

Porcicultura Mexicana:

AUMENTANDO UN SECTOR

BOBADILLA-SOTO ENCARNACIÓN ERNESTO
MARTÍNEZ CASTAÑEDA FRANCISCO ERNESTO
(Editores)

Año 2013

DIRECTORIO DE LA UAEM

Dr. en D. Jorge Olvera García
Rector

Dr. en Ed. Alfredo Barrera Baca
Secretario de Docencia

Dra. en Est. Lat. Ángeles Ma. del Rosario Pérez Bernal
Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

M. en D. José Benjamín Bernal Suárez
Secretario de Rectoría

M. en E. P. y D. Ivett Tinoco García
Secretaria de Difusión Cultural

M. en C. I. Ricardo Joya Cepeda
Secretario de Extensión y Vinculación

M. en E. Javier González Martínez
Secretario de Administración

Dr. en C. Pol. Manuel Hernández Luna
Secretario de Planeación y Desarrollo Institucional

Mtra. en Ed. A. Yolanda E. Ballesteros Senties
Secretaria de Cooperación Internacional

Dr. en D. Hiram Raúl Piña Libien
Abogado General

Lic. en Com. Juan Portilla Estrada
Director General de Comunicación Universitaria

Lic. Jorge Bernáldez García
Secretario Técnico de la Rectoría

M. en A. Emilio Tovar Pérez
Director General de Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales

M. en A. Ignacio Gutiérrez Padilla
Contralor Universitario

DIRECTORIO DEL ICAR

Dr. en C. E. Gabino Nava Bernal
Director

Dr. en C. Francisco Herrera Tapia
Subdirector Académico

T.L. Graciela Campuzano González
Subdirectora de Administración

Dra. en C. Ivonne Vizcarra Bordi
Coordinadora de Investigación y Estudios Avanzados

Dra. en C. Fabiana Sánchez Plata
Coordinadora de Difusión Cultural, Extensión y Vinculación

Dr. en Vet. Francisco Ernesto Martínez Castañeda
Coordinador de Planeación

Dr. en C. Ángel Roberto Martínez Campos
Coordinador de la Maestría en Agroindustria Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario

Dr. en C. Ángel Rolando Endara Agramont
Líder del C.A. en Conservación y Manejo de Recursos Naturales

Dra. en C. María Gladys Rivera Herrejón
Líderesa del C.A. en Procesos Sociales en el Medio Rural

Dr. en C. Ernesto Sánchez Vera
Líder del C.A. en Producción Animal Campesina.

1a edición 2013

Bobadilla-Soto Encarnación Ernesto
Martínez Castañeda Francisco Ernesto
(Editores)

PORCICULTURA MEXICANA: AUGE Y CRISIS DE UN SECTOR

© Derechos reservados

Universidad Autónoma del Estado de México
Instituto Literario 100 Ote. Toluca, Estado de México
[http:// www.uaemex.mx/](http://www.uaemex.mx/)

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra
—incluyendo el diseño tipográfico y de portada—
sea cual fuere el medio, electrónico o mecánico, sin el consentimiento
por escrito de la Universidad Autónoma del Estado de México.

No. Registro Público del Derecho de Autor:
03-2013-090309431800-01

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

ISBN: 978-607-422-530-3

3.2. Razas de mayor producción en México	57
3.3. Distribución geográfica	58
3.4. Insumos alimenticios	61
3.5. Costos de producción	62
3.6. Utilidades	67
3.7. Producción de cerdo en canal	70
3.7.1. Sacrificio	71
3.8. Estacionalidad de la producción	73
3.9. Rendimiento	74
3.10. Conclusiones	77
3.11. Bibliografía	78
4. Fluctuaciones cíclicas del mercado porcino.....	83
4.1. Relación espacial precio-volumen	84
4.2. Precio y producción mensual en el ciclo	86
4.3. Estacionalidad histórica de precio y producción	91
4.4. Amplitud de precio en la carne	92
4.5. Fluctuaciones cíclicas de la carne del cerdo	94
4.6. Comentarios finales	97
4.7. Bibliografía	98
5. Variables macroeconómicas y su relación con la demanda y oferta del cerdo en México.....	101
5.1. Antecedentes	101
5.2. Análisis económico y estadístico	104
5.3. Comentarios Finales	115
5.4. Bibliografía	116
6. Comercio exterior porcino mexicano.....	119
6.1. Comercio exterior mexicano	119
6.2. Comercio exterior agropecuario	122
6.3. Comercio mundial de porcino	124
6.4. Comercio mexicano de porcino	125
6.4.1. Animales vivos	129
6.4.2. Carne y despojos comestibles	132
6.5. Comentarios finales	138
6.6. Bibliografía	138
7. Comercialización de la carne de cerdo.....	143
7.1. La cadena de comercialización	148
7.2. Productos	150
7.2.1. Cerdo vivo	150

5. Variables macroeconómicas y su relación con la demanda y oferta del cerdo

Germán Gómez-Tenorio,
Juvencio Hernández-Martínez,
Felipe González-Razo,
Samuel Rebollar-Rebollar.

