

ESTIMACIÓN LINEAL DE LAS FUNCIONES DE OFERTA Y DEMANDA DE LA PAPA EN EL CIUDAD DE PASTO, 1999-2010

Lineal calculations of supply and demand functions regarding potato production in Pasto 2000-2010

Por: Germán Marcillo¹, Luis Eduardo López²

RESUMEN

A partir de consideraciones de tipo económico y matemático se especifican dos funciones de oferta y demanda de la papa en el municipio de Pasto; utilizando series de tiempo del periodo 1999 a 2010 se describen los datos de las variables empleadas para cada función a estimar; con ayuda de programas computacionales como Excel (2007) Statgraphics Centurion y Gretl (versión libre), se realizan las estimaciones de los modelos de oferta y demanda, posteriormente se desarrollan técnicas econométricas y estadística para validarlos. Finalmente, aplicando el concepto de elasticidad se analiza el efecto de cada variable con la variable en estudio. Se observó que variables como el precio y costos de producción son, en porcentaje, las que más determinan las decisiones de los ofertantes y consumidores de papa.

Palabras clave: Oferta y demanda, Estimación de modelos, Econometría, Elasticidad.

ABSTRACT

From economic considerations and mathematical specifies two functions of supply and demand for potatoes in the town of Pasto, using time

-
1. Licenciado en Matemáticas, Docente Universidad de Nariño y Universidad Cooperativa de Colombia, Pasto - Nariño. Investigador. E-mail: gerhardez@gmail.com
 2. Maestrante en Ciencias – Matemática Aplicada, Docente Universidad Cooperativa de Colombia, Pasto - Nariño Universidad Nacional de Colombia, Manizales-Caldas, Investigador. E-mail: lelopezm@unal.edu.co

Fecha de recepción: 20 de octubre de 2012. Fecha de aprobación final: 27 de noviembre de 2012.

series from 1999 to 2010 period data describes the variables used for each function to be estimated, with help of computer programs such as Excel (2007) Statgraphics Centurion and gretl (free version), estimates are made models of supply and demand, then develop statistical and econometric techniques to validate them. Finally, applying the concept of elasticity analyzes the effect of each variable with the variable under study. It was noted that variables such as price and production costs as a percentage, the more determined the decisions of the suppliers and consumers of potatoes.

Key words: Supply and demand model estimation, Econometrics, Elasticity.

1. INTRODUCCIÓN

La papa como producto alimenticio presentó una fuerte expansión a nivel mundial, llegando a una producción de 320 millones de toneladas en el año 2007, siendo China el principal productor en volumen, seguido por Rusia, Ucrania, Polonia y Estados Unidos, mientras que el mayor potencial de rendimiento se reporta en Bélgica, Suiza, Holanda y Alemania. En América Latina los principales productores son Perú, Argentina y Colombia, con una producción de 1,9 millones de toneladas al año (Martínez; Pinzón; Barrios, 2005).

En Colombia, según los resultados de la encuesta nacional ENA (DANE, 2011) los principales productores están en los departamentos de Cundinamarca (42%), Boyacá (27,77%), Nariño (23,16%) y Antioquia (4,47%). Esta actividad agropecuaria es la que más empleo e ingresos genera, constituyéndose en eje fundamental de la economía regional en estos departamentos. Nariño ocupa el tercer lugar en área sembrada del tubérculo logrando un rendimiento de 38,3 (t/ha) para el año 2011. Sin embargo las variaciones en el área cosechada dependen de muchos factores o parámetros que en ocasiones causan pérdidas en forma directa e indirecta al agricultor, especialmente a los pequeños productores (Figueroa; Rosas; Torres, 2010).

La econometría es una herramienta económica, matemática y estadística que permite cuantificar y valorar las relaciones entre variables (Gujarati, 1999), lo que ha posibilitado un análisis profundo de los mercados y la toma de decisiones a futuro. Son muchos los investigadores que han aprovechado esta herramienta para analizar ciertos productos del mercado, como es el caso de Troncoso y Aguirre (2005), quienes investigaron el mercado del vino en Chile en los periodos de 1980 a 2004, cuyos resultados evidencian inelasticidades y expectativas de precios para la oferta y demanda del vino en el mercado de ese país; y el caso de Caraballo (2003), quien investigó la demanda de carne de res en Colombia y explica el procedimiento econométrico para validar un modelo matemático de estimación lineal.

El objetivo de la investigación es desarrollar una metodología econométrica, que acompañada de un soporte teórico y computacional, estime dos modelos lineales para la oferta y demanda de la papa los cuales permitirán identificar las variables de mayor impacto e incidencia en este mercado en el municipio de Pasto.

2. METODOLOGÍA

2.1 El Contexto

En Colombia la papa es la principal actividad agrícola de clima frío, cuya zona óptima de producción oscila entre los 2.500 y 3.000 (m.s.n.m) llevándose a cabo en unos 250 municipios, con predominio de agricultores minifundistas (Ministerio de Agricultura, 2006). Datos suministrados por DANE (2011) revelaron una caída importante en los últimos años, mientras que en 2007 el terreno sembrado sumaba 160.690 (ha), en 2011 alcanzó sólo 131.183 (ha).

