i anos; T a tendência; E, E', U, U', u, u' e u'' são os termos de erro ao acaso.

Introduz-se uma variável de tendência por motivos tanto de ordem econômica como de ordem estatística. O período analisado neste estudo (1947-70) é de amplitude suficiente para que se possam captar os efeitos de algumas transformações ocorridas nos processos de produção e comercialização da agricultura pernambucana.^{20, 21, 23}

No que tange à área colhida, por exemplo, segundo PASTORE,⁴¹ o fato empiricamente constatado de que as séries de área apresentam fortes tendências crescentes atribuíveis, pelo menos em parte, a deslocamentos de variáveis que possam ser descritas por uma “tendência”, faria com que a omissão da variável tempo provocasse um viés de especificação no coeficiente de área retardada, superestimando, em consequência, o coeficiente de elasticidade de longo prazo.^{25, 26, 30, 31, 32}

O problema de identificação é discutido por MALINVAUD²⁹ e JOHNSTON.²⁴ O problema de correlação serial nos resíduos é discutido por THEIL⁴⁹ e o de multicolinearidade por JOHNSTON.²⁴

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As onze equações apresentadas no Quadro 1 são selecionadas de uma série de mais de oito centenas de equações alternativas ajustadas aos dados disponíveis.

Em todas as equações selecionadas, os sinais dos coeficientes das variáveis área, produção, rendimento e preço corrigido do produto, tomadas com retardamento, são coerentes com a teoria econômica. Os sinais são positivos e indicam relação direta entre área no ano $t-1$ ou $t-2$ e produção e rendimento no ano $t-1$ e, respectivamente, área, produção e rendimento no ano t . Observa-se, também, relação direta entre preço corrigido do produto num dado ano e área (produção ou rendimento) no primeiro ou segundo ano consecutivo, dependendo do retardamento utilizado.

Todos os sinais dos coeficientes da variável indicadora de tendência (T), incluída nas equações (1), (3), (4), (6), (7) e (8) são positivos, mostrando uma relação direta com a variável dependente (A_t ou Q_t). Nas equações de produção a variável indicadora de tendência pode estar captando efeitos de progresso tecnológico. Nas equações de área ela pode apenas captar “outros efeitos sistemáticos” sobre a área colhida corrente. O coeficiente estimado da variável de tendência permite derivar a taxa geométrica anual de deslocamento da curva de oferta ou de resposta de área atribuível àqueles fatores não explicitamente incluídos no modelo.

Os coeficientes de determinação (R^2) mostram que todas as equações são bem ajustadas aos dados de área e produção no ano t . Apenas a equação de rendimento do arroz apresenta um valor de R^2 relativamente baixo (0,29). Com exceção da equação de produção de tomate, que apresenta grau de ajusta-

QUADRO 1
Estimativas de Coeficientes de Regressão Parcial de Resposta da Área, Produção e Rendimento de Dez dos
Principais Produtos Agrícolas do Estado de Pernambuco, Período 1947/70

Produto	Constante	Área		Produção Q _{t-1}	Rendi- mento R _{t-1}	Preço do Produto		Preço do Produto Alternativo			Precipitação Pluviométrica		Tendência T	Coefi- ciente de De- termi- nação R ²	Durbin Watson d
		A _{t-1}	A _{t-2}			P _{t-1} ¹	P _{t-2} ¹	Feijão P _{t-1}	Milho P _{t-2}	Milho P _{t-2}	C _t	C _{t-2}			
Mandioca (1)	4,358		0,204 (0,170)				0,187 (0,093)		0,128 (0,101)	- 0,279 (0,149)		- 0,167 (0,084)	0,151 (0,045)	0,89	1,848
Feijão (2)	- 14200,700	0,865 (0,061)				82,800 (45,835)						37,555 (24,616)		0,95	2,274
Algodão (3)	97379,500		0,285 (0,217)				102,958 (80,854)		653,541 (152,667)	-1732,220 (508,167)			6352,660 (2510,770)	0,88	1,491
Milho (4)	70736,300	0,347 (0,159)				416,271 (262,542)		-145,975 (85,895)					6126,740 (1484,390)	0,94	1,928
Tomate (5)	2,344			0,548 (0,178)		0,151 (0,087)					- 0,136 (0,134)			0,68	1,628
Mamona (6)	30635,000	0,370 (0,223)				28,053 (28,743)		- 24,811 (17,989)					1066,830 (382,111)	0,83	2,069
Batata (7)	1,549	0,557 (0,256)				0,088 (0,171)							0,082 (0,060)	0,87	2,490
Cebola (8)	3220,660			0,678 (0,146)		7,750 (9,179)					16,608 (7,147)		474,998 (204,170)	0,85	1,090
Arroz (9)	- 0,373	0,908 (0,103)				0,320 (0,270)								0,79	1,905
Arroz (10)	- 0,989				0,468 (0,188)	0,491 (0,313)								0,29	2,034
Abacaxi (11)	0,204			0,889 (0,091)		0,147 (0,130)								0,84	1,592