5.1. Antecedentes

A nivel mundial, la industria porcícola es una de las actividades de mayor importancia en la rama pecuaria. En el periodo 1994-2003 la población porcina mundial tuvo una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 0.9 %, pasando de 882 millones de cabezas en 1994 a 956 millones en 2003, con una ligera contracción de 1996 a 1997. Después de este año el crecimiento se sostuvo a una TMCA de 2.34 % (Banamex, 1997; FAO, 2004).

En 2003, los principales productores de cerdo en pie fueron: China (49.1 %), Estados Unidos (6.2 %) y Brasil (3.4 %), además de la Comunidad Económica Europea que en conjunto aportó 15 %, destacando Alemania y España. En ese mismo año, los principales exportadores fueron Dinamarca, Estados Unidos y Bélgica y los importadores Japón, Alemania y Rusia; México ocupó la quinta posición.

En 1970 en México existían cerca de 10 millones de cerdos, para 1983 la piara aumentó a 15.3 millones (53.0 %). En el mismo periodo, la producción de carne creció 161.8 % al pasar de 573 mil toneladas (t) en 1970 a 1.5 millones en 1983, lo que garantizó la demanda interna sin recurrir a las importaciones. A partir de entonces, la actividad fue decreciendo al presentar gran vulnerabilidad por efecto de los cambios económicos que tuvieron lugar en el país; el proceso inflacionario de los años 1976, 1982 y 1994 generó una elevación de los costos de producción y un deterioro del poder adquisitivo de la población. Desde 1986 la economía mexicana ha registrado cambios estructurales, consistentes en la apertura a la competencia del exterior; de esta manera, internamente se han observa-

do cambios como la privatización de empresas públicas, la desregulación económica, la supresión de los precios oficiales, la modificación a la base jurídica del ejido y la eliminación de los subsidios a los insumos y servicios para la producción agropecuaria (García, 2000).

En general, las políticas macroeconómicas y sectoriales recientes han tenido un fuerte efecto en el desarrollo del sector agropecuario, y en particular en el sector porcícola. El retiro de los apoyos del gobierno a los poricultores y los efectos de la apertura comercial han provocado una depuración en la actividad al consolidar a las empresas más eficientes y al eliminar a las semitecnificadas (García, 2004).

De 1960 a 1981 la producción de carne de porcino en canal, proveniente del sacrificio en rastros municipales y Tipo Inspección Federal (TIF), se desarrolló a una TMCA de 6.6 %, determinada principalmente por el progreso tecnológico, lo cual permitió obtener una mejor conversión alimenticia (23.4 %) en 1981 con relación a 1960. Asimismo, de 1960 a 1972, funcionó el modelo de Desarrollo Estabilizador (inflación anual de 3.9 %) y de bajo costo de capital, el cual permitió la planificación de inversiones a largo plazo, beneficiando a la actividad porcícola nacional.

Cifras oficiales indican que de 1981 a 1984 la producción de carne en canal disminuyó 4.3 %, coincidiendo con el proceso inflacionario de 1982 (98.8 %), 1983 (80.8 %) y 1984 (59.1 %) y una alta tasa de interés nominal en 1982 (453 %), 1983 (56.6 %) y 1984 (48.6 %) (Dussell, 1995; Mungaray y Ocegueda, 1995; FIRA, 1996). Lo que provocó relaciones de precios porcino/álimento poco favorables a la porcicultura y altos costos de capital, generando con ello pérdidas a la actividad.

De 1986 a 1991 la producción porcícola disminuyó paulatinamente, en tanto que el nivel de precios registrado en el país fue: 105.7 % en 1986, 159.2 % en 1987 y 51.7 % en 1988 (Dussell, 1995), y con una alta tasa de interés nominal en 1986 (86.7 %), 1987 (96.0 %) y 1988 (69.2 %) (Mungaray y Ocegueda, 1995; FIRA, 1996). Aunado a esto, el retiro al subsidio al sorgo en 1986 originó precios relativos porcino/alimento balanceado desfavorables a la porcicultura (González *et al.*, 1992).

De 1992 a 2000 la producción proveniente de rastros municipales y TIF se desarrolló a una TMCA de 4.2 %. En este periodo, tanto la inflación como la tasa de interés fueron moderadas, lo que estimuló la inversión de largo plazo, pues los precios relativos favorables y las expectativas de ganancia explican el aumento de la producción hasta 1994. Por su parte, la sobrevaluación del peso en 1993 y 1994 abarató las importaciones de los granos forrajeros y del pie de cría, lo que contribuyó al aumento de la producción (Mungaray y Ocegueda, 1995). En 1994, con una tasa de cambio sobrevaluada y una tasa de interés de 15.2 % anual, se registró una relación de precios de porcino en pie/sorgo de 9.69, que originó una ganancia de 0.78 \$/kg de porcino en pie.

La depreciación del peso en diciembre de 1994 tuvo efectos severos en la porcicultura en los siguientes años. De esta manera, en 1995, con la subvaluación de 26 % del peso frente al dólar (Barrón et al., 2000), inflación de 52 % y una tasa de interés nominal de 48.6 % anual (INEGI-BIE, 2001), los precios del sorgo aumentaron 75.6 % y los del porcino tan sólo 38.3 %; desequilibrio que disminuyó los precios relativos y originó pérdidas a los porcicultores. El aumento en la producción que se registró en 1995 encuentra su explicación en las acciones de los porcicultores, quienes para defenderse de la crisis optaron por vender pie de cría y porcinos sin por debajo de los 100 kg de peso.