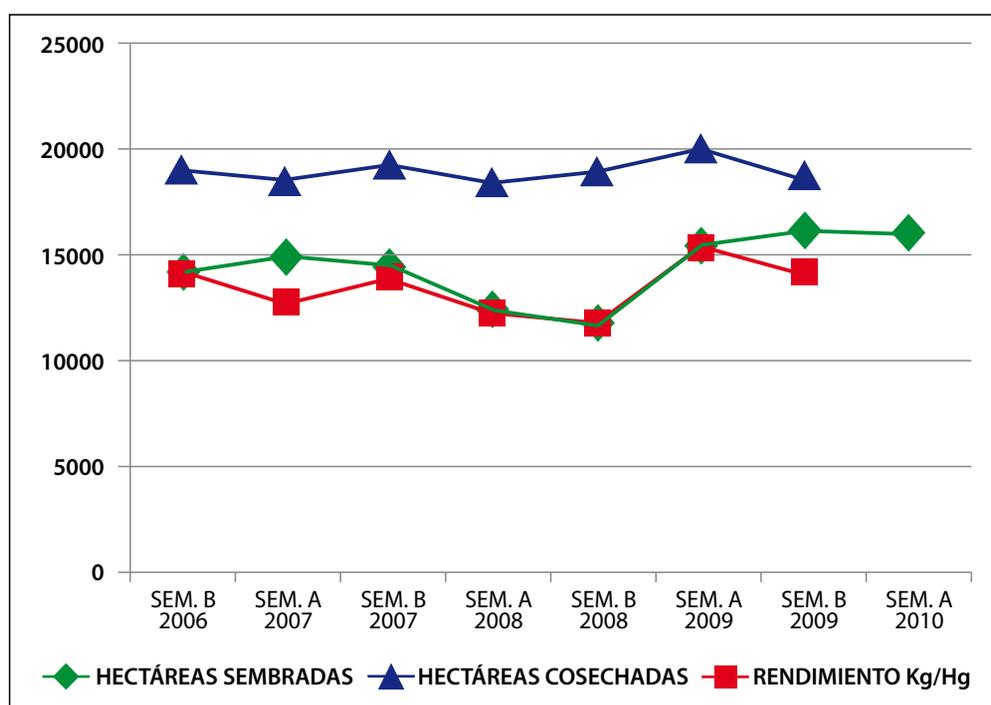
Según el Censo Nacional de Cultivo de Papa para el departamento de Nariño, entre los años 2009 y 2010 se sembraron 15.039 (ha) del tubérculo en 25 municipios, dentro de los cuales el municipio de Ipiales abarcó la mayor extensión con el 15.7%, seguido por el municipio de Pasto con el 14.1%, Túquerres con el 10.9% y Pupiales con el 9.9%. Durante los años 2006 y 2010, la mayor área sembrada fué en el semestre B de 2009 con 16.097 (ha); la mayor área cosechada con 15.206 (ha) se llevo a cabo en el semestre A de 2009 logrando un rendimiento de 19.964 (kg/ha).

La ciudad de Pasto es abastecida desde veredas cercanas como Jongovito, Catambuco, Cujacal y El Campanero, considerada esta última como aquella que ofrece el mejor tubérculo; pero, cuando el suministro no es regular, ingresa desde los municipios de Córdoba e Ipiales (Figueroa; Rosas; Torres, 2010). La Figura 1 muestra el comportamiento de la producción de papa en el departamento de Nariño, desde el segundo período de 2006 hasta el primer período de 2010.

El precio de la papa puede cambiar según la temporada del año en la cual se está comercializando, particularmente porque la escasez en otras zonas del país mejora la cotización a nivel regional, debido a que llegan intermediarios que obtienen el producto directamente en los cultivos, llevándolo a la ciudad de destino sin pasar por los mercados locales, donde se percibe una baja en la disponibilidad del tubérculo. Según el reporte estadístico de Agronet, la variación de precios en Pasto, en los años 2008

y 2009 muestran un incremento en el precio del kilo de papa durante el semestre A, que corresponde al periodo entre los meses de enero a junio, en contraste para el semestre B los precios bajan. Después de que el precio llega a uno de sus picos en el primer periodo del 2010 este tiende a decaer hasta un precio de \$380 a principios del 2011 y finalmente crece rotundamente durante el segundo periodo, siendo octubre el más significativo con un precio de \$1053 por kilogramo de papa. La Figura 2 muestra los precios promedios (por kilo) de papa en el municipio de Pasto desde el primer período de 2006, hasta el segundo período de 2011.

Figura 1: Producción de papa en el departamento de Nariño 2006–2010

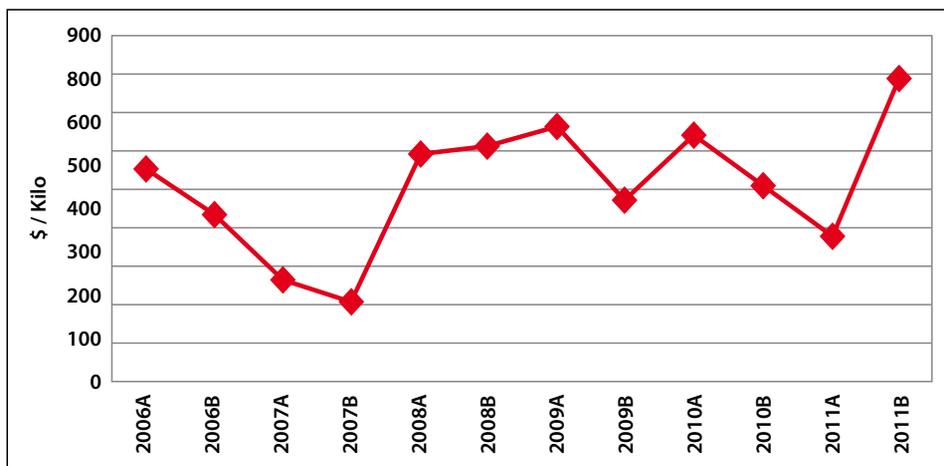


Fuente: gráfico de elaboración propia con datos suministrados por Fedepapa.