Fonte: Dados básicos apresentados em (12 e 46).

(1), (2), (3), (4), (6), (7) e (9) – Variável dependente: área colhida no ano t, medida em hectares.

(5), (8) e (11) – Variável dependente: produção no ano t, medida em toneladas.

(10) – Variável dependente: rendimento cultural no ano t, medido em ton/ha.

(1), (5), (7), (9), (10) e (11) – Estimadas na forma logarítmica, excetuando-se a variável de tendência. As demais equações são lineares.

Os valores entre parênteses abaixo das estimativas dos coeficientes são os respectivos erros-padrão.

mento relativamente menor ($R^2 = 0,68$), as variáveis independentes incluídas nas demais equações explicam entre 79% e 95% da parcela de variação total observada na variável dependente.

A última coluna do quadro 1 apresenta as estatísticas de Durbin-Watson, derivadas das distribuições dos resíduos. Ao nível de 5% de probabilidade não se encontraram casos de indicação suficiente de correlação serial entre os resíduos. De maneira geral, os valores de "d" entre 1,900 e 2,339 indicam inexistência de correlação serial entre os resíduos e os valores entre 1,00 e 1,900 e acima de 2,339 são inconclusivos. Especificamente, os valores de "d" calculados para as equações (1), (3), (5), (8) e (11) apresentam resultados "inconclusivos" na determinação da existência de correlação serial positiva entre os respectivos resíduos, enquanto os valores calculados para as equações (4) e (9) sugerem a rejeição da hipótese de que há correlação serial positiva entre os resíduos. Para as equações (2), (6) e (10), os valores de "d" sugerem rejeição da hipótese da existência de correlação serial negativa dos resíduos. Finalmente, o valor calculado para a equação (7) se situa na faixa "inconclusiva" quanto à probabilidade de ocorrência de correlação serial negativa entre os resíduos.

Estes resultados devem ser encarados com certa reserva em virtude de uma série de restrições que são feitas ao tipo de teste utilizado (Durbin e Watson), especialmente pelo fato de todos os modelos incluírem variável dependente retardada como uma das variáveis explicativas. Entretanto, não se dispõe de nenhum teste exato para verificar a ocorrência ou não de correlação entre tais resíduos.

A equação estimada para área de mandioca, além das estimativas já discutidas anteriormente, apresenta os valores estimados de coeficientes de regressão parcial de preços dos produtores alternativos (feijão e milho) e de precipitação pluviométrica, tomados com retardamentos de dois anos, visto que os ciclos vegetativos desta cultura variam entre 12 e 18 meses. Observa-se que o coeficiente de P_{t-2}^f (preço corrigido do feijão) apresenta-se com sinal positivo, sugerindo que esta cultura na área estudada tem relações complementares com mandioca. Nota-se, ainda, que o sinal é negativo para o coeficiente de P_{t-2}^m (preço do milho), sugerindo que o milho e a mandioca são culturas competitivas.

