



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

TESIS

Modelo econométrico para la demanda de carne de cerdo en

México, 1990-2019

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RUBÉN PLATA MIRANDA

ASESOR

DR. en C. SAMUEL REBOLLAR REBOLLAR

COASESOR

DR. en C. JUVENCIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

Temascaltepec, Estado de México; mayo de 2021.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estimar un modelo econométrico de demanda nacional (de México) de carne porcina en canal con datos de la serie de tiempo 1990-2019. Se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple aditivo, en el que la variable dependiente o variable explicada fue la demanda nacional de carne porcina en canal y las variables explicativas, fijas o variables predeterminadas, el precio real de la carne porcina en canal, el precio real de la carne de bovino en canal, precio real de la carne de pollo en canal, precio real de la tortilla y el Producto Interno Bruto real, como medida de aproximación al ingreso real *per cápita*. Los resultados indicaron un comportamiento inelástico de todas las variables explicativas sobre la demanda de esa carne durante el periodo de análisis. Así, la elasticidad precio del producto calculada fue -0.38, y las elasticidades cruzadas de la demanda como la del precio de la carne de bovino de 0.17, la del pollo 0.49 y la de la tortilla de -0.43. Por su parte, la elasticidad ingreso de la demanda estimada fue 0.11; concluyéndose que, en el periodo de estudio, el precio real del producto, precio real del pollo y precio real de la tortilla, tuvieron la respuesta mayor del comportamiento de demanda mexicana de carne de cerdo en canal.

Palabras clave: carne de cerdo en canal, elasticidades de la demanda, México, regresión lineal múltiple.

ABSTRACT

The objective of this work was to estimate an econometric model of national demand (of Mexico) for pork carcasses with data from the 1990-2019 time series. An additive multiple linear regression model was used, in which the dependent variable or explained variable was the national demand for pork carcass and the explanatory variables, fixed or predetermined variables, the real price of pork carcass, the price real carcass beef, real carcass chicken meat price, real tortilla price and real Gross Domestic Product, as an approximation measure to real *per capita* income. The results indicated an inelastic behavior of all the explanatory variables on the demand for this meat during the analysis period. Thus, the price elasticity of the product calculated was -0.38, and the cross elasticities of demand such as the price of beef was 0.17, that of chicken 0.49 and that of tortilla was -0.43. On the other hand, the income elasticity of the estimated demand was 0.11; concluding that in the study period, the real price of the product, the real price of chicken and the real price of the tortilla, had the greatest response to the behavior of the Mexican demand for pork carcasses.

Keywords: carcass pork, demand elasticities, Mexico, Multiple Linear Analysis.

Contenido

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE DE CUADROS	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS	7
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Panorama de porcicultura en México	11
1.2 El problema ambiental	13
1.3 Objetivos	14
1.4 Hipótesis	15
II. MATERIALES Y MÉTODO	16
2.1 Especificación del modelo estadístico	16
2.2 La significancia estadística del modelo	18
2.3 La significancia económica del modelo	18
2.4 Expresión de la elasticidad de la demanda	19
2.5 Clasificación de las elasticidades	19
2.6 Obtención de información del modelo	21
III. SITUACIÓN MUNDIAL DE LA CARNE DE CERDO	23
3.1 Producción mundial	23
3.2 Principales países productores	24
3.3 Principales países importadores	26
3.4 Países exportadores	29
3.5 Principales países consumidores	31
3.6 Precios internacionales	32
3.7. Aplicación de aranceles a importación de carne de cerdo de los Estados Unidos	34
IV. SITUACIÓN NACIONAL DE LA CARNE DE CERDO EN CANAL, 2010-2019	36
4.1 Producción nacional de carne de cerdo en canal	36
4.2 Estados productores	39
4.3 Exportaciones	43
4.4 Importaciones	45
4.5 Consumo nacional aparente	47

4.6 Consumo <i>per cápita</i>	48
4.7 Precios nacionales.....	50
V. BREVE RESEÑA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PORCINOS	53
5.1 El sistema de traspatio.....	53
5.2 Sistema semi tecnificado	55
5.3 Sistema tecnificado.....	56
VI. RESULTADOS	57
6.1 Estimación del modelo de regresión.....	57
6.2 Interpretación del coeficiente de los estimadores del modelo	57
6.3 Análisis estadístico del modelo estimado	58
6.4 Elasticidades económicas	60
VII. CONCLUSIONES.....	65
VIII. RECOMENDACIONES	66
IX. LITERATURA CITADA	67
X. ANEXOS.....	74
Anexo 1. Consumo nacional aparente de carne de cerdo en canal, 1990-2019	74
Anexo 2. Población, en número de habitantes, de México. 1990-2019	76
Anexo 3. Precio nominal de la tortilla en México (\$/kg), 1993-2019	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mundial de carne de cerdo en canal, 2010-2019.....	23
Cuadro 2. Principales países productores de carne de cerdo en canal, 2019.....	24
Cuadro 3. Carne de cerdo en canal. Países importadores.....	26
Cuadro 4. Países exportadores de carne de cerdo en canal, 2019.....	29
Cuadro 5. Países consumidores de carne de cerdo en canal, 2019.....	31
Cuadro 6. Precios internacionales de carne de cerdo, 2000-2017.....	33
Cuadro 7. Producción de carne de cerdo en canal, 2010-2019.....	38
Cuadro 8. Entidades productoras de carne de cerdo en canal en México.....	40
Cuadro 9. Entidades productoras de carne de cerdo en canal en México, 2010.....	42
Cuadro 10. Exportaciones de carne de porcino, 2010-2015.....	44
Cuadro 11. México. Importaciones de carne de cerdo, 2000-2015.....	46
Cuadro 12. México. Consumo nacional <i>per cápita</i> de carne de cerdo, 2010-2019.....	48
Cuadro 13. México. Precios al productor en granja de carne de cerdo en canal, 2010-2019.....	50
Cuadro 14. Comparativo de precios de carne de cerdo.....	52
Cuadro 15. Precios de corte de carne de cerdo.....	52

Cuadro 16. Resultados estadísticos del modelo de la demanda de carne de cerdo en canal	en México, 1990-2019.....	60
Cuadro 17. México. Elasticidades estimadas para la demanda de carne de cerdo en canal,	1990-2019.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción mundial de carne de cerdo en canal.....	24
Gráfico 2. Principales productores mundiales de carne de cerdo en canal, 2019.....	25
Gráfico 3. Principales países importadores de carne de cerdo, 2019.....	28
Gráfico 4. Carne de cerdo en canal, países exportadores, 2019.....	31
Gráfico 5. Carne de cerdo en canal. Países consumidores, 2019.....	32
Gráfico 6. Comportamiento del precio internacional de la carne de cerdo, 2000-2017.....	34
Gráfico 7. México. Evolución de la producción de carne de cerdo en canal, 2010-2019.....	39
Gráfico 8. Principales entidades productoras de carne de cerdo en canal en México, 2019.....	41
Gráfico 9. Principales productores de carne de cerdo en canal, 2010.....	43
Gráfico 10. Exportaciones de carne de cerdo.....	45
Gráfico 11. México. Evolución de las importaciones de carne de cerdo, 2000-2015.....	47

Gráfico 12. Consumo nacional *per cápita* de carne de cerdo en México, 2010-2019.....49

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del subsector pecuario, la porcicultura es se describe como una actividad de interés económico difundida en todo el planeta. Su actuar permite crear trabajo, aumentar planta productiva y producir carne de calidad para abastecer un mercado que cada día es más demandante (Iglesias *et al.*, 2017). En 2019 la producción mundial de carne porcina fue alrededor de 102 millones de toneladas (Mt), 9.70% menos que en 2018; liderada principalmente por China (41.70%), Unión Europea (23.40%), Estados Unidos de América (EUA) (12.30%) y Brasil (3.90%). México aportó 1.40% (FAO, 2020; PORCIMEX, 2020).

En el mismo año, el consumo a nivel mundial se ubicó en 100.9 Mt en el que China participó con 45.50%, Unión Europea 20.20%, EUA 10%, Brasil 3.4% y México 2.20 % (2 millones 153 mil t). Los importadores principales de carne de cerdo fueron China, Japón, México, Corea del Sur y EUA cuya participación fue 72.60% y los vendedores (exportadores) la Unión Europea, EUA, Canadá y Brasil que en conjunto aportaron 93.50% al mercado mundial (PORCIMEX, 2020).

En 2019, el consumo nacional aparente (CNA) de carne de cerdo alcanzó 2.10 Mt, 42% provino de importaciones, 10.90% exportaciones y 47.10% fue producción nacional; todo ello producto de un consumo nacional *per cápita* reportado de 18.20 kilogramos (kg) (PORCIMEX, 2020).

Desde el punto de vista de la Economía pecuaria, en particular, en la visión microeconómica, la demanda de un producto es una función lineal o no lineal de su precio, del ingreso del consumidor, precio de bienes sustitutos y complementarios, número de consumidores, entre otros (Brigham y Pappas, 1992; Figueroa *et al.*, 2019; Rebollar y Rebollar, 2019) y, su dinámica temporal se aplica al

comportamiento que tienen en el mercado diversos bienes por ejemplo agrícolas (Carbajal *et al.*, 2017; Guzmán *et al.*, 2019) y pecuarios.

Con relación al comportamiento de dicha demanda en el ámbito pecuario, algunos trabajos han enfocado su análisis a explicar el efecto de sus determinantes para periodos temporales diferentes sobre carne porcina, así, destacan por ejemplo el de Callejas *et al.* (2020) quienes evaluaron la estructura de mercado para cerdos vivos en México mediante un modelo de redes y concluyeron que se aprovecha menos del 50% del capital social de la red de distribución del producto cárnico; Díaz y Rodríguez (2017) llevaron a cabo un estudio de oferta y demanda de carne de cerdo en México 1980-2009, donde el precio del producto y precio del bovino como bien sustituto explicaron en mayor medida en la demanda. Por su parte, Rebollar *et al.* (2014) analizaron la demanda regional de carne porcina en México 1994-2012 a través de modelos de regresión lineal múltiple; destacaron que en ese periodo la variable población, además de ser inelástica a la demanda, fue la que tuvo mayor dinamismo.

En adición, la investigación de Pérez *et al.* (2010) destacaron el efecto de importaciones sobre el mercado porcino en México, mediante MC2E y dedujeron que las variables de la demanda fueron de impacto mayor en el crecimiento de las importaciones. Con relación a lo anterior, García *et al.* (2004), estudiaron los factores que afectan la demanda de carne porcina en México durante 1960-2002 con la utilización de un modelo de ecuaciones simultáneas y destacaron que el progreso tecnológico fue la de mayor influencia para explicar el crecimiento de la actividad. Rebollar *et al.* (2020) utilizaron un modelo de demanda carne de pollo en el Centro-Este de México 1996-2018 con la técnica de regresión lineal múltiple durante y, afirmaron que el precio del bovino se comportó como sustituto de la carne de pollo y la carne de cerdo fungió como complementario al consumo del pollo; finalmente, Rubí *et al.* (2018) discutieron la demanda de carne de pollo en la CDMX

a través de un modelo de regresión lineal múltiple y concluyeron que el número de consumidores tuvo la dinámica mayor sobre la demanda.

1.1. Panorama de porcicultura en México

De acuerdo al estudio del CDRSSA (2020), la producción de carne porcina en México no se realiza con animales de razas puras, sino con cruza de las llamadas híbridas, mismas que han alcanzado niveles altos de eficiencia en conversión de alimento a carne (conversión alimenticia), así como en parámetros de fertilidad y número de lechones por parto, entre otros.

El manejo del ganado porcino mediante un sistema productivo de acuerdo con la finalidad de explotación; producción de lechones, animales para abasto y pie de cría, es indispensable con el fin de mejorar la eficiencia productiva. Como es conocido, la producción de cerdo se realiza en ciclos más cortos que la producción bovina y conlleva a que el sector sea más susceptible a cambios coyunturales del entorno macroeconómico y del sector agropecuario.

Entre las razas comerciales destacan: Duroc-Yersey, Landrace, Hampshire, Chester White, Yorkshire, Pietrain y York Shire; la mayoría de ellas se han utilizado como pie de cría en la producción nacional. Actualmente la zootecnia se desarrolla en una constante evolución en pro de una mejor y mayor producción de carne magra. Por ello, los productores grandes de cerdos asignan un peso mayor a la calidad genética; de esta forma, se aprovechan las razas que cumplen con las exigencias del mercado nacional e internacional, al ser los sistemas básicos para obtención de carne el Tecnificado, el Semi-tecnificado y el Traspatio (Callejas *et al.*, 2020; Hernández *et al.*, 2020).

Las instalaciones tecnificadas se caracterizan por ser de grandes dimensiones y pueden llegar a tener hasta 100 mil cerdos de diferentes edades ubicándose en

instalaciones donde casi todo es automático, además de utilizar lo último en tecnología para su producción. En México, generalmente, los animales producidos en estos sistemas van a los mercados de las grandes ciudades como Guadalajara, Monterrey, Puebla y la Ciudad de México, además de que existen empresas que exportan carne a países como Japón y Rusia (PORCIMEX, 2020).

Por otro lado, en las instalaciones tradicionales o semi-tecnificadas, los cerdos son criados en explotaciones de diferente tamaño, donde se tienen desde 100 animales en adelante siendo su objetivo la venta del ganado para abasto. A diferencia de las instalaciones tecnificadas, éstas son tradicionales y no utilizan lo último en tecnología; este tipo de producción se realiza principalmente en los estados del centro del país como Guanajuato, Michoacán, Jalisco y el Estado de México (Callejas *et al.*, 2020). Por el contrario, en el sistema de traspatio los porcinos que se producen generalmente son cruza de híbridos y en algunos casos permanece la raza “pelón mexicano”, explotándose en corrales rústicos con materiales de la región. Este tipo de producción se limita a uno o dos vientres (Hernández *et al.*, 2020).

1.2 El problema ambiental

De acuerdo con un estudio realizado por Pérez (2020), la producción porcina, como cualquier otra actividad productiva, requiere insumos que proporciona la naturaleza, y produce, de forma privada, además de productos de valor económico que son apropiados, una serie de residuos que si no son asimilados por la naturaleza imponen a la sociedad un costo en forma de contaminación. El impacto ambiental de los desechos porcinos abarca, además de las repercusiones directas sobre los recursos hídricos, de suelos y el aire, factores de perturbación como olores, ruidos y plagas de insectos, y efectos indirectos -sociales y políticos-, que son imposibles de cuantificar.

De acuerdo con la autora, los estudios indican que una unidad de producción animal porcina produce aproximadamente 6.17 kg de excretas de las que el 55% son heces y 45% es orina; el contenido de humedad de las excretas es del 88%. Cerca del 90% de sólidos se excretan en las heces y 10% en la orina, principalmente en forma de potasio disuelto, fósforo disuelto y algo de amoníaco.