2.2. Oferta y demanda

En el análisis de mercado de un bien en particular las leyes de oferta y demanda explican respectivamente la conducta de los productores y consumidores en función de variables como el precio y costos de producción para el caso de la oferta, y precios del bien, sustitutos o complementarios e ingresos disponibles para la demanda.

Figura 2: Precio promedio de papa en el municipio de Pasto 2006–2011



Fuente: gráfico de elaboración propia con datos suministrados por Agronet.

Para estudiar los efectos de las variables mencionadas es importante estudiar las tasas de variación de cada variable con la variable dependiente en estudio, es el caso de la relación existente de la oferta y demanda con el precio, lo que se conoce como el concepto de elasticidad (ϵ), que según Paschoal (2002), se define como la relación entre las variaciones porcentuales observadas en las cantidades demandadas (ofertadas), derivadas de los cambios porcentuales introducidas por los precios. El comportamiento de la elasticidad puede darse en tres formas: si $\epsilon > 1$ se dice que la oferta (demanda) es elástica. Si $\epsilon = 1$, se dice que la oferta (demanda) es unitaria. Si $\epsilon < 1$, se dice que la oferta (demanda) es inelástica.

Los principales factores que determinan la oferta y demanda (Varian, 1999) como funciones que se determinan en series de tiempo para un bien o producto determinado del mercado son, en su orden

Para el caso de la oferta.

- Nivel de producción, $S(t)$
- Precios actuales $p(t)$ y rezagados un período del producto $p(t - 1)$
- Costo de producción actuales $cp(t)$ y rezagados $cp(t - 1)$
- Cambios en la estructura tecnológica T

La variable T se descarta del modelo a estimar debido a que no se encontraron registros históricos acerca del impacto que genera esta variable en los productores.

Entonces la relación funcional de la oferta de la papa en términos de las variables mencionadas, se define como

$$S(t) = S(p(t), p(t-1), cp(t), cp(t-1))$$

Cuyo modelo lineal asociado es

$$S(t) = \alpha_1 + \alpha_2 p(t) + \alpha_3 p(t-1) + \alpha_4 cp(t) + \alpha_5 cp(t-1)$$

Los parámetros $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ son las elasticidades que explican el impacto particular de cada variable en la oferta del producto, además se espera que $\alpha_2, \alpha_3 > 0$ y que $\alpha_4, \alpha_5 < 0$

Para el caso de la demanda,

- Nivel de consumo, $D(t)$
- Precios actuales $p(t)$ y rezagados un periodo del producto $p(t-1)$
- Precios de los sustitutos $ps(t)$
- Ingreso per-cápita $I(t)$

La relación funcional de la demanda de la papa en términos de las anteriores variables, se define como

$$D = D(p(t), p(t-1), ps(t), I(t))$$

El modelo lineal asociado es

$$D(t) = \beta_1 + \beta_2 p(t) + \beta_3 p(t-1) + \beta_4 ps(t) + \beta_5 I(t)$$

Los parámetros β_2, \dots, β_5 representan también elasticidades y se espera que β_2 y $\beta_3 < 0$ Y $\beta_4, \beta_5 > 0$

Dentro de los posibles sustitutos de la papa en la región, se consideró al plátano como el de mayor consumo, pues de acuerdo a fuentes estadísticas del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2010) en los últimos 5 años es el segundo producto con gran producción en el departamento de Nariño y según estudios realizados por Agrocadenas (2005) los hogares rurales, los hogares urbanos y los restaurantes consumen más del 80% de la producción. Además, por los efectos de estacionalidad de la papa,

cuando su precio sube, las familias de estratos bajos recurren a reemplazar este producto por el plátano debido a su cómodo precio y a su demanda constante en el mercado.

Las variables consideradas en los modelos determinan en gran medida el comportamiento y las decisiones de los productores y consumidores en el mercado. El precio es un factor determinante para ambas funciones, se ha considerado en el caso de la oferta los costos de producción actuales y rezagados un periodo (1 año) y para el caso de la demanda son fundamentales el ingreso de los consumidores y el precio de los sustitutos ya que estas determinan las decisiones de compra del producto en el mercado.

2.3. Metodología de estimación y Técnicas econométricas

Para estimar los parámetros desconocidos α_k y β_k con $k = 1 \dots 5$ de los modelos lineales asociados a cada función de oferta y demanda, se utiliza el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), que consiste en minimizar el sumatorio de los residuos al cuadrado (Gujarati, 1999). Para realizar este proceso de esencia matemática, con mayor facilidad y rapidez, se utilizó Excel (2007) y Statgraphics, que brindan los resultados de los parámetros estimados con todas las características y propiedades que deben cumplir los modelos, como son: medidas de bondad de ajuste, coeficientes de determinación - correlación y estadísticos de regresión.