Quanto ao coeficiente com sinal negativo de C_{t-2} (precipitação pluviométrica), indicando uma relação inversa com a variável dependente, pode estar mostrando que maior quantidade de chuva possivelmente concorre para apodrecimento de manivas e, em consequência, pode provocar a redução de

área plantada em virtude de menor disponibilidade de material reprodutivo na época de plantio.

A estimativa do coeficiente da variável C_t (precipitação pluviométrica), na equação selecionada para feijão, apresenta sinal positivo, indicando relação direta com área colhida no ano t . Quanto mais chuva (dentro de determinados limites), maior a área colhida de feijão. Como o feijão é cultivado principalmente no Agreste — 55,50% da área plantada —, e Sertão — 42,29%⁵ —, regiões de baixa precipitação pluviométrica, a chuva é um fator altamente limitante.

A equação estimada para algodão apresenta coeficientes das variáveis P_{t-2}^f e P_{t-2}^m (preços corrigidos de feijão e milho) que indicam serem estes produtos alternativos de algodão. O primeiro com sinal positivo e o segundo com sinal negativo evidenciam, respectivamente, relação direta e indireta com a variável dependente (A_t). Conseqüentemente, o algodão ocupará maior área no ano t no caso de ocorrer alta relativa em P_{t-2}^f , como, também, no caso de queda em P_{t-2}^m . Em Pernambuco, o algodão normalmente é plantado em consorciação com o milho e o feijão. De acordo com o calendário agrícola predominante em Pernambuco, o produtor planta milho em primeiro lugar, em seguida o feijão e finalmente algodão. Ocorre, evidentemente, mais de uma colheita de feijão, antes da primeira colheita de algodão. Quando P_{t-2}^m baixa, aparentemente a área de plantio destinada a esta cultura passa a ser menor, sobrando, em conseqüência, maior área para o cultivo do algodão e, ao mesmo tempo, área mais extensa para plantio de feijão consorciado. Deve-se ressaltar, no entanto, que no Estado de Pernambuco são cultivadas duas espécies de algodão, geralmente localizadas em regiões distintas: a espécie herbácea, no Agreste, e a arbórea, no Sertão. Além do mais, o algodão herbáceo é de ciclo vegetativo curto, enquanto o arbóreo é considerado perene. Entretanto, os dados disponíveis sobre esta malvácea, referentes a Pernambuco, são apresentados em forma agregada, ou seja, englobando as duas espécies. Conseqüentemente, os resultados oferecidos devem ser considerados com certa cautela.

Na equação ajustada para área de milho, o preço do produto alternativo (P_{t-1}^f) aparece com sinal negativo, sugerindo caráter competitivo entre as duas culturas. A área destinada ao plantio de milho depende, em parte, de P_{t-1}^f . Se P_{t-1}^f é relativamente baixo e P_{t-1}^m é relativamente alto, o produtor tende a utilizar maior área para o cultivo de milho.

A equação selecionada para analisar a relação de oferta de tomate, que tem como variável dependente a produção (Q_t), tem como variável indepen-

dente, além de Q_{t-1} e do P_{t-1} , a precipitação pluviométrica (C_t), cujo coeficiente se apresenta com sinal negativo, sugerindo relação inversa com aquela variável dependente. Dentro de certos limites, menor ou maior precipitação pluviométrica implicará, respectivamente, numa maior ou menor produção de tomate. É provável que a precipitação média da Zona da Mata e do Agreste, em relação às necessidades d'água da planta, ao tipo de solo e à incidência de moléstias, considerando o período analisado, tenha sido anualmente mais volumosa no "período crítico" do que a requerida para o bom desenvolvimento da cultura. O sinal estimado do coeficiente de regressão parcial da variável C_t é coerente com este conhecimento.

O preço do produto alternativo (P_{t-1}^f) na equação estimada de área de mamona apresenta coeficiente de regressão parcial com sinal negativo, indicando que feijão e mamona são culturas competitivas. Em Pernambuco, tanto mamona como feijão são cultivados quase que exclusivamente nas regiões Agreste e Sertão. A exploração de mamona, apesar de não ser tão frequente como acontece com algodão, também é feita em consorciação com feijão. Como a mamona, tanto no Agreste como no Sertão, é plantada em período pouco anterior àqueles em que se planta o feijão, pode-se sugerir que valores de P_{t-1}^f baixos motivariam o produtor a utilizar maior área para o plantio da mamona.