Por su parte, el crecimiento de la producción ocurrido en 2003, se debió a los precios relativos favorables del porcino/sorgo; en este sentido, la sobrevaluación del peso así como las moderadas tasas de interés nominales permitieron que la porcicultura mejorara sus ganancias (SAGARPA, 2010).

Por el lado de la demanda, de 1981 a 1984 el consumo nacional aparente y per cápita de carne disminuyeron a una TMCA de 1.5 y 3.4 %; en tanto que el proceso inflacionario de dicho periodo provocó una disminución del presupuesto para consumo real per cápita a una TMCA de 3.9 %. Asimismo, durante dicho periodo también se registró una disminución del precio al consumidor de carne de porcino en canal en 0.8 %.

De 1986 a 1991 el consumo nacional aparente y el per cápita se redujeron a una TMCA de 1.2 y 3.1 %, lo cual coincidió con la hiperinflación de 1986, 1987 y 1988; la relación pesos/dólar aumentó en 529.7 % e hizo caer el

presupuesto real para consumo per cápita respecto al nivel del periodo 1981-1984.

De 1992 al 2000 el consumo nacional aparente y el per cápita aumentaron a una TMCA de 5.13 y 3.2 %; estimulado positivamente por el aumento del presupuesto real per cápita que presentó una TMCA de 0.78 % y por el crecimiento del proceso de urbanización (3.8 %). Debido a la subvaluación del peso frente al dólar de 26 y 13 %, registrada en abril de 1995 y 1996 (Barrón et al., 2000), disminuyeron las importaciones 5 y 5.2 % del consumo nacional; por su parte, la sobrevaluación del peso registrada en 1998, 1999 y 2000 incrementaron las compras foráneas en 15.2; 16.5 y 21.5 % del consumo nacional aparente (Nieto, 2000).

En este sentido, en un estudio Magaña (1988) analizó los principales aspectos económicos del mercado de la carne de cerdo en México, considerando cambios estructurales derivados de la apertura comercial. Por su parte, González *et al.*, (1992), Jiménez (1996) y Ortiz (1996) mencionan que las importaciones mexicanas de carne de porcino de Estados Unidos han sido de tal magnitud que han afectado, en algunos años, a los precios internos al consumidor y al productor, lo cual ha aumentado el consumo y desestimulado la producción, originando mayores importaciones.

El presente estudio tuvo como objetivo general mostrar de qué manera las diferentes variables macroeconómicas influyen sobre la oferta y demanda del cerdo en pie y su carne, así como analizar las respectivas elasticidades. La hipótesis principal supone que existe una correlación estrecha entre las variables tipo de cambio (TC), tasa de inflación, tasa de interés, producto interno bruto y producto interno bruto per cápita, población, salario mínimo y las variables del producto en el mercado interno.

5.2. Análisis económico y estadístico

Se formuló y estimó un modelo de covarianzas entre cada una de las variables macroeconómicas y la oferta y demanda del cerdo, para conocer cuáles de ellas han variado conjuntamente de acuerdo a la teoría económica. El modelo representa el funcionamiento del mercado interno de la carne y su evolución en las últimas décadas. Se utilizaron datos estadísticos nacionales que cubren la serie histórica 1987-2011 para estimar modelos de regresión simple, y obtener las ecuaciones de oferta y demanda

más significativas. Posteriormente, se obtuvieron las ecuaciones de oferta y demanda a través de un modelo de regresión múltiple. Con las ecuaciones anteriores se realizaron pronósticos de oferta y demanda creando intervalos a 95 % de confiabilidad, simulando tres valores diferentes en las variables independientes comparándolos con el real obtenido en 2004 (pronóstico ex-post) (Nicholson, 1997). La estimación de los modelos se efectuó por mínimos cuadrados ordinarios y en dos etapas usando el paquete estadístico SAS (*Statistical Analysis System*). La congruencia estadística de los modelos se determinó a través del coeficiente de determinación (R^2), la significancia global de los coeficientes de cada ecuación se efectuó con la prueba F, y la significancia individual de cada coeficiente, con la t de Student o la "razón de t ".

En su forma matemática, el modelo propuesto para determinar las covarianzas entre las variables macroeconómicas con la oferta y demanda del cerdo es:

$$COV(X, Y) = \sum_i \sum_j P_{ij} (X_i - E(X))(Y_j - E(Y))$$

Regresión lineal simple:

$$Y_i = \beta + \beta_i X_i + \varepsilon_i$$

Regresión lineal múltiple

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

Donde: Y_i : variable dependiente que puede ser oferta o demanda; β_0 : es la ordenada al origen de la recta de regresión; β_i : pendiente de la recta de regresión; X_i : variable independiente que puede tomar el valor del precio, importaciones o el precio promedio ponderado de insumos, tasas de interés, inflación, tipo de cambio o población.