Las excretas porcinas son, potencialmente, contaminantes a causa de sus elevadas concentraciones de microorganismos patógenos (bacterias, hongos, virus, helmintos, amebas y otros parásitos), metales pesados (cobre y zinc), materia orgánica, y fósforo, potasio y nitrógeno. Los procesos biológicos y físico químicos que se observan con respecto a estos elementos dan lugar a la formación de compuestos químicos y gases nocivos, como el dióxido de carbono (CO_2), el amoníaco (NH_3), el sulfuro de hidrógeno (H_2S) y el metano (CH_4), que perjudican a la salud humana y a la de los cerdos y deterioran los recursos naturales incidiendo negativamente en la calidad de vida.

1.3 Objetivos

General

Estimar un modelo econométrico de regresión lineal múltiple que explique los factores determinantes de la demanda de carne porcina en México y su grado de sensibilidad con referencia en sus elasticidades para 1990-2019

Específicos

1. Explicar cada uno de los coeficientes correspondientes a los determinantes de la demanda de carne de cerdo en México.
2. Presentar el análisis e interpretación estadística de los resultados del modelo de regresión lineal múltiple.
3. Calcular la elasticidad de la demanda referente a cada uno de los determinantes del modelo de demanda estimado.
4. Interpretar, desde el punto de vista de la teoría económica, el resultado de la elasticidad de cada determinante incluido en el modelo de lineal de regresión.

1.4 Hipótesis

General

La elasticidad correspondiente a cada uno de los factores que determina la demanda de carne de cerdo en México es mayor que cero, pero menor que uno.

Específicas

1. La cantidad demandada nacional de carne porcina es inelástica e inversa al precio real del producto.
2. La demanda de carne de cerdo nacional es directa e inelástica a los precios reales de carne bovina y pollo.
3. La tortilla es un bien complementario al consumo de carne de cerdo en canal e inelástico en la demanda.
4. La demanda nacional de carne de cerdo en canal, se caracteriza como un bien normal e inelástico al ingreso del consumidor.

II. MATERIALES Y MÉTODO

Para estimar los factores determinantes del comportamiento, desde el punto de vista de la teoría económica (Microeconomía) de la función de demanda de carne porcina en canal en México, durante 1990-2019, se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple (Brigham y Pappas, 1992; Gujarati y Porter, 2010), debido a que fue el que mejor ajustó y se ajustó a la masa de datos.

2.1 Especificación del modelo estadístico

La especificación de la forma aditiva del modelo de regresión lineal múltiple, fue la siguiente:

$$DNCP_t = \beta_0 + \beta_1 PRC_{t-2} + \beta_2 PRCB_{t-1} + \beta_3 PRCP_t + \beta_4 PRT_t + \beta_5 PIBR_{t-2} + DNCP_t + e_i$$

Donde:

$DNCP_t$ = Demanda nacional de carne porcina en canal, para el periodo t, cifras en toneladas (t).

β_0 = intercepto de la función.

β_1, \dots, β_5 = parámetros del modelo estadístico.

PRC_{t-2} = precio real de la carne de cerdo en canal, retrasado dos periodos, en pesos por tonelada (\$/t).

$PRCB_t$ = precio real de la carne de bovino en canal, en el periodo t, en \$/t.

$PRCP_t$ = precio real de la carne de pollo en canal, en \$/t.

PRT_t = precio real de la tortilla, en \$/t.

$PIBR_{t-2}$ = Producto Interno Bruto real *per cápita*, retrasado dos periodos, en pesos mexicanos por habitante. Como medida de aproximación al ingreso real *per cápita* (Gujarati y Porter, 2010; Rebollar *et al.*, 2020).

$DNCP_t$ = Demanda nacional de carne porcina en canal, retrasada un periodo como variable independiente del modelo, en toneladas (t).

e_i = error estadístico, aleatorio o estocástico.

El modelo que se ha propuesto y que a la vez se decidió porque fue el que mejor se ajustó a la masa de datos oficiales, es lineal en los parámetros β_i y lineal en las variables (X_i). En este modelo, como variable aproximada a la demanda nacional de carne porcina por cada año de la serie, se consideró la estimación del consumo nacional aparente (CNA), definido como la suma de producción nacional más importaciones, menos las exportaciones de carne porcina en canal.

Esa función aditiva de la demanda significa que los efectos marginales de cada variable independiente son constantes; es decir, cambian de forma lineal con las fluctuaciones de cada una de las variables fijas.

Con referencia a Gujarati y Porter (2010), la demanda de un producto en el mercado es una función del precio del producto, bien o artículo, ingreso del comprador, precio de bienes sustitutos y complementarios, de sus gustos, de la población y otros factores. Por lo que la adaptación de tal afirmación implicó que la demanda mexicana de carne porcina en canal fue una función del precio real al consumidor de carne de cerdo, del precio real al consumidor de carne bovina en canal, del precio real al consumidor de carne de pollo en canal, del precio real de la tortilla y del PIB real *per cápita* como medida de aproximación al ingreso real por persona.

En la estimación del modelo estadístico y con base en la teoría microeconómica de la demanda (Brigham y Pappas, 1992), es de esperar que el signo del coeficiente del parámetro β_1 sea negativo el del β_2 y β_3 positivos, el del β_4 negativo y el de β_5 positivo, dada su estrecha relación con la teoría económica; es decir, dada la lógica económica de las variables fijas de un modelo de demanda con la variable explicada o variable dependiente de la función.

2.2 La significancia estadística del modelo

La significancia estadística global del modelo se validó con la F-calculada (F_c) que da la salida de resultados, al considerar 95% como nivel de confiabilidad por default que otorga la salida de dicho modelo.

Para la congruencia estadística del modelo que se estimó de demanda, se consideró el R^2 -ajustado, en tanto que la significancia individual de cada estimador se realizó con la t de Student conocida como razón de t.

2.3 La significancia económica del modelo

La significancia económica, que en la teoría Microeconómica se entiende como la lógica económica del modelo, se consideró el signo y el valor de los coeficientes estimados de las variables predeterminadas en la función de demanda.

En tal sentido, la relación que existe entre la cantidad de demandada de carne de cerdo en canal durante el promedio del periodo, aproximado por el consumo nacional aparente (t) y el precio real del producto en canal en el promedio del periodo ($\$/t$), debe ser inversa; el precio real de la carne de bovino y del pollo en canal ($\$/t$) directa, una vez que en este trabajo tales productos se consideraron como bienes sustitutos de la carne de cerdo; el precio real de la tortilla y la demanda de carne de cerdo es inversa; en tanto que la del Producto Interno Bruto real *per cápita*, en el promedio del periodo, ($\$/persona$) como aproximación al ingreso nacional disponible real *per cápita* directa.

Después, con base en Brigham y Pappas (1992) y Rebollar *et al.* (2020) se calculó la elasticidad económica por cada variable explicativa de la demanda de carne de cerdo en México y se evaluó de acuerdo al signo y magnitud de su coeficiente.

Con referencia en Brigham y Pappas (1992) y en Rebollar *et al.* (2020), la elasticidad se obtuvo con la multiplicación del coeficiente de la derivada parcial del modelo estimado por el valor promedio que se observó en cada variable predeterminada respecto de la cantidad demandada (Díaz y Rodríguez, 2010). Al considerar que los modelos de demanda lineal tienen elasticidad variable a través de su rango de estimación; por ello, el valor de la elasticidad se calculó al utilizar el promedio del periodo analizado (Rebollar *et al.*, 2014; Vázquez y Martínez, 2015; Rebollar *et al.*, 2019).

2.4 Expresión de la elasticidad de la demanda

Para obtener el valor de la elasticidad por cada variable explicativa del modelo, se utilizó la expresión:

$$\varepsilon_p^d = b \left(\frac{P}{Q_d} \right)$$

La expresión anterior, se utiliza para la elasticidad precio de la demanda. Para el resto de las elasticidades de la demanda, es suficiente con cambiar la letra del denominador de esa expresión, en tanto que el denominador no cambia. Así, P es el valor del precio promedio observado durante el periodo de estudio y Q_d es el valor de la demanda de carne porcina en canal, estimado con base en el modelo y al considerar la cantidad promedio del periodo en cada una de sus variables independientes.

2.5 Clasificación de las elasticidades

Al referenciar a Brigham y Pappas (1992) y a Parkin y Loría (2015) y al considerar la variable predeterminada del precio de la demanda, entonces, sucede lo siguiente:

Si la $\varepsilon_p^d > 1$, se dice entonces que la elasticidad de la demanda es elástica al precio de la carne de cerdo en canal; por tanto, variaciones porcentuales menores a 1%, causarían incrementos porcentuales en la cantidad demandada mayores que 1%. Así por ejemplo, es elástica al precio cuando por cada 1% de variación en el precio del producto, la cantidad demandada varía en más de 1%, por eso se dice que es elástica.

Si la $\varepsilon_p^d < 1$, entonces la cantidad demandada del producto es inelástica a su precio, por lo que cada 1% de variación en su precio, se espera, *ceteris paribus*, que la cantidad demandada varíe en menos que 1% y, si la $\varepsilon_p^d = 1$, la variación porcentual en el precio del producto es la misma que la de la cantidad demandada.

Con relación a las elasticidades cruzadas de la demanda, si el valor que se obtuvo como elasticidad cruzada entre dos bienes es mayor que cero, se dice entonces que ambos bienes se comportan como sustitutos en el consumo y, si el precio de uno de ellos se incrementa, su cantidad demandada tenderá a disminuir en tanto que la demanda del segundo producto tenderá a incrementarse debido al efecto del precio del primer producto.

Sin embargo, si el resultado de esa elasticidad cruzada de la demanda es menor que cero, entonces ambos productos se comportan como bienes complementarios en su demanda y, si el precio de uno de ellos se reduce, su cantidad demandada aumentará, por tanto, la demanda del otro bien también se incrementará, *ceteris paribus* (Parkin y Loría, 2015).

En adición, con referencia a la variable fija denominada como ingreso de la demanda, si el valor de la elasticidad-ingreso de la demanda presenta un valor menor que cero, entonces el producto tendrá un comportamiento como bien inferior en su demanda y ocurre en situaciones en las que una disminución del ingreso del

consumidor impacta en un aumento por la adquisición de bienes inferiores en el consumo. Si el resultado es mayor que cero, pero menor que uno, se trata entonces de bienes normales en la demanda y si el resultado es mayor que la unidad, entonces el producto analizado se caracteriza como bienes superiores o de lujo, como aquéllos caracterizados por un consumo especial en estratos de la población con ingresos altos (Parkin y Loría, 2015).

2.6 Obtención de información del modelo

Como información anual referente al consumo nacional aparente de carne de cerdo en canal, primero se procedió a obtener el dato de producción de carne de cerdo en canal, mismo que provino del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020a) y FAO (2020a).

Las exportaciones y exportaciones en canal de esa carne se consultaron de la FAO (2020b). Los precios nominales al consumidor tanto de la carne de cerdo, bovino y pollo, provinieron de la nube-SIAP (2020b). Para el precio nominal de la tortilla se consultaron diversas fuentes, como la CEDRSSAR (2000) y el INEGI (2020). El PIB nacional *per cápita*, como medida de aproximación al ingreso nacional *per cápita* se obtuvo del INEGI-BIE (2020), para varios años.

Todas las variables monetarias del modelo estadístico se deflactaron con el índice nacional de precios al consumidor (INPC) base 2012 (INEGI, 2020).

Para deflactar la información monetaria nominal del modelo, se utilizó la expresión:

$$Valor\ real = \left(\frac{Valor\ nominal}{INPC} \right) (100)$$

Donde, INPC es el Índice Nacional de Precios al consumidor de acuerdo al año base que se utilizó en este trabajo.

Los resultados del modelo estadístico estimado se obtuvieron con la utilización del procedimiento GLM de SAS (SAS, 2003).

III. SITUACIÓN MUNDIAL DE LA CARNE DE CERDO

3.1 Producción mundial

En 2019, el volumen mundial de carne de cerdo se ubicó en 102 millones de toneladas (PORCIMEX, 2020); sin embargo, de acuerdo con el FIRA (2020), esa cantidad presentó una dinámica creciente desde 2010 hasta 2018, cuya tasa media de crecimiento anual (TMCA) fue 1.30% (FIRA, 2020). Para 2019, hubo una drástica caída en la producción mundial cercana a 9.7% (PORCIMEX, 2020) (Cuadro 1; Gráfico 1).

Cuadro 1. Producción mundial de carne de cerdo en canal, 2010-2019.

Año	Producción (mill de t)
2010	101.00
2011	101.70
2012	103.00
2013	105.00
2014	107.00
2015	108.50
2016	109.30
2017	110.90
2018	112.90
2019	102.00

Fuente: elaboración propia con datos de PORCIMEX, 2020 y del FIRA, 2020.

Con base en el Gráfico 1, durante el periodo 2010-2018, se observó una tendencia creciente en el volumen mundial de carne de cerdo, después, en 2019, la estadística oficial, reportó una caída significativa, cercana al 10% con relación a 2018.

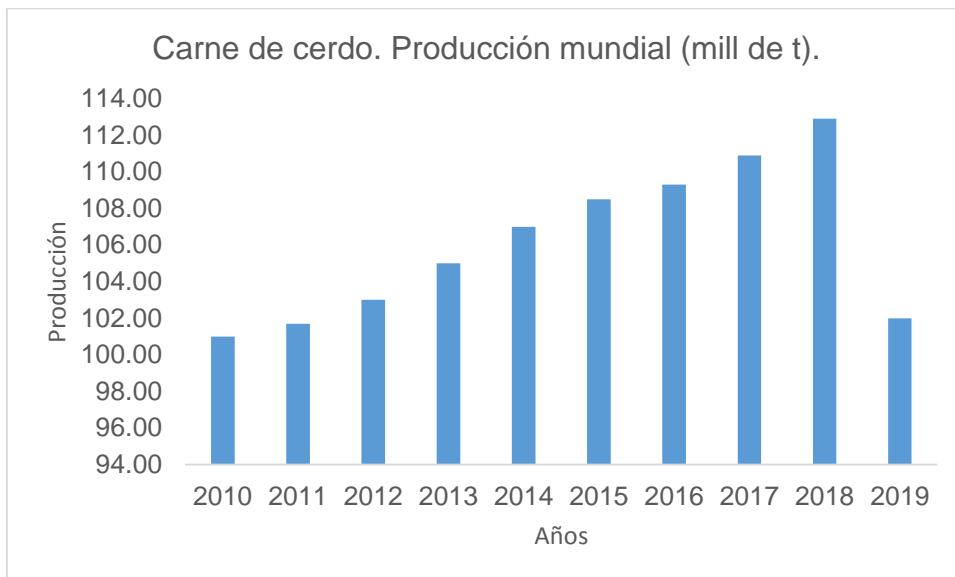


Gráfico 1. Producción mundial de carne de cerdo en canal.

