

ANÁLISE ECONOMÉTRICA DA OFERTA E DA DEMANDA DE BANANA NO ESTADO DE RORAIMA NO PERÍODO DE 1995 A 2007

George Amaro

Analista da Embrapa Roraima, Mestre em Economia PPGE/UFRGS/UFRR
Núcleo de Inteligência Científica, Embrapa Roraima
Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, Roraima
E-mail: geamaro@gmail.com

Resumo

O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma análise econométrica da oferta e da demanda de banana no estado Roraima, considerando-se o período compreendido entre 1995 a 2007. A partir da utilização de equações simultâneas, através do método dos mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E), foram estimadas as equações de oferta e de demanda da banana. Evidenciou-se que a demanda da banana no estado de Roraima é inelástica com relação ao seu preço, sendo ainda um bem inferior ao avaliar-se a elasticidade-renda da demanda. Com relação à oferta, verificou-se que o rendimento da cultura é fator determinante para a sua produção e que o preço do período anterior é referência para os produtores.

Palavras-chave: banana; equações simultâneas; mínimos quadrados em dois estágios.

Abstract

The main objective of this study was an econometric analysis of supply and demand of bananas in Roraima state, considering the period from 1995 to 2007. Using simultaneous equations and two stages least squares (TSLs), the equations of supply and demand for bananas were estimated. It was evident that the demand for bananas in the state of Roraima is inelastic with respect to its price and it is an inferior good when measuring the income-elasticity of demand. With respect to the supply, it was found that crop yield is a decisive factor for its production and the price of the previous period is a reference for the producers.

Key-words: bananas; simultaneous equations; two stages least squares.

Introdução

Segundo dados da FAO¹, o Brasil é o quarto produtor mundial de banana (*Musa spp*), considerando a produção total, atrás da Índia, China e Filipinas, tendo produzido 7.098.350 toneladas em 2007.

De acordo com a Alves et al. (2007), a banana é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo o fruto mais produzido e consumido no Brasil e uma das principais atividades da fruticultura no estado de Roraima, visando atender ao consumo interno e ao mercado de Manaus (AM).

A importância da cultura da banana para o estado de Roraima pode ser avaliada pela figura 1, onde são apresentadas as produções relativas de frutas em todos os municípios do estado, ordenados pelas suas latitudes, de acordo com dados do IBGE² para o ano de 2008. Percebe-se que, embora a banana seja cultivada em todo o estado de Roraima, sua produção está concentrada nos municípios localizados na mesorregião sul, sendo os mais importantes, de acordo com Alves et al. (2007): Caroebe, São João da Baliza, São Luiz, Rorainópolis, Iracema e Mucajaí.

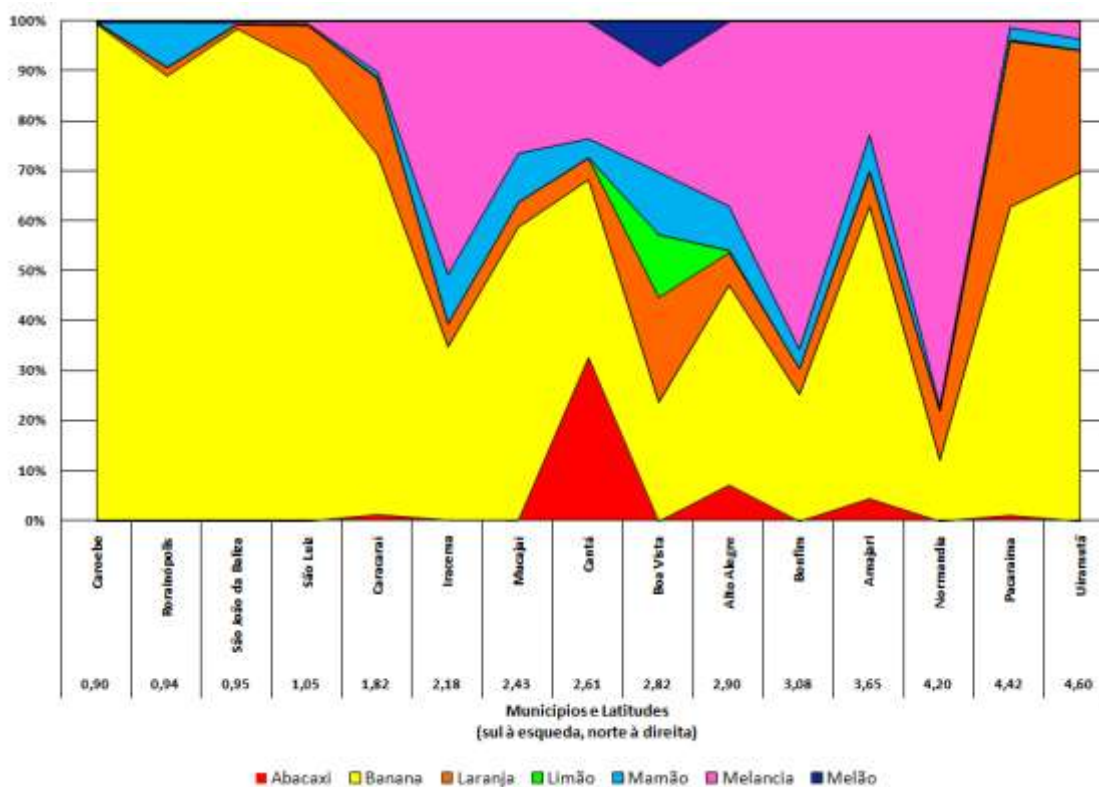


Figura 1. Produção de Frutas em Roraima em 2008.

¹ Disponíveis em <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

² Pesquisa Agrícola Municipal (<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>)

Em Roraima, a cadeia produtiva da banana foi escolhida como uma das prioritárias por segmentos do governo federal e estadual, resultando, a partir de 2003, em ações como a instalação da Câmara Setorial da Fruticultura e a implantação de alguns projetos estruturantes, como o Estudo do Agronegócio da Banana em Roraima e a construção de um laboratório para a produção de mudas (ALVES et al. 2007).

A produção de banana em Roraima passou de 581 toneladas em 1991, para 36.454 toneladas em 2008, de acordo com dados do IBGE³, o que representa um crescimento de mais de 6.274% para esse período, fazendo com que se tornasse a principal fruta, em termos de produção, para o estado.

A produtividade média, de acordo com Alves et al. (2005), está em torno de 400 cachos/ha, considerando-se um *stand* de 625 plantas/ha (4,0 X 4,0 metros de espaçamento), estimando-se que um cacho, na melhor classificação, tenha um peso médio de 10 kg.

A variedade mais cultivada, ainda de acordo com Alves et al. (2005), é a Prata, seguida pela Pacovan e Maçã, ressaltando-se a ocorrência dos tipos Coruda e Mysore, além de cultivares resistentes a doenças, como Thap Maeo, FHIA 18, Prata Zulu e Caipira.

Conforme Alves et al. (2005), 95% da produção de banana da região sul do estado de Roraima destina-se ao mercado de Manaus, enquanto que as outras regiões atendem ao mercado interno, sendo que 90% da banana comercializada é a cv. Prata.

Em entrevistas realizadas com consumidores, foi identificado por Alves et al. (2005) que o mamão, a laranja e melancia são produtos substitutos à banana. Os consumidores afirmaram ainda que o consumo de banana diminuiria se houvesse uma diminuição de sua renda, e que diversificariam a sua cesta de frutas, acrescentando maçã e mamão em caso contrário.

Diante da importância da banana para a fruticultura do estado de Roraima, e da inexistência de trabalhos anteriores voltados a estudos econométricos que busquem o entendimento das relações entre demanda e oferta da fruta no estado, este trabalho procura identificar e analisar as equações de demanda e oferta da banana no estado de Roraima, considerando o período compreendido entre os anos de 1995 a 2007.

Após a revisão de literatura, onde são apresentados os principais fundamentos econômicos e econométricos para identificação e avaliação das equações de oferta e demanda, é indicada a metodologia utilizada neste trabalho. Em seguida, são apresentados e discutidos os resultados, permitindo elaborar um conjunto de conclusões pertinentes à oferta e à demanda da banana no estado de Roraima.

2 Revisão de Literatura

Pelo que afirma a lei da demanda, *ceteris paribus*, “[...] quando o preço de um bem aumenta, sua quantidade demandada diminui; quando preço diminui, a quantidade demandada aumenta” (MANKIW, 2009, p.66).

Conforme Mankiw (2009) são muitas as variáveis que podem deslocar a curva de demanda, sendo as mais importantes a renda, os preços dos bens relacionados, os gostos, as expectativas e o número de compradores.

De acordo com Passos e Nogami (2005) e Bilas (1993), a quantidade demandada (Q^D) de um produto é função de seu preço (P), do preço de um bem complementar (P_C), do preço de um bem substituto (P_S), da renda dos consumidores (Y), população (POP), gostos e preferências do consumidor (G), conforme apresentado na equação (1).

$$Q^D = f(P, P_C, P_S, Y, POP, G) \quad (1)$$

Dois bens são considerados substitutos se o aumento no preço de um leva a um aumento da demanda pelo outro; são complementares se um aumento no preço de um leva a uma redução da demanda pelo outro (MANKIW, 2009).

Com base na teoria do consumidor, a quantidade demandada de um bem reage de forma negativa a aumentos em seu preço e no preço do bem complementar; e reage positivamente a aumentos na população e no preço do bem substituto. Com relação ao aumento na renda dos consumidores, a quantidade demandada reage positivamente se o bem for normal e de forma negativa se o bem for inferior. As mudanças nos gostos e nas preferências dos consumidores também podem aumentar ou diminuir a quantidade demandada de um determinado bem (MANKIW, 2009).

Variações nos preços provocam deslocamentos ao longo da curva de demanda, uma vez que a demanda pode aumentar ou diminuir. Alterações no preço do bem complementar, no preço do bem substituto, na população, nos gostos, nas preferências dos consumidores e na renda, ou seja, mudanças nas variáveis que afetam a demanda, exceto o preço, deslocam a curva de demanda.

Por outro lado, a lei da oferta afirma que, *ceteris paribus*, “[...] a quantidade ofertada de um bem aumenta quando seu preço aumenta” (MANKIW, 2009, p. 71), sendo algumas das variáveis que podem deslocar a curva de oferta: o preço dos insumos, a tecnologia utilizada pelas firmas e as expectativas de futuro com relação ao mercado.

A quantidade ofertada de um bem (Q^S) pode, então, ser definida em função de seu preço (P) e dos preços dos fatores de produção, como o preço da mão-de-obra (W) e o preço do capital (K), conforme pode ser observado na equação (2).

$$Q^S = f(P, W, K) \quad (2)$$

Segundo a teoria da firma, em um mercado de concorrência perfeita, a quantidade ofertada de um bem reage positivamente aos acréscimos no seu preço e negativamente aos acréscimos nos preços dos fatores de produção. Outros fatores que influenciem as quantidades demandadas e ofertadas também podem ser incluídos nas funções, como variáveis climáticas, capacidade produtiva, riscos, variáveis políticas e expectativas de preços ou de choques, tanto na oferta quanto na demanda (MANKIW, 2009).

De acordo com Mankiw (2009), as ações de compradores e vendedores conduzem naturalmente o mercado ao equilíbrio entre oferta e demanda, de maneira que, ao preço de equilíbrio, a quantidade do bem que os compradores desejam e podem comprar é exatamente igual à quantidade que vendedores desejam e podem vender, ou seja:

$$Q^S = Q^D = Q \quad (3)$$

Como as funções de oferta e demanda determinam conjuntamente o preço de mercado de um bem e a quantidade desse que é vendida, de forma que o equilíbrio de mercado somente pode ser descrito através do tratamento das equações (1) e (2) simultaneamente, um modelo econométrico que possa explicar esse fato é dito como sendo um modelo de equações simultâneas (HILL et al., 2006).

A utilização funções do tipo Cobb-Douglas para representar as equações de demanda e oferta, permite que o sistema prescrito seja representado de forma mais realista, estocástica e não-linear, de acordo com Kaboudan e Liu (2004).

Assim, a partir das equações (1) e (2), tem-se como resultado as equações estruturais (4) e (5), representando a demanda e a oferta, respectivamente:

$$Q_t^D = k \cdot P_t^{\beta_1} \cdot P_c^{\beta_2} \cdot P_s^{\beta_3} \cdot Y_t^{\beta_4} \cdot POP_t^{\beta_5} \cdot G_t^{\beta_6} \cdot e^{vt} \quad (4)$$

$$Q_t^S = k \cdot P_t^{\beta_1} \cdot W_t^{\beta_2} \cdot K_t^{\beta_3} \cdot e^{vt} \quad (5)$$

Modelos de demanda e oferta, frequentemente considerados lineares nas variáveis, são convenientemente expressos através da forma funcional *log-log*, em virtude de sua propriedade de elasticidade constante (HILL et al., 2006).

Dessa forma, tomando-se o logaritmo em ambos os lados das equações (4) e (5), são obtidas as equações (6) e (7), linearizadas nos parâmetros:

$$q_t^D = \alpha_0 + \alpha_1 p_t + \alpha_2 p c_t + \alpha_3 p s_t + \alpha_4 y_t + \alpha_5 p o p_t + \alpha_6 g + e_t^D \quad (6)$$

$$q_t^S = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 w_t + \beta_3 k_t + e_t^S \quad (7)$$

Os dois valores de equilíbrio, para preço (p) e quantidade (q) são determinados simultaneamente. Nesse modelo, p e q são chamadas variáveis endógenas, pois seus valores são determinados dentro do sistema criado. As demais variáveis, cujos valores são observados e determinadores fora do sistema de equações são chamadas variáveis exógenas, conforme Hill et al. (2006).

As letras minúsculas nas equações (6) e (7) representam os logaritmos das variáveis ($p = \ln(P)$), α_0 e β_0 são os interceptos das funções e e é o termo estocástico, representando a medida de erro, variáveis omitidas não relevantes e influências aleatórias.

As propriedades dos termos de erro e^D e e^S são assumidas como as usuais (HILL et al., 2006):

- a) $E(e^D) = 0$, $var(e^D) = \sigma_D^2$;
- b) $E(e^S) = 0$, $var(e^S) = \sigma_S^2$;
- c) $cov(e^D, e^S) = 0$.

Entretanto, os estimadores de mínimos quadrados ordinários (MQO) dos parâmetros em uma equação estrutural simultânea são tendenciosos e inconsistentes, uma vez que há correlação entre o erro aleatório e as variáveis endógenas do lado direito da equação (HILL et al., 2006).

O procedimento padrão para os casos em que existam variáveis endógenas do lado direito das equações (sendo, dessa forma, correlacionadas com os resíduos) é a utilização de variáveis instrumentais. A idéia subjacente à variável instrumental é encontrar uma lista de variáveis que seja: 1) correlacionada com as variáveis independentes da equação; e, 2) não correlacionada com os erros. Essas variáveis instrumentais são utilizadas para eliminar a correlação entre as variáveis endógenas do lado direito e os erros (GUJARATI, 2006).

De acordo com Hill et al. (2006), em um sistema de M equações simultâneas, que determinam conjuntamente o valor de M variáveis, ao menos $M - 1$ variáveis devem estar ausentes de uma equação, para que seja possível estimar seus parâmetros. Quando é possível estimar os parâmetros de uma equação, esta se diz identificada. Se menos do que $M - 1$ variáveis são omitidas de uma equação, tem-se uma equação não identificada, e seus parâmetros não podem ser estimados consistentemente.

Ainda segundo Hill et al. (2006), a forma mais utilizada para estimar os parâmetros em uma equação estrutural identificada é o método dos mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E), sendo ainda um dos mais indicados em casos de sistemas superidentificados, de acordo com Gujarati (2006).

Além disso, o método de MQ2E é um caso especial de regressão por variáveis instrumentais. Como o nome sugere, há dois estágios diferentes no método: 1) encontra-se a parte das variáveis endógenas e exógenas que pode ser atribuída às variáveis instrumentais, regressando cada variáveis do modelo no conjunto de variáveis instrumentais; 2) faz-se a regressão da equação original, com todas as variáveis substituídas pelos valores estimados no primeiro estágio (HILL et al., 2006).

Antes de aplicar o MQ2E é necessário testar o sistema de equações simultâneas a fim de verificar se ele é identificado ou não. O problema da identificação surge, tratando-se de um sistema de equações simultâneas, porque diferentes conjuntos de coeficientes estruturais podem ser compatíveis com o mesmo conjunto de dados, uma vez que as variáveis endógenas do modelo (equações (6) e (7)), são as mesmas (p e q), conforme Gujarati (2006).

Uma condição de identificação necessária (mas não suficiente), conhecida como condição de ordem, estabelece que para que uma equação seja identificada, em um modelo de M equações simultâneas, o número de variáveis predeterminadas excluídas da equação não poderá ser menor que o número de variáveis endógenas incluídas nessa equação menos 1, isto é $K - k \geq m - 1$; sendo K o número de variáveis predeterminadas do modelo, incluindo o intercepto; k o número de variáveis predeterminadas na equação; e m o número de variáveis endógenas na equação (GUJARATI, 2006).

Segundo Gujarati (2006), mesmo que a condição de ordem seja atendida em uma equação, ela ainda pode permanecer não identificada e, dessa forma, é necessário recorrer à condição de posto, necessária e suficiente para a identificação.

Em um modelo com M equações e M variáveis endógenas, diz-se que uma equação é identificada se, e somente se, pelo menos um determinante diferente de zero de ordem $(M - 1) \times (M - 1)$ puder ser construído a partir dos coeficientes das variáveis (tanto endógenas quanto predeterminadas) excluídas da equação sem avaliada, mas incluídas nas demais equações do modelo (GUJARATI, 2006).

Quando se tem dados em séries temporais, em que as observações seguem uma ordenação natural ao longo do tempo, existe sempre a possibilidade de que erros sucessivos estejam correlacionados uns com os outros, de forma que a existência de autocorrelação sempre deve ser verificada para esses casos (HILL et al., 2006).

3 Material e Métodos

Os modelos econométricos de demanda (8) e oferta (9) de banana para o estado de Roraima foram definidos como:

$$\ln(qprod_b) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(pkg_b) + \alpha_2 \ln(pkg_la) + \alpha_3 \ln(pibpc) + \alpha_4 \ln(tempo) + u_1 \quad (8)$$

$$\ln(qprod_b) = \beta_0 + \beta_1 \ln(pkg_b) + \beta_2 \ln(pkg_b_{(-1)}) + \beta_3 \ln(ra_b) + \beta_4 \ln(precip) + u_2 \quad (9)$$

Onde:

$qprod_b$ = quantidade produzida de banana

pkg_b = preço do kg de banana

$pkg_b_{(-1)}$ = preço do kg de banana defasado de um período

pkg_la = preço do kg de laranja

$pibpc$ = PIB *per capita*

ra_b = rendimento agrícola da banana

$precip$ = precipitação pluviométrica

$tempo$ = efeito do tempo, considerado a partir dos anos da amostra

O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* do estado de Roraima foi utilizado como *proxy* para a renda. A variável tempo foi incluída para avaliar mudanças nos hábitos de consumo (demanda).

Foram utilizados dados em séries temporais referentes ao período compreendido entre os anos de 1995 e 2007, obtidos a partir da Produção Agrícola Municipal³, obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram consideradas as culturas da laranja, limão e mamão, além da banana, por serem culturas perenes com dados oficiais disponíveis.

As estimativas da população residente em Roraima são com referência a 1º. de julho de cada ano, revisão 2008, e foram obtidos do IBGE⁴. A precipitação pluviométrica média anual foi calculada a partir das médias mensais compostas por de informações e leituras realizadas nos campos experimentais Água Boa, Monte Cristo, Confiança e Serra da Prata, da Embrapa Roraima.

O preço por quilo foi calculado pela divisão do valor da produção pela quantidade produzida. O rendimento agrícola, em toneladas por hectare, foi calculado dividindo-se os valores da produção pela área colhida.

³ <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>

⁴ ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_Projecoes_Populacao/Revisao_2008_Projecoes_1980_2050/Estimativas_1980_2050.zip

Utilizou-se o método de mínimos quadrados em dois estágios, para estimar e avaliar os coeficientes das equações (8) e (9), verificando-se a condição de ordem e a condição de posto para identificação das equações do sistema.

A normalidade dos erros foi avaliada pelo teste de Jarque-Bera (JARQUE; BERA, 1987). A homocedasticidade dos resíduos foi testada através de métodos gráficos, conforme Gujarati (2006) e com a aplicação do teste geral de heterocedasticidade de White (WHITE, 1980). Para detecção de autocorrelação foi utilizado o teste d de Durbin-Watson (DURBIN; WATSON, 1951) e o teste de Breusch-Godfrey (BREUSCH, 1978; GODFREY, 1978).

Para detecção de multicolinearidade que, segundo Gujarati (2006), decorre da grande quantidade de dados não experimentais que são coletados e utilizados pela maioria das ciências sociais, foram utilizadas algumas das regras práticas citadas pelo próprio Gujarati (2006), verificando-se a ocorrência de:

- a) R^2 alto, mas poucas razões t significativas;
- b) altas correlações entre pares de regressores (superiores a 0,8);
- c) sinais contrários à teoria econômica subjacente.

Após as estimativas, os coeficientes das equações de demanda e oferta foram comparados com a teoria econômica, esperando-se que, para a demanda:

- a) $\alpha_0 \geq$ ou < 0 ;
- b) $\alpha_1 < 0$, uma vez que a quantidade demandada varia inversamente ao preço;
- c) $\alpha_2 > 0$, pois para bens substitutos a derivada parcial é maior que zero, isto é, aumentos no preço da laranja provocariam aumentos na quantidade demandada de banana;
- d) $\alpha_3 > 0$, uma vez que quanto maior a renda, maior quantidade do bem será demandada;
- e) $\alpha_4 > 0$ ou < 0 , para avaliar se, com o tempo, a demanda aumenta ou diminui.

Com relação à oferta, espera-se que:

- a) $\beta_0 \geq$ ou < 0 ;
- b) $\beta_1 > 0$, pois a quantidade ofertada varia diretamente com o preço;
- c) $\beta_2 > 0$, pois a quantidade ofertada no período atual varia diretamente com o preço do período anterior;
- d) $\beta_3 > 0$, quanto maior a produtividade (rendimento), maior será a oferta, refletindo alterações no sistema produtivo;
- e) $\beta_4 > 0$ pois, para produtos agrícolas, a precipitação pluviométrica é importante.

Foi utilizado o software EViews⁵ para estimar os coeficientes das equações (8) e (9) e verificar as condições de normalidade, homocedasticidade, autocorrelação e multicolinearidade. Os gráficos apresentados foram elaborados a partir da utilização do software Microsoft Excel 2007.

4 Resultados e Discussão

A evolução anual das séries relacionadas à cultura da banana no estado de Roraima pode ser analisada por meio das figuras 2 a 6. Percebe-se que área plantada (figura 2) apresenta uma inconstância até o ano de 2002, crescendo entre 2002 e 2004, estabilizando-se e mantendo-se quase inalterada entre 2004 e 2007.

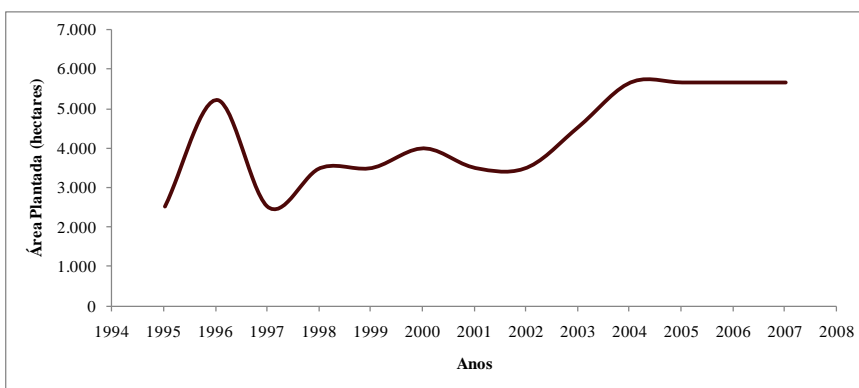


Figura 2. Evolução da área plantada de banana no estado de Roraima, no período de 1995 a 2007.

O valor da produção (figura 3) apresenta um comportamento semelhante: oscilando até 2001, crescendo entre 2001 e 2004, mantendo-se estável entre 2004 e 2007, com um leve aumento neste último ano.

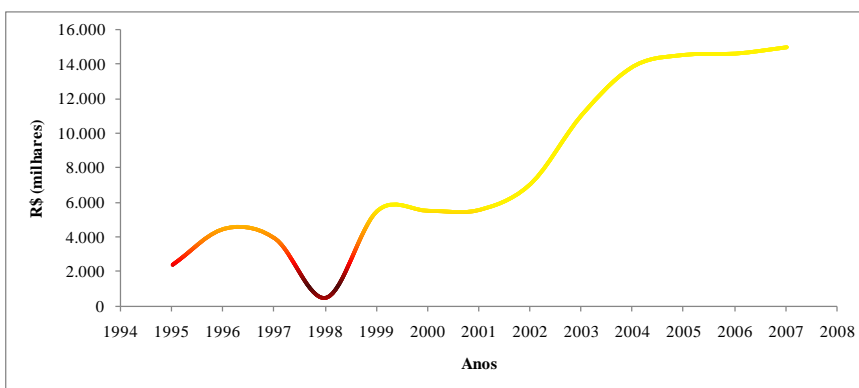


Figura 3. Evolução do valor da produção de banana no estado de Roraima, no período de 1995 a 2007.

⁵ <http://www.eviews.com>

Na figura 4 pode-se perceber que a produção e o rendimento seguem um padrão semelhante. O rendimento sofreu um grande aumento entre 2000 e 2001, tendo uma leve baixa em 2002, voltando a crescer em 2003 a partir de quando se tornou estável. A produção estabilizou-se somente a partir de 2004.

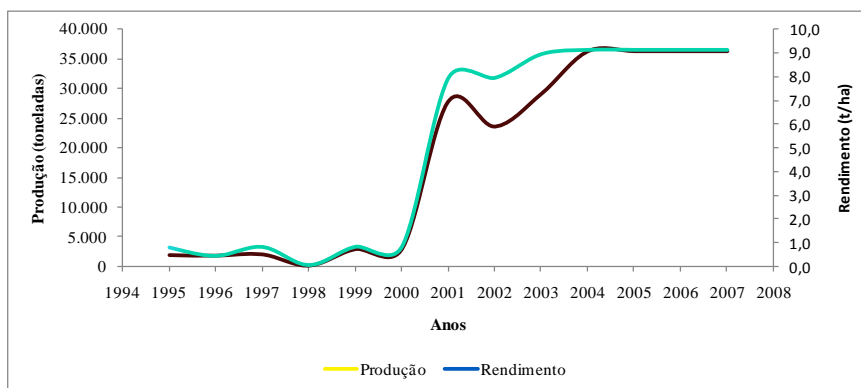


Figura 4. Evolução da produção e do rendimento da cultura da banana no estado de Roraima, no período de 1995 a 2007.

Na figura 5 é apresentada a evolução do preço (R\$/kg) da banana, em comparação com as outras culturas perenes do estado de Roraima, de acordo com os valores calculados a partir dos dados do IBGE. Observa-se que à medida que o preço da banana caiu, a partir de 2000, houve aumentos significativos nos preços do limão e do mamão. Contudo, todos os preços tornaram-se estáveis a partir de 2002, com pequenas oscilações, mantendo-se relativamente próximos.

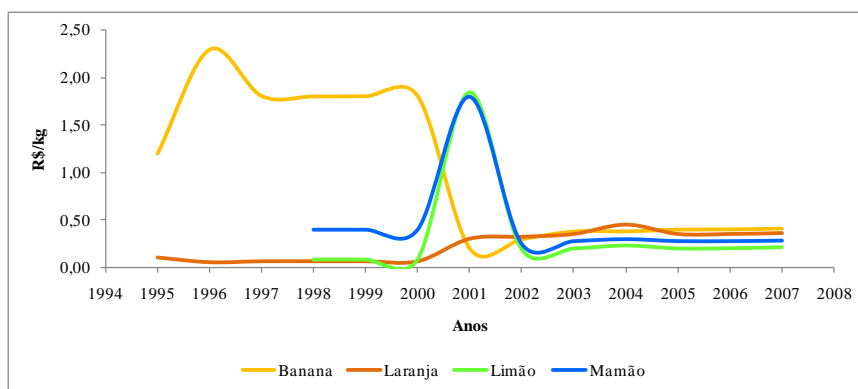


Figura 5. Evolução dos preços da banana, comparativamente aos preços da laranja, limão e mamão, no estado de Roraima, no período de 1995 a 2007.

O maior preço atingido pela banana foi no ano de 1996 (figura 5), justamente o ano da menor produção (figura 4). O menor preço foi ano de 2001, juntamente com um salto na produção. A estabilização do

rendimento da cultura, a partir de 2003 (figura 3), é fator de previsibilidade de produção e, dessa forma, de estabilidade do mercado, em termos de quantidades e preços.

A evolução da precipitação pluviométrica média, calculada a partir das leituras feitas diariamente nos campos experimentais da Embrapa, pode ser acompanhada na figura 6. Percebem-se dois períodos de menos chuvas: nos anos de 1997 e 2001. Pode-se identificar ainda que o volume de chuva vem aumentando nos últimos anos, não ultrapassando, entretanto, os valores máximos registrados anteriormente.

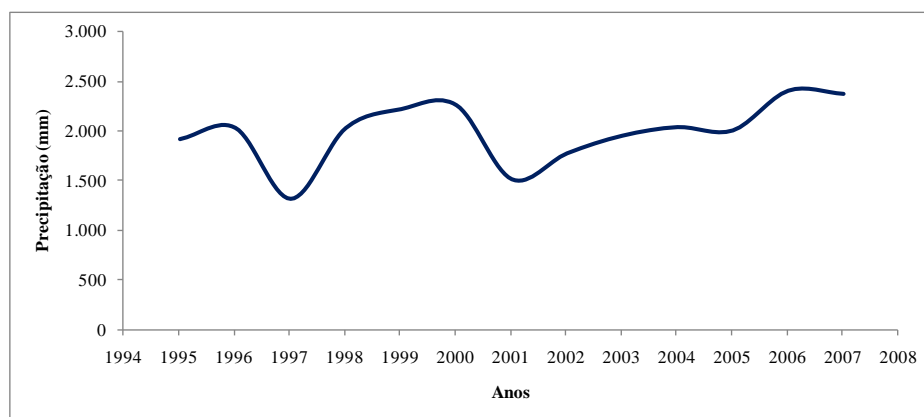


Figura 6. Evolução da precipitação pluviométrica média no estado de Roraima, no período 1995 a 2007.

A tabela 1 apresenta todos os dados utilizados neste trabalho, permitindo uma avaliação completa do panorama da produção de banana no estado de Roraima, entre os anos de 1995 e 2007, comparativamente à produção e ao preço da laranja, juntamente com a evolução da população, do PIB *per capita* e da precipitação pluviométrica.

Na tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação entre as variáveis utilizadas nos modelos, tendo sido destacados, aqueles superiores a $|0,80|$, possibilitando uma avaliação de eventuais correlações entre variáveis independentes.

Tabela 1. Principais dados utilizados no trabalho.

Ano	Pop ¹	PIBpC	Banana				Laranja		Limão		Mamão		Precip ⁴	Tempo
			Prod. ²	R\$/kg	Área ³	RA ⁵	Prod. ²	R\$/kg	Prod. ²	R\$/kg	Prod. ²	R\$/kg		
1995	266.912	3.656,44	2.000	1,20	2.501	0,8	15.000	0,10	-	-	-	-	1.914,55	1
1996	278.817	4.165,59	1.965	2,29	5.227	0,5	7.064	0,05	-	-	-	-	2.032,33	2
1997	290.764	4.345,51	2.185	1,80	2.500	0,9	8.759	0,06	-	-	-	-	1.317,50	3
1998	302.786	4.412,44	278	1,80	3.500	0,1	3.600	0,06	1.381	0,08	672	0,40	2.032,23	4
1999	314.951	4.911,77	3.080	1,80	3.500	0,9	11.250	0,06	1.447	0,08	710	0,40	2.221,58	5
2000	327.236	5.362,58	3.080	1,80	4.000	0,9	11.250	0,06	1.457	0,08	710	0,40	2.261,45	6
2001	339.033	5.925,31	28.000	0,20	3.500	8,0	3.000	0,30	59	1,85	1.143	1,80	1.515,38	7
2002	350.680	6.513,12	23.720	0,30	3.510	8,0	2.202	0,32	53	0,19	1.106	0,25	1.776,15	8
2003	362.054	7.454,93	29.250	0,38	4.550	9,0	2.000	0,35	56	0,20	1.176	0,28	1.953,75	9
2004	373.086	7.360,85	36.454	0,38	5.670	9,2	2.153	0,45	57	0,23	1.435	0,30	2.040,01	10
2005	383.714	8.124,58	36.454	0,40	5.670	9,2	2.153	0,35	61	0,20	1.474	0,28	2.006,80	11
2006	393.891	9.074,35	36.454	0,40	5.670	9,2	2.153	0,35	362	0,20	2.319	0,28	2.407,05	12
2007	403.585	10.534,08	36.454	0,41	5.670	9,2	2.153	0,36	362	0,21	2.319	0,29	2.374,88	13

Elaborado pelo autor a partir de diversas fontes:

¹ IBGE: estimativas da população com referência a 1º. julho de cada ano.

² IBGE: Produção Agrícola Municipal, em toneladas.

³ IBGE: Produção Agrícola Municipal, área plantada, em hectares.

⁴ Calculado a partir das médias mensais de precipitação nos Campos Experimentais da Embrapa Roraima.

⁵ Quociente entre produção e área colhida.

Na tabela 3 são apresentados os resultados dos testes realizados para avaliação dos pressupostos básicos com relação às equações de demanda (8) e oferta (9) da banana no estado de Roraima. A partir dos resultados da avaliação dos modelos econométricos propostos *a priori* (equações (8) e (9)), foram ajustados novos modelos, com as correções necessárias.

Tabela 2. Matriz de correlações entre as variáveis utilizadas.

	qprod_b	area_b	ra_b	pkg_b	pkg_la	pkg_li	pkg_m	pibpc	pop	precip	tempo
qprod_b	1.00										
area_b	0.70	1.00									
ra_b	0.99	0.62	1.00								
pkg_b	-0.92	-0.39	-0.95	1.00							
pkg_la	0.98	0.63	0.98	-0.94	1.00						
pkg_li	0.21	-0.27	0.25	-0.40	0.19	1.00					
pkg_m	-0.00	-0.41	0.03	-0.18	-0.03	0.97	1.00				
pibpc	0.90	0.76	0.87	-0.75	0.83	-0.10	-0.28	1.00			
pop	0.92	0.74	0.90	-0.79	0.87	-0.07	-0.26	0.97	1.00		
precip	0.21	0.62	0.13	-0.01	0.14	-0.70	-0.67	0.47	0.42	1.00	
tempo	0.92	0.74	0.89	-0.78	0.86	-0.08	-0.27	0.97	1.00	0.44	1.00

Fonte: Elaboração própria.

Verificando-se a condição de ordem, constata-se que tanto a equação de demanda ($3 > 1$) quanto a equação de oferta ($3 > 1$) são superidentificadas. Aplicando-se a condição de posto, verifica-se que tanto a equação de demanda quanto a de oferta geram matrizes de ordem 1×1 logo, os determinantes obtidos a partir dos coeficientes das variáveis excluídas da equação de demanda, mas presentes no modelo, são iguais aos próprios parâmetros. O mesmo acontece com a oferta. Assim, os determinantes resultantes das matrizes formadas pelos coeficientes das equações (8) e (9) são ambos diferentes de zero, o que satisfaz a condição suficiente para identificação.

Para a equação da demanda (8), o valor da estatística Jarque-Bera indica que não se pode rejeitar a hipótese de que os resíduos não têm distribuição normal. O teste de White não confirmou a presença de heterocedasticidade. O teste de Durbin-Watson, com os valores críticos explicitados, resulta em uma zona de indecisão. O teste Breusch-Godfrey, indicou, como é esperado com dados em séries temporais, a presença de autocorrelação, sendo necessário corrigir esse problema.

Tabela 3. Resultados das avaliações dos pressupostos básicos para as equações de demanda (8) e oferta (9).

Testes	Equação	
	Demanda (8)	Oferta (9)
Jarque-Bera (normalidade)	0,421806 ^a (0,809652) 0,542413 ^b (0,762459)	0,768490 ^a (0,680964) 1,650052 ^b (0,438224)
White (heterocedasticidade)	9,265560 ^a (0,320391) 9,849559 ^b (0,275744)	9,997765 ^a (0,188700) 9,953311 ^b (0,191235)
Durbin-Watson (autocorrelação)	2,165403 ^a 1,898616 ^b (d _L =0,376; d _U =2,414)	1,649461 ^a 1,762716 ^b (d _L =0,376; d _U =2,414)
Breusch-Godfrey (autocorrelação)	7,710525 ^a (0,005490) 0,014563 ^b (0,903948)	8,646872 ^a (0,003276) 4,388081 ^b (0,235979)
Coefficiente de Determinação (R²)	0,938873 ^a (0,003457) 0,993071 ^b (0,000209)	0,996453 ^a (0,000003) 0,999136 ^b (0,000003)

Fonte: Elaboração própria.

^a Modelo sem correção de autocorrelação.

^b Modelo com correção de autocorrelação de grau um, AR(1).

Dessa forma, os coeficientes da equação (8) foram novamente estimados, considerando-se um modelo autoregressivo de ordem um, AR(1). Os resultados dos testes (tabela 3) continuam os mesmos, alterando-se, naturalmente, os resultados para os testes de Durbin-Watson e Breusch-Godfrey, não mais indicando a presença de autocorrelação no modelo.

Na equação da oferta (9), o valor da estatística Jarque-Bera indica que não se pode rejeitar a hipótese de que os resíduos não têm distribuição normal. O teste de White não negou a presença de heterocedasticidade. O teste de Durbin-Watson, com os valores críticos explicitados, resulta em uma zona de indecisão. O teste Breusch-Godfrey indicou a presença de autocorrelação ao nível de 10% e, por se tratar de dados em séries temporais, optou-se por corrigir o problema.

Os coeficientes da equação (9) foram novamente estimados, considerando-se um modelo AR(1). Os resultados dos testes (tabela 3) continuam os mesmos, alterando-se, naturalmente, os resultados para os

testes de Durbin-Watson e Breusch-Godfrey, não mais indicando a presença de autocorrelação no modelo. A presença de heterocedasticidade não mais pôde ser confirmada pelo teste de White.

Não há indícios de multicolinearidade para as estimativas das equações de demanda (8) e oferta (9), o que permite validar os modelos identificados através da inclusão do termo AR(1). No quadro 1 são apresentados os resultados, a partir da utilização do software EViews, da estimativa dos coeficientes da equação de demanda (8), que pode ser expressa como:

$$\ln(\text{qprod_b}) = 35,608 - 0,862.\ln(\text{pkg_b}) - 0,127.\ln(\text{pkg_la}) - 4,292.\ln(\text{pibpc}) + 5,315.\ln(\text{tempo}) \quad (10)$$

A elasticidade-preço da demanda foi identificada como sendo 0,862, significativa ao nível de 5% (quadro 1). Assim, uma variação de 1% no preço da banana provoca uma diminuição em seu consumo da ordem de 0,86%, demonstrando que a demanda da banana é inelástica.

A elasticidade-cruzada da demanda apresentou sinal contrário ao esperado, uma vez que laranja foi identificada como sendo um produto substituto à banana, indicando que não há substitutibilidade entre a banana e a laranja.

A elasticidade-renda da demanda, também significativa ao nível de 5%, mostrou que um aumento no PIB *per capita* da ordem de 1% provoca uma redução no consumo da banana em 4,29%, o que caracteriza a banana como um bem inferior, novamente contrariando o que foi apontado pelos consumidores.

Os hábitos de consumo, da mesma forma, significativos ao nível de 5%, evidenciados através do efeito do tempo, indicam que o consumo de banana tem aumentado no estado de Roraima.

Quadro 1. Resultados da estimação dos coeficientes da equação de demanda (8) através do EViews.

Dependent Variable: LOG(QPROD_B)
 Method: Two-Stage Least Squares
 Sample (adjusted): 1998 2007
 Instrument list: C LOG(POP) LOG(AREA_B) LOG(QPROD_B)
 LOG(PKG_LI) LOG(PKG_M)
 Lagged dependent variable & regressors added to instrument list

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	35.60781	8.315340	4.282183	0.0128
LOG(PKG_B)	-0.861511	0.249900	-3.447428	0.0261
LOG(PKG_LA)	-0.127226	0.328988	-0.386719	0.7187
LOG(PIBPC)	-4.291856	1.113009	-3.856085	0.0182
LOG(TEMPO)	5.314949	0.879285	6.044624	0.0038

AR(1)	-0.473054	0.102791	-4.602105	0.0100
R-squared	0.993071	Mean dependent var	9.430589	
Adjusted R-squared	0.984411	S.D. dependent var	1.659145	
S.E. of regression	0.207156	Sum squared resid	0.171654	
F-statistic	114.6640	Durbin-Watson stat	1.898616	
Prob(F-statistic)	0.000209			
Inverted AR Roots	-.47			

No quadro 2 apresentam-se os resultados das estimativas para os coeficiente da equação de oferta de banana no estado de Roraima (9), que pode ser expressa como:

$$\ln(\text{qprod_b}) = 3.583 + 0.009 \ln(\text{pkg_b}) + 0.111 \ln(\text{pkg_b}_{(-1)}) + 1.116 \ln(\text{ra_b}) + 0.588 \ln(\text{precip}) \quad (11)$$

Pode-se observar que todos os sinais da equação estão de acordo com a teoria econômica. A elasticidade-preço da oferta, tanto para o período atual (não significativa) quanto para o período anterior (significativa ao nível de 10%), apresentou-se como inelástica, indicando que os produtores são pouco sensíveis às variações de preço do produto. Entretanto, o fato de mostrar-se mais significativa para o período anterior demonstra claramente que as decisões de produção são tomadas tendo como base o preço da banana do ano anterior, fato já esperado em se tratando de produto agrícola.

Quadro 2. Resultados da estimação dos coeficientes da equação de oferta (8) através do EViews.

Dependent Variable: LOG(QPROD_B)				
Method: Two-Stage Least Squares				
Sample (adjusted): 1998 2007				
Instrument list: C LOG(PKG_LA) LOG(POP) LOG(PIBPC)				
LOG(PKG_LI) LOG(PKG_M)				
Lagged dependent variable & regressors added to instrument list				
Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.583101	2.433534	1.472386	0.2149
LOG(PKG_B)	0.009342	0.091046	0.102608	0.9232
LOG(PKG_B(-1))	0.111067	0.044541	2.493573	0.0672
LOG(RA_B)	1.116103	0.040118	27.82083	0.0000
LOG(PRECIP)	0.587887	0.316313	1.858561	0.1366
AR(1)	0.163952	0.539242	0.304042	0.7763
R-squared	0.999136	Mean dependent var	9.430589	

Adjusted R-squared	0.998056	S.D. dependent var	1.659145
S.E. of regression	0.073157	Sum squared resid	0.021408
F-statistic	925.0349	Durbin-Watson stat	1.762716
Prob(F-statistic)	0.000003		
<hr/>			
Inverted AR Roots	.16		
<hr/>			

Um aumento no rendimento agrícola da cultura de 1% aponta para um aumento na oferta de 1,11%, sendo altamente significativo estatisticamente. Basicamente, a importância do rendimento retrata o fato de novas tecnologias terem sido incorporadas ao sistema produtivo, quer pela adoção de variedades mais produtivas, quer pela utilização de práticas culturais mais adequadas.

Na medida em que a precipitação pluviométrica aumente 1%, a oferta aumenta apenas 0,59%. O efeito da precipitação não se mostrou significativo o que pode ter sido provocado pela periodicidade anual dos dados, não permitindo captar as variações dos índices pluviométricos e a sua influência na produção de forma adequada.

Conclusão

Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que a demanda de banana no estado de Roraima é significativamente insensível às variações em seu preço, o que pode representar um estímulo para os produtores, permitindo que mais investimentos possam ser feitos no cultivo.

Identificou-se que laranja e banana não são substitutos perfeitos entre si, ao contrário do que foi constatado, através de entrevistas, por Alves et al. (2005).

Foi possível constatar que a banana é um bem inferior, uma vez que aumentos na renda *per capita* implicarão diminuições na quantidade demandada. Ações no sentido de aumentar o conjunto de informações que as populações de renda mais alta possuem a respeito da banana podem reverter essa situação, especialmente porque ficou evidenciado, através do efeito do tempo na demanda, que os hábitos de consumo estão mudando e que, em geral, as pessoas estão consumindo mais banana.

Observou-se que as decisões de produção são baseadas no preço percebido pelos produtores no período anterior à safra e não no preço de mercado corrente, o que é normal para a maioria dos produtos agrícolas.

O rendimento da cultura é fator determinante para a oferta de banana, retratando que novas tecnologias têm sido incorporadas ao sistema produtivo. A precipitação pluviométrica não se mostrou estatisticamente

significativa, revelando que análise utilizando dados climatológicos agrupados anualmente não é adequada para captar seu efeito na cultura.

Referências

- ALVES, A. B.; NECHET, K. L.; VIEIRA, B. A. H. **Cultivo da Banana em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007, 88p. (Embrapa Roraima. Documentos 01).
- ALVES, A. B.; SANTANA, A. R.; CERRI, A. D.; CALIARI, C. A.; MOURÃO JR., M.; ESBELL, L. S.; BARBOSA, R. N. T. **Agronegócio da Banana em Roraima – AGROBARR**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2005, 76p. (Embrapa Roraima. Documentos 10).
- BILAS, R. A. **Teoria Microeconômica**. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária, 12ª ed., 404 p., 1993.
- PASSOS, C. R. M.; NOGAMI, O. **Princípios de Economia**. 5. ed. rev. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 658 p., 2005.
- VARIAN, H. R. **Microeconomia: Princípios Básicos – Uma Abordagem Moderna**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 9ª. Reimpressão.
- HILL, R. C.; GRIFFITHS, W. E.; JUDGE, G. G. **Econometria**. 2a. Ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 5ª. Tiragem.
- JARQUE, C. M.; BERA, A. K. A Teste for Normality of Observations and Regression Residuals. **International Statistical Review**, v. 55, p. 163-172, 1987.
- WHITE, H. A Heterocedasticity Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heterocedasticity. **Econometrica**, v. 48, p. 817-818, 1980.
- DURBIN, J.; WATSON, G. S. Testing for Serial Correlations in Least-Squares Regression. **Biometrika**, v. 38, p. 159-171, 1951.
- GODFREY, L. G. Testing Against General Autoregressive and Moving Average Error Models When the Regressor include Lagged Dependent Variables. **Econometrica**, v. 46, p. 1293-1302, 1978.
- BREUSCH, T. S. Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models. **Australian Economic Papers**, v. 17, p.334-355, 1978.