



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE
SUBSIDIOS A LA PORCICULTURA MEXICANA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

**PRESENTA:
HÉCTOR HUGO VELAZQUEZ VILLALVA**

Temascaltepec, Estado de México, México, Noviembre 2016.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE
SUBSIDIOS A LA PORCICULTURA MEXICANA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

P R E S E N T A:

HÉCTOR HUGO VELAZQUEZ VILLALVA

COMITÉ DE TUTORES

Dr. Germán Gómez Tenorio, Tutor Académico

Dr. Samuel Rebollar Rebollar, Tutor Adjunto

Dr. Francisco Ernesto Martínez Castañeda, Tutor Adjunto

Temascaltepec, Estado de México, México, Noviembre 2016.

PUBLICACIONES

El presente trabajo de disertación está basado en las siguientes publicaciones:

1. Determinación del tamaño de planta de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en la región sur del estado de México. Análisis Corporativo, Desarrollo y Finanzas, Editorial Martínez, Primera edición Año 2016, ISBN: 978-607-503-183-5 pág. 203-224
2. Determinación de la ubicación, tamaño de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en el estado de México. Producción, Comercialización y Medio Ambiente, Editorial ECORFAN, Primera edición Año 2016, ISBN: 978-607-8324-65-1 pág. 109-118
3. Mercado de la carne de cerdo en México, un modelo de optimización. Congreso Internacional Agroalimentario 2016, “Alimentación sostenible: desafíos y retos para la agricultura mexicana” (Aceptado)
4. Efectos regionales y nacionales sobre la producción y consumo de carne de cerdo con la aplicación de aranceles a la carne importada. Ganadería, Sociedad y Recursos Naturales. Editorial Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Primera edición Año 2016, ISBN: en trámite pág. 215 - 228
5. Evaluación del efecto regional y nacional de la aplicación de políticas económicas a la porcicultura mexicana. (Enviado)

RESÚMENES

Con el objetivo de mejorar la competitividad de la porcicultura mexicana se realizaron diversas investigaciones enfocadas a determinar la ubicación y tamaño óptimo de rastros en el estado de México (Contribución 1 y 2) y de evaluar a nivel nacional la aplicación de políticas económicas subsidio y arancel a la producción nacional o carne de cerdo importada (Contribución 3, 4 y 5).

El objetivo de la primera investigación fue determinar para el año 2030 la ubicación, el tamaño de planta y rutas óptimas de transporte de cerdos de granjas a rastros y de canales de rastros a centros de consumo en cuatro Municipios del sur del Estado de México. La información se analizó con un modelo de programación lineal de mínimo costo utilizando el software Solver Premium Platform. Los resultados indican que con una distribución óptima, se ahorrarían \$351,104 anualmente en la comercialización, y se deben construir rastros en los municipios de Temascaltepec y San Simón de Guerrero para sacrificio de 67 y 35 cabezas respectivamente.

Palabras clave: cerdos, rastros, programación lineal, sur del Estado de México.

El objetivo de la segunda investigación fue determinar las rutas óptimas de transporte de granja a rastro y de rastro a centros de consumo de carne de cerdo en el Estado de México y Distrito Federal actual y la ubicación y el tamaño óptimos de los rastros para el año 2030. La información de producción, consumo, costo de sacrificio de cerdos y costo de transporte se obtuvo de fuentes primarias y secundarias. Se analizó con modelo de programación lineal de mínimo costo utilizando el software Solver Premium Platform 2014-R2. Los resultados indican que la diferencia entre la distribución óptima y la más costosa implica un ahorro de \$119,107,716 pesos anuales. La proyección para 2030 señala que utilizando los rastros actuales, deberán aumentar su tamaño en los distritos de Atlacomulco, Tejupilco y Toluca para el sacrificio de 9138, 345 y 13598 cerdos más por semana respectivamente. Si se construyeran todos los rastros nuevos, no se ubicarían en los distritos de Ecatepec, Naucalpan, Tlalnepantla y Tultitlán, donde actualmente existen, y el 93.3% de los sacrificios se realizarían en los distritos de Atlacomulco, Chimalhuacán y Toluca.

Palabras clave: porcino, canales, rastros, distribución y mínimo costo.

En la tercera contribución el objetivo fue generar un modelo que optimizara el mercado de carne de cerdo en México en el año 2015. Se utilizó la regionalización socioeconómica del país, y se obtuvo la información de: oferta, demanda, precio de cerdo en canal, costo de transporte y funciones de producción precio-oferta, precio-demanda para cada región. Se calculó la óptima distribución y el valor social neto (VSN) de ese año con un modelo de programación no lineal utilizando el software Solver Premium Platform 2014-R y se comparó con el observado. Los resultados indicaron que el valor social neto óptimo fue mayor al observado en 0.11%. El modelo sobrestimó la producción nacional en 0.28%, además subestimó las importaciones y consumo nacionales en -1.65% y -0.52% respectivamente, por lo que constituye un instrumento para elaborar recomendaciones de política económica en favor del mercado de la carne porcina en México.

Palabras clave: cerdo, mercado, optimización, programación no lineal

El objetivo de la cuarta investigación fue conocer la situación del mercado de la carne de cerdo en México si se aplicaran aranceles a la carne de cerdo importada de Estados Unidos. Se utilizó la regionalización socioeconómica del país, y se obtuvo la información de oferta, demanda, precio de cerdo en canal, costo de transporte y funciones de producción precio-oferta, precio-demanda para cada región. Se calculó el valor social neto (VSN) en 2015 con un modelo de programación no lineal utilizando el software Solver Premium Platform 1014-R, se desarrollaron tres escenarios incrementando el precio de la carne de importación en un 10, 20 y 30%. Los resultados indicaron que en los tres escenarios propuestos la producción nacional aumentaría en 0.17, 0.35 y 0.52% respectivamente, las importaciones disminuirían 0.86, 1.93 y 2.88%, pero el consumo disminuiría 0.26, 0.59 y 0.88% y el VSN bajaría 0.06, 0.12, y 0.18%. A nivel regional se observó el mismo comportamiento para las 3 variables, las regiones que tendrían un aumento mayor en su producción serían la Oriente, la Centro-Este y la Península de Yucatán, mientras que las regiones donde disminuiría más el consumo serían la Centro-Este, la Centro-Occidente y la Oriente.

Palabras clave: arancel, producción, cerdo, regionalización, programación no lineal.