Fuente: elaboración propia con datos de PORCIMEX, 2020.

3.2 Principales países productores

Cuadro 2. Principales países productores de carne de cerdo en canal, 2019.

País	Volumen (miles de t)
China	42,550
Unión europea	23,935
Estados Unidos	12,542
Brasil	3,975
Rusia	3,321
Vietnam	2,380
Canadá	2,020
Filipinas	1,585
México	1,408
Corea del Sur	1,364
Japón	1,279
Otros	5,610

Fuente: elaboración propia con datos de PORCIMEX, 2020.

Con relación al Gráfico 2, China sobresalió por mucho como principal productor mundial de carne de cerdo en canal, por arriba de los 40 millones de toneladas en 2019. Al contrastar la producción de México con la de China, el volumen mexicano de carne de cerdo representó 3.31% con relación al país asiático e inferior con relación al volumen mundial. Siete países están por arriba de México en esta actividad productiva (Gráfico 2).

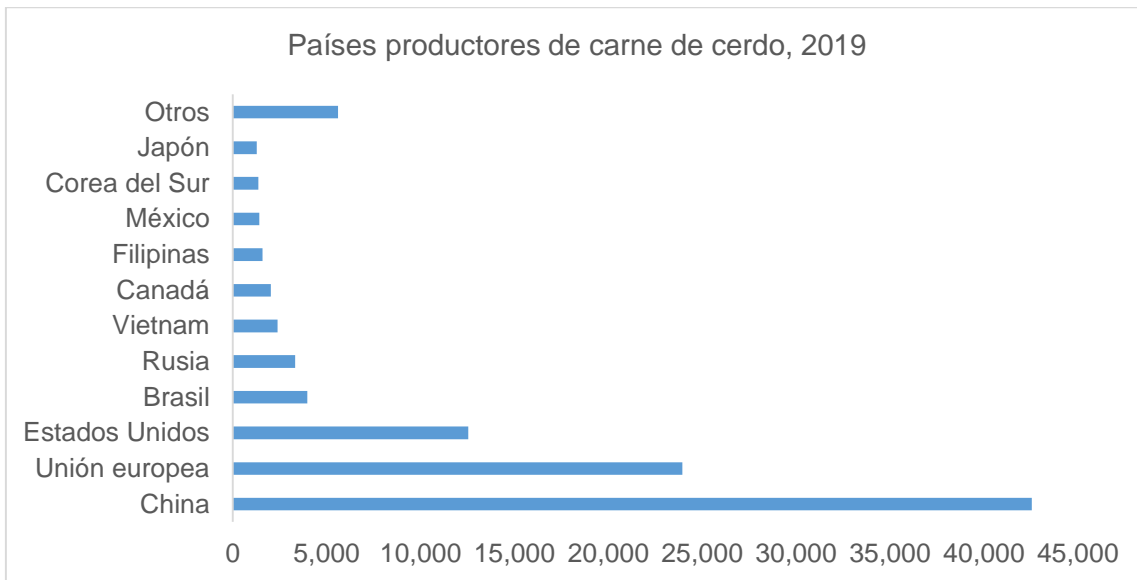


Gráfico 2. Principales productores mundiales de carne de cerdo en canal. 2019.

Fuente: elaboración propia con información PORCIMEX, 2020.

3.3 Principales países importadores

En 2019, las importaciones mundiales de carne de cerdo en canal fueron 8.42 millones de t, cifra superior en 8.6% con relación a 2018 (PORCIMEX, 2020). Los principales importadores o compradores mundiales fueron China (29.12%), Japón (17.74%) y México (11.58%). Este último país, retiró 975 mil t de carne de cerdo de los mercados mundiales, provenientes principalmente de Estados Unidos (Cuadro 3; Gráfico 3) (Callejas *et al.*, 2020; PORCIMEX, 2020; Rebollar *et al.*, 2020). Las compras externas de México representaron apenas 39.77% de las importaciones chinas de 2019 y 11.58% con relación al volumen mundial (Gráfico 3).

Cuadro 3. Carne de cerdo en cana. Países importadores, 2019.

País	Volumen (miles de t)	%
China	2,451	29.12%
Japón	1,493	17.74%
México	975	11.58%
Corea del Sur	694	8.24%
Estados Unidos	428	5.08%
Hong Kong	331	3.93%
Australia	269	3.20%
Canadá	242	2.87%
Filipinas	222	2.64%
Colombia	138	1.64%
Chile	134	1.59%
Otros	1,041	12.37%
Total	8,418	100.00%

Fuente: elaboración propia con datos de PORCIMEX, 2020.

Por otro lado, de acuerdo con Porcicultura (2020), con cifras de la Federación de Exportación de Carne de Estados Unidos (USMEF) por sus siglas en inglés, entre enero y octubre de 2020, la comercialización de carne de cerdo hacia México se redujo, considerablemente, en un 6% para contabilizar un total de 551,691 t, valuadas en 895.5 millones de dólares (MMD), este dato también expresó una baja de 12%.

Durante ese periodo, México se posicionó como el principal destino de los cárnicos porcinos estadounidenses absorbiendo 69% del total exportado respecto al jamón y la paleta con hueso, solo estos dos bienes acumularon un total de 370 mil toneladas (3% más que en 2019).

Por tercer mes consecutivo (agosto, septiembre y octubre), México fue el principal destino de volumen de cortes de músculo de cerdo y solo en este décimo mes de referencia se importaron 50,304 toneladas, 14% más que hace un año (Porcicultura, 2020).

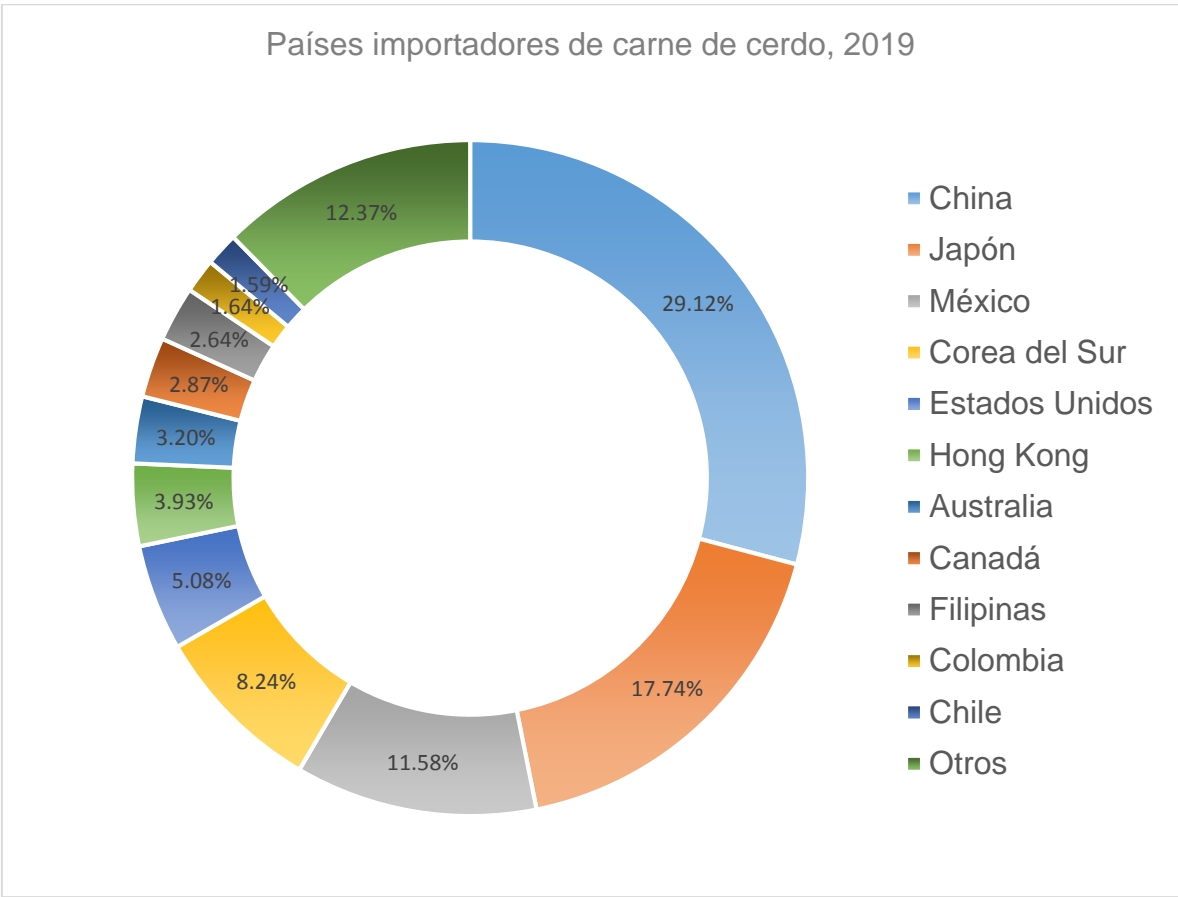


Gráfico 3. Principales países importadores de carne de cerdo, 2019.

Fuente: elaboración propia con datos de PORCIMEX, 2020.

3.4 Países exportadores

En 2019, el total de exportaciones mundiales de carne de cerdo se ubicó en 9.33 millones de t los vendedores mundiales más importantes de carne de cerdo en canal fueron la Unión Europea (38.05%), Estados Unidos (30.72%) y Canadá (13.76%), que en conjunto aportaron 82.52% (Cuadro 4). Además de esos tres países, destacaron Brasil, México y Chile en otros (PORCIMEX, 2020) (Gráfico 4).

Cuadro 4. Países exportadores de carne de cerdo en canal, 2019. Cifras en toneladas.

País	Volumen (miles de t)	%
Unión Europea	3,551	38.05%
Estados Unidos	2,867	30.72%
Canadá	1,284	13.76%
Brasil	861	9.23%
México	230	2.46%
Chile	223	2.39%
China	135	1.45%
Rusia	68	0.73%
Australia	33	0.35%
Sudáfrica	17	0.18%
Serbia	13	0.14%
Otros	51	0.55%
Total	9,333	100.00%

Fuente: elaborado con datos de PORCIMEX, 2020.

Con referencia al Gráfico 4, México exportó menos del 3% de su producción interna de carne de cerdo, pese a que se considera un país grande en términos de sus importaciones. Adicionalmente, es de resaltar que China comercializa menos del

1% de su producción doméstica con el resto del mundo, por lo que cabe afirmar que casi toda su producción se consume al interior del país (PORCIMEX, 2020).

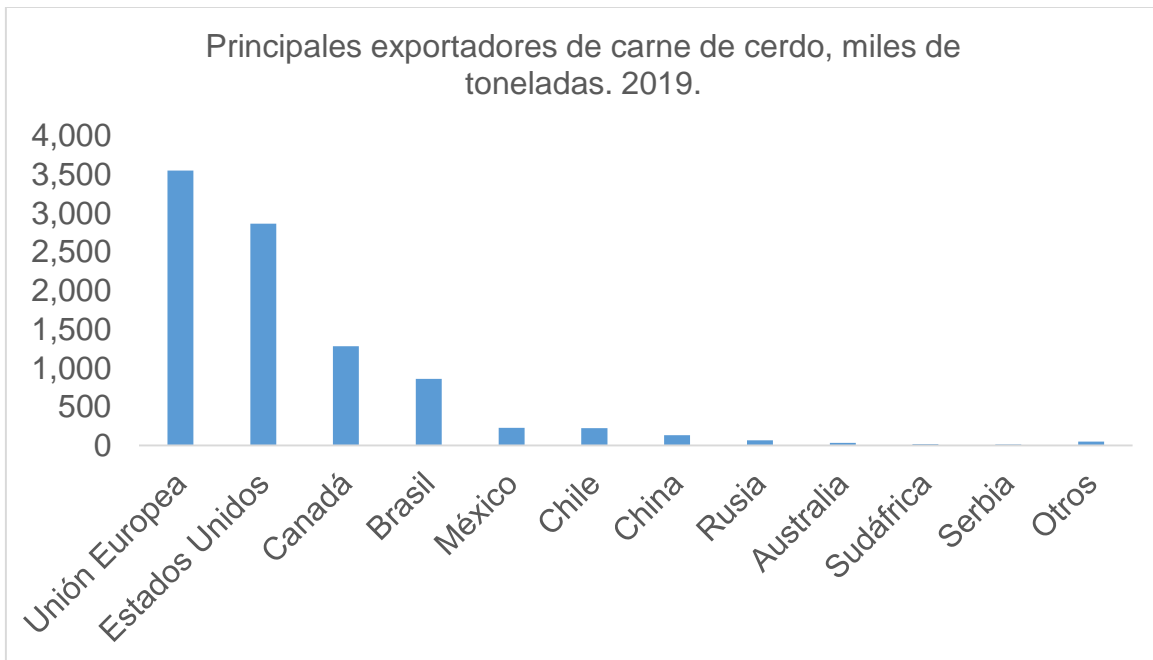


Gráfico 4. Carne de cerdo en canal, países exportadores. 2019. Cifras en miles de toneladas.

Fuente: elaboración propia con datos de PORCIMEX, 2020.

De enero a octubre de 2020, los envíos internacionales de Estados Unidos respecto a sus cárnicos de porcinos cifraron un crecimiento de 15% en cuanto a tonelaje y 16% respecto al valor, finalizando en 2.46 millones de toneladas y 6,330 MDD respectivamente.

Solo en octubre, Estados Unidos envió a destinos como México, Japón, China/Hong Kong, Canadá, Filipinas, Centroamérica y Sudamérica un total de 242,536 toneladas, esto implicaría un incremento del 8% respecto a las toneladas de una cifra igual al hablar del valor, el cual cerró en 641.10 MDD.

Las exportaciones de cortes de músculo de octubre de 2020 registraron ganancias de dos dígitos a 201,723 t (un 11% más), con un valor de un 10% a 551.80 MDD;

esto elevó los totales de enero a octubre del mismo año para este tipo de cortes hasta los 2.07 millones de toneladas (un 20% más) valorados en \$ 5,490 MDD (un 18% más) (PORCICULTURA, 2020).

3.5 Principales países consumidores

Con base en PORCIMEX (2020), con datos del USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos, por sus siglas en inglés), en 2019, el consumo mundial de carne de cerdo en canal fue de 100.9 millones de t (Cuadro 5, Gráfico 5). Cinco naciones consumieron 71.09% del total mundial y fueron China, Unión Europea, Estados Unidos, Rusia y Brasil. México ocupó la octava posición con un volumen de 2.15 millones de t (2.13% del total mundial) (PORCIMEX, 2020).

Cuadro 5. Países consumidores de carne de cerdo en canal, 2019. Miles de toneladas.