Finalmente, na equação explicativa de oferta de cebola, tem-se a variável independente C_t , cujo coeficiente com sinal positivo indica relação direta com produção no ano t . Trata-se de cultura desenvolvida principalmente com auxílio de irrigação na região ribeirinha do São Francisco, onde a precipitação pluviométrica anual é muito baixa. O resultado empírico obtido neste estudo sugere incoerência de métodos e/ou sistema de irrigação empregados na área.

Observa-se no Quadro 2 que os coeficientes de elasticidade-preço da oferta a curto prazo variam entre cerca de 0,07 (mamona) e 0,81 (arroz). Para uma variação de 10% em preço corrigido do produto, num dado ano, é de esperar uma variação no mesmo sentido de aproximadamente 1,9%, 1,4%, 1,4%, 1,8%, 1,5%, 0,7%, 0,9%, 1,3%, 8,1% e 1,5% em áreas ou produção (dependendo da equação considerada), respectivamente, de mandioca, feijão, algodão, milho, tomate, mamona, batata-doce, cebola, arroz e abacaxi, no ano seguinte ou dois anos após (dependendo do retardamento utilizado). A curto prazo, variações em preços corrigidos do produto tendem a resultar em variações menos que proporcionais tanto na área de mandioca, feijão, algodão, milho, mamona, batata e arroz, como na produção de tomate, cebola, arroz e abacaxi e, ainda, no rendimento de arroz. Em geral, todas as funções de

QUADRO 2
Estimativas de Elasticidade-preço e Elasticidade de Ajustamento de Produção de
Produtos Agrícolas Seleccionados do Estado de Pernambuco

Produto	Variável Dependente	Elasticidade a Curto Prazo			Elasticidade de Ajustamento	Elasticidade a Longo Prazo		
		Preço do Produto	Preço de Produto Alternativo			Preço do Produto	Preço de Produto Alternativo	
			Feijão	Milho			Feijão	Milho
Mandioca	Área	0,187	0,128	-0,279	0,796	0,235	0,161	-0,350
Feijão	Área	0,140	...	...	0,129	1,085	...	...
Algodão	Área	0,145	0,561	-0,533	0,674	0,215	0,832	-0,791
Milho	Área	0,179	-0,178	...	0,641	0,279	-0,278	...
Tomate	Produção	0,151	...	...	0,452	0,334	...	...
Mamona	Área	0,068	-0,103	...	0,615	0,110	-0,167	...
Batata	Área	0,088	...	...	0,443	0,199	...	...
Cebola	Produção	0,131	...	...	0,290	0,452	...	...
Arroz	Área	0,320	...	...	0,092	3,478	...	...
	Rendimento	0,491	...	...	0,532	0,923	...	...
	Total	0,811	...	...	...	4,401	...	...
Abacaxi	Produção	0,147	...	...	0,111	1,324	...	...

Fonte: Equações estimativas apresentadas no Quadro 1.

oferta, a curto prazo, têm aparentemente elasticidades relativamente baixas. Apenas a função de oferta de arroz parece ser relativamente mais sensível a preço.

Quanto às elasticidades-preço de produto alternativo, verifica-se que as estimativas em geral são também relativamente baixas, tanto a curto como a longo prazo, excetuando-se aquelas referentes à relação de resposta de área de algodão, que mostram elasticidades-preço de produto alternativo relativamente mais elevadas.

As estimativas das elasticidades de ajustamento de área, produção e rendimento variam entre cerca de 0,09 (arroz) e 0,80 (mandioca). Valores relativamente altos foram obtidos para mandioca, algodão, milho, mamona e arroz (rendimento) e valores relativamente baixos foram obtidos para feijão, cebola, arroz (área) e abacaxi. As elasticidades de ajustamento das equações do tomate e batata se situam em nível intermediário.