Cada modelo será una estimación confiable si cumple con cuatro características importantes según la econometría (Gujarati, 2003):

1. El coeficiente de regresión R^2 sea un valor moderado, ojalá cercano a la unidad
2. Cada parámetro estimado de la regresión sea mayor a 90% según la prueba de significancia estadística t a dos colas (Gujarati, 2003) la cual debe ser superior al 90%, así se rechaza la hipótesis nula (H_0) de que no existe asociación estadística entre la variable dependiente del modelo estimado y sus variables independientes. El proceso para determinar este porcentaje es mediante la fórmula.

$$P_t = 1 - \left(\frac{p}{2} \right)$$

Donde, P_t es el porcentaje a calcular para aceptar o rechazar H_0 y p es la probabilidad correspondiente al estadístico t del parámetro

3. Inexistencia de multicolinealidad y heteroscedasticidad entre las variables de cada modelo estimado.

Para descartar de manera confiable la presencia de multicolinealidad en las funciones estimadas, se adopta la regla de Klein (1966) que sugiere calcular las regresiones auxiliares; es decir, la regresión de cada variable X sobre las restantes X , si la R^2 obtenida en una regresión auxiliar es mayor que la R^2 global (regresión de Y sobre las X) entonces puede existir un problema de colinealidad. Además se aplica la prueba de tolerancia (Gujarati, 2003); si el valor de tol se acerca a cero, mayor será el grado de colinealidad de esa variable respecto a las otras, de lo contrario la presencia de colinealidad se descarta del modelo.

Para detectar la presencia de heteroscedasticidad en los modelos estimados se utiliza la prueba general de White (Gujarati, 2003, 398) que consiste en obtener una regresión auxiliar con los residuos $\hat{\mu}_i$, sobre los cuadrados de los valores de las variables independientes para cada función estimada. Calcular el estadístico de contraste $n \cdot R^2$ para luego aplicar ji cuadrado a un nivel de significancia moderado para rechazar o aceptar la hipótesis de inexistencia de heteroscedasticidad entre las variables de los modelos estimados, el proceso se apoya con la utilización del paquete econométrico de versión libre Gretl,

4. Normalidad de los estimadores de la regresión.

Al utilizar el método de mínimos cuadrados ordinarios para calcular los modelos lineales se requiere que los estimadores estén distribuidos de manera normal, de esta forma los estadísticos t serán consistentes con sus respectivas distribuciones. Para este análisis se utiliza el programa Gretl que por defecto analiza la normalidad con la prueba de Doornik – Hansen (1994) aplicando un error de significancia del 5%, es decir, si la probabilidad o valor P de la prueba Doornik es mayor al 5% entonces se descarta la inexistencia de normalidad de los estimadores para cada regresión.

2.4. Observaciones estadísticas

La econometría se basa en dos tipos de estudios según las fuentes de información y las variables en estudio, los cuales son los de tipo transversal y de series de tiempo (Núñez, 2007). En este caso el modelo de estimación es en series de tiempo. La tabla 1 muestra las observaciones correspondientes a cada una de las variables especificadas para estimar la oferta y la demanda de papa en el municipio de Pasto durante el período 2000-2010. Los datos se tomaron del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE-ENA), Secretaría de Agricultura Municipal de Pasto y Fedepapa.

Tabla 1. Producción, consumo, precio, precio del plátano, costo de producción e ingreso per cápita 2000³-2010, Pasto.

Año	S(t): kg/año	D(t): kg/pc/ año	P(t): \$/kg	P(t-1): \$/kg	PS(t): \$/kg	PS(t-1): \$/kg	CP(t): \$/kg	CP(t-1): \$/kg	I(t): Pesos
2000	391783000	68,38	284,3	336,5	579,3	534,6	512,7	450,1	5114691
2001	368273000	66,62	347,6	284,3	632,2	579,3	562,5	512,7	5442896
2002	353780000	64,57	372,7	347,6	669,0	632,2	610,1	562,5	5771101
2003	421845000	64,6	384,1	372,7	972,7	669,0	612,8	610,1	6099306
2004	408012000	63,54	272,0	384,1	787,9	972,7	655,4	612,8	6427511
2005	442092000	62,63	535,9	272,0	893,5	787,9	592,2	655,4	6679693
2006	502618000	68,58	497,3	535,9	1500,0	893,5	443,6	592,2	7002722
2007	495110000	67,39	238,2	497,3	560,4	1500,0	486,8	443,6	7519388
2008	441675000	58,78	603,3	238,2	956,5	560,4	505,3	486,8	7981915
2009	585117000	62,23	366,8	603,3	939,7	956,5	632,1	505,3	7968509
2010	269523000	64,53	573,6	366,8	640,4	939,7	610,2	632,1	8305150

Fuente: Sipsa, Dane-Ena, Secretaría de Agricultura de Nariño, Fedepapa.

3. ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

Para calcular los modelos lineales para la oferta y demanda de la papa fue necesario suavizar los datos presentados en la tabla 1, aplicando la transformación logaritmo natural a cada observación. Este análisis se hizo utilizando los programas computacionales y el método MCO, cuyos resultados son:

Para la función de oferta.

$$s(t) = 21,22 + 0,05939 \cdot p(t) + 0,34925 \cdot p(t-1) - 0,20874 \cdot cp(t) - 0,39201 \cdot cp(t-1)$$

A continuación las tablas 2 y 3, muestran los resultados arrojados por el programa.

- Los datos de la tabla empiezan en el año 2000 debido a que se tiene en cuenta el precio actual del producto mas no el del período rezagado, es decir el año 1999 está implícito en los datos de la tabla.

Tabla 2. Análisis Estadístico de la Regresión

Variable dependiente: s(t)

Método: MCO

Coefficiente de correlación múltiple	0,590203
Coefficiente de determinación R ²	0,348339
R ² Ajustado	-0,086100
Error típico	0,214399
Suma de cuadrados	0,423229
Estadístico F	0,801813
Prob (estadístico F)	0,565927
Observaciones	11

Tabla 3. Coeficientes de regresión y estadísticos

Variable dependiente: s(t)

Método: MCO

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	<i>Rechazar H₀ si Pt > 90%</i>
Intercepción	21,2224051	4,47277404	4,74479707	0,00317569	100%
Variable p(t)	0,05939486	0,2951221	0,2012552	0,8471484	58%
Variable p(t-1)	0,34925908	0,25941507	1,34633304	0,22682829	89%
Variable cp(t)	-0,20874434	0,68318535	-0,30554569	0,77027361	61%
Variable cp(t-1)	-0,39201265	0,70986893	-0,55223244	0,60073882	70%

Fuente: cálculos propios con Excel.