País	Volumen (miles de t)	%
China	44,866	44.46%
Unión Europea	20,400	20.22%
Estados Unidos	10,064	9.97%
Rusia	3,360	3.33%
Brasil	3,116	3.09%
Japón	2,714	2.69%
Vietnam	2,420	2.40%
México	2,153	2.13%
Corea del Sur	2,011	1.99%
Filipinas	1,806	1.79%
Canadá	967	0.96%
Otros	7,027	6.96%
Total	100,904	100.00%

Fuente: elaborado con datos de PORCIMEX, 2020. Con datos del USDA.

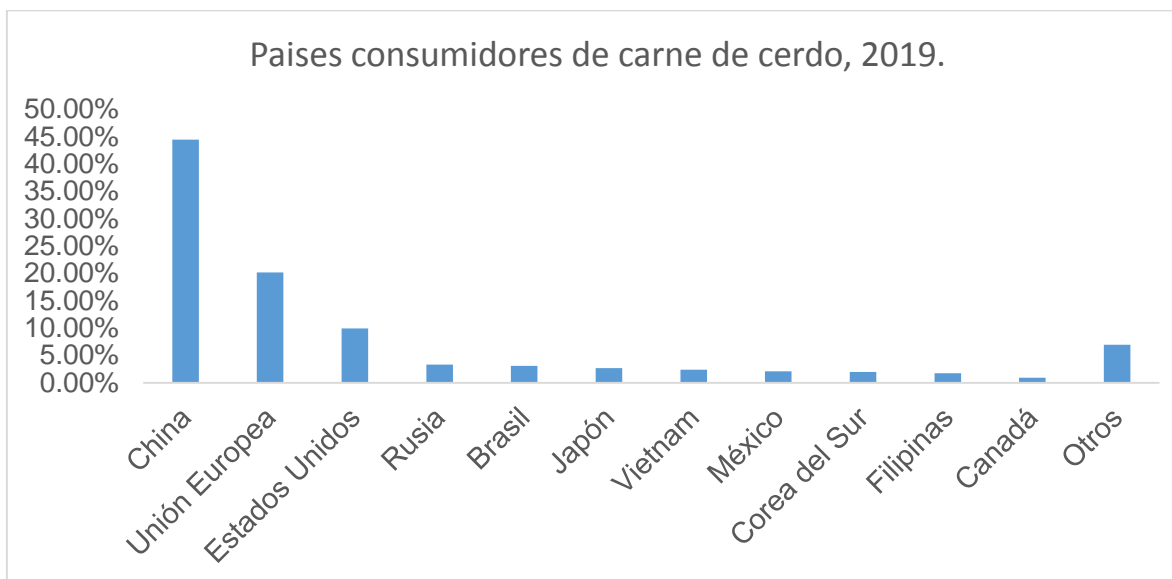


Gráfico 5. Carne de cerdo en canal. Países consumidores, 2019.

Fuente: elaborado con datos de PORCIMEX, 2020.

Con base en OPORPA (2020) (Organización de porcicultores del País, de México), las importaciones de carne de cerdo mexicana, en 2019, provinieron de Estados Unidos (418, 920 t), Canadá (74,818 t), España (763 t), Alemania (210) y Chile (62); como se observa, un alto porcentaje (85%) de tales compras, casi siempre se realizan del país vecino del norte.

3.6 Precios internacionales

Durante el periodo 2000 al 2017, los precios internacionales de la carne de cerdo, mostraron un comportamiento cíclico. Así, mientras que en el año 2000 el precio se ubicó en 1,500 USD/t, en 2014 tuvo el pico más alto con 3,480 USD/t, después mostró una tendencia hacia la baja, para ubicarse en 2,150 USD/t en 2017 (Cuadro 6; Gráfico 6). Por tanto, en 17 años, considerada la serie, el precio internacional de la carne de cerdo tuvo una TMCA de 2.27% (Cuadro 6). Todo lo anterior, se debe,

básicamente, al incremento en el precio de los granos que se utilizan como alimento de los animales (OCDE, 2020).

Cuadro 6. Precios internacionales de la carne de cerdo, 2000-2017. Cifras en Dólares por tonelada.

Año	USD/t
2000	1,500
2001	1,600
2002	1,300
2003	1,290
2004	1,180
2005	2,300
2006	2,310
2007	2,350
2008	3,000
2009	2,370
2010	2,700
2011	3,000
2012	2,300
2013	2,400
2014	3,480
2015	2,500
2016	2,200
2017	2,150

Fuente: elaboración propia con datos de la OECD, 2020.

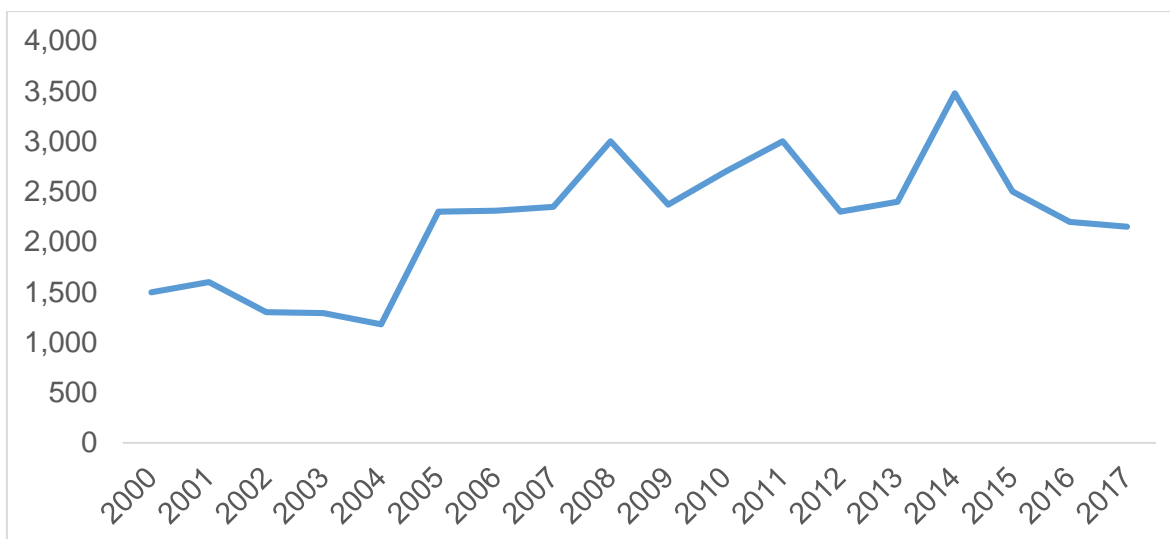


Gráfico 6. Comportamiento del precio internacional de la carne de cerdo, 2000-2017. Cifras en USD/t.

Fuente: elaboración propia con datos de la OECD, 2020.

3.7. Aplicación de aranceles a importación de carne de cerdo de los Estados Unidos

El arancel del 20% que impuso México a la importación estadounidense de carne de cerdo se concibió como respuesta a la decisión que tomó el gobierno del presidente norteamericano Donald Trump de imponer tarifas al acero y aluminio de exportadores mexicanos. En 2017 México compró del mercado exterior cerca de 646.4 miles de t de pierna, paletas y sus trozos sin deshuesar de cerdo por un valor 1,068.6 millones de dólares.

El mercado norteamericano aportó 88.8% de las importaciones, con un volumen de 574.4 miles de t por un valor estimado de 946.4 millones de dólares. Ese arancel es un factor estimulante o determinante de la oferta nacional para su abastecimiento interno, pero si la oferta es insuficiente para cubrir la demanda, se tendría que

recurrir a proveedores extranjeros, con el fin de evitar un incremento en el precio que afecte a los consumidores nacionales (CEDRSSA, 2020).

IV. SITUACIÓN NACIONAL DE LA CARNE DE CERDO EN CANAL, 2010-2019

4.1 Producción nacional de carne de cerdo en canal

En México, de 2010 a 2019, la producción de carne de cerdo en canal tuvo una dinámica creciente al pasar de 1,174.60 miles de t en 2010 a 1,600.44 en 2019; es decir, una TMCA de 1.03% (Cuadro 7; Gráfico 7). De hecho, esa dinámica productiva de carne en canal siempre fue creciente, lo que significa, que de acuerdo a la cifra oficial, la producción nacional no tuvo altibajos en algún año, por lo que ha mantenido su dinámica. La producción de carne en canal de 2019 provino de un inventario nacional en número de cabezas, equivalente a 18.37 millones (SIAP, 2020b), del que, por ejemplo, Jalisco, reportó un inventario de 3.72 millones de cabezas, Sonora 2.04 millones y Veracruz, 1.75 millones de cabezas.

Con base en el FIRA (2015) entre 2005 y 2014, se presentaron diferentes eventos epidemiológicos en México, que de alguna manera impactaron en el comportamiento de la producción nacional de carne de cerdo; entre los que destacan la influenza pandémica H1N1 con fecha de notificación del 10 de diciembre de 2009, la peste porcina clásica (01 de Diciembre de 2009) y el virus de la diarrea epidémica porcina (21 de Mayo de 2014).

Sin duda, uno de los eventos sanitarios con relevancia mayor que impactó en la porcicultura fue la influenza AH1N1, asociada a los cerdos en abril de 2009. Aunque el virus de la influenza porcina no afecta al humano, se cree que el virus sufrió una mutación que sí afectaba al humano no del consumo de productos del cerdo, sino transmisión de humano a humano.

En abril de 2009, la Secretaría de Salud de México emitió un comunicado a nivel nacional en el que advirtió a la población mexicana sobre la presencia de un nuevo virus de influenza humana AH1N1. Las características de dicho virus tenían componentes genéticos de influenza humana y animal (presencia de genes de cerdos euroasiáticos), con transmisión entre humanos y sin relación con la porcicultura nacional ni de América del Norte. Cabe señalar que la sanidad de los cerdos en México tiene altos estándares a nivel mundial y nunca existió ningún riesgo de contagio por consumir carne de cerdo mexicana.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reiteró que el virus de la influenza AH1N1, que tuvo efecto en la salud humana, se relacionó, equívocamente, con la influenza porcina. Sobre el particular, la OIE y la OMS anunciaron que no se detectaron infecciones de animales en las zonas donde se habían presentado contagios en humanos.

Por otro lado, hacia finales de 2013 e inicios de 2014, la presencia del virus de la diarrea epidémica porcina (DEP) causó estragos en la porcicultura de EE. UU. En febrero de 2014 ya se reportaban 1,200 casos registrados. En México, se reportó la presencia del virus de la diarrea epidémica porcina en granjas de Aguascalientes, Colima, D.F., Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Sonora y Veracruz.

De acuerdo con Rabobank, el 30 % de la piara en el país fue afectada. Sin embargo, las acciones de contingencia sanitaria en el país fueron adecuadas y oportunas por lo que, de acuerdo con los datos preliminares de SAGARPA, la producción de carne cerdo en 2014 fue 0.53 % mayor que la reportada en 2013.

En otras palabras, la producción de carne de cerdo en canal fue de 1.29 millones de toneladas, es decir, 6,806 t más que en 2013. Algunos de los factores que incidieron en una mayor producción de carne de cerdo en 2014, fueron los bajos

precios de los granos como insumo alimenticio a la porcicultura, pues los productores vendieron cerdos con mayor peso para compensar el menor número de lechones (FIRA, 2015).

Cuadro 7. Producción de carne de cerdo en canal 2010-2019. Cifras en miles de toneladas (t).

Año	Producción (miles de t)
2010	1,174.60
2011	1,202.00
2012	1,238.60
2013	1,283.67
2014	1,290.48
2015	1,322.51
2016	1,376.09
2017	1,439.93
2018	1,501.22
2019	1,600.44

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP, 2020.

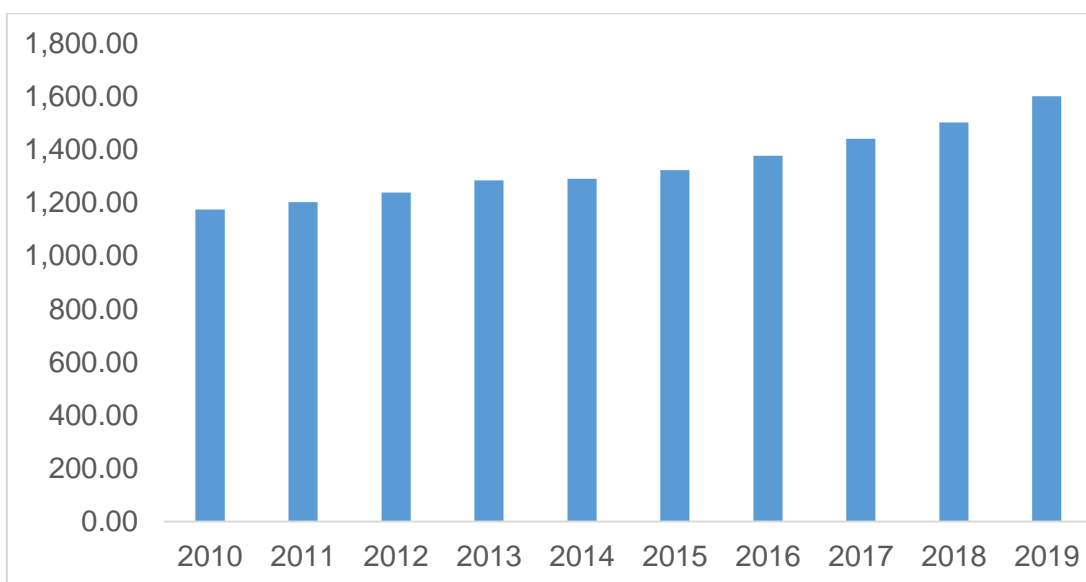


Gráfico 7. México. Evolución de la producción de carne de cerdo en canal, 2010-2019. Miles de t.
Fuente: elaboración propia con información del SIAP, 2020.

4.2 Estados productores

Con referencia al SIAP (2021), en 2019, la producción mexicana de carne de cerdo en canal fue de 1,600.4 miles de t (1.6 millones de t) (Cuadro 8). Las entidades representativas que aportaron más del 50% al total nacional fueron: Jalisco, Sonora, Guanajuato.

Con referencia en el FIRA (2015), la estacionalidad de la producción, referida como a la concentración de bienes agroalimentarios en diferentes épocas del año; se trata de una variable relevante para formar expectativas de disponibilidad de producto, así como en la formación de precios.

La producción mensual de carne de cerdo en México se incrementa mensualmente conforme avanza el año, a excepción de abril (periodo de Semana Santa) cuando la producción disminuye ligeramente. En promedio cada mes se produce 8.30% del total; sin embargo, al final del año, durante octubre, noviembre y diciembre la producción representa el 8.6, 8.9 y 9.4%, respectivamente.