O valor calculado da elasticidade de ajustamento (b) indica a parcela do desequilíbrio entre produção, área ou rendimento atuais e produção, área ou rendimento planejados ou de longo prazo, a qual é eliminada num único período produtivo. Valores de b relativamente baixos devem ser encarados com cautela. A omissão de variáveis relevantes nos modelos empíricos tende a provocar subestimativa da elasticidade de ajustamento. É possível também que as baixas estimativas de b se devam a problemas de multicolinearidade. Finalmente, lembra-se que causas econômicas ou "reais" também podem ocasionar processos de ajustamento relativamente lentos. Acredita-se que os três problemas estejam presentes em graus não-determinados neste estudo.

Tal como esperado, as elasticidades-preço da oferta a longo prazo são maiores que as respectivas elasticidades a curto prazo. Os valores das elasticidades a longo prazo variam entre 0,11 e cerca de 4,40. Para uma variação de 10% em preço real do produto, é de esperar uma mudança em área ou produção, no mesmo sentido, variando entre 1,1% e cerca de 44%. Em outras palavras, o coeficiente de elasticidade de oferta a longo prazo pode ser interpretado como uma medida de quanto a produção iria variar caso a variação em preço persistisse indefinidamente. Os resultados sugerem que, exceto para o feijão, arroz e abacaxi, a oferta dos produtos estudados é de elasticidade relativamente baixa no longo prazo. A elasticidade da oferta de feijão, no longo prazo, é aproximadamente igual à unidade e as de abacaxi e de arroz são maiores que a unidade.

RESUMO E CONCLUSÕES

Para o Estado de Pernambuco, este estudo representa a segunda tentativa, visando analisar relações de oferta de produtos agrícolas.

Na presente pesquisa foram selecionados dez produtos entre os quinze mais importantes da produção vegetal do Estado. Os produtos analisados são: mandioca, feijão, algodão, milho, tomate, mamona, batata-doce, cebola, arroz e abacaxi.

Especificamente, o estudo visa analisar reações de produção total, área colhida e rendimento cultural a diferentes incentivos econômicos e não-econômicos, estimar elasticidades-preço de resposta de produção, área colhida e rendimento; estimar respostas dos produtores em face das mudanças em preços no curto e longo prazos e desenvolver inferências políticas a partir dos resultados obtidos.

Para a consecução desses objetivos foram utilizados três modelos econométricos de retardamento distribuídos: modelo de equações simultâneas, modelo biequacional com equações de área e rendimento independentes, e modelo uniequacional de área ou produção. Para a primeira alternativa, procurou-se estimar os parâmetros pelo método de Theil-Basman (MQDE), visto que o modelo geral era superidentificado. Nas duas outras alternativas, como todas as variáveis explicativas introduzidas nas equações eram exógenas e/ou predeterminadas, as estimativas foram obtidas através do método de mínimos quadrados ordinários (MQO).

Quanto aos resultados obtidos com o modelo de equações simultâneas, formulou-se a hipótese de que as decisões dos produtores, referentes às dimensões de área e rendimento planejados, seriam tomadas simultaneamente. Constatou-se, porém, que esta atitude não parece ser comum entre os produtores pernambucanos, tendo em vista que, já nas equações de forma reduzida, os coeficientes da variável rendimento, nas equações de área, apresentaram inaceitáveis níveis de significância. É possível que os tradicionais processos de produção e comercialização, ainda existentes no Estado, sejam as principais razões da não-observação de decisões mais "racionais" por parte dos produtores, no que se refere à modernização dos processos produtivos. Diante desses resultados, foram estimadas, em seguida, as equações baseadas no segundo modelo alternativo.

Nos modelos biequacionais, com equações de área e rendimento com determinação independente, os parâmetros estimados para as equações de ren-

dimento, excetuando-se apenas os obtidos para arroz, em geral, não foram significantes. Para os demais produtos, as tentativas não surtiram o efeito desejado. É provável que, em se tratando de uma cultura irrigada ou de cultivo de vazante, utilizando portanto terras relativamente caras, os produtores de arroz sejam mais sensíveis aos preços dos fatores que aumentam a produtividade da terra.