El objetivo de la quinta investigación fue evaluar si habría cambios y de qué magnitud en la producción nacional y regional de carne de cerdo en México si se aplicaran aranceles a la carne de cerdo importada, y subsidios a la producción nacional. Se utilizó la regionalización socioeconómica del país, se obtuvo la información de oferta, demanda, precio de cerdo en canal, costo de transporte y funciones de producción oferta, demanda para cada región. Se calculó el valor social neto (VSN) en 2015 con un modelo de programación no lineal utilizando el software Solver Premium Platform 1014-R y el GAMS, se desarrollaron cinco escenarios: arancel 15%, subsidio \$100 a cerdo enviado a rastro, subsidio \$200 a hembra en inventario, arancel 15% y subsidio \$100, arancel 15% y subsidio \$200. Los resultados indicaron que en el escenario uno, cuatro y cinco se aumentaría la producción nacional y disminuirían las importaciones, consumo y VSN en 3,496, 1,954, y 3,293 millones de pesos anuales respectivamente, los escenarios dos y tres mostraron un aumento en todas las variables estos incrementarían el VSN en 1,530 y 234 millones de pesos, las regiones con mayor incremento en la producción serían PE, CE y OR, con mayor dinámica en el consumo serían OR, CO y CE. Las políticas económicas funcionan como medida de protección a la producción nacional, los aranceles incrementan los ingresos del Gobierno, perjudican al consumidor disminuyendo el VSN, los subsidios benefician al productor y consumidor incrementando el VSN pero aumentan el gasto público.

Palabras clave: políticas económicas, producción, cerdo, regionalización, programación no lineal.

ABSTRAC

The objective of the first research was to determine for the year 2030 the location, size of plant and optimal routes of transport of pigs from farms to slaughterhouse and carcasses of slaughterhouse to centers of consumption in four municipalities of the South of the State of Mexico. The information was analyzed with a model of linear programming of minimum cost using the software Solver Premium Platform. The results indicate that with an optimum distribution, would save \$351,104 annually in marketing, should be constructed a slaughterhouses in the municipalities of Temascaltepec and San Simón de Guerrero for sacrifice of 67 and 35 heads respectively.

Key words: pigs, slaughterhouse, linear programming, south of the State of Mexico.

ABSTRACT

The objective of the second research was to determine the location the optimal size of the slaughterhouse and optimal routes of transport of pigs from farms to slaughterhouse and carcasses of slaughterhouse to centers of consumption in State of México for 2030. The information was analyzed with a model of linear programming of minimum cost using the software solver premium platform. The results indicate that with an optimum distribution, would save \$119,107,716 annually, for 2030 using current slaughterhouse the districts Atlacomulco, Tejupilco y Toluca should increase its size of plant, if all slaughterhouses were built new, cannot be located in the districts of Ecatepec, Naucalpan, Tlanepantla and Tultitlan, the 93.3 % of sacrifices would be held in the districts of Atlacomulco, Chimalhuacan and Toluca.

Key words: pigs, carcasses, slaughterhouse, distribution, minimum cost.

ABSTRACT

The objective of the third research was to generate a model that optimizes the pork market in Mexico by 2015. The socioeconomic regionalization of the country was used, and information was obtained: supply, demand, price of pig in channel, cost Transport and production functions price-offer, price-demand for each region. The observed and optimal net social value (VSN) of that year was calculated using a nonlinear programming model using the Solver Premium Platform 1014-R software. The results indicate that the optimal net social value was greater than that observed in 0.11%. The model overestimated domestic production by 0.28% and underestimated domestic imports and consumption by -1.65% and -0.52%, respectively, and is an instrument to develop economic policy recommendations for the pork market in Mexico.

Keywords: pork, market, optimization, nonlinear programming

ABSTRACT

The objective of the fourth research was to know the situation of the pork market in Mexico if tariffs were applied to pork meat imported from the United States. Was used socioeconomic regionalization of the country, and was obtained information supply, demand, price of pig carcass, transportation cost and production functions offer-price, price-demand for each region. Net social value (VSN) was calculated in 2015 with a nonlinear programming model using the Solver Premium Platform 1014-R software, Three scenarios were developed, increasing the price of imported meat by 10, 20 and 30%. The results indicate that in the three proposed scenarios national production would increase by 0.17, 0.35 and 0.52% respectively, imports would decrease by 0.86, 1.93 and 2.88%, but consumption would decrease by 0.26, 0.59 and 0.88% and the VSN would decrease by 0.06, 0.12, And 0.18%. At the regional level, the same behavior was observed for the three variables, the regions that would have a bigger increase in their production would be the East, the Center-East and the Yucatan Peninsula, whereas the regions where consumption would decrease more would be the Center- East, the Center-West and the East

Key words: tariff, production, pigs, regionalization, nonlinear programming.

ABSTRACT

The objective of the fifth investigation was to evaluate if there would be changes and of what magnitude in the national and regional production of pork in Mexico if tariffs were applied to imported pork and subsidies to the national production, was used socioeconomic regionalization of the country, was obtained information supply, demand, price of pig carcass, transportation cost and production functions offer, demand for each region. Net social value (VSN) was calculated in 2015 with a nonlinear programming model using the Solver Premium Platform 1014-R software and the GAMS, five scenarios were developed: tariff 15%, subsidy \$100 to pig sent to slaughterhouse, subsidy \$200 to female in inventory, tariff 15% and subsidy \$100, tariff 15% and subsidy \$200. The results indicate that in scenario one, four and five would increase the national production, but would decrease imports, consumption and VSN in 3,496, 1,954, and 3,293 million pesos annually respectively, the scenarios two and three showed an increase in all variables, which would increase the VSN by 1.530 and 234 million pesos, the regions with the greatest increase in production would be PE, CE and OR, with greater dynamics in consumption would be OR, CO and CE. Economic policies function as a measure of protection to national production, tariffs also harm the consumer by decreasing the VSN, the subsidy benefit the producer and consumer by increasing the VSN.

Key words: economic policies, production, pig, regionalization, nonlinear programming.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada durante el tiempo de realización de los estudios de posgrado en el programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

A la Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Temascaltepec y especialmente al Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por haberme permitió realizar los estudios de posgrado.

A mis tutores de tesis, Dr. Germán Gómez Tenorio, Dr. Samuel Rebollar Rebollar y Dr. Francisco Ernesto Martínez Castañeda, por su gran paciencia, conocimiento, amistad, sugerencias y apoyo en la realización de este proyecto.