Para la función de demanda

$$D(t) = 7,901 - 0,02205966 \cdot p(t) + 0,05575887 \cdot p(t-1) + 0,01236382 \cdot ps(t) - 0,25623852 \cdot I(t)$$

A continuación las tablas 4 y 5, muestran los resultados de la estimación arrojados por el programa.

Tabla 4. Análisis Estadístico de Regresión

Variable dependiente: D(t)	
Método: MCO	
Coefficiente de correlación múltiple	0,74396737
Coefficiente de determinación R^2	0,55348745
R^2 Ajustado	0,25581241
Error típico	0,05110314
Suma de cuadrados	0,03509237
Estadístico F	1,859336805
Prob. (estadístico F)	0,23684168
Observaciones	11

Tabla 5. Coeficientes de regresión y estadísticos

Variable dependiente: D(t)

Método: MCO

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad (p)	Rechazar H_0 si $P_t > 90\%$
Intercepción	7,90169329	1,75746715	4,49606884	0,00412115	100%
Variable p(t)	-0,02205966	0,09802852	-0,2250331	0,82942194	59%
Variable p(t-1)	0,05575887	0,09010443	0,61882493	0,55877832	72%
Variable ps(t)	0,01236382	0,08005384	0,15444376	0,88232401	56%
Variable l(t)	-0,25623852	0,14035933	-1,82558946	0,11770526	94%**

Fuente: Cálculos propios con statgraphics

3.1 Evaluación estadística de los resultados

Para determinar la confiabilidad de los modelos estimados es necesario estudiar las tres características econométricas antes mencionadas.

1. De acuerdo a la información presentada en las tablas 2 y 4, el coeficiente de determinación (R^2) para las funciones de oferta y demanda son 34,8% y 55,3% respectivamente. Estos resultados son moderados, pero la demanda es la que mejor se ajusta a la dispersión de los datos.
2. Aplicando la fórmula

$$P_t = 1 - \left(\frac{p}{2} \right)$$

Donde, P_t es el porcentaje a calcular para aceptar o rechazar H_0 y p es la probabilidad correspondiente al estadístico del parámetro⁴.

Se determinó que, para la función de oferta, la variable que más significancia tiene en el modelo es el precio en el periodo anterior $p(t - 1)$ debido a que su coeficiente posee un porcentaje de 89%; esto significa que causa un efecto razonable en la determinación de la oferta de la papa. A pesar de que el costo de producción no está muy lejos de este valor, como lo indica la tabla 3, no se pueden considerar significativa en el modelo. Para el modelo estimado de demanda, la variable que presenta mayor efecto a la variable dependiente es el ingreso per cápita $I(t)$ según la tabla 5 su porcentaje es de 94%, pero resulta que su efecto porcentual es contrario al esperado debido al valor negativo del coeficiente que le corresponde, esta situación puede ser el producto de una recopilación aproximada de los datos reales y de la poca información en series tiempo disponible para que el modelo sea menos insesgado. A pesar de que ciertas variables no son estadísticamente significativas nos pueden brindar información acerca de las elasticidades de cada variable con respecto a la dependiente.

3. Con ayuda de Excel se construyó las tablas de las regresiones auxiliares y se analizó la presencia de multicolinealidad aplicando la regla de Klein.

A continuación en las tablas 6 y 7 se listan las regresiones auxiliares y las tolerancias para cada variable independiente del modelo

Tabla 6. Valores Auxiliares para la Función de Oferta

Variables	Valor R^2	Tolerancia $tol = 1 - R^2$
P(t)	0,46762262	0,53237738
P(t-1)	0,18307571	0,81692429
Ps(t)	0,37486329	0,62513671
IM	0,52362551	0,47637449

Nota. Fuente: cálculos propios con Excel

Los valores obtenidos dan a conocer claramente que algunos de los valores R^2 obtenidos de las regresiones auxiliares son mayores que el R^2 global para cada función; en el caso de la función de oferta solo la variable $p(t - 1)$ no supera al valor R^2 global (34,8%) y en la demanda las variables $p(t)$ y $p(t - 1)$ superan al coeficiente de correlación de 55,3%, esta prueba no es suficiente para concluir que existe multicolinealidad entre las variables

4. Por ejemplo, en la tabla 5 el valor para la variable es 0,8294.

del modelo, para descartar de manera más confiable la no colinealidad se utiliza la prueba del valor de tolerancia y según las tablas 6 y 7 los resultados para cada variable son lejanos de cero lo que sugiere la inexistencia de multicolinealidad entre las variables independientes del modelo

Tabla 7. Valores R² Auxiliares de la Función de Demanda

Variables	Valor	Tolerancia tol = 1 - R ²
P(t)	0,72586307	0,27413693
P(t-1)	0,6152937	0,3847063
Cp(t)	0,53222636	0,46777364
Cp(t-1)	0,51056456	0,48943544

Fuente: cálculos propios con Excel

Las tablas 8 y 9 registran los datos para analizar la presencia de heteroscedasticidad en los modelos estimados.