Finalmente, em consequência dos insatisfatórios resultados obtidos com os dois primeiros modelos alternativos, foram desenvolvidos os modelos uni-equacionis de área ou produção, os quais apresentaram melhores resultados em termos de coerência de sinais e significância do coeficiente de regressão parcial.

Dentre as principais conclusões destaca-se a de que, no Estado de Pernambuco, os produtores agrícolas parecem responder positivamente em termos de rendimento, mas de forma pouco significativa, às variações em preços reais dos produtos. Assim sendo, os incentivos de preços, para o referido Estado, possivelmente não representariam instrumento suficiente para gerar aumento substancial de produção e de produtividade das culturas analisadas.

Verificou-se, também, que as relações de resposta de área para todos os produtos estudados apresentaram elasticidades-preço maiores que zero, porém, relativamente baixas no curto prazo. Constatou-se, ainda, que as respostas de produção, área colhida e rendimento cultural eram relativamente maiores a longo prazo do que a curto prazo.

Tudo indica que a produção agrícola estadual vem aumentando devido à anexação de novas terras ao processo produtivo.

6. LITERATURA CITADA

01. ANCARPE, Recife. Características dominantes e principais sistemas de produção. In: ———. **Plano anual de trabalho 1974**. Recife, 1974. pp. 18-34.
02. ———. Diagnóstico sucinto da situação econômico-social do Estado. In: ———. **Plano anual de trabalho 1974**. Recife, 1974. pp. 3-7.
03. ANDRADE, Manuel Correia de. Agricultura. In: ———. **Geografia econômica do Nordeste**. 2a. ed. São Paulo, Atlas, 1974. Cap. 4, pp. 69-92.
04. BARBANCHO, Alfonso G. **Fundamentos e possibilidades da econometria**. Rio de Janeiro, Forum, 1970. 193 p.
05. BASTOS, Edinaldo Gomes. **O mercado de milho, feijão e mandioca em Pernambuco; demanda, oferta e comportamento dos preços**. Recife, UFPe., Faculdade de Ciências Econômicas, 1973. 115 p.
06. BENEVENUTO, Amairte. **Teoria dos custos**. Brasília, UnB, Departamento de Economia, 1972. 25 p.
07. BRANDOW, G.E. A note on the Nerlove estimate of supply elasticity. **Journal of Farm Economics**, Menasha, Wisc., 40 (3):719-22, Aug. 1958.
08. BRANDT, Sergio Alberto. Estimativas de oferta de produtos agrícolas no Estado de São Paulo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMISTAS RURAIS, 4a., São Paulo, 1966. **Anais . . .** São Paulo, SOBER, 1966. Cap. 15, pp. 323-53.
09. BRANDT, Sergio Alberto. A oferta agrícola no Brasil. In: ———. **O novo mercado agrícola brasileiro**. Viçosa, UFV., Departamento de Economia Rural, 1973. Cap. 3, pp. 26-52.