La producción de carne de cerdo se distribuye en gran parte del país. No obstante, en 20 municipios se concentra, en promedio, el 42.1% de la producción nacional, mientras que en los principales 30 municipios productores se concentra el 48.5% de la producción nacional. Entre los municipios con mayor volumen de producción de carne de cerdo destacan: Hermosillo, Navojoa y Cajeme todos del estado de Sonora, que ocupan el primero, segundo y tercer lugar, respectivamente en cuanto a la producción se refiere. Estos municipios aportan, aproximadamente, el 6.1, 5.6 y 3.9% de la producción nacional, respectivamente.

Cuadro 8. Entidades productoras de carne de cerdo en canal en México, 2019.

Estado	Producción (t)
Jalisco	342,104
Sonora	308,105
Puebla	171,350
Yucatán	147,064
Veracruz	142,060
Michoacán	46,409
Chiapas	29,368
Oaxaca	28,545
San Luis Potosí	26,539
Estado de México	21,876
Otros	337,026

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP, 2021.

En la zona del Bajío se producen anualmente 109.9 miles de toneladas, principalmente en Guanajuato. En tres municipios de la entidad se produce el 48.9 % de la carne de cerdo del estado. Anualmente, Pénjamo, Abasolo e Irapuato producen en promedio 33.2 miles de toneladas, 11.4 miles de toneladas y 9.1 miles de t, respectivamente.

Otra entidad relevante en la producción de carne de cerdo es Yucatán (producción promedio 102.3 miles de toneladas). En dicha entidad, cinco municipios producen el 50.3 % de la producción estatal: Abala, Sotuta, Mérida, Cantamayec y Kopoma, con una producción de 13.0, 12.6, 12.4, 8.5 y 4.6 miles de t, respectivamente (FIRA, 2015).

Con base en el Gráfico 8, en 2019, Jalisco fue la entidad pionera en México en producción de carne de cerdo en canal, seguida de Sonora, Puebla, Yucatán y Veracruz. Las 10 entidades representativas aportaron 1,263.4 miles de t de carne

al total nacional, equivalentes a 78.9%. Tan solo Jalisco produjo 15.6 veces (93.6%) la producción del Estado de México, quien ocupó la posición número 10 a nivel nacional.

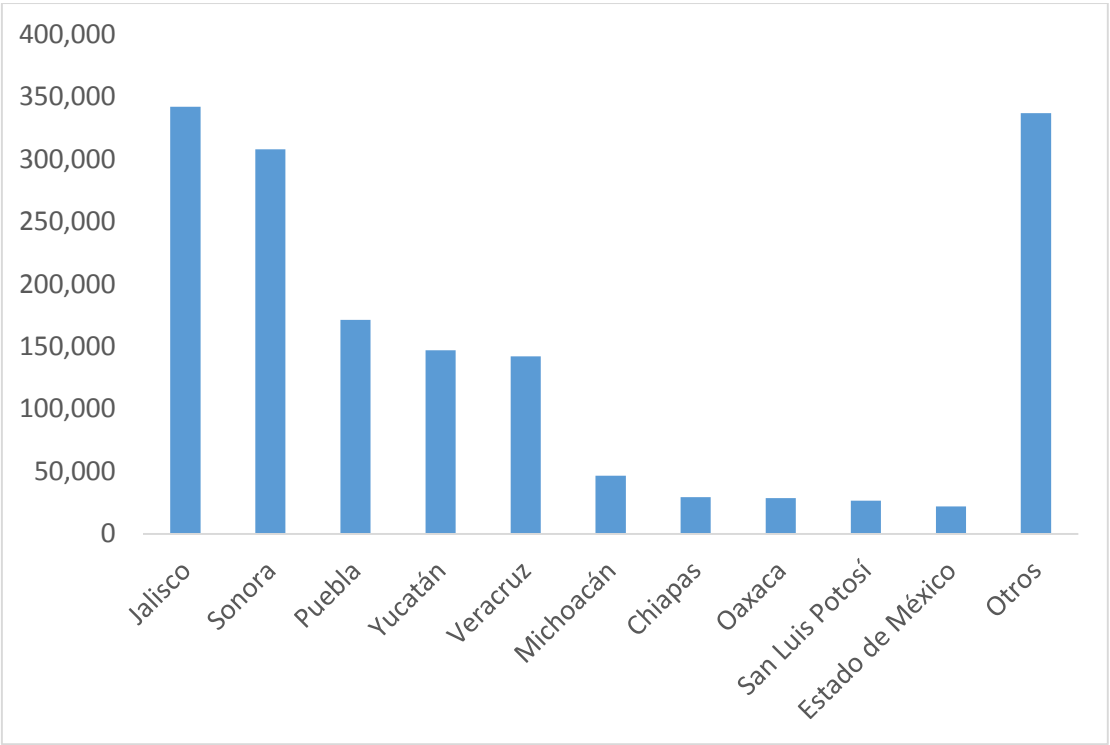


Gráfico 8. Principales entidades productoras de carne de cerdo en canal en México, 2019.
Fuente: elaboración propia con información del SIAP, 2021.

En contraste, en 2010, la producción nacional de esta carne se ubicó en 1,174.6 miles de t, es decir, 26.6% menos que en 2019. Sin embargo, durante el periodo 2010-2019, la producción creció, en promedio 3.5% anual (SIAP, 2021). En 2010, algunas entidades perdieron competitividad y otras la mejoraron al tener una mejor posición productiva en 2019. Así, destaca que mientras que, en 2010, Sonora destacó como principal productor, perdió su posición en 2019, a favor de Jalisco como el número uno en 2019.

Otras entidades que perdieron su posición como productoras fueron Tamaulipas, esta entidad figuró como la octava a nivel nacional en 2010, pero en 2019 ya no aparece entre las primeras 10; otras entidades representativas, simplemente, bajaron de nivel, pero se han mantenido dentro de las primeras 10 en el país (Cuadro 9, Gráfico 9).

Cuadro 9. Entidades productoras de carne de cerdo en canal en México, 2010.

Estado	Producción (t)
Sonora	221,652
Jalisco	213,366
Guanajuato	110,471
Puebla	109,612
Yucatán	98,833
Veracruz	73,458
Michoacán	43,062
Tamaulipas	36,186
Oaxaca	30,682
Chiapas	23,466
Otros	960,788

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP, 2021.

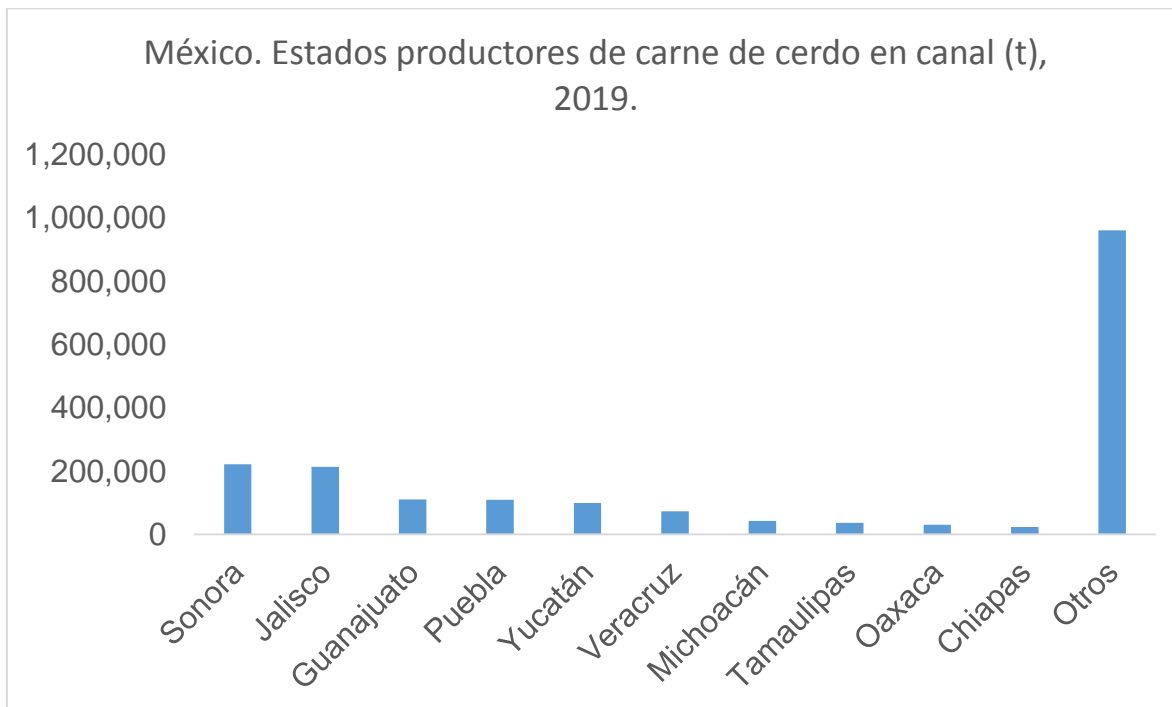


Gráfico 9. Principales productores de carne de cerdo en canal, 2010.

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP, 2021.

4.3 Exportaciones

Con base en cifras disponibles, en el periodo 2000-2015, el volumen de las exportaciones de carne de porcino aumentó en 20.95% y a una TMCA de 1.27%, pasando de 46.3 mil t en el año 2000 a 56 mil t (2.5) en 2015 (Cuadro 10) (BMeditores, 2021).

Aproximadamente el 80% de la carne exportada en 2011 correspondió a carne congelada, la carne fresca o refrigerada aportó 16.9%, la carne porcina procesada fue demandada en el exterior por 2.2% y los despojos 1.4%.

En 2011, el 99.6% de las ventas al exterior de carnes de cerdo llevadas a cabo por México tuvieron como destino tres países: Japón que compró el 70.7% de lo

exportado, Corea del Sur que participó con el 15.8% y EE. UU. 13.4%. El 0.4% restante fue adquirido por 14 países (BMeditores, 2021).

Cuadro 10. Exportaciones de carne de porcino, 2000-2015. Miles de toneladas.

Año	Volumen (t)
2001	47.4
2002	47.9
2003	38.4
2004	41.4
2005	46.5
2006	51.8
2007	62.4
2008	70.4
2009	55.1
2010	60.8
2011	60.0
2012	58.0
2013	57.0
2014	57.0
2015	56.0

Fuente: elaboración propia, con datos de BMeditores, 2021.

Con base en el Gráfico 10, se observa que, durante toda la serie de tiempo, 2008 fue el año en que se registró el mayor volumen de carne de cerdo que México exportó a sus socios comerciales y, 2003 el año con el menor volumen registrado. Sin embargo, después de 2008 se observa una tendencia casi homogénea del comportamiento de esa variable del comercio exterior (BMeditores, 2021).

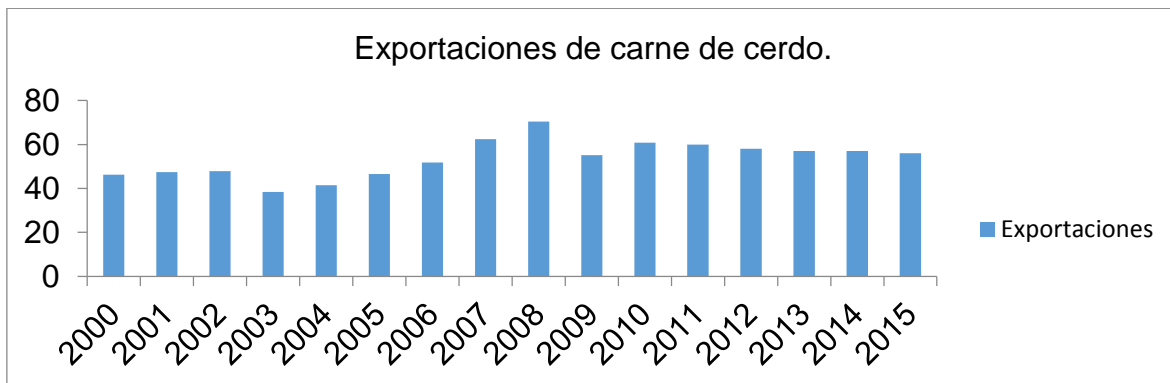


Gráfico 10. Exportaciones de carne de cerdo. Cifras en miles de t.

Fuente: elaboración propia, con datos de BMeditores, 2021.

4.4 Importaciones

En seguimiento a la referencia de BMeditores, en el periodo 2000-2015 las importaciones de carne de cerdo aumentaron a una TMCA de 4.87% ya que en el 2000 las importaciones fueron del orden de 375 mil t. En el 2015 la cifra se ubicó en 765.5 mil t, el aumento de las importaciones en términos acumulados en el periodo fue de 104.13% (BMeditores, 2021).

En adición, el 53.7% de la carne importada por México en 2011 fue carne fresca o refrigerada, 26.2% correspondió a despojos, 10.4% a carne procesada y 9.7% a carne congelada.

En 2011, los principales proveedores de carne de porcino al país fueron EEUU y Canadá, el primero aportó el 87.7% y el segundo 11.2%. El 1% restante provino de Chile, España, Dinamarca, Italia y Francia (Cuadro 11) (BMeditores, 2021).

Cuadro 11. México. Importaciones de carne de cerdo. 2000-2015. Cifras en miles de t.

Año	Volumen (miles de t)
2000	375.00
2001	396.00
2002	427.80
2003	460.10
2004	554.70
2005	510.50
2006	532.20
2007	537.80
2008	613.80
2009	736.40
2010	758.20
2011	796.20
2012	746.10
2013	757.30
2014	757.40
2015	765.50

Fuente: elaboración propia con datos de BMeditores, 2021.

Con referencia en el Gráfico 10, durante el periodo 2000-2015, la evolución del comportamiento de las importaciones mexicanas de carne de cerdo, en general, fue positiva y creciente; con una ligera disminución en 2015 con relación a 2011. De 2005 a 2007 las importaciones se mantuvieron a la baja, recuperándose hasta 2008, para luego presentar una ligera dinámica decreciente hasta 2015, pues de acuerdo a las cifras, no hubo recuperación del volumen importado con referencia a 2011, cuyo volumen fue el más alto del periodo (BMeditores, 2021).