Tabla 8. Contraste de heterocedasticidad de White para la Función de Oferta

VARIABLE	COEFICIENTE	DESV. TÍP	ESTAD T	VALOR P
const	-40,7865	146,670	-0,278	0,80706
P(t)	-2,31572	3,05042	-0,759	0,52704
P(t-1)	-3,51934	2,55623	1,377	0,30244
Cp(t)	16,0996	31,7414	0,507	0,66240
Cp(t-1)	-4,63449	20,9757	-0,221	0,84564
Sq_p(t)	0,207373	0,252382	0,822	0,49763
sq_p(t-1)	-0,287567	0,215630	-1,334	0,31393
sq_cp(t)	-1,26268	2,52748	-0,500	0,66692
sq_cp(t-1)	0,362467	1,65194	0,219	0,84668

Nota: R-cuadrado = 0,873877

Estadístico de contraste: TR² = 9,612651,

con valor p = P(Chi-cuadrado(8) > 9,612651) = 0,293272

estimaciones MCO, utilizando las 11 observaciones 2000-2010

Variable dependiente: \hat{u}^2

Fuente: Cálculos propios utilizando Gretl.

Con 8 grados de libertad el valor ji cuadrado al 5% es de 15,5073 el valor crítico al 10% es 13,3616 y el valor crítico al 29% es 9,6126. Para cada caso el estadístico es menor, con lo que se concluye que no hay heteroscedasticidad entre las variables de la función estimada.

Tabla 9. Contraste de heterocedasticidad de White para la Función de Demanda

VARIABLE	COEFICIENTE	DESV. TÍP	ESTAD T	VALOR P
const	-2,42655	0,285080	-8,512	0,01352
P(t)	-0,00949058	0,00812807	-1,168	0,36332
P(t-1)	-0,195583	0,00404853	-48,310	0,00043
Ps(t)	0,0147636	0,00554433	2,663	0,11683
lm(t)	0,380121	0,0374632	10,147	0,00957
Sq_p(t)	0,000868259	0,000698488	1,243	0,33981
sq_p(t-1)	0,0171271	0,000354273	48,344	0,00043
sq_Ps(t)	-0,00124928	0,00041306	-3,024	0,09414
sq_lm(t)	-0,0121725	0,00119794	-10,161	0,00955

Nota: R-cuadrado = 0,999891

Estadístico de contraste: $TR^2 = 10,998800$
 con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(8) > 10,998800) = 0,201767$
 estimaciones MCO
 utilizando las 11 observaciones 2000-2010
 Variable dependiente: $uhat^2$

Fuente: Cálculos propios utilizando Gretl.

Con 8 grados de libertad el valor ji cuadrado al 5% es de 15,5073 el valor crítico al 10% es 13,3616 y el valor crítico al 20% es 10,9. Para cada caso el estadístico es menor, con lo que se concluye que no hay heteroscedasticidad entre las variables de la función demanda.

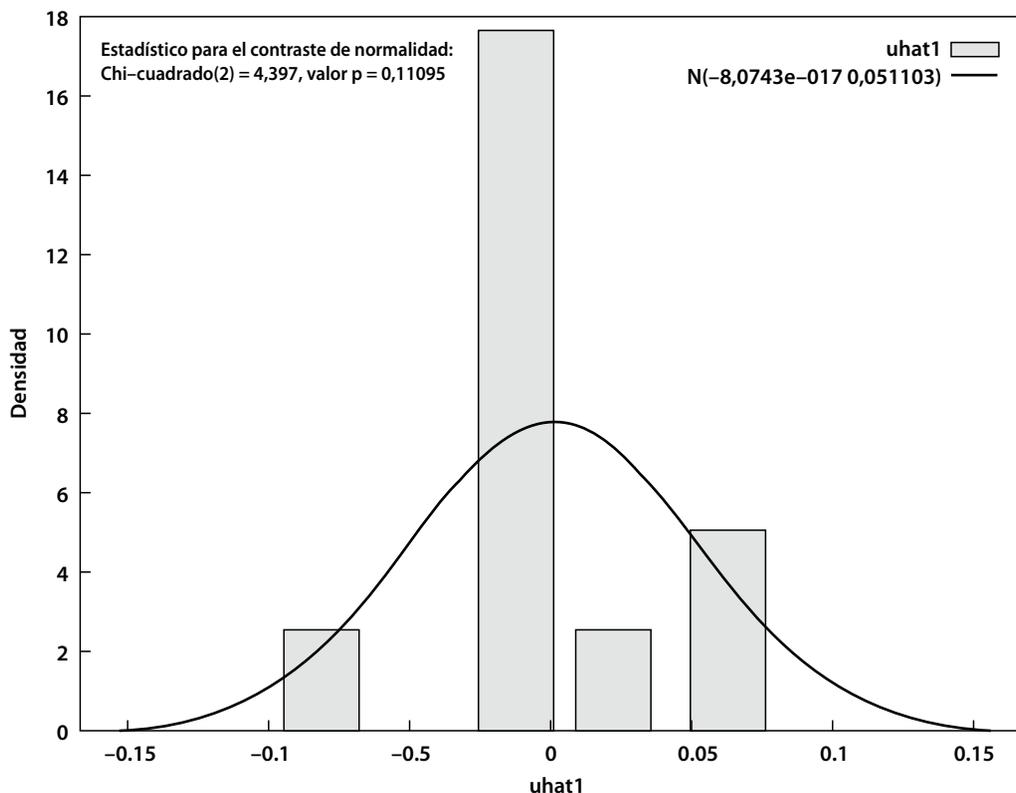
4. Normalidad de los estimadores de regresión.