Contenido

DEDICATORIAS	iii
PUBLICACIONES	iv
RESÚMENES	v
AGRADECIMIENTOS.....	xv
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Contexto mundial	5
2.1.1 Producción.....	5
2.1.2 Consumo.....	6
2.2.1 Producción.....	7
2.2.2 Consumo.....	9
2.3 Desarrollo del sector porcino en México.....	9
2.4 Concepto de competitividad.....	11
2.5 Ventajas competitivas Estados Unidos y México	13
III. JUSTIFICACIÓN.....	15
IV. HIPÓTESIS.....	17
V. OBJETIVOS.....	19
VI. MATERIAL Y MÉTODO	21
6.1 Determinación del tamaño de planta de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en la región sur del estado de México.	22
6.2 Determinación de la ubicación, tamaño de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en el estado de México.	26
6.3 Mercado de la carne de cerdo en México, un modelo de optimización.	31
6.4 Efectos regionales y nacionales sobre la producción y consumo de carne de cerdo con la aplicación de aranceles a la carne importada.	36
6.5 Evaluación del efecto regional y nacional de la aplicación de políticas económicas a la porcicultura mexicana.	40

VII. RESULTADOS	45
7.1 Capitulo uno	46
7.2 Capitulo dos.....	80
7.3 Capitulo tres.	106
7.4 Capitulo cuatro.	120
7.5 Artículo cinco.	144
VIII. DISCUSIÓN GENERAL	163
IX. CONCLUSIÓN GENERAL	166
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	169

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Producción mundial de carne de cerdo durante los últimos tres años.	5
Gráfica 2.	Principales países productores de carne de cerdo.	6
Gráfica 3.	Principales países consumidores de carne de cerdo.	7
Gráfica 4.	Producción de cerdo en México de 2013 a 2015.	8
Gráfica 5.	Principales estados productores de carne de cerdo en México.	8
Gráfica 6.	Principales estados consumidores de carne de cerdo en México.	9
Gráfica 7.	Importaciones nacionales de carne de cerdo 1984-2015.	10
Gráfica 8.	Producción nacional de carne de cerdo 1984-2015.	11

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

En la década de los setentas, con un modelo económico cerrado, México contaba con una pía de casi 10 millones de cerdos; para 1983 creció 15.30%, el volumen de producción pasó de 0.57 millones de toneladas a 1.48 millones, se incrementó 159% en 13 años, esto garantizó satisfacer la demanda interna sin recurrir a importaciones, el consumo per cápita fue 19.7 kg (Tinoco, 2004).

Con la crisis económica que tuvo lugar en el país en 1982, México enfrentó un proceso inflacionario y devaluación constante del peso durante los años subsecuentes, estas condiciones elevaron los costos de producción de carne de cerdo y deterioraron el poder adquisitivo lo que disminuyó el consumo de carne. Además, se modificó el modelo económico al retirar subsidios a los granos y generó una transición a una economía abierta y desregulada, México ingresó al GATT en 1986 y la apertura comercial para la carne de cerdo empezó en 1988; para este año, la producción nacional descendió a 0.861 millones de toneladas (t) y se importó 0.031 millones de t, con un consumo per cápita de solamente 11.20 kg (SIACON, 2015).

El año más crítico para la porcicultura mexicana fue 1989 ya que se registró la menor producción de carne de cerdo con 0.726 millones de t, la importación de carne ascendió a .055 millones de t y el consumo per cápita fue 9.80 kg el más bajo históricamente.

Las importaciones que se realizaron desde 1988 y hasta 1993 se hacían por cuotas, pero a raíz de la firma del tratado de libre comercio (TLCAN) en 1994 se estableció un arancel a la carne de cerdo de 20% a eliminarse 2% anual, para que en 2003 este impuesto fuera de cero o libre de arancel. A partir de 1997 hasta hoy en día, con tasas de inflación de un solo dígito y mayor estabilidad monetaria, se ha regresado al crecimiento en la producción porcina, sin alcanzar los niveles de 1984 de 1.45 millones de t, pues en 2015 la producción fue 1.32 millones de t (SIACON, 2015).

Resultado de estos acontecimientos, el incremento de la demanda nacional de carne de cerdo se fue cubriendo, en su mayoría, con creciente importaciones; así, en el periodo 1988-2015 la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) para la producción fue de 2.5%, mientras que la TMCA para las importaciones fue 15.8%

Estados Unidos (USA) es el principal socio comercial de México para este producto; de ese país se importa el 99% de la carne de cerdo, que en 2015 ascendió a 0.875 millones de t (SIACON, 2015).

Las crecientes importaciones mexicanas de Estados Unidos, se deben a ventajas competitivas que este país tiene, ya que posee una porcicultura de mayor tamaño, mayor infraestructura, bajas tasas de interés, más y mayor acceso a subsidios y apoyos gubernamentales y los costos de los insumos alimenticios son hasta 30% menores con respecto a México. Los indicadores de tasa de penetración de importaciones y relación producción/consumo nacional, demuestran que la porcicultura mexicana ha ido perdiendo terreno frente a la estadounidense (Gómez. 2012).

El lento crecimiento de la porcicultura se debe a un retiro y cierre calculado de granjas de un 40%. Produciendo cambios en los estratos de producción, debido a que el sistema de producción semitecnificado ha reducido su participación en la producción nacional de 50 a 15%, mientras que el tecnificado creció del 20 al 57% y, el de traspatio se ha mantenido estable (Hernández, 2008). Actualmente, la producción de cerdo en México se realiza a través de un millón de unidades de producción porcinas, con una piara de más de 16.2 millones de cabezas. Alrededor de dos millones de familias dependen de esta actividad, misma que genera 350,000 empleos directos y más de 1.7 millones de indirectos. El valor de la producción e importaciones ascendió, en 2015, a 71,490 millones de pesos (FIRA, 2016).

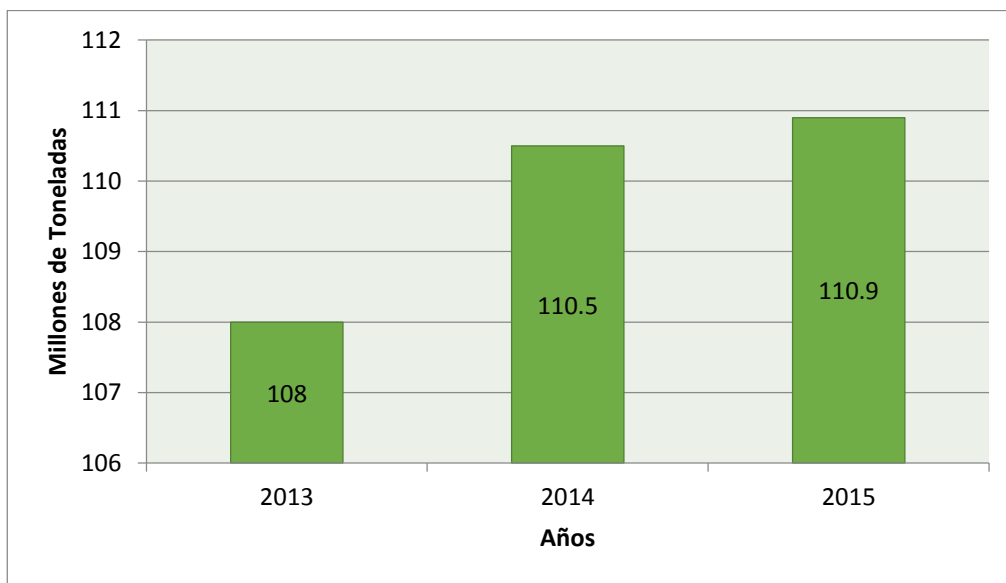
II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Contexto mundial

2.1.1 Producción

La carne de cerdo es una de las más producidas a nivel mundial, cifras de la USDA estiman que en el año 2013, la producción fue 108.4 millones de toneladas, y para el 2014 la producción mundial de carne de cerdo totalizó 110.5 millones de toneladas, lo que significó un aumento de 2.3 % con respecto al año anterior, para el año 2015 (Ver gráfica 1) la producción mundial de esta carne alcanzará 110.9 millones de toneladas, lo que muestra un incremento de .33 % con respecto al año anterior (USDA 2016).

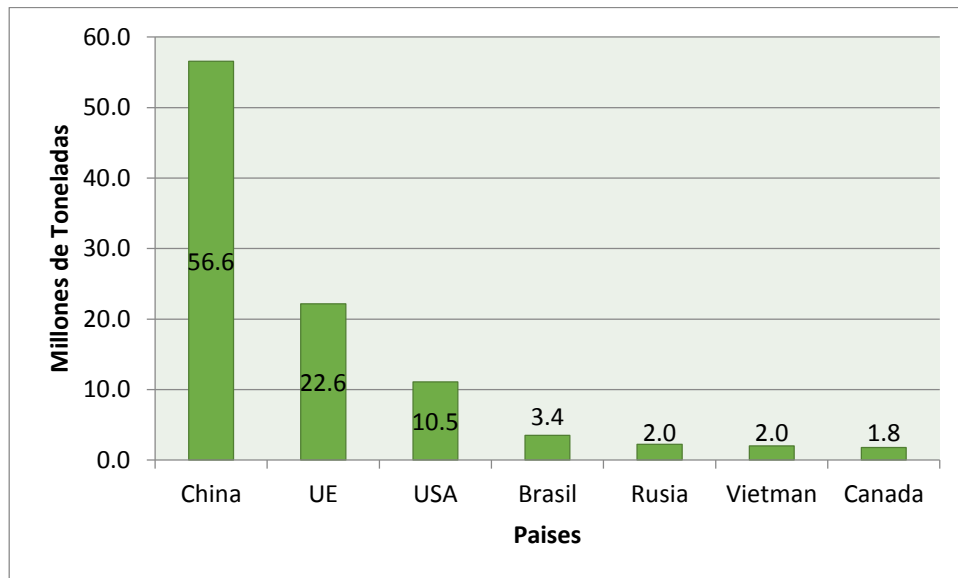
Gráfica 1. Producción mundial de carne de cerdo durante los últimos tres años.



(USDA, 2016)

Como se muestra en la gráfica 2, en 2015, el principal país productor de carne de cerdo fue China, con una producción de 56.6 millones de toneladas, 51 % de la producción mundial de este tipo de carne, le siguió la Unión Europea con un 22.6 % y en tercer lugar, EUA con un 10.5 % (USDA, 2016).

Gráfica 2. Principales países productores de carne de cerdo.

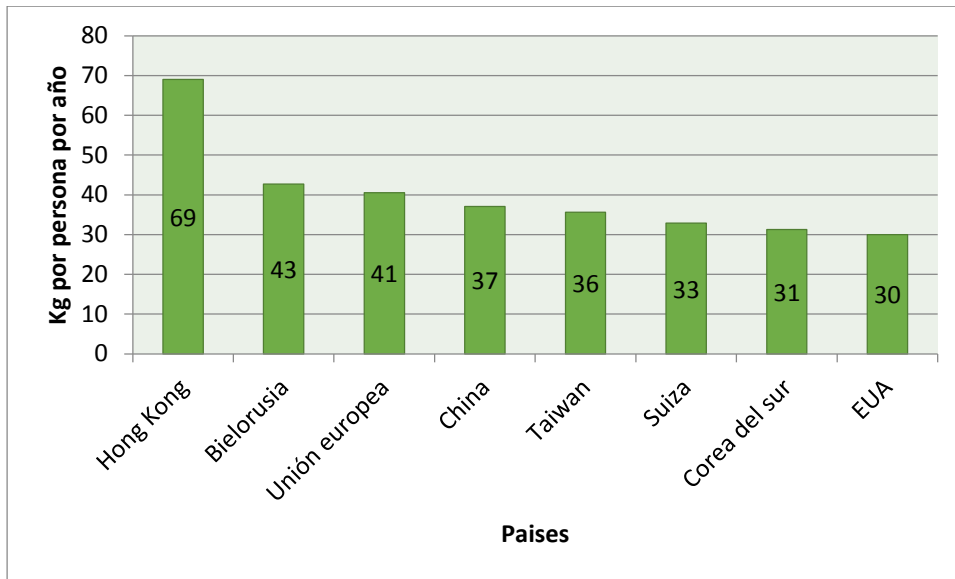


(FAO 2016)

2.1.2 Consumo

La carne de cerdo es la más consumida en el mundo, la medición de este consumo se realiza a través del consumo per cápita, que se refiere a la cantidad de carne que consume una persona por año, la gráfica 3 muestra los principales países consumidores de carne de cerdo a nivel mundial donde se nota que el mayor consumidor es Hong Kong y Bielorusia, con 69 y 43 kg por persona por año respectivamente.

Gráfica 3. Principales países consumidores de carne de cerdo.



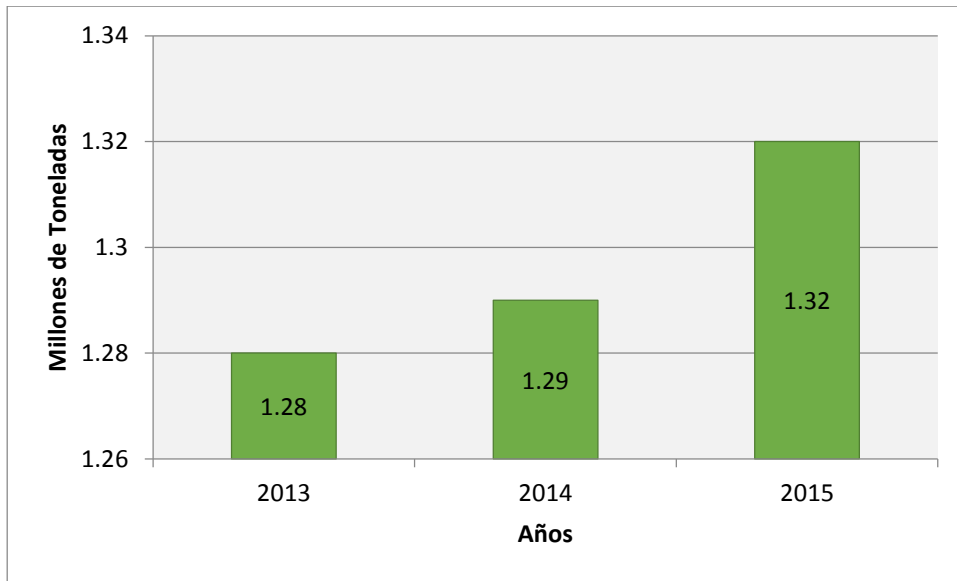
(FAO 2016)

2.2 Contexto Nacional

2.2.1 Producción

La producción de carne de cerdo en México se observa en la gráfica 4, donde se observa que hubo un ligero aumento del 2013 al 2014, de un 0.53 % al pasar de 1.28 a 1.29 millones de toneladas, y del 2014 al 2015 se incrementó 2.4 % al pasar de 1.29 a 1.32 millones de toneladas. En 2015, México aportó 1.32 millones de toneladas a la producción mundial lo que representó el 1.19 %, lo que lo ubica en el lugar décimo sexto.

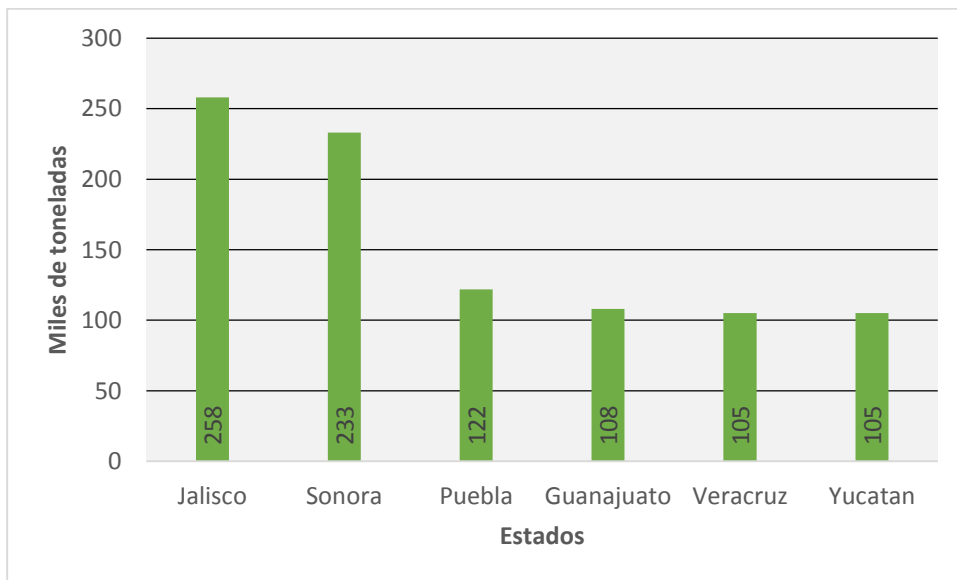
Gráfica 4. Producción de cerdo en México de 2013 a 2015.



(SIACON 2016)

Para 2015 dentro del territorio nacional, los estados que más producción aportaron fueron: Jalisco, Sonora, Puebla, Guanajuato, Veracruz y Yucatán cuyo volumen se ubicó en 73.70% del total nacional 934 mil t. y su producción estatal se observa en la gráfica 5 donde destaca Jalisco y Sonora como los principales productores.

Gráfica 5. Principales estados productores de carne de cerdo en México.

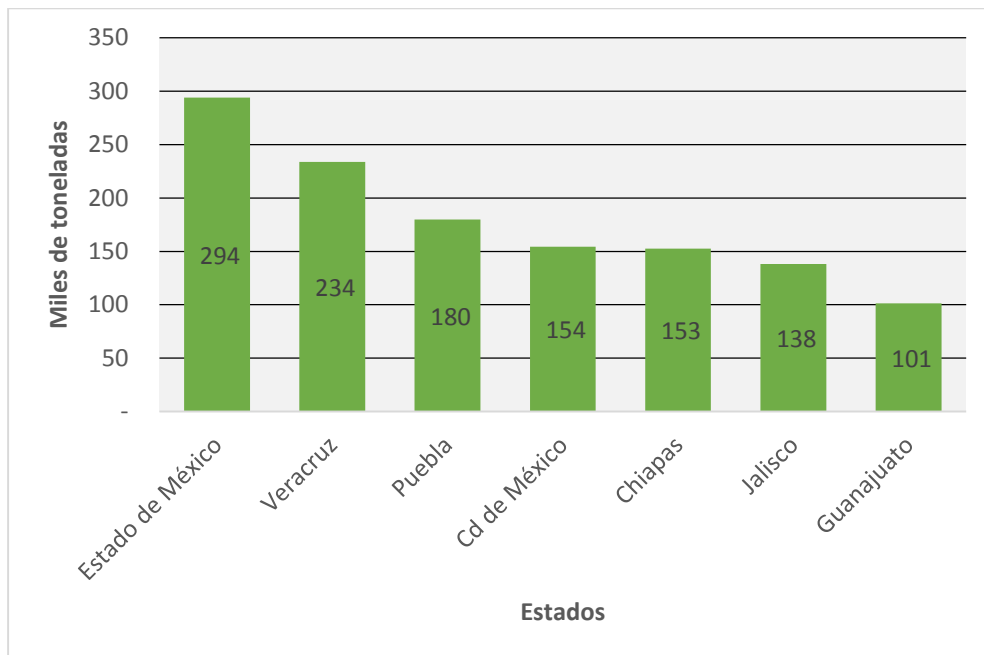


(SIACON 2016)

2.2.2 Consumo

En México el consumo nacional aparente (CNA) está dado por la suma de la producción nacional más las importaciones, menos las exportaciones. Para el año 2015 el CNA fue de 2.10 millones de toneladas, si esta cantidad se divide entre la población de dicho año que fue 121 millones de habitantes (CONAPO, 2016) la disponibilidad per cápita para México, durante el 2015 fue de 17.36 kilogramos por habitante (SNIIM, 2016), los principales estados consumidores de carne de cerdo se muestran en la gráfica 6 donde se observa que la ciudad de México y el estado de México son la zona urbana de mayor consumo de carne en el país.

Gráfica 6: Principales estados consumidores de carne de cerdo en México



(SIACON 2016)

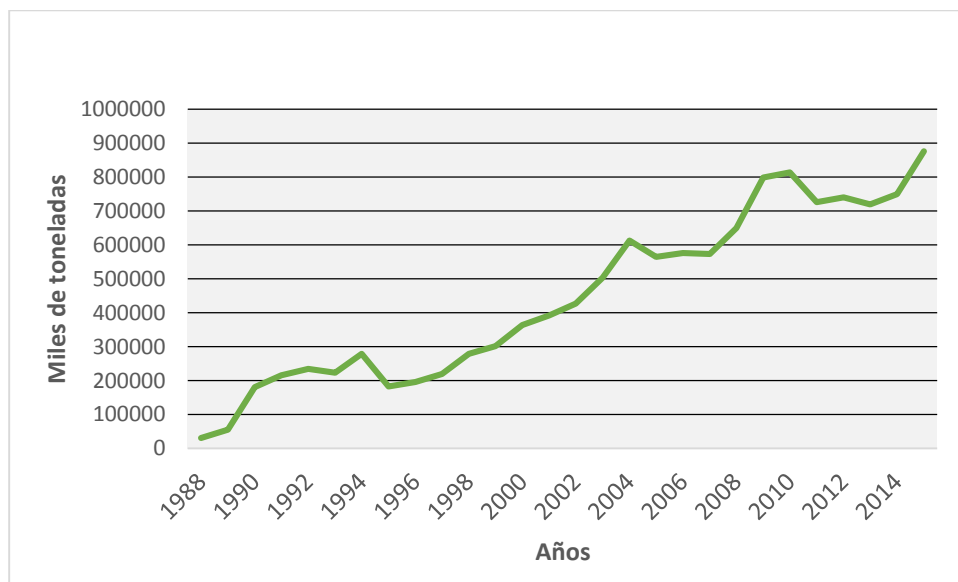
2.3 Desarrollo del sector porcino en México

En 1970, existían en México casi 10 millones de cerdos y para 1983 la piara se había elevado a 15.3 %, en tanto que el volumen de producción pasó de 573 mil toneladas a un millón 485 mil en 1983, es decir un incremento de 159 % en tan sólo 13 años, lo que garantizó satisfacer la demanda interna sin recurrir a las importaciones (Tinoco, 2004).

Sin embargo, a partir de entonces la actividad fue decreciendo al mostrar gran vulnerabilidad ante los cambios económicos que tuvieron lugar en el país como lo fue el retiro de subsidios y el ingreso de México al GATT el cual genero la apertura comercial en 1988 para la carne de cerdo, lo cual propició una reducción paulatina de la producción porcina quedando en 2015 en 1.32 millones de t, el proceso inflacionario y la devaluación constante del peso ocurrido en los años ochentas, generó una elevación en costos de producción y un deterioro del poder adquisitivo.

La contracción de la oferta generada en la misma década a partir del año 1983, fue cubriéndose con crecientes importaciones de carne de cerdo alcanzando, en 2015, el 41.68%, las compras mexicanas de cerdo y/o carne de cerdo del exterior se iniciaron en 1988 con 31,044 t y llegaron en 2015 hasta 875 mil t.

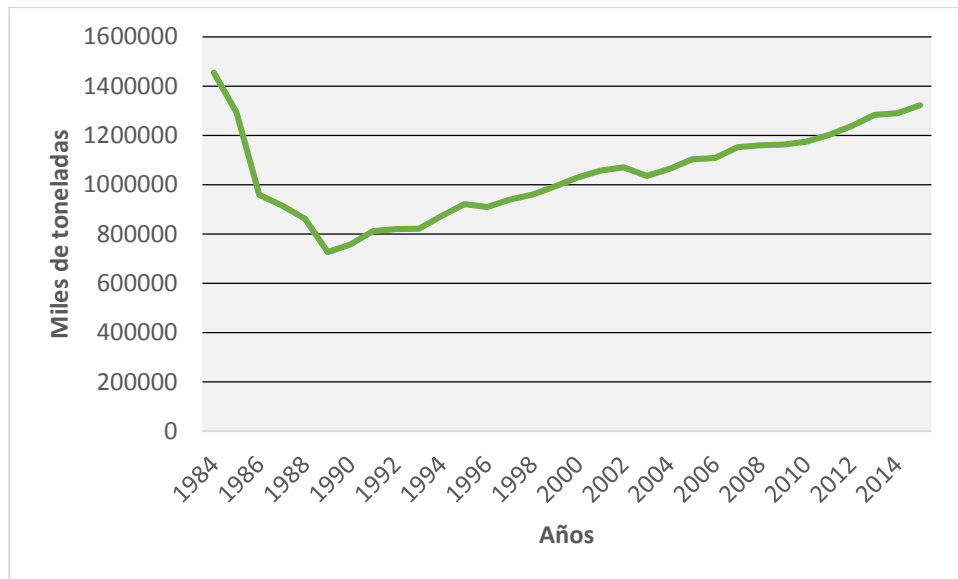
Gráfica 7. Importaciones nacionales de carne de cerdo 1984-2015



(SIACON 2016)

De 1997 a 2015 con el control de la inflación y la estabilidad monetaria, se ha regresado al crecimiento en la población porcina, sin embargo la producción no ha alcanzado los niveles de 1984 que era de 1.4 millones de t, ya que en 2015 la producción fue de 1,32 millones de t (USDA, 2015), como se observa en la gráfica 8

Gráfica 8. Producción nacional de carne de cerdo 1984-2015



(SIACON 2013)

La apertura comercial de 1988 ha propiciado una depuración de la actividad, se calcula el retiro y cierre de granjas en aproximadamente 40 %. Lo anterior, ha producido cambios en los estratos de producción ya que, por ejemplo, el semitecnificado ha reducido su participación en la producción nacional de 50 a 15 %, mientras que el tecnificado creció del 20 al 57% y, el de traspatio se ha mantenido estable (Hernández *et al.*, 2008).

2.4 Concepto de competitividad

Con el inicio del proceso de globalización, surge una nueva conceptualización del término competitividad, donde los aspectos enfocados en conceptos economistas inician la incorporación de elementos de carácter no económico, tales como política, cultura, aspectos ambientales, calidad del recurso humano y ubicación espacial; buscando cada vez más que los alcances de la competitividad incorporen el equilibrio entre el rendimiento económico y la eficiencia social.

La competitividad se puede analizar desde tres enfoques diferentes: en un país, en un sector o una empresa.

1. A nivel empresa y sector, el concepto está vinculado directamente con la habilidad de estas para operar rentablemente en un mercado determinado.

2. A nivel región o país, la competitividad está relacionada con las ventajas comparativas derivadas de sus recursos, ya sea tierra, fuerza laboral o capital o con las ventajas creadas derivadas, principalmente, de la inversión en formación del capital humano y en esfuerzos de innovación.
3. Para los economistas se relaciona con el valor agregado o con la participación en mercados internacionales.

En general, la competitividad puede ser vista como un objetivo asociado, en un sentido más amplio, con el ingreso per cápita y el crecimiento económico, por esta razón, no hay discrepancias sobre la necesidad de ser competitivos o mejorar la competitividad (CEPAL, 2006).

La competitividad, es un proceso de transformación que conlleva un análisis crítico en torno a quienes serán los ganadores, y quienes serán los perdedores, cuáles serán los beneficios y cuales sus costos, y sobre todo cuál de estos será mayor. Así, se puede beneficiar a determinados actores económicos en detrimento de aquellos que no están en condiciones de competir lealmente en el mercado, su desventaja puede tener varias causas como tamaño de la empresa, acceso a activos, retraso tecnológico, zona geográfica (ubicación), accesos a información, infraestructura y mano de obra poco calificada o menos productiva (CEPAL, 2006).

Existen diversos elementos que condicionan la competitividad de un producto dentro de un mercado, los cuales se encuentran en cuatro niveles diferentes: micro, meso, macro y meta, cada nivel tiene sus propias políticas y estrategias pero a su vez se relacionan entre sí.

- a) Micro: considera lo relacionado con las empresas, abarca factores como: precios, costos, utilidades, eficiencia, calidad, rapidez de reacción, articulación en redes de colaboración y competencia entre empresa, en este nivel para que una empresa sea competitiva debe tener habilidades suficientes y ser capaz de gestionarlas de manera adecuada para colocar sus productos o servicios en el mercado, y también debe formular y aplicar estrategias que la lleven a una posición sostenida de mercado, o incluso ampliar el segmento de la industria donde opera.

- b) Meso: se refiere a la formación de un entorno capaz de fomentar, complementar y multiplicar esfuerzos en las empresas, se concreta en variables como la distancia, la infraestructura, la tecnología, la educación y recursos naturales, se propicia con medidas como la promoción económica, el comercio regional, la información comercial, la estructura industrial, y las políticas dirigidas o aplicadas al fortalecimiento de la competitividad de algunos sectores.

- c) Macro: se relaciona con políticas propuestas por los gobiernos, parlamentos y el banco central, que aseguren estabilidad y certeza, se deriva del control de la inflación en niveles bajos, el establecimiento de políticas fiscales que estimulen la inversión y de políticas monetarias y cambiarias que favorezcan las condiciones de comercio internacional.

- d) Meta: se refiere a los valores y filosofías de las sociedades y economías para buscar su desarrollo en general (Díaz B. A. 2006).

2.5 Ventajas competitivas Estados Unidos y México

Existen ventajas competitivas de EUA sobre México en cuanto a las variables macroeconómicas, siendo las tasas de interés y el tipo de cambio claves para el desarrollo de la porcicultura en México ya que el crédito es escaso y muy caro, y la sobrevaluación del peso favorece las importaciones.

EUA posee una porcicultura de mayor tamaño y con más infraestructura, los porcicultores tienen acceso a más subsidios y apoyos gubernamentales. Los costos de los insumos alimenticios son hasta 30% menores en EUA lo cual es una ventaja competitiva determinante ya que representan más del 70% del costo total de producción.

México presenta ventaja competitiva en el costo de mano de obra y mayor precio de venta. Los indicadores de tasa de penetración de importaciones y Relación Producción Nacional/Consumo Nacional demuestran que la porcicultura mexicana ha ido perdiendo terreno frente a la estadounidense, y que de no modificarse algunas de estas ventajas, la tendencia será la misma.

Estas situaciones han determinado que en EUA haya crecido la porcicultura y en México se encuentre estancada. A pesar de que la porcicultura de EUA tiene la mayoría de ventajas competitivas sobre la mexicana, las empresas nacionales integradas han tenido utilidades, aunque menores que sus similares en EUA, inclusive en años difíciles, por lo que es de esperar su permanencia en el mercado pero con escaso crecimiento, mientras que las no integradas son muy sensibles al aumento del precio de los insumos o a la baja del precio del cerdo por lo que han ido disminuyéndose. Por todo lo anterior, es muy probable que el incremento del consumo nacional sea cubierto con más importaciones y que la porcicultura integrada estadounidense siga creciendo, y se abre la posibilidad de colocar algunas de sus granjas en México para aprovechar la mano de obra barata (Gómez *et al.*, 2012)

III. JUSTIFICACIÓN

La intervención del gobierno de los EUA, apoyando, económicamente, a los poricultores norteamericanos en 2012 por el aumento en los precios de los insumos, propiciado por la utilización creciente de maíz en la producción de etanol y el pronóstico de menor producción por la sequía, hace necesario evaluar la aplicación de políticas económicas en la porcicultura Mexicana y su efecto en la producción, consumo e importaciones de la carne de cerdo.

Se pueden aplicar aranceles a la carne de cerdo importada o subsidios que podrían utilizarse para la planta productiva (número de hembras), producción (cerdos enviados al rastro), compra de insumos (principalmente sorgo o maíz). Sin embargo, no se conoce cuál de ellos otorgue a los poricultores mayor competitividad y, por otro lado, sea menos costosa su aplicación.

Debido a que la producción y consumo de carne de cerdo entre las regiones, es diferente y, las importaciones mexicanas de este producto, se realizan en un 99 % por la frontera norte, es importante generar modelos lineales y no lineales de programación, con los que sea posible obtener la distribución óptima en variables como producción, consumo e importaciones, así como de rutas de importación, que vayan de acuerdo a las épocas de mayor y menor consumo de cerdo en México.

En este mismo sentido, los modelos propuestos en este proyecto y que se visualizan poco más adelante, se consideran óptimos para la problemática en cuestión, en el sentido de que en México no hay aplicaciones metodológicas similares en las que se analice el efecto espacial en las variables de mercado (producción, importaciones y consumo) de carne de cerdo, como se ha realizado con maíz, sorgo, cebada, frijol y melón, la información que existe sobre el tema de porcinos es la publicada por Gómez *et al.* (2011), en la cual se calculó el efecto que los aranceles tienen sobre variables como producción y precio de la carne de cerdo en México, sin embargo la metodología utilizada fue la propuesta por Armington (1969).

IV. HIPÓTESIS

El presente trabajo planteo hipótesis de acuerdo al tipo de investigación que se realizó.

- 1) La ubicación, el tamaño de planta de los rastros en el sur del Estado de México y las rutas de distribución de granjas a rastros y de granjas a centros de consumo no son las óptimas.
- 2) Ni la ubicación, ni el tamaño de planta de los rastros en el Estado de México ni las rutas de distribución de granja a rastro y de rastro a centros de consumo, serán los óptimos en 2030.
- 3) El mercado de la carne de cerdo en México para el año 2015 no fue el óptimo debido a que no maximizó el valor social neto.
- 4) La aplicación de un arancel a la carne de cerdo que proviene de Estados Unidos propiciará una disminución en la importación y un aumento en la producción de cerdo en México.
- 5) La aplicación de políticas económicas propiciará una disminución en consumo e importación y un aumento en la producción de cerdo en México.

V. OBJETIVOS

El presente trabajo se planteó objetivos de acuerdo al tipo de investigación que se realizó.

- 1) Determinar la ubicación, el tamaño de planta y rutas óptimas de transporte de granja a rastro y de rastro a centros de consumo de cerdo en el sur del Estado de México actual y proyectada para el año 2030.
- 2) Conocer la ubicación y el tamaño adecuado de los rastros del Estado de México para el año 2030, así como la distribución óptima (de mínimo costo) de cerdos vivos que se trasladan de las granjas a los rastros y las canales enviadas de los rastros a los centros de consumo.
- 3) Estimar bajo condiciones óptimas de forma regional, la producción, consumo y distribución de la carne de cerdo en México para el año 2015.
- 4) Evaluar cómo se afectaría la producción nacional y regional de carne de cerdo en México si se aplicarán aranceles de 10, 20, 30% a la carne de cerdo que proviene de Estados Unidos.
- 5) Evaluar el efecto de la producción nacional y regional de carne de cerdo en México si se aplicaran aranceles a la carne de cerdo que proviene de Estados Unidos y subsidios a la producción nacional de cerdo.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

El presente trabajo utilizó diversas metodologías de acuerdo al tipo de investigación que se realizó.

6.1 Determinación del tamaño de planta de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en la región sur del estado de México.

Para la presente investigación se formuló un modelo de programación lineal de mínimo costo, donde la función objetivo minimiza la suma del costo de transporte de cerdos de la granja a rastro, el costo de transformación de cerdo a canal (sacrificio) y el costo de distribución de canales de rastro a centros de consumo (Takayama *et. al.*, 1964).

Supuestos económicos considerados en el modelo.

- Un área geográfica puede ser dividida en n municipios que pueden ser productores y consumidores.
- Los consumidores demandan cerdos y/o canales homogéneos.
- Los consumidores son indiferentes al origen de los cerdos y/o canales.
- Los productores de cada municipio producen x cantidad de cerdos.
- La demanda total de canales debe ser igual a la oferta total de canales.
- Los costos de transporte son independientes de la cantidad de cerdo y/o canales.

Expresión matemática del modelo.

$$MIN(C) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^{\delta} x_{ij}^{\delta} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n c_i^k x_i^k$$

Donde:

$MIN(C)$ = Mínimo costo

ij = Regiones

δ = Cerdos

k = Canales

t = Transporte

x = Cantidad

c = Costo

Restricciones consideradas en el modelo.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}^k \leq x_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

x_{ij}^k = Cantidad de canales enviados de rastro a centros de consumo

x_i^k = Cantidad de canales obtenidas en rastro

$$s_i^\delta - \sum_{j=1}^n x_{ij}^\delta + \sum_{j=1}^n x_{ji}^\delta \geq x_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

s_i^δ = Número de cerdos producidos en granja

x_{ij}^δ = Cerdos enviados de la región i a la región j

x_{ji}^δ = Cerdos enviados de la región j a la región i

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

$$s_i^m \geq x_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

s_i^m = Capacidad de planta de cada rastro

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

$$\sum_{j=1}^n x_{ji}^k \geq y_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

x_{ji}^k = Cantidad de canales enviadas de rastros a centros de consumo

y_i^k = Cantidad demandada de canales

$$x_{ji}^k, x_i^k, x_{ij}^k, x_{ij}^\delta \geq 0$$

Donde:

x_{ji}^k = Cantidad de canales enviadas de la región j a la región i

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

x_{ij}^k = Cantidad de canales enviadas de la región i a la región j

x_{ij}^δ = Cerdos enviados de región i a región j

El trabajo se desarrolló en la zona sureste del Estado de México considerando 4 municipios de la región, que son Valle de Bravo, Temascaltepec, San Simón de Guerrero y Tejupilco, se calculó la producción y el consumo de carne de cerdo de cada uno de los municipios.

La producción total (oferta) de estos municipios, se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2015). Para obtener como está estructurada la oferta se calculó la producción de granjas tecnificadas que se encuentran en la zona considerando el inventario de hembras del censo pecuario (SENASICA, 2015) con un parámetro productivo de 22.98 cerdos destetados (cerdos separados de la madre entre los 21 y 28 días de vida) por hembra por año y 4.37 de mortandad de destete a rastro (Pic Latam, 2015). La producción de traspatio se calculó restando a la producción por municipio reportada por el SIAP la producción de granjas

tecnificadas que se obtuvo. El total de la oferta se complementó con los cerdos vivos que entran a la región por el municipio de Toluca y que se sacrifican en los rastros de la región sur. Se consideró el municipio de Toluca debido a que es por el que tienen que pasar los cerdos que provienen de otros estados de la república.

Para conocer el consumo (demanda) de cada uno de los municipios se obtuvo la información de su población del censo del 2010 (INEGI 2010) y con la tasa media de crecimiento anual del estado que es de 1.21 %, se obtuvo la información del 2014. Esta población se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores la cual estima en 16 kg (CONFEPORC, 2015). Esta cantidad se dividió entre 75 kg promedio de una canal para conocer la demanda de canales por municipio.

Para la información de producción (oferta) y consumo (demanda) se consideró el valor semanal por lo que las cantidades anuales fueron divididas entre 52 semanas.

La información de los centros de matanza (Rastros) como es el número de cerdos sacrificados por semana, el costo de sacrificio y la capacidad instalada se obtuvo de forma directa con entrevistas a los encargados de los 2 rastros que se encuentran en la región, el rastro ecológico de Valle de Bravo y el rastro municipal de Tejupilco.

El costo de transporte de granja a rastro se determinó considerando una distancia mínima de 5 km dentro del municipio y se calculó la distancia entre los municipios con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT 2015). El transporte empleado para el traslado de cerdos vivos y canales es especializado por lo tanto de mayor costo por km recorrido, Se consideró un costo de 28 pesos por km. para cerdos vivos. En el caso del costo de transporte de rastro a centro de consumo se utilizaron las mismas distancias, pero se modificó el costo a 21 pesos por km. Para canales de cerdo estos costos se obtuvieron de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Una vez lista la información se utilizó para el análisis el software Solver Premium Platform 2014-R2 que es un programa que desarrolla modelos de programación lineal utilizado en la optimización de recursos, (maximizar ganancias o ingresos y/o minimizar costos), a través de

una función lineal (función objetivo), sujeta a un conjunto de restricciones lineales, que se pueden representar como igualdades o desigualdades. (Calderón, 1995)

Se generaron tres escenarios, el primero, es un escenario de mínimo costo con datos de 2014, para conocer el flujo óptimo de animales, canales y el costo mínimo de transportación y matanza. El segundo, es de máximo costo para conocer la diferencia económica entre el menor y el máximo costo. Los cuales consideraron variables de producción, costo de transporte de granjas a rastro, costo de sacrificio y costo de transporte de rastros a centros de consumo.

Para obtener la ubicación y el tamaño de óptimo de los rastros así como su distribución que minimice costos para 2030, se realizaron las proyecciones de producción, con la tasa media de crecimiento anual (TMCA) que fue de 0.017 % para los municipios del Estado de México y, del consumo de carne de cerdo con la TMCA de la población del estado que fue 1.21 % manteniendo el mismo consumo *per cápita* de 16 kg. Esto permitió crear el escenario tres, el cual consideró dos restricciones: a) utilizar rastros existentes de Valle de Bravo y Tejupilco y, b) eliminando la restricción de sacrificio actual de rastros.

6.2 Determinación de la ubicación, tamaño de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en el estado de México.

Se utilizó la división del Estado de México según sus distritos socioeconómicos (edomex 2015), como se muestra en el Cuadro 1, y el Distrito Federal se consideró como distrito consumidor.

Cuadro 1: Distritos y municipios del Estado de México