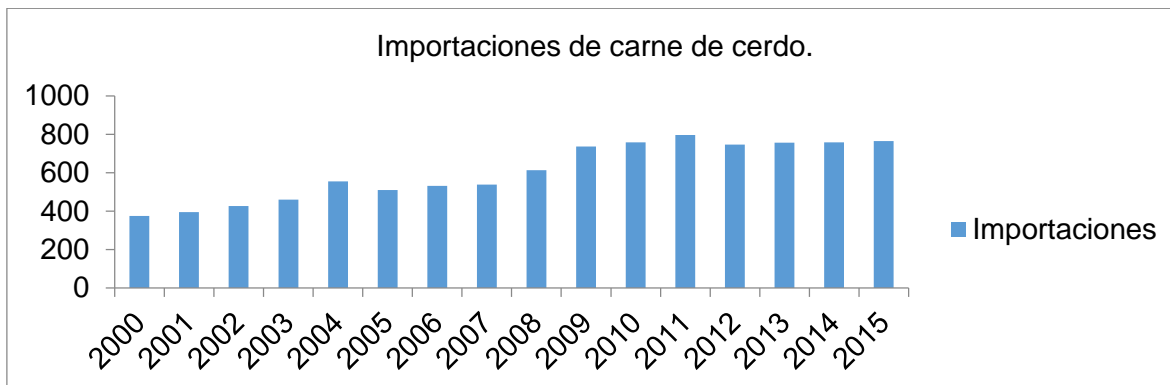


Gráfico 11. México. Evolución de las importaciones de carne de cerdo, 2000-2015.

Fuente: elaboración propia, con información de BMeditores, 2021.

4.5 Consumo nacional aparente

El consumo nacional aparente (CNA) es una variable interna que se compone por producción nacional, de cierto producto pecuario comercializable, más las importaciones menos las exportaciones.

En 2019, para México, el consumo nacional aparente (CNA) de carne porcina en canal logró 2.10 Mt, 42% fueron importaciones, 10.90% exportaciones y 47.10% fue producción doméstica o del interior del territorio nacional; todo ello producto de un consumo nacional *per cápita* reportado de 18.20 kilogramos (kg) (PORCIMEX, 2020).

4.6 Consumo *per cápita*

De 2010 a 2019, el consumo de carne de cerdo por persona (CNA) en México presentó una tendencia creciente (Cuadro 12, Gráfico 12). Mientras que, en 2010, cada mexicano consumió, en promedio, 14.1 kg de carne de cerdo, en 2019 esa variable se ubicó en 18.2 kg; es decir, un crecimiento promedio del periodo de 3.2%.

En 2019, el consumo nacional aparente (CNA) de carne de cerdo se ubicó en 16.7 kg (PORCIMEX, 2021)

Cuadro 12. México. Consumo nacional *per cápita* de carne de cerdo, 2010-2019.

Año	Kg/persona
2010	14.10
2011	13.40
2012	14.40
2013	15.00
2014	15.00
2015	16.10
2016	16.70
2017	17.20
2018	18.00
2019	18.20

Fuente: elaboración propia con datos de PORCIMEX, 2021.

En el Gráfico 12 se observa sólo en 2011 se reportó un decrecimiento de 5% en el consumo per cápita de carne porcina en México o debilitamiento de la demanda nacional, sin embargo, y pese a esa caída en el consumo nacional, la producción interna se mantuvo creciente; por ejemplo, según el FIRA (2015), en 2010 se produjeron 1.17 millones de t de carne porcina en el país y para 2011 se reportaron 1.20 millones de t; esto es, un incremento de 2.56% de esos dos años; por lo que el

consumo, en esos años, se redujo, debido a una disminución de las importaciones (FIRA, 2015).

Pero en los periodos subsecuentes, la tendencia del consumo fue creciente. En términos absolutos, el consumo de carne de cerdo por habitante en México aumentó 4.1 kg en tal década (2010-2019), no sin mencionar que entre 2013 y 2014 se mantuvo sin cambios al reportar el mismo volumen consumido de esta carne (PORCIMEX, 2021).

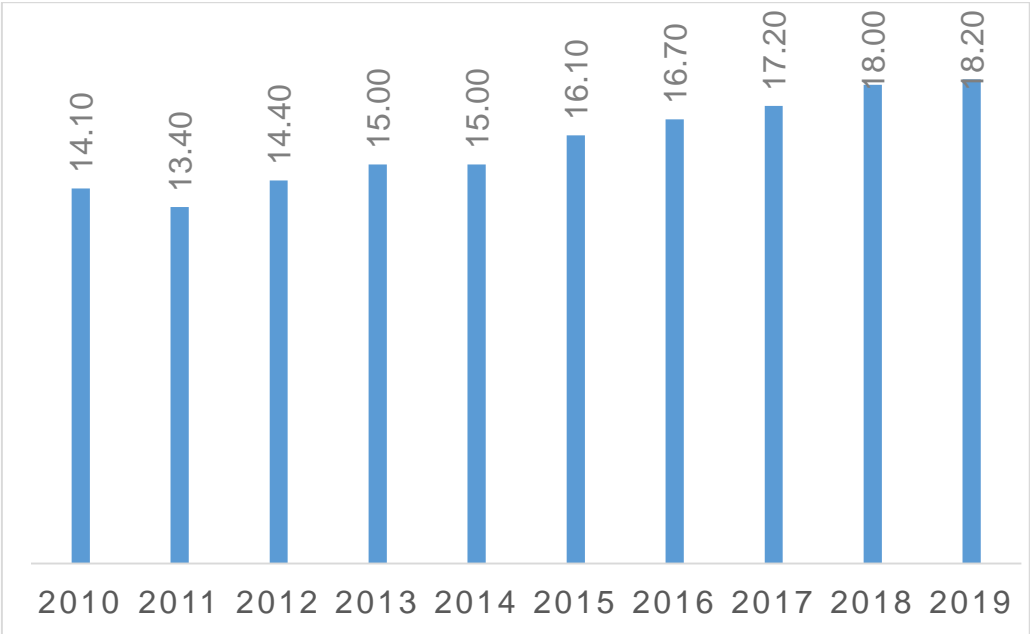


Gráfico 12. Consumo nacional *per cápita* de carne de cerdo en México, 2010-2019. Cifras en kg por persona.

Fuente: elaboración propia con información de PORCIMEX, 2021.

4.7 Precios nacionales

De acuerdo con datos oficiales (SIAP, 2021), durante el periodo 2010-2019, el precio de la carne de cerdo en canal evolucionó positivamente a una tasa de crecimiento promedio anual de 5.14%, al pasar de 30,510 \$/t en 2010 a 47,904 pesos en 2019. En términos absolutos, en esos 10 años, el precio en canal se incrementó \$17,394 (Cuadro 13, Gráfico 13).

De acuerdo con el FIRA (2016), factores como la estabilidad del tipo de cambio pesos/USD, precio de los granos de importación controlado y control de enfermedades de los animales tanto en granjas de Estados Unidos como en México fueron clave para que los productores nacionales se estimularan por el precio de la carne tanto en granja como en rastros.

Cuadro 13. México. Precios al productor en granja de carne de cerdo en canal, 2010-2019.

Año	\$/t
2010	30,510
2011	31,400
2012	32,690
2013	35,350
2014	37,990
2015	40,890
2016	41,340
2017	43,849
2018	45,876
2019	47,904

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP, 2021.

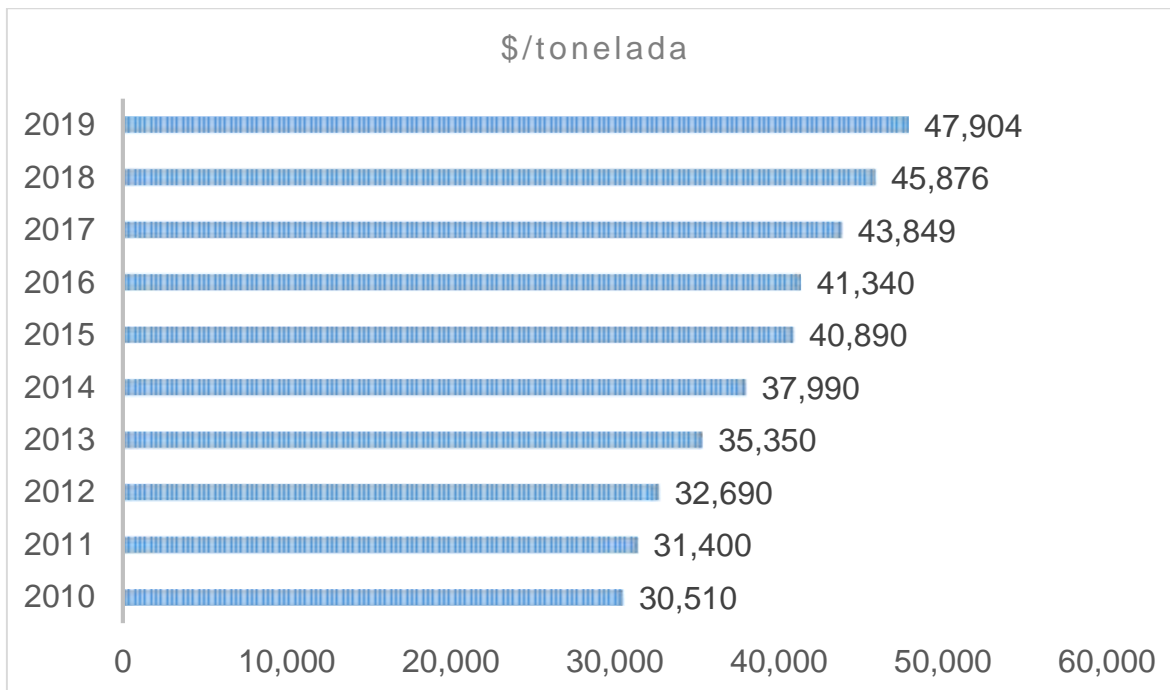


Gráfico 13. México. Precios de carne de cerdo en canal, 2010-2019.

Fuente: elaboración propia con información del SIAP, 2021.

Con base en información del SNIIM (2021), hasta febrero de 2020, el promedio nacional del precio al mayoreo por kg de carne de cerdo en canal en México fue de \$45.07. El estado de Zacatecas registró el precio mayor (\$54) y Sonora el precio menor (\$34.39) (Cuadro 14). En contraste, en 2010, el precio promedio por kg de carne de cerdo en canal se ubicó en \$29.00, un aumento promedio de 5.18% durante el periodo de 2010 a febrero de 2020 (SNIIM, 2021).

Cuadro 14. Comparativo de precios de la carne de cerdo. 20 de febrero de 2020.

Estados	Pie	Canal	Vísceras	Grasa
Aguascalientes	31.25	43.50	9.50	14.75
Campeche	32.50	37.50		
Coahuila	35.00			14.75
Chiapas	31.00	42.00		
Durango	35.50	51.50	2.00	20.00

ZCDF	33.85	49.00	4.00	19.75
Jalisco	28.75		19.98	25.95
Michoacán	34.50	49.50		
Nayarit	31.50	51.50	19.50	25.50
Nuevo León	29.00	45.00	9.75	19.00
Oaxaca	35.00	47.50		
Querétaro	34.00	46.00		
Sonora	27.20	34.39		
Veracruz	24.50	34.50		
Zacatecas	29.00	54.00		

Fuente: elaboración propia con datos del SNIIM, 2021.

En adición, de acuerdo con PORCIMEX (2021), hasta agosto de 2020, el precio de la canal de carne porcina en México se ubicó, promedio, en 47.50 \$/kg. Por cortes, durante la semana, como último dato oficial reportado, del 17 al 21 de agosto de 2020, el tocino y el pecho registraron los precios mayores, 66.00 y 58.50 \$/kg, respectivamente (Cuadro 15).

Cuadro 15. Precios de cortes de carne de cerdo, 17-21 de agosto de 2020.

Corte	\$/kg
Pie Lab Rastro	30.50
Canal	47.50
Pecho	58.50
Pierna	58.50
Espaldilla	45.00
Entrecot	44.00
Tocino	66.00
Cabeza	23.00
Cuero	26.50

Fuente: elaboración propia con información de PORCIMEX, 2021.

V. BREVE RESEÑA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PORCINOS

Con referencia en Alonso y Maqueda (2020), en México, la actividad productora de carne de cerdo presenta tres sistemas de producción: el sistema tecnificado, el semi tecnificado y el de traspatio, que también se llama como de pequeña escala, rural, familiar o artesanal.

5.1 El sistema de traspatio

Este sistema se representa por aquellas unidades de producción (UP) que manejan entre una y cincuenta reproductoras. Sin embargo, hay otra clasificación que establece que una granja a pequeña escala es aquella que maneja un máximo de 192 animales (Montero, 2015).

Las unidades de producción familiar se localizan, no solamente en áreas rurales, además en zonas urbanas y periurbanas; en algunas ocasiones estas granjas se manejan artesanalmente, pero en otras imitan condiciones intensivas de crianza. Con un porcentaje de distribución nacional aproximado de 30%.

Este sistema, en ocasiones, presenta características de subsistencia; en otros momentos de ahorro, pero en otros muchos casos en granjas que pueden categorizarse como empresas de pequeña escala y, estas microempresas se manejan no solamente por hombres; además la fuerza de trabajo se aporta por mujeres y niños, llegando a tener de uno hasta 300 porcinos (Hernández *et al.*, 2020).

Bajo la perspectiva del tipo de semovientes manejados en las unidades de producción, los porcinos en crecimiento y engorda representan el mayor porcentaje, seguido por las reproductoras, los lechones y los sementales.

En este sistema la etapa de lactación es igual o mayor a 28 días (d); en ciertos negocios de este sistema, la calidad genética es baja, y aunque la tendencia es hacia una mejora genética, la rusticidad y adaptación de los animales les permite a los productores eficientar (hasta cierto punto) su producción.

La alimentación de los cerdos del sistema familiar se basa en el uso de alimentos balanceados, desperdicios de las ramas de la industria alimenticia de las ciudades como: barreduras de panadería, pan duro, sémolas de trigo, tortilla dura, masa agria y desperdicios de verduras y frutas, otra fuente de alimentación para estos animales proviene de desperdicios de restaurantes y de las propias casas que tienen adjuntas instalaciones para los animales (Rebollar *et al.*, 2011).

Uno, entre varios, de los problemas a los que se enfrenta este sistema de producción se refiere a poco acceso a tecnologías adecuadas, pues en ocasiones copian tecnologías de empresas intensivas que no son idóneas para el sistema familiar. Son varias las razones por las cuales no es compatible la tecnología de empresas tecnificadas con las del sistema familiar, una de ellas es: los altos niveles de inversión. Esta inversión demanda de suficientes ingresos u otros activos mismos que no tienen los productores de este sistema.

5.2 Sistema semi tecnificado

Trata de reproducir algunas de las condiciones del sistema tecnificado, pero con recursos económicos limitados y sin desarrollarlos con la amplitud que se aplica en los sistemas intensivos.

Las medidas sanitarias son diferentes, el tipo genético de los animales es diverso; el control de producción es cuestionable en muchos casos; el uso de inseminación artificial es variable y, se manejan líneas genéticas mejoradas de orígenes diversos. La alimentación consiste en una dieta balanceada que pocas veces se realiza en la propia granja, y la mayoría de las veces se compra. El alimento se les brinda de manera manual o con sistemas semi-automatizados. Este tipo de porcicultura tiene un porcentaje de distribución nacional aproximado del 20%.