10. BRANDT, Sergio Alberto; BARROS, Mauro de Souza; DESGUALDO NETTO, Domingos. Relações área-preço de algodão no Estado de São Paulo. *Agricultura em São Paulo*. São Paulo, 12 (1/2): 31-8, jan./fev., 1965.
11. ————. Relações estruturais de oferta de algodão no Estado de São Paulo. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, 11 (8/12):55-64, ago./dez. 1964.
12. BRASIL. Ministério da Agricultura. SUPLAN. Subsetor lavouras; região Nordeste. In: ————. *Sinopse estatística da agricultura brasileira 1947 a 1970*. Brasília, 1972. 5 v. v.1.
13. BRASIL. Ministério do Interior. GTDN. Aspectos econômicos do problema das secas. In: ————. *Uma política de desenvolvimento para o Nordeste*. 2a. ed. Recife, 1967.
14. CASSELS, John M. The nature of statistical supply curves. *Journal of Farm Economics*, Menasha, Wisc., 15 (2):378-87, Apr. 1933.
15. COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DE PERNAMBUCO, Recife. A agropecuária na economia do Estado. In: ————. *A agropecuária de Pernambuco*. Recife, 1971. Cap. 1, pp. 7-13.
16. ————. Avaliação da conjuntura agrícola. In: ————. *Relatório analítico da agropecuária de Pernambuco 1972*. Recife, 1973. Cap. 2, pp. 73-140.
17. CONJUNTURA ECONÔMICA. 25 anos de economia brasileira — estatísticas básicas. Rio de Janeiro, v. 26, n.º 11, nov. 1972. Apêndice estatístico.
18. CONTADOR, Cláudio Roberto. *Formulações teóricas para a garantia agrícola no Brasil*. /s.l./ Ministério da Agricultura, Comissão de Financiamento da Produção, 1968. 36 p.
19. CONTAS Nacionais do Brasil — Atualização. *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, 24 (6):89-106, jun. 1970.
20. FREIRE, Remy. Price incentives in Argentine agriculture. /s.l./ Harvard University, 1966. 11 p. (Mimeografado).

21. FRIEDMAN, M. The relationships between supply curves and cost curves. In: ———. **Price Theory**. Rev. ed. Chicago, Aldine Publishing, 1971. Cap. 5, pp. 74-122.
22. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, Rio de Janeiro. **Atualização parcial do sistema de contas nacionais 1971/1972**. Rio de Janeiro, 1973. Não paginado.
23. HENDERSON, James M. & QUANDT, Richard E. La teoría de la empresa. In: ———. **Teoría microeconómica**. 2. ed. rev. y aum. Barcelona, Ariel, 1972. Cap. 3, pp. 59-117.
24. JOHNSTON, J. **Métodos econométricos**. São Paulo, Atlas, 1971. 318 p.
25. KING, Gordon A. Discussion: Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities. **Journal of Farm Economics**, Menasha, Wisc., 38 (2): 509-12, May 1956.
26. KOYCK, Leendert Marinus. **Distributed lags and investment analysis**. Amsterdam, North-Holland Publishing, 1954. 111 p.
27. LEFTWICH, Richard H. Custos de produção. In: ———. **O sistema de preços e a alocação de recursos**. São Paulo, Pioneira, 1972. Cap. 8, pp. 143-77.
28. LESER, C.E.V. **Econometric techniques and problems**. New York, Hafner Publishing, 1966. 119 p.
29. MALINVAUD, E. **Statistical methods of econometrics**. Chicago, Rand McNally, 1966. 631 p.
30. MEINKEN, K. W. Discussion: Distributed lags and the measurement of supply and demand elasticities. **Journal of Farm Economics**, Menasha, Wisc., 40 (2): 311-13, May 1958.
31. NERLOVE, Marc. Distributed lags and estimation of long-run supply and demand elasticities: theoretical considerations. **Journal of Farm Economics**, Menasha, Wisc., 40 (2): 301-11, May 1958.
32. ———. Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities. **Journal of Farm Economics**, Menasha, Wisc., 38 (2): 496-509, May 1956.