Modelo multiecuacional:

$$\text{Oferta: } Q_{si} = \alpha_1 + \alpha_2 X_{li} + \varepsilon_i$$

$$\text{Demanda: } Q_{di} = \beta_1 + \beta_2 X_{li} + \beta_3 X_{2i} + u_i$$

$$\text{Equilibrio: } Q_s = Q_d$$

Intervalo de predicción:

$$\hat{Y} = t \frac{\alpha}{(1 - \frac{\alpha}{2})} S_{y/x} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_p - \bar{X})^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2}}$$

Elasticidades:

$$\varepsilon_d = \left(\frac{\partial Q_d}{\partial X} \right) \left(\frac{X}{Q_d} \right) = \beta \left(\frac{X}{Q_d} \right)$$

$$\varepsilon_s = \left(\frac{\partial Q_s}{\partial X_{t-1}} \right) \left(\frac{X_{t-1}}{Q_s} \right) = \beta \left(\frac{X_{t-1}}{Q_s} \right)$$

Para la obtención de los resultados, primero se utilizó información sobre el tipo de cambio promedio anual (base 2010) del periodo 1987-2011, proporcionada por el Banco de México; datos sobre la tasa de interés interbancaria, obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Índice de Precios al Consumidor (IPC), la tasa de inflación, el Producto Interno Bruto (PIB) se obtuvo también del INEGI.

En la Tabla 5.1 se presentan resultados de covarianzas entre la demanda (consumo nacional aparente CNA) y la oferta (producción nacional OP) y las variables población (PO), ingreso expresado como PIB (ING), importaciones (M), tipo de cambio (TC), tasa de inflación (IF), tasa de interés (TI). Todas ellas, fueron acordes a la teoría económica. El signo positivo indica una relación directa entre la variable dependiente, ya sea demanda (CNA)

u oferta (OP), y la variable independiente en cuestión; así por ejemplo, el valor 3515726502 entre P y CNA significa que ante una variación de la PO, la CNA de carne de cerdo responde en la misma dirección y en esa magnitud. De manera similar el valor -51838.06 entre el TC y OP indica que con un aumento en el TC la OP disminuye en esa magnitud. Cabe aclarar que en el caso de la oferta fue necesario rezagar un periodo (un año) para que los resultados fueran más acordes con la teoría económica.

Tabla 5.1. Covarianzas estadísticas entre la demanda (CNA), la oferta (OP) y las demás variables

Variable	Demanda (CNA)	Oferta (OP)
PO	3515726502	1384316883
ING	325970294959744	1.26528 X 10 ¹⁴
M	77490240338	28446897609
TC	-1268318	-547537.0445
IF	-5433196	-2168718.805
TI	-5280827	-2161980.608

Por su parte, las Tablas 5.2 y 5.3 muestran los resultados de las regresiones simples de las variables independientes, excepto el TC, señaladas en la primera columna de la Tabla 5.1, con la demanda y oferta como variables dependientes. El coeficiente de determinación (R^2) en cada uno de los modelos de regresión lineal simple, mostró la existencia de significancia estadística y económica; esto es, cada variable independiente explicó en gran medida el comportamiento tanto de la demanda como de la oferta de cerdo en México para ese periodo. Lo anterior se corrobora una vez que los valores de los estadísticos F y t para cada modelo fueron altos.

De esta manera, con base en los resultados de la Tabla 5.2, durante el periodo 1989-2003 el precio de la carne de cerdo explicó en 71.47 % la variación total de la demanda. La población, el ingreso per cápita, las importaciones, el tipo de cambio, la tasa de inflación y la tasa de interés, lo hicieron en 90.35, 80.91, 94.17, 78.81, 85.15 y 84.48 %. Con los valores del estadístico t , y al 5 % de nivel de confiabilidad, fue posible rechazar la hipótesis nula, la cual indica que tanto el intercepto como la pendiente de cada ecuación de regresión fueran iguales a cero. De la misma manera, los valores del estadístico F en cada modelo, permitieron rechazar la hipótesis nula sobre la inexistencia de relación entre la demanda del cerdo y las variables independientes mencionadas.

De tal manera, que la ecuación para demanda y precio de la carne de cerdo fue: $Q_d = 1\,848.1 - 88.486P$. El valor 1 848.1 (intercepto) indica que si en ese periodo, el precio por tonelada hubiera sido de cero se habrían demandado 1 848 100 t de carne anualmente. Mientras que - 88.486 señala que por cada peso de aumento en el precio respectivo, la demanda habría disminuido en 88 486 t anuales. La interpretación es similar para el resto de las ecuaciones de regresión estimadas. Por ejemplo la ecuación para demanda y población: $Q_d = -1\,047.5 + 0.024 P_o$. El intercepto - 1 047.5 carece de interpretación económica, en tanto que el valor 0.024 significa que por cada millón de incremento en el número de habitantes, la demanda nacional de carne de cerdo habría aumentado 24 000 t anuales.

Tabla 5.2. Coeficientes de regresión, coeficientes de determinación y valores de estadísticos de prueba de las ecuaciones de demanda de carne de cerdo en México

Variable Independiente	Estimador β_0	Estimador β_1	R^2	Valor de t (intercepto)	Valor de t(x)	F_c
Precio carne	1,848.10	-88.4860	0.7147	15.07	-5.71	32.56
Población	-1,047.50	0.0240	0.9035	-5.20	11.04	121.77
Ingreso*	-1,649.51	43.9410	0.8091	-2.81	5.04	25.44
Importaciones	697.23	1.7634	0.9417	19.80	14.50	210.10
Tipo de cambio	2,166.30	-298.3500	0.7831	14.87	-7.00	48.35
Tasa de inflación*	1,526.40	-17.6410	0.8515	35.22	-5.90	34.40
Tasa de interés*	1,591.60	-13.9010	0.8448	29.24	-5.71	32.70

Fuente: elaboración propia

*Para algunas de las variables se obtuvo un R^2 menor a 0.50, por lo que se tomó en cuenta solamente la etapa posterior a la devaluación de 1994.