En las producciones semi-tecnificadas, la falta de aplicación de un flujo de producción y el cálculo de instalaciones como herramientas para lograr una planeación más precisa, origina problemas de hacinamiento y manejo que derivan en problemas sanitarios y de bienestar animal que tienen consecuencias desfavorables en el nivel de producción.

Tanto en la porcicultura industrializada como en la semi-tecnificada, se presentan obstáculos en la comercialización, entre ellos es el efecto de la actividad humana sobre el ambiente que se origina al carecer de sistemas de mitigación del impacto ambiental de las granjas porcinas.

El costo alto para adquirir los granos, ha tenido una fuerte repercusión en el mercado de los alimentos para consumo humano, y sobre las ramas de la ganadería que soportan la alimentación del ganado, mayoritariamente, en alimentos balanceados. En el último lustro, se ha originado un incremento en los costos de producción, en los sistemas industrializados, los costos por concepto de

alimentación llegan a rebasar el 75% de los costos totales de producción (Rebollar et al., 2011; El Despertar del Campo, 2020; Hernández *et al.*, 2020a,b).

5.3 Sistema tecnificado

La porcicultura intensiva o tecnificada es aquella en la que se utilizan avances tecnológicos, de manejo, nutrición, sanitarios y genéticos; con un control estricto de animales y personal, así como de medidas sanitarias, el manejo se preestablece por día, se utilizan registros dentro de cada área y programas de cómputo para recopilar y analizar la información obtenida dentro de la granja.

Se emplea la inseminación artificial como método reproductivo en el 100% de los casos, la alimentación consiste en dietas balanceadas, concebidas para animales en diferentes estadios fisiológicos y se ofrecen en forma automatizada.

En la mayoría de los casos, el manejo zoonosanitario es preventivo, mediante estudios epidemiológicos, medidas de bioseguridad y de inmunización; se emplean líneas genéticas de un solo origen mejoradas mediante una selección previa del material genético. Esta porcicultura abarca del 40-50% del inventario en México y aporta el 75% de la producción nacional de carne de cerdo (Hernández *et al.*, 2020a; El Despertar del Campo, 2020).

Las granjas tecnificadas, tienen un impacto grande sobre la producción mundial de carne de calidad, tienden a mejorar su inocuidad por medio de la adopción de los sistemas de calidad y prácticas eficientes de producción, las cuales disminuyen los riesgos para la salud animal y humana, así como factores relacionados con la sanidad de los animales, seguridad alimentaria, criterios ambientales y normas de bienestar animal, que en conjunto son atributos cada vez más valorados por los consumidores, y por tanto, incluidos en los criterios de producción para generar mayor confianza en el producto final (Hernández *et al.*, 2020a).

VI. RESULTADOS

6.1 Estimación del modelo de regresión

En esta tesis, el modelo de regresión lineal múltiple estimado y mejor ajustado a la demanda nacional de carne de cerdo en canal, periodo 1990-2019 (Cuadro 1), fue el siguiente:

$$DNCP_t = 48,280 - 16.51PRC_{t-2} + 6.34PRCB_{t-1} + 27.90PRCP_t - 64.32PRT_t \\ + 1.77PIBR_{t-2} + 1.14DNCP_t$$

6.2 Interpretación del coeficiente de los estimadores del modelo

La cantidad de 48,280 como resultado del intercepto del modelo, carece de interpretación económica debido a que no es factible entender que la demanda nacional de carne de cerdo en canal sea de tal magnitud, cuando todas las variables que determinan la demanda del producto toman un valor de cero (Gujarati y Porter, 2010). El coeficiente de cada variable independiente de la función de la demanda expone la relación marginal entre dicha variable y la demanda nacional de carne de cerdo en canal, manteniendo constante el efecto de todas las demás variables.

Así, -16.51 como valor del coeficiente del PRC, significa que, por cada 1,000 pesos mexicanos de incremento en el precio por tonelada de la carne de cerdo en canal, se espera (*ceteris paribus*) que la cantidad demandada de dicha carne presente una disminución en, aproximadamente, 16.51 miles de t.

En adición, 6.34 positivo que es el coeficiente del PRCB (precio real de la carne bovina o de bovino) muestra que por cada 1,000 pesos mexicanos en que aumente el precio de la carne bovina en canal, su cantidad demandada decrecerá y la

demanda de carne de cerdo se incrementará, *ceteris paribus*, por efecto de ese precio, en 6.34 miles de t de carne en canal.

De forma similar, el valor del coeficiente 27.90 como el precio asignado a la carne de pollo en canal, significa que de cada 1,000 pesos mexicanos en que aumente su precio por cada tonelada, se espera que la cantidad demandada de pollo decrezca y en consecuencia, la demanda nacional de carne de cerdo en canal, aumentará en 27.90 miles de t.

De la misma manera, PRT el precio real asignado a la tortilla, revela que cuando se mantienen constantes los efectos de todas las demás variables que determinan el comportamiento de la demanda de carne de cerdo en canal, cada incremento de 1,000 pesos en su precio (de la tortilla) por cada tonelada, la demanda nacional por carne de cerdo se reduce en 64.32 miles de t

Y, el coeficiente de la variable de ingreso real *per cápita* manifiesta que cada 1,000 pesos adicionales de ingreso real del consumidor de carne de cerdo en canal representan, en promedio, un aumento de 1.77 miles de t de carne de cerdo al año.

6.3 Análisis estadístico del modelo estimado

Con relación al resultado del modelo de demanda de carne de cerdo en canal, la significancia global del modelo estimado, cuantificada a través de la F-calculada fue 275 ($P < 0.0001$), por lo que, estadísticamente, el modelo fue significativo. Por su parte, las variables independientes explicaron, a través del coeficiente de determinación R^2 ajustado, en 99.20% la dinámica nacional de la demanda de carne de cerdo en canal. Todas las variables explicativas incluidas en el modelo fueron significativas tanto estadística ($P < 0.05$) (Cuadro 16) como económicamente.

Además, cada estimación del parámetro es más del doble que su error estándar, lo cual significa que las estimaciones son importantes desde el punto de vista de la estadística (Brigham y Pappas, 1992).

En adición, los errores estándar de las tres variables controlables de decisión en el modelo estimado, el precio de la carne de cerdo, precio de la carne de pollo y el precio de la tortilla son muy pequeños en referencia a sus respectivos coeficientes. Ello implica que los coeficientes de regresión de esas tres variables son, probablemente, estimaciones aceptables de la relación verdadera entre ambas y la demanda nacional de carne de cerdo en canal; por tanto, es viable utilizarlas con un cierto grado de confianza para fines de toma de decisiones.

En este mismo sentido, el modelo no presenta evidencia de resultados espurios (Guzmán *et al*, 2019), tiene baja correlación ($DW = 2.64$) y, con base en el resultado de White (13) y Breush-Pagan (4.77), como medidas estadísticas de detección de heterocedasticidad (Gujarati y Porter, 2010); no hubo evidencia de heterocedasticidad (varianza distinta) en los resultado del modelo estimado.

Se dice que una relación espuria (o, a veces, correlación espuria) es una relación matemática en la cual dos acontecimientos no tienen conexión lógica, aunque se puede implicar que la tienen debido a un tercer factor no considerado aún (llamado "factor de confusión" o "variable escondida"). En otras palabras, en numerosas ocasiones parece haber relaciones causales entre variables cuando en realidad no las hay. Esta aparente relación puede darse por cualquier casualidad. Existen numerosos casos en los que el coeficiente de correlación entre variables es significativo y no existe una relación causal entre estas. Es decir, aparentemente una variable causa a la otra, aunque estas no tengan nada que ver (Gujarati y Porter, 2010).

Por tanto, desde el punto de vista de la teoría microeconómica el signo aritmético de cada estimador fue el que se esperaba y por ende, el modelo presentó lógica económica en términos de la relación de cada variable explicativa con la variable explicada.

Cuadro 16. Resultados estadísticos del modelo de demanda de carne de cerdo en canal en México, 1990-2019.

Variable	Estimador	EE	t-calculada	Significancia
Intercepto	48,280	141,050	0.34	P<0.740
PRCC	-16.51	7.34	-2.25	P<0.065
PRCB	6.34	2.81	2.60	P<0.035
PRCP	27.86	9.64	2.89	P<0.027
PRT	-64.32	21.42	-3.00	P<0.023
PIB	1.77	0.78	2.27	P<0.031
DCC	1.14	0.19	6.13	P<0.0009

Fuente: elaboración propia con datos de la salida del modelo. Nota: en este cuadro se escribieron dos y tres decimales con el propósito de una mejor presentación de los resultados estadísticos del modelo. EE: error estándar. DW: Durbin-Watson = 2.64; BP: Breusch-Pagan = 13; White = 4.77.

6.4 Elasticidades económicas

Con base en el signo de los coeficientes de las variables explicativas (Cuadro 17), el modelo, además de presentar significancia estadística, fue significativo desde el punto de vista de la Microeconomía. Por tanto, durante 1990-2019, para México, la demanda nacional de carne de cerdo en canal se vio influenciada por la dinámica nacional del precio del producto, del precio de la carne de cerdo y precio de la carne de pollo en canal, por el precio de la tortilla y la evolución del PIB *per cápita*, como aproximación al ingreso real por persona.

En lo individual, la cantidad demandada de carne porcina se comportó como inelástica al precio (-0.38) (Cuadro 17), pues, a manera de interpretación, por cada unidad porcentual de variación en su precio, se espera (*ceteris paribus*) que dicha cantidad demandada varíe en 0.38%; así, por cada 1% en que decrezca el precio real de esta carne, es de esperarse que la cantidad demandada de carne de cerdo se incremente en 0.38%; tal resultado fue similar (-0.42) al de Kesavar y Buhr (1995) para un estudio de carnes en Estados Unidos en el que utilizaron un sistema de demanda inverso y, convergente (-0.01) con el que encontraron Piggott *et al.* (1996), sobre un estudio de elasticidades de carne en Australia, pero alejado (-2.20) del estudio de Ulobasoglu *et al.* (2015) sobre elasticidades de carnes australianas.

En el periodo de análisis, con base en la estadística oficial, el precio real promedio del producto (carne de cerdo en canal) presentó una dinámica decreciente (-1.5%) (INEGI-BIE, 2020), en tanto que la demanda promedio nacional fue creciente (4%).

Ese resultado fue similar, pero alejado en valor (-0.006), al que generaron Rebollar *et al.* (2014) en un estudio de carne de cerdo en canal para México pero por regiones; similar (-0.97) al trabajo publicado por Díaz *et al.* (2007), alejado a la investigación de Barrera (2010) (-0.06) para un estudio de carnes en Colombia; cercano (-0.3) a los hallazgos de Díaz y Rodríguez (2010), poco alejado pero inelástico de la afirmación de García *et al.* (2004) en el periodo 1980-2009 también para México.

Con relación a estudios de demanda de carne porcina fuera de México, Galvis (2000) en su análisis de demanda de carnes en Colombia sintetizó que la elasticidad precio de la demanda de carne de cerdo fue -0.55 para el periodo 1970-1998.

En seguimiento a los resultados de este trabajo, el valor de la elasticidad cruzada de la demanda de carne de cerdo y el precio de carne en canal de bovino (Cuadro 7), fue mayor que cero (0.17), clasificándolo, de acuerdo a la teoría económica,

como bien o producto sustituto. Se interpreta como sigue: por cada 1% de incremento en el precio de la carne de bovino, se espera (*ceteris paribus*) que la demanda de carne de cerdo en canal aumente 0.17%. En seguimiento a tal resultado, en el periodo de análisis, el precio real promedio del bovino en canal observado aumentó 0.6% y su efecto observado sobre la demanda porcina en canal fue 4% de aumento en promedio del periodo.

Tal hallazgo está en concordancia con los resultados publicados por García *et al.* (2004), al confirmar un valor de 0.16 para el periodo 1984-2002; semejante a los de Díaz *et al.* (2007) cuya elasticidad cruzada cerdo/bovino fue 1.40; y en la misma dirección con las afirmaciones de Díaz y Rodríguez (2010) cuyo resultado fue 0.32 y convergente (0.10) con los de Rebollar *et al.* (2014).

En este estudio y para el periodo que se ha considerado, el precio de la carne de pollo en canal se comportó como sustituto en la demanda nacional de carne porcina canal, la elasticidad cruzada cerdo/pollo (0.5) significa que por cada 1% de incremento en el precio del pollo, la demanda nacional de carne de cerdo se espera que aumente en 0.50%.

Tal resultado es homogéneo con el de Rebollar *et al.* (2020) en que la elasticidad cruzada de la demanda pollo/cerdo en la región Centro-Este de México fue 0.16. Adicionalmente, durante el periodo de estudio, el precio real de la tortilla en México fue como bien complementario a la demanda nacional de carne de cerdo, cuya elasticidad cruzada alcanzó un valor de -0.43; esto es, que por cada 1% de incremento en su precio, determina que la demanda por carne de cerdo en México se incremente en 0.43%.

Lo anterior se observó durante el periodo de estudio, en México, ya que tanto el precio real de la tortilla como el consumo de carne de cerdo aumentaron (Iglesias *et al.*, 2017; INEGI-BIE, 2020).

En esta tesis, debido al signo y valor tanto del coeficiente de la variable ingreso y su elasticidad, la carne de cerdo se comportó como un bien normal, necesario e inelástico al ingreso del consumidor, pues la elasticidad ingreso de la demanda que se obtuvo fue 0.11 (Cuadro 17) y ello significa que por cada 1% de incremento en el PIB *per cápita* como medida de aproximación al ingreso real, se espera que la demanda nacional de carne de cerdo en canal se incremente en 0.10% y, con base en ese resultado, se espera que la curva de la demanda del producto cárnico se mueva hacia la derecha debido al efecto desplazador del ingreso; en contraste a este resultado, Ulubasoglu *et al.* (2015) confirmaron que en Australia la carne de cerdo fue elástica al ingreso (1.59).

Durante el periodo de análisis de esta tesis, los datos oficiales que se observaron mostraron que el ingreso del consumidor se incrementó en promedio, 3.50%, en consecuencia, la demanda nacional de carne porcina aumentó 3.90% (INEGI, 2020).

En concordancia con este resultado, Rebollar *et al.* (2014) confirmaron 0.13 como elasticidad ingreso de la demanda de carne porcina en México; Por su parte Díaz y Rodríguez (2010) concluyeron 0.37 para el periodo 1980-2009; García *et al.* (2004) afirmaron 0.22 como elasticidad del gasto destinado al consumo de esta carne como promedio del periodo 1961-2002, en tanto que el hallazgo de González *et al.* (1992) fue de 0.68 para el periodo 1960-1990. En sí, esos autores enfatizaron en que la demanda nacional de carne de cerdo, en periodos distintos, fue un bien normal e inelástico al ingreso.

Cuadro 17. México. Elasticidades estimadas para la demanda de carne de cerdo en canal, 1990-2019.