Normalidad para la demanda

Doornik – Hansen – 4,397, con valor $P = 0,11005$

Luego el P- valor de 0,11 es mayor 0,05 con lo que los estimadores para la función de demanda están distribuidos de forma normal. La figura 3 brinda la información analizada.

Figura 3. Curva normal de los Estimadores de la Demanda



Fuente: cálculos propios utilizando Gretel.

Normalidad oferta

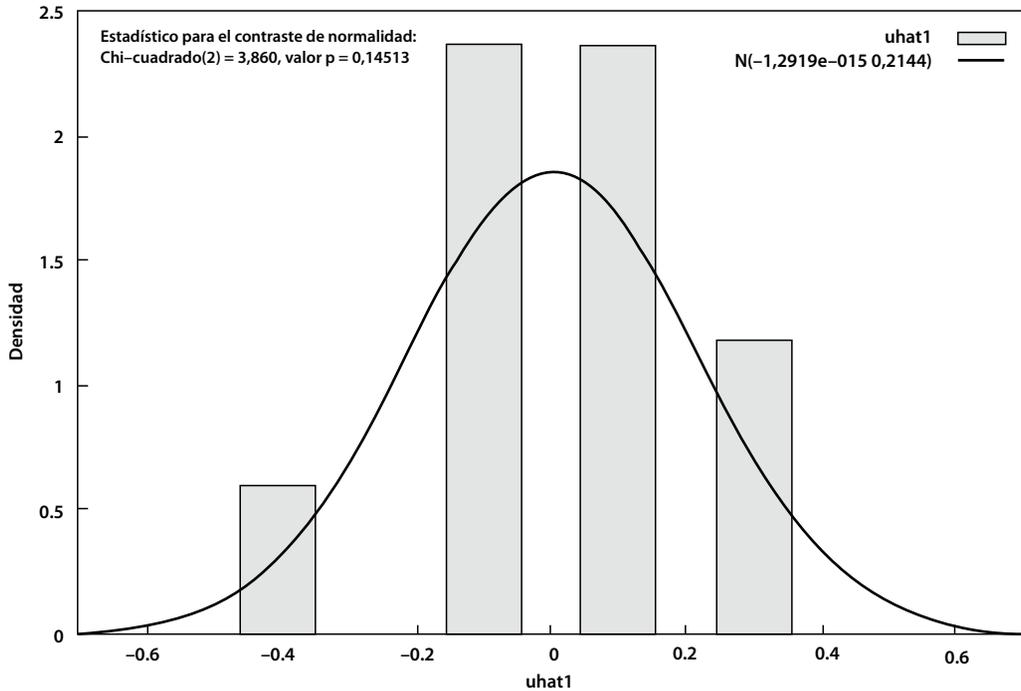
Doornik – Hansen – 3,86, con valor P = 0,1413

Luego el P- valor de 0,1413 es mayor 0,05 con lo que aceptamos que los estimadores están distribuidos de forma normal en la regresión lineal de la oferta. La figura 4 brinda la información analizada.

3.2 Elasticidades

Cada coeficiente estimado representa la elasticidad de la demanda u oferta respecto a la variable correspondiente. Así, podemos analizar el impacto porcentual en la oferta y demanda cuando se aumenta una unidad porcentual en dicha variable independiente; esto es, para la oferta un aumento en una unidad porcentual del precio de la papa tendrá como efecto un incremento promedio de 0,05 % en la oferta del producto; por otra parte

Figura 4: Curva normal de Estimadores de la Oferta



Fuente: cálculos propios utilizando Gretel

el precio actual y los precios rezagados, es decir, los precios de la papa en las anteriores temporadas afectan positivamente a la oferta, esto significa que si el precio anterior por kilogramo fue alto, entonces los productores aumentarán en un 0,34% la oferta del mismo, lo que se considera consistente con las leyes del mercado. Ahora, un aumento en una unidad porcentual en el costo de producción, la oferta se contrae un 0,20% en promedio; comparando con las demás variables del modelo estimado, el costo de producción en el periodo anterior presenta un mayor impacto, pues produce un efecto de -0,39% en la producción del tubérculo en la región investigada, es decir, para el agricultor si el costo de producción en la pasada siembra y cosecha aumento en 1% entonces su respuesta será restringirse a sembrar o disminuir su producción en un 0,39%, lo que genera en el mercado los efectos de escasez de demanda de papa y por tanto los precios sufren alteraciones. Este resultado es acorde a lo esperado por los productores ya que estos estarán dispuestos a sembrar y aumentar su oferta en el mercado siempre que sus costos sean bajos para que no se presenten pérdidas.

Para el caso de la demanda se encontró que los signos de dos de sus parámetros coinciden con lo esperado y en este sentido las variables que

más efecto generan en la demanda del producto son el ingreso per cápita $I(t)$ y el precio de la papa en el período anterior $p(t - 1)$, lo curioso es el signo negativo para el coeficiente del ingreso, según el modelo una posible conclusión sería que a mayor ingreso menor consumo de papa, esto podría representar una actitud de algún sector de la clase alta de la ciudad, pero no a la mayoría de los hogares de Pasto; lo lógico es que si el ingreso de la familia disminuye entonces también se restrinja un poco los excesos de consumo de alimentos y por ende se compre menos en las tiendas o supermercados, así la proporción va en el mismo sentido, lo que sugiere que el signo para el coeficiente debería ser positivo; el resultado arrojado por el modelo estimado puede ser el producto de la naturaleza de los datos que no son el reflejo completo de la realidad sino un estimado o promedio, tal vez aumentar el número de años analizados pueda mejorar el modelo y por tanto generar las elasticidades esperadas.