En el caso de la oferta, todas las variables, excepto la población (P_o), fueron rezagadas un año; asimismo, aquellos modelos cuya R^2 fue menor a 0.50 fueron eliminados. De esta manera, la ecuación de regresión estimada entre la oferta como variable dependiente y la tasa de inflación (después de la devaluación de 1994) como independiente fue: $Q_o = 1,059.10 - 3.2859 IF_{t-1}$. El intercepto de la ecuación (1 059.10) indica que si en el periodo de análisis la inflación (IF) hubiera sido de cero, se habrían producido 1 059 100 t anuales de carne de cerdo, mientras que el valor - 3.2859 señala que por cada punto porcentual de aumento en la inflación la oferta

habría disminuido en 3 285.9 t al año siguiente. De la misma manera, la ecuación de regresión simple entre la oferta y el precio ponderado de los insumos durante el mismo periodo fue: $Q_o = 1,368.10 - 1.1856 Pp_{i,t-1}$. El intercepto de la ecuación (1 368.10) significa que si el precio ponderado de los insumos hubiera sido de cero, se habrían producido 1 368 100 t de carne de cerdo anualmente. En cambio, el valor - 1.1856 indica que por cada dólar por t de aumento en el precio ponderado de los insumos, la oferta habría disminuido en 1 1185.6 t de carne de cerdo en el año posterior (Tabla 5.3).

Tabla 5.3. Coeficientes de regresión, coeficientes de determinación y valores estadísticos de prueba de las ecuaciones de oferta de carne de cerdo en México

Variable Independiente	Estimador β_0	Estimador β_1	R ²	Valor de t (intercepto)	Valor de t(x)	F _c
Inflación*	1,059.10	-3.2859	0.7811	63.99	-4.62	21.41
Tasa de interés*	1,077.70	- 2.9220	0.6859	43.20	-3.62	13.10
Población	- 310.62	0.0130	0.9751	-5.70	22.57	509.49
Precio ponderado insumos	1,368.10	- 1.1856	0.5381	11.36	-3.58	12.82
Tipo de cambio	1,377.77	-132.5770	0.6475	14.18	-4.69	22.04

Fuente: elaboración propia

*Solamente se consideró después de la devaluación de 1994.

En las Tablas 5.2 y 5.3 se observa que las importaciones y la población fueron las variables que mejor explicaron la demanda de carne de cerdo en el periodo de análisis; mientras que la población y la tasa de inflación explicaron mejor a la oferta. Así, al analizar el modelo de oferta y demanda de cerdo con tres ecuaciones:

$$\text{Demanda: } Q_d = \alpha_0 + \alpha_1 P_o + \alpha_2 P + \varepsilon \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Oferta: } Q_o = \beta_0 + \beta_1 P_o + \beta_2 I_{t-1} + u \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Equilibrio: } D = O + M \dots \dots \dots (3)$$

Donde: Q_d es la cantidad demandada (CNA); Q_o cantidad producida (producción nacional); P_o la población; P el precio de la carne de cerdo; If_{t-1} la tasa de inflación rezagada un año y M el volumen de importaciones. Tanto la ecuación de demanda, como la de oferta y la condición de equilibrio, determinan las cantidades abastecidas y demandadas cuando el mercado está en equilibrio. Por lo que las variables Q , O y P_o son endógenas o determinadas y las variables M y If_{t-1} son exógenas o predeterminadas. De tal manera que sustituyendo (1) y (2) en la ecuación (3) y despejando P_o , se tiene:

$$P_o = \frac{\beta_0 - \alpha_0 + \beta_2 If_{t-1} - \alpha_2 P + M + u - \varepsilon}{\alpha_1 - \beta_1} \dots\dots\dots(4)$$

Sustituyendo en la ecuación (1) P_o por la ecuación (4):

$$Q_d = \alpha_0 + \alpha_1 \frac{\beta_0 - \alpha_0 + \beta_2 If_{t-1} - \alpha_2 P + M + u - \varepsilon}{\alpha_1 - \beta_1} + \alpha_2 P + \varepsilon \dots\dots\dots(5)$$

Con lo que se obtiene:

$$Q_d = \frac{\alpha_0 \beta_1 + \alpha_1 \beta_0 + \alpha_1 \beta_2 If_{t-1} + \alpha_1 u - \beta_1 \varepsilon + \alpha_1 M}{\alpha_1 - \beta_1}$$

Haciendo:

$$\pi_0 = \frac{\beta_0 - \alpha_0}{\alpha_1 - \beta_1} \quad \pi_1 = \frac{\beta_2}{\alpha_1 - \beta_1} \quad \pi_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 - \beta_1}$$

$$\pi_3 = \frac{1}{\alpha_1 - \beta_1} \quad \pi_4 = \frac{\alpha_0 \beta_1 + \alpha_1 \beta_0}{\alpha_1 - \beta_1} \quad \pi_5 = \frac{\alpha_1 \beta_2}{\alpha_1 - \beta_1}$$

$$\pi_6 = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 - \beta_1} \quad W_1 = \frac{u - \varepsilon}{\alpha_1 - \beta_1} \quad W_2 = \frac{\alpha_1 u - \beta_1 \varepsilon}{\alpha_1 - \beta_1}$$

Se obtienen las ecuaciones de la forma reducida:

$$P_o = \pi_0 + \pi_1 If_{t-1} - \pi_2 P + \pi_3 M + W_1 \dots\dots\dots(6)$$

$$Q = \pi_4 + \pi_5 If_{t-1} + \pi_6 M + W_2 \dots\dots\dots(7)$$

De esta manera, se tienen dos coeficientes estructurales α y β y siete coeficientes de forma reducida $\pi_0, \pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \pi_5$ y π_6 ; por tanto, como el número de éstos últimos es mayor, la ecuación se encuentra sobreidentificada, por lo que es adecuado utilizar mínimos cuadrados en dos etapas, una vez que el método de mínimos cuadrados ordinarios o mínimos cuadrados indirectos producirían resultados sesgados e inconsistentes.

Al obtener los coeficientes reducidos π_1, π_2, π_3 a través de las fórmulas:

$$\hat{\pi}_1 = \frac{\sum (I_{t-1} - \bar{I}_{t-1})(P_0 - \bar{P}_0)}{\sum (I_{t-1} - \bar{I}_{t-1})^2} \quad \hat{\pi}_2 = \frac{\sum (P - \bar{P})(P_0 - \bar{P}_0)}{\sum (P - \bar{P})^2}$$

$$\hat{\pi}_3 = \frac{\sum (M - \bar{M})(P_0 - \bar{P}_0)}{\sum (M - \bar{M})^2}$$

Sustituyendo los respectivos valores y realizando operaciones, se tiene que:

$$\pi_1 = -297.51; \pi_2 = -3,478.59; \pi_3 = 62.21$$

Despejando P_0 de (6), se obtiene: $\pi_0 = P_0 - \pi_1 I_{t-1} + \pi_2 P - \pi_3 M - W_1$. Dado que el error se supone igual a cero, entonces el término W_1 se elimina, por lo que tomando P_0 como \bar{P}_0 se obtiene: $\pi_0 = \bar{P}_0 - \pi_1 I_{t-1} + \pi_2 P - \pi_3 M$, al sustituir los respectivos valores, se tiene que $\pi_0 = 53,798.84$. La obtención de α y β se hizo calculando primero a P_0 (P_{oc}), después se despejó β de la ecuación (6), eliminando el término W_1 . De esta manera: $P_{oc} = \pi_0 + \pi_1 I_{t-1} - \pi_2 P + \pi_3 M$. Así:

$$\hat{\beta} = \frac{(Q - \bar{Q})(P_{oc} - \bar{P}_{oc})}{\sum (P_{oc} - \bar{P}_{oc})^2}$$

Al realizar operaciones, $\hat{\beta} = 0.067$. La expresión para estimar a α , es: $\hat{\alpha} = \bar{Q} - \hat{\beta} \bar{P}_{oc}$. Al sustituir valores se tiene que $\hat{\alpha} = 1,162.87$. Así, la ecua-

ción estimada de la demanda es: $Q = 1,162.87 + 0.067 P_o$. Que difiere de la ecuación original (modelo de una sola ecuación) porque en esta última se consideraron las variables inflación (rezagada un año), precio de la carne de cerdo y las importaciones.

En la Tabla 5.4 se presentan intervalos de predicción (límite inferior y superior) de la demanda para diferentes valores pronosticados de las variables independientes. En todas las variables analizadas se contemplaron tres escenarios; para la variable precio, se crearon tres intervalos de confianza ($P > 0.05$), considerando tres probables precios de la carne de cerdo en orden creciente; a los que la demanda respondió de manera descendente. De igual manera se procedió con los valores de las variables tipo de cambio, tasa de inflación y tasa de interés. En estas dos últimas, el incremento en los valores pronosticados fue de tres puntos porcentuales.

Los resultados obtenidos mostraron una respuesta directamente proporcional de la demanda ante el incremento respectivo en las variables población (incremento porcentual), nivel de ingreso e importaciones de carne de cerdo; lo que significa que ante incrementos porcentuales de dichas variables, la demanda de carne de cerdo también se incrementa. Las variables tipo de cambio, % de inflación y tasa de interés, en cambio tuvieron una respuesta inversamente proporcional a la demanda.

Tabla 5.4. Límites de confianza de 95 % para la demanda de carne de cerdo a diferentes valores de las variables independientes

Variable	Valores'	Demanda''	Límite inferior''	Límite superior''
Precio'	\$20.0	1,405.7	1,120.9	1,690.5
	\$24.0	1,317.2	1,041.9	1,592.4
	\$28.0	1,228.7	958.7	1,498.7
% Δ Población	1.0	1,472.7	1,304.4	1,641.1
	1.5	1,485.2	1,315.9	1,654.5
	2.0	1,497.7	1,327.4	1,668.0
Ingreso (\$ per cápita)	65,000	1,206.6	833.2	1,580.1
	70,000	1,426.4	1,050.6	1,802.1
	75,000	1,646.1	1,174.3	2,117.9
Importaciones (toneladas)	500,000	1,578.9	1,441.6	1,716.3
	550,000	1,667.1	1,522.8	1,811.4
	600,000	1,755.3	1,603.1	1,907.4
Tipo de cambio	10.0	1,420.4	1,157.7	1,683.2

Continuación Tabla 5.4

(\$/dólar)	12.0	1,271.2	1,034.1	1,508.4
	14.0	1,122.1	889.1	1,355.0
% inflación	3.0	1,473.5	1,304.3	1,642.7
	6.0	1,420.5	1,257.8	1,583.3
	9.0	1,367.6	1,208.9	1,526.4
Tasa de interés (%)	5.0	1,522.1	1,341.0	1,703.2
	10.0	1,452.6	1,282.4	1,622.8
	15.0	1,383.1	1,219.8	1,546.3

Fuente: elaboración propia

*Los valores se encuentran expresados en pesos de 2003

** Cifras en miles de toneladas

En la Tabla 5.5, se presentan los intervalos de predicción de la oferta a diferentes valores pronosticados de las variables independientes: tasa de inflación, tasa de interés, tipo de cambio, población (incremento porcentual) y el precio ponderado de los insumos. Para la inflación se realizaron tres intervalos de confianza ($P > 0.05$) con incrementos de tres puntos porcentuales en cada nivel, observándose una relación inversa entre la inflación y la oferta de carne de cerdo, pues a mayor crecimiento del nivel de precios en toda la economía, la oferta responde de manera decreciente, los productores tienden a enviar menores cantidades de carne al mercado. El efecto en la oferta se comportó de manera similar al considerar los valores de las variables tasa de interés, tipo de cambio y el precio ponderado de los insumos; sin embargo, la oferta responde de manera positiva a medida que la población aumenta.

Tabla 5.5. Límites de confianza de 95 % para la oferta de carne de cerdo a diferentes valores de las variables independientes

Variable	Valores*	Oferta**	Límite inferior**	Límite superior**
% inflación	3.0	1,049.2	974.8	1,123.7
	6.0	1,039.4	966.4	1,112.4
	9.0	1,029.5	957.7	1,101.4
Tasa de interés (%)	5.0	1,063.1	971.9	1,154.3
	10.0	1,048.5	960.9	1,136.1
	15.0	1,033.9	935.6	1,118.7
Tipo de cambio (\$/dólar)	10.0	1,046.3	889.3	1,203.4
	12.0	980.0	831.5	1,128.6
	14.0	913.7	749.8	1,077.6
% población	1.0	1,103.4	957.6	1,249.2
	1.5	1,110.1	963.7	1,256.6

Continuación Tabla 5.5

	2.0	1,116.9	969.8	1,264.1
Precio ponderado	250.0	1,071.7	897.9	1,245.5
de los insumos	300.0	1,012.4	912.1	1,172.0
(dólares/t)	350.0	953.1	918.3	1,106.5

Fuente: elaboración propia

* Los valores en pesos fueron de 2003 (cuatro veces mayor a los de 1993)

** Miles de toneladas

Los valores reales de la oferta y la demanda en el año 2004 fueron 1 058 205 y 1 645 023 t; si se compara esta información con la que se presenta en la Tabla 5.6, se observa que para el mismo año, la demanda de carne de cerdo fue mayor a la predicción realizada por el precio. Por su parte, los valores de las demás variables quedaron comprendidos en los intervalos de predicción. Para el caso de la oferta, los valores del total de las variables cayeron dentro de los intervalos de predicción calculados.

Tabla 5.6. Comparación de los valores calculados de oferta y demanda con los valores reales de 2004

Variable	Valores	Demanda	Oferta
Precio carne (\$)	32.6	959.3 - 1,498.1*	
% de población	1.1	1,304.3 - 1,641.2*	957.6 - 1,249.3
Ingreso	70.2	1,048.0 - 1,804.7	
Importaciones	613.8	1,603.1 - 1,909.7	
Tipo de cambio (\$/dólar)	11.0	1,164.9 - 1,675.9	891.7 - 1,249.2
Tasa de inflación (%)	5.2	1,309.2 - 1,637.8*	975.0 - 1,122.6

Fuente: elaboración propia

*El real cayó fuera del intervalo de confianza ($P > 0.05$)

Las elasticidades calculadas para el mercado de la carne de cerdo en México que se muestran en el Tabla 5.7, indican que sólo la variable población reaccionó de manera elástica tanto para la demanda como para la oferta; es decir, que por cada punto porcentual de incremento en la población (referida al número de habitantes), la cantidad demandada y ofrecida de carne de cerdo habrían aumentado, más que proporcionalmente, en 1.9 y 1.3 %. Asimismo, dicho mercado habría respondido de manera inelástica ante incrementos porcentuales unitarios en las variables macroeconómicas tipo de cambio, tasa de interés y tasa de inflación. A lo anterior se añade que el

aumento de 1 % en el precio ponderado de los insumos para la producción de carne de cerdo, registra una disminución en la producción de 0.45 %.

Puede observarse además, que el valor de las elasticidades de la demanda, es mayor que las de la oferta, lo cual implica mayor sensibilidad de la primera sobre la segunda ante fluctuaciones en las variables: tipo de cambio, tasa de interés, población y tasa de inflación. Análisis similares fueron encontrados por Iglesias, *et al.* (2003) y Rebollar *et al.* (2005). Sobre el impacto del ingreso en el consumo de carne de cerdo, García (2002) obtuvo resultados inelásticos, pero midiendo dicho ingreso como PIB y no como PIB per cápita. Con relación a la elasticidad precio de la demanda, Martínez *et al.* (2006) obtuvieron 0.60, González (2001) 0.54 empleando el índice Stone y García *et al.* (2004) de 0.78 durante el periodo 1960-2002.

Tabla 5.7. Elasticidades de demanda y oferta de carne de cerdo de variables macroeconómicas

Variable	Demanda	Oferta
Precio de la carne	0.58	
Ingreso per cápita	2.53	
Precio ponderado de los insumos		-0.45
Tipo de cambio*	0.85	0.48
Tasa de interés**	0.27	0.08
Población*	1.90	1.33
Tasa de inflación**	0.16	0.06

Fuente: elaboración propia

*1989-2003

**1996-2003

5.3. Comentarios finales

El crecimiento de la población, fue la variable que más explicó el comportamiento de la producción y consumo de carne de cerdo en México en el periodo 1989-2003. Por su parte el tipo de cambio es clave en el mercado del cerdo, debido que de él dependen el volumen de las importaciones de insumos y de carne en canal. Por su parte, un incremento en la inflación, reduce el ingreso de los consumidores, lo cual contrae la demanda y afecta la producción. Asimismo, las altas tasas de interés elevan los costos de producción y desalientan la actividad; sin embargo, éstas no han influido

significativamente en la oferta, debido al escaso nivel de financiamiento (crédito) que ha recibido la porcicultura en los últimos años.

5.4. Bibliografía

- BANAMEX (Banco Nacional de México). 1997. *Estructura y perspectivas de la cadena productiva porcícola*. Boletín informativo de agronegocios y fondos de fomento. Subdirección de información y análisis sectorial de agronegocios.
- Barrón, A.J.F., García, M.R., Mora, F.J.S., López, D.S., Pró, M.A., García, S.R.C. 2000. *Competitividad y efectos de política económica en la producción de cerdo en pie de 13 granjas porcícolas en el Estado de Michoacán, 1995*. *Agrociencia* 34: 369-377.
- CNOG (Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas). 2005. *Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México*. 38 pp. <http://www.cnog.com.mx>
- Dussell, P.E. 1995. *El cambio estructural del sector manufacturero mexicano, 1988-1994*. *Comercio Exterior* 45:460-469
- FAO (Food and Agriculture Organization). Database. 2005. <http://www.fao.org>
- FIRA. 1996. *Criterios técnicos en la evaluación de proyectos*. Boletín informativo N° 278. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.
- García, M. R. 2002. *El mercado de la carne de porcino en canal en México 1960-2000*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 306 P.
- García, M. R., Del Villar, V. M. F., García, S. J. A., Mora, F. J. S y García, S. R. C. 2004. *Modelo econométrico para determinar los factores que afectan el mercado de la carne de porcino en México*. *Interciencia* 8 (29):414-420
- González, H.S.R., García, M.R., López, E.L. 1992. *El mercado de la carne en México: res, cerdo y pollo*. Centro de Economía, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 115 pp.
- Iglesias, B.A., Martínez, D.M.A. y García, M.R. 2003. Efecto de las importaciones sobre el precio de la carne de porcino en canal en México. La ganadería mexicana en el nuevo milenio.
- INEGI-BIE. 2001. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática- Banco de Información Económica. www.inegi.gob.mx.
- Jiménez, G.M. 1996. *Modelo econométrico del mercado de la carne de cerdo en México, 1960-1994*. Tesis. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 105 pp.

Magaña, M.M.A. 1988. Análisis de los principales aspectos económicos del mercado de la carne de cerdo en México. Tesis. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 98 pp.

Martínez, F.R.A. y Pradal, R.P. 2006. Modelización econométrica del sector porcino mexicano. En: Memorias del XL Congreso anual AMVEC 2005.

Mungaray, A., Ocegueda, J.M. 1995. *La nueva frontera norte: entre la devaluación y la 187*. Comercio Exterior 45: 453-461

Nieto, H.B. 2000. Márgenes de comercialización de la carne fresca de cerdo producida en Guanajuato con referencia a la Ciudad de México y su zona metropolitana, 1993-1999. Tesis. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 144 pp.

Nicholson, W. 1997. Teoría macroeconómica. Principios básicos y aplicaciones. Ed. Mc Graw Hill. México, D. F. 599 p.

Ortiz, P.P.A. 1996. Tres mercados de carne entre México y Estados Unidos y relaciones de causalidad. Tesis. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 58 pp.

Rebollar, R.S., García, S.J.A. y Rodríguez, L.G. 2005. *La política cambiaria sobre el mercado del sorgo en México*. Comercio Exterior 55 (5): 394-401.

SAGARPA. 2001. *Situación actual y perspectivas de la producción de carne de porcino en México 2000*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D. F, México. www.sagarpa.gob.mx