33. **NERLOVE, Marc. Lags in economic behavior. *Econometrica*, New Haven, 40 (2) :221-51, Mar. 1972.**
34. ————. **On the Nerlove estimate of supply elasticity: a reply. *Journal of Farm Economics*, Menasha, Wisc., 40 (3):723-28, Aug. 1958.**
35. ————. **Time-series analysis of the supply of agricultural products. In: NORTH CENTRAL FARM MANAGEMENT RESEARCH COMMITTEE, Ann Arbor. *Agricultural supply functions*. Ames, 1961. Cap. 2, pp. 31-60.**
36. **NERLOVE, Marc & ADDISON, William. Statistical estimation of long-run elasticities of supply and demand. *Journal of Farm Economics*, Menasha, Wisc., 40 (4):861-80, Nov. 1958.**
37. **NERLOVE, Marc & BACHMAN, Kenneth L. The analysis of changes in agricultural supply. Problems and approaches. *Journal of Farm Economics*, Menasha, Wisc., 42 (3):531-54, Aug. 1960.**
38. **PAIVA, Ruy Miller. *Modernização e dualismo tecnológico na agricultura*. Rio de Janeiro, ABCAR /s.d./ 63 p. (Leituras Técnicas Seleccionadas, 2).**
39. **PANIAGO, Euter; BRANDT, Sérgio Alberto; PEREIRA, José Aluísio. Estrutura da oferta do algodão em Minas Gerais. *Informativo Estatístico de Minas Gerais*, Belo Horizonte, (58):4-17, mar. 1970.**
40. **PANIAGO, Euter & SCHUH, Edward. Avaliação de políticas de preços para determinados produtos agrícolas no Brasil. *Revista de Economia Rural*, Rio de Janeiro, 3 (3):242-86, Jul. 1971.**
41. **PASTORE, Affonso C. *A resposta da produção agrícola aos preços no Brasil*. São Paulo, Apec, 1973. 173 p.**
42. **REBELLO, Armando da Paz Puga. *Estruturas de excedente comercializável, oferta e demanda de arroz em áreas selecionadas do Estado do Pará*. Viçosa, UFV, 1973. 111 p. (Tese M.S.).**
43. **SCHOLZ, Helmuth K.B.W. *Aspectos industriais da mandioca no Nordeste*. Fortaleza, BNB, 1971. 203 p.**

44. SILVA, Aylzio José da. **Oferta de abacaxi (*Ananas comosus*) no Estado da Paraíba**. 1949/1970. *Revista Ceres*, Viçosa, 19 (106):449-59, 1972.
45. SOUZA, Francisco Ésio de. **Contribuição ao desenvolvimento das espécies oleaginosas no Nordeste**. Recife, SUDENE, Divisão de Documentação, 1972. 76 p.
46. SUDENE, Recife. **Dados pluviométricos mensais "in natura"**. Recife, Divisão de Hidrologia /s.d./ pp. 282-422.
47. TACHIZAWA, Eduardo Hideithi. **Oferta agregada de algodão no Estado de São Paulo pelo modelo de Nerlove**. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, 20 (1/2):211-35, jan./fev. 1973.
48. TALLONE ROSSO, Walter Juan. **Estimativas estruturais das relações de oferta de milho no Estado de Minas Gerais, 1944/1962**. Viçosa, UREMG, 1965. 68 p. (Tese M.S.).
49. THEIL, Henry. Tables. In: ———. **Principles of econometrics**. New York, John Wiley, 1971. pp. 716-36.
50. TINTNER, Gerhard. Discussion: Estimation of economic relationships. *Journal of Farm Economics*, Menasha, Wisc., 38 (2): 512, May 1956.
51. VILAS, Andrês Troncoso. **Estimativas de funções de oferta de arroz para o Estado de Goiás e suas implicações econômicas, período 1948-69**. Viçosa, UFV, 1973. 136 p. (Tese M.S.).
52. WATTS, Harold W. Discussion: Econometric research in agriculture. *Journal of Farm Economics*, Menasha, Wisc., 40 (2): 313-14, May 1958.

Abstract: This study represents an attempt to analyse agricultural supply relationships for the State of Pernambuco in the Northeast Region of Brazil. Ten major products were selected for research: manioc, beans, cotton, corn, tomatoes, castorbeans, sweet potatoes, onions, rice and pineapples. The specific objective of the study is to analyse farmers reactions to price changes in terms of production, acreage and yield, both in the short and the long run. Distributed lags models and single and simultaneous equations were fitted by TSLS or OLS to time series data (1947-70). The major conclusion of this study is that Pernambuco farmers tend to react little but positively both in terms of acreage and yields in response to price changes. It was also observed that long run responses to product prices were usually higher than short run responses. Additional evidence suggests that production increases has been achieved mainly through incorporation of new lands to the production process.