Elasticidad	Valor	Clasificación
Precio de la demanda de carne de cerdo	-0.38	Inelástica
Cruzada de demanda cerdo/bovino	0.17	Bien sustituto
Cruzada de demanda cerdo/pollo	0.50	Bien sustituto
Cruzada de demanda cerdo/tortilla	-0.43	Bien complementario
Ingreso de la demanda	0.11	Normal e inelástico

Fuente: estimaciones propias con base en los resultados estadísticos del modelo.

VII. CONCLUSIONES

En esta investigación, el modelo de regresión lineal múltiple explicó favorablemente el comportamiento de la demanda nacional de carne de cerdo en canal. Todos los signos de los coeficientes de las variables independientes durante el periodo 1990-2019 tuvieron el signo esperado de acuerdo a la teoría microeconómica. Las variables predeterminadas que ejercieron influencia mayor en el comportamiento de la demanda nacional del cárnico fueron el precio del producto, el precio real de la carne de pollo y el precio real de la tortilla, lo anterior, con base en el error estándar de cada uno de sus estimadores. Por la significancia estadística y económica de los resultados, el modelo puede considerarse dentro la toma de decisiones por quienes deciden la política pecuaria en México.

VIII. RECOMENDACIONES

Con relación a los resultados que se obtuvieron en esta tesis, debido a que el modelo estadístico que se generó para su explicación fue un modelo lineal multivariable, se recomienda, de ser posible, utilizar la misma base de datos, en su caso, actualizarla, para probar modelos estadísticos no lineales (exponenciales) y que se añadan más variables determinantes de la demanda, en caso de que exista información. Por ejemplo, una variable adicional sugerible es el nivel de urbanización, precio del pan, además del de la tortilla; utilización de bases distintas para deflactar los datos; así como intentar estimar modelos de demanda de los que se conocen, pero que hay poca investigación sobre ellos, los llamados modelos de demanda casi ideal (MDCI), si es que el o los interesados, disponen de conocimiento y de dominio económico-matemático para ello.

IX. LITERATURA CITADA

- Alonso Pesado, F. A., Maqueda Sánchez, A. (2020). Breve reseña de la porcicultura de traspatio en México. Recuperado de <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/breve-resena-de-la-porcicultura-de-traspatio-en-mexico/>. 16 Dic 2020.
- Barrera Valencia, H. (2010). La función de demanda observada de carnes en Colombia (2000-2007): análisis comparativo de resultados de varios modelos econométricos. *Revista de la Maestría en Derecho Económico*, 6(6), 179-220.
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revmaescom/article/view/7171>.
- Brigham, F.E. y Pappas, L.J. (1992). *Economía y Administración*, México, D. F., McGrawHill.
- BMeditores. (2021). Importaciones y exportaciones de carne de cerdo. Recuperado de <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/la-carne-de-cerdo-en-el-mundo-y-las-importaciones-y-exportaciones-del-producto-por-mexico/>. 20 Ene 2021.
- Callejas Juárez, N., Martínez Castañeda, F. E., Rebollar Rebollar, S. (2020). Estructura de mercado para cerdos vivos en México. *Redes* (Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales), 31(2), 85-102. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/redes.888>.
- Carbajal García M., Rebollar Rebollar, S., Hernández Martínez J., Gómez Tenorio, G., Guzmán Soria, E. (2017). Estimación de un modelo de demanda de sorgo grano en México, con la técnica de retrasos distribuidos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(2), 235-242.
<http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2347/1158>.
- CEDRSSA. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2014). Consumo, distribución y producción de alimentos: el caso del complejo maíz-tortilla. Recuperado de

- http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/40Reporte_ma%C3%ADz-tortilla_septiembre_2014.pdf. 10 Oct 2020.
- Díaz Carreño, M. A., Mejía Reyes, P., del Moral Barrera, L. E. (2007). El mercado de la carne de cerdo en canal en México. *Análisis Económico*, 5(12), 275-287. <https://www.redalyc.org/pdf/413/41311486014.pdf>.
- Díaz Carreño, M. A.; Rodríguez Licea, G. (2017). Análisis de la oferta y demanda de la carne de cerdo en canal en México, 1980-2009. *Paradigma Económico*, 2(2), 41-57. <https://paradigmaeconomico.uaemex.mx/article/view/4777>.
- El despertar del Campo. (2020). Sistemas de producción porcina. Recuperado de <http://eldespertardelcampo.com.mx/2020/03/23/sistemas-de-produccion-porcina/#:~:text=La%20porcicultura%20intensiva%20o%20tecnificada,cada%20%C3%A1rea%20y%20programas%20de>. 16 Dic 2020.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2020a). Ganadería primaria. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL>. 13 Nov 2020.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2020b). Estadísticas de Comercio Exterior. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TP>. 8 Oct 2020.
- Figuroa Reyes, S., Rebollar Rebollar, S., Rebollar Rebollar, E., Rebollar Rebollar, A., Hernández Martínez, J. (2019). Modelo de demanda para bovinos carne en el Centro-Occidente de México, 1996-2017. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 23(44), 138-145. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/141/14161295002/14161295002.pdf>.
- FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura. (2015). Panorama Agroalimentario. Carne de porcino. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61951/Panorama_Agroalimentario_Carne_Porcino_2015.pdf. 7 Ene 2021.
- Galvis Aponte, L. A. (2000). La demanda de carne en Colombia: un análisis econométrico. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, Núm. 13- Centro de Estudios Económico Regionales. Banco de la República

Cartagena de Indias.

[https://www.academia.edu/29897966/La demanda de carnes en Colombia un análisis económico.](https://www.academia.edu/29897966/La_demanda_de_carnes_en_Colombia_un_analisis_economico)

García Mata, R., Villar Villalón, M. F., García Salazar, J. A., Mora Flores, J. S., García Sánchez, R. C. (2004). Modelo econométrico para determinar los factores que afectan el mercado de la carne de porcino en México. *Interciencia*, 29(8), 414-429. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33909503>.

García Mata, R., González Hernández, S., López López, E. (1992). El mercado de la carne en México: res, cerdo y pollo. Centro de Economía. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 209 p.

Gujarati, N.D. y Porter, D.C. (2010). *Econometría*. México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana.

Guzmán Soria, E., de la Garza Carranza, M. T., García Salazar, J. A., Rebollar Rebollar, S., Hernández Martínez, J. (2019). Análisis económico del mercado del frijol grano en México. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 131-146. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/33760/36153>.

Hernández Martínez, J., Rebollar Rebollar, S., Rodríguez Licea, G., González Razo, F de J., Rebollar Rebollar, E., Ramírez Abarca, O. (2020a). Costos y competitividad en granjas porcinas de traspatio en dos comunidades de México. *Agroproductividad* 13(6): 93-98. Jun 2020. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1656/1335>.

Hernández Martínez, J., Rodríguez Licea, G., Gómez Tenorio, G., Guzmán Soria, E., Rebollar Rebollar, E., Rebollar Rebollar, S. (2020b). Análisis de la competitividad de la porcicultura en Tejupilco y Luvianos México (2006-2018), *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 663-677. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/39337>.

Iglesias Reyes, A. E., Ortiz Muñoz, M. A. R., Juárez Mosqueda, M. L., Guevara González, J. A., Córdova Izquierdo, A. (2017). Comportamiento de la porcicultura mexicana de los años 1970 a 2017. Una revisión documental

- sobre su desempeño. *Sociedad Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 17(34), 153-172. http://srpma.xoc.uam.mx/tabla_contenido.php?id=809.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2020). Cuentas nacionales de México. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>. 5 Oct 2020.
- INEGI-BIE. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Banco de Información Económica. (2020). Consulta de precios promedio. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/preciospromedio/>. 10 Oct 2020.
- Kesavar, T., Buhr, B. (1995). Price determination and dynamic adjustments: an inverse demand system approach to meat products in the United States, *Empirical Economics*, 20, 681-688. <https://doi.org/10.1007/BF01206064>.
- Montero, L. E. M. (2015). Características de la producción porcina. Alternativas para la producción porcina a pequeña escala. 1ra ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. 2015.
- OECD. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (por sus siglas en ingles). 2020. Exámenes de mercado en México. Estudio de caso del mercado de la carne de cerdo en México. Recuperado de <https://www.oecd.org/daf/competition/market-examinations-mexico-pork-meat-market-web-esp.pdf>. 17 Dic 2020.
- Olubasoglu, M., Mallick, D., Wadud, M., Hone, P., Hazsler, H. (2015). Elasticidades para la demanda de alimentos en Australia, *Agricultural and Resource Economics*, 117-195. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-8489.12111>.
- OPORPA. Organización de Porcicultores del País. 2020. Comercio exterior. Recuperado de <http://oporpa.org/wp-content/uploads/2019/08/COMERCIO-EXTERIOR-2019.pdf>. 15 Dic 2020.
- Parkin, M. y Loría, E. 2015. Microeconomía. Versión para América Latina. 11ava ed. Pearson. México, D. F.

- Pérez Vera, F. C., García Mata, R., Martínez Damián, M. A., Mora Flores, J. S., Vaquera Huerta, H., Estrada González, A. (2010). Efecto de carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(2), 115-126. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1517/1512>.
- Pérez Espejo, R. (2020). Porcicultura intensiva y medio ambiente en México. Recuperado de <http://www.fao.org/3/x1700t/x1700t03.htm>. 16 Dic 2020.
- Piggott, N. E., Chalfant, J. A., Alston, J. M., Griffith, G. R. (1996). Demand response to advertising in the Australian meat industry, *American Journal of Agricultural Economics*, 78(2), 268-79. <https://doi.org/10.2307/1243701>.
- PORCIMEX. Confederación de Porcicultores Mexicanos. (2020). Producción mundial. Recuperado de <http://porcimex.org/estadisticas/nprodmundial.htm>. 13 Nov 2020.
- Porcicultura. (2020). Importaciones de carne de cerdo. Recuperado de <https://www.porcicultura.com/destacado/Hasta-octubre-Mexico-ha-reducido-en-6%C2%AC-las-importaciones-de-carne-de-cerdo-estadounidense>. 15 Dic 2020.
- Rebollar Rebollar, A., Hernández Martínez, J., Rebollar Rebollar, S., González Razo, F de J., García Martínez, A., Guzmán Soria, E. (2011). Competitiveness and profitability of beef cattle in the South of State of Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2), 691-698.
- Rebollar Rebollar, A., Gómez Tenorio, G., Hernández Martínez, J., Rebollar Rebollar, S., González Razo, F. J. (2014). Comportamiento de la oferta y demanda regional de carne de cerdo en canal en México, 1994-2012. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(4), 377-392. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4008>.

- Rebollar Rebollar, E., Rebollar Rebollar, S. (2019). Determinantes de la demanda de carne de pollo en canal en México, 1990-2018. *AgroProductividad*, 12(12), 75-80. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1533>.
- Rebollar Rebollar, S., Velázquez Villalva, H. H., Gómez Tenorio, G. Posadas Domínguez, R. R., Martínez Castañeda, F. E. (2020). Efectos de la aplicación de subsidios al mercado porcino en México. *Archivos de Zootecnia*, 69(265):30-37. <https://doi.org/10.21071/az.v69i265>.
- Rebollar Rebollar, S., Rebollar Rebollar, E. Hernández Martínez, J. (2020). Análisis de los determinantes de la demanda de carne de pollo en el Centro-Este de México, 1996-2018. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 6, 1-8. <http://revistas.uaem.mx/index.php/aap/article/view/112/32>.
- Rubí González, Y., Rebollar Rebollar, A., Rebollar Rebollar, S., Rebollar Rebollar, E., Hernández Domínguez. M. R. (2018). Modelo econométrico de demanda de carne de pollo en la CDMX, 1996-2016. *Revista Mexicana de Agronegocios* XXII(43), 99-106. https://ageconsearch.umn.edu/record/281301/files/9.-%20Rebollar%20et%20al_carne%20pollo%20CDMX.pdf.
- SAS. Sistema de Análisis Estadístico. 2003. SAS versión 9.1.3. NC, USA: Institute Inc, Cary.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2020a. Concentrado Nacional de la Producción Pecuaria. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecConcentrado.jsp. 7 Sep 2020.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Nube. 2020b. Anuario Estadístico de la producción ganadera. Recuperado de https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/. 10 Oct 2020.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2021. Carne en canal de porcino. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp. 06 Ene 2021.

- SNIIM. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercado. (2021). Comparativo de precios de la carne de cerdo. Recuperado de <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>. 07 Ene 2021.
- Vázquez-Alvarado, J. M. P. y Martínez-Damián, M. A. (2015). Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(5), 955-965. <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263139893004.pdf>.

X. ANEXOS

Anexo 1. Consumo nacional aparente de carne de cerdo en canal, 1990-2019

Año	CNA (t), cerdo en canal
1990	1,958,936
1991	1,240,561
1992	1,228,504
1993	1,433,766
1994	1,082,422
1995	1,383,659
1996	1,529,528
1997	1,025,221
1998	1,527,930
1999	1,623,430
2000	1,545,800
2001	1,346,477
2002	1,167,254
2003	1,711,356
2004	1,311,707
2005	932,793
2006	2,213,682
2007	1,745,730
2008	2,094,940
2009	1,201,326
2010	1,330,816
2011	2,334,597

2012	920,653
2013	1,873,119
2014	926,288
2015	867,550
2016	968,764
2017	874,174
2018	858,897
2019	786,730

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Población, en número de habitantes, de México. 1990-2019

Año	POB, habitantes
1990	85,072,342
1991	87,074,532
1992	88,832,432
1993	90,602,456
1994	92,355,871
1995	94,054,132
1996	95,876,664
1997	97,204,604
1998	98,485,424
1999	99,706,067
2000	100,895,811
2001	102,122,295
2002	103,417,944
2003	104,719,891
2004	105,951,569
2005	107,151,011
2006	108,408,827
2007	109,787,388
2008	111,299,015
2009	112,852,594
2010	114,255,555
2011	115,682,868
2012	117,053,750
2013	118,395,054

2014	119,713,203
2015	121,005,815
2016	122,273,473
2017	123,518,270
2018	124,738,000
2019	125,930,000

Fuente: elaboración propia, con datos del CONAPO, varios años.

Anexo 3. Precio nominal de la tortilla en México (\$/kg), 1993-2019

Año	P tortilla
1993	1.35
1994	1.45
1995	1.95
1996	2.60
1997	3.15
1998	3.65
1999	4.25
2000	4.60
2001	5.30
2002	5.60
2003	6.20
2004	6.70
2005	7.10
2006	7.70
2007	8.70
2008	9.00
2009	9.80
2010	10.30
2011	11.80
2012	13.20
2013	13.50
2014	13.70
2015	13.90
2016	14.00
2017	14.10
2018	14.20

2019

14.50

Fuente: elaboración propia.