Con respecto al precio de la papa $p(t)$ en el mercado, el modelo indica que un aumento en una unidad porcentual de éste genera una disminución del 0,022% en la demanda del mismo; mientras que una disminución en una unidad del precio del sustituto genera una contracción del 0,012% en la demanda de la papa a pesar de que el coeficiente no es estadísticamente significativo como ya se demostró.

Lamentablemente no existen estudios anteriores sobre la oferta y demanda de la papa en Pasto por lo cual no podríamos hacer comparaciones de tipo económico.

CONCLUSIONES

Los modelos calculados para la oferta y demanda de la papa cumplen en gran medida con las reglas econométricas y estadísticas para considerarlos como estimaciones adecuadas que dan a conocer aquellas variables que más significancia y efecto tienen en la oferta y demanda del producto en la ciudad de Pasto; entre ellas tanto el precio del periodo anterior como los costos de producción, son inelásticas para la oferta del producto y generan mayor impacto en las decisiones del productor. Además, en la función de demanda el precio actual de la papa es inelástico generando un impacto inverso al consumo del producto cuando este aumenta en una unidad porcentual; el ingreso per cápita genera un efecto porcentual alto en la demanda pero en sentido contrario al esperado e insignificante estadísticamente en el modelo, este resultado evidencia que a pesar de los ingresos en la ciudad de Pasto, para la mayoría de los consumidores la papa es un alimento infaltable en su canasta familiar. El precio del plátano, uno de los sustitutos de la papa, genera una disminución de la demanda si este baja en una unidad porcentual.

Las funciones determinadas y los análisis de elasticidad serán un referente teórico importante para continuar con investigaciones más rigurosas y a mayor escala en este tipo de estudios económicos tanto a nivel nacional, departamental y regional. En particular, generan información importante para los sectores agrícolas en Nariño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrocadenas (2005). *La cadena del plátano en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991 – 2005*. Documento de trabajo No. 61. Bogotá. 40 p. En línea: <http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf> (consultado nov. 14 – 2012)

Caraballo, Leonardo (2003). ¿Cómo estimar una función de demanda? Caso: *demanda de carne de res en Colombia*. En: *Geoenseñanza*, Vol. 8. Febrero. pp. 95-104. En línea: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/20815/1/articulo7.pdf> (consultado feb. 12 – 2012).

Doornik, Jurgen; Hansen, Henrik (1994). *An omnibus test for univariate and multivariate normality*. Oxford: working paper. 16p.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE (2011). *Precios promedio de la papa 2006–2011*. San Juan de Pasto.

DANE (2011). *Resultados Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA*. Colombia. 181 p.

Fedepapa y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004). *Guía ambiental para el cultivo de la papa. Dirección de desarrollo sectorial sostenible*. Bogotá, Colombia. 56 p.

Figueroa, Deisy; Rosas, David; Torres, Francisco (2010). *Comercialización de papa de las variedades diacol capiro, parda pastusa solanum tuberosum l. y amarilla solanum phureja en tres corregimientos del municipio de Pasto*. Tesis de pregrado obtenido no publicada. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.

Gobernación de Nariño, Secretaría de Agricultura, Cadena Agroalimentaria de la Papa (2006). *Costo promedio de producción por hectárea de papa, variedades parda pastusa, diacol capiro y criolla (Solanum phureja), Nariño semestre A 2006*. Nariño, Colombia.

Gujarati, Damodar (2003). *Econometría*. México: Mac Graw-Hill. Cuarta edición. 972 p.

Lawrence, Klein (1966). *Introducción a la econometría*. Madrid: Aguilar. Primera edición. 299 p.

Mankiw, Gregory (2002). *Principios de Economía*. España: Mc.Graw- Hill. Segunda edición. 506 p.

Martínez, Héctor; Pinzón, Nidyan; Barrios, Camilo y Espinal, Carlos (2005). *La cadena de la papa en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. En: Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de trabajo No. 54. Bogotá, marzo. 30 p. En línea: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112163731_caracterizacion_papa.pdf. (Consultado septiembre 27 de 2010).

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2010). *Perfil del departamento de Nariño*. En línea: http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=2&ved=0CBwQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.mincomercio.gov.co%2Fcontent%2Fdocumentos%2FEstudiosEconomicos%2FDepartamentos%2FNarino.pptx&ei=yM5KTcPADMHFgAf5qqEB&usg=AFQjCNGEhjaouM_1LCbDMQvc7ky1NkZ-MA&sig2=N7LEkspW59TKKId4qgFzg

Nicholson, Walter (2007). *Teoría Macroeconomía: principios básicos y ampliaciones*. México: Thomson Learning. Novena edición. 673 p.

Núñez, Rafael (2007). *Introducción a la Econometría: enfoques tradicionales y contemporáneos*. México: Trillas. Primera edición. 340 p.

Paschoal, José (2002). *Introducción a la economía*. México: Oxfon University. Tercera edición. 866 p.

Troncoso C., Javier; AGUIRRE G., Medardo (2005), *Demanda y Oferta de vino en el periodo 1980 – 2004: un análisis econométrico*. En: Panorama Socioeconómico. Julio – diciembre, año/vol 1. No. 33. Talca. Chile. pp 26-32. En línea: www.panorama.otalca.cl/dentro/2006-dic/articulo3.pdf (consultado feb. 2 -2012).

Varian, Hal (1999). *Microeconomía intermedia: un enfoque actual*. Bogotá: Alfaomega. Quinta edición. 726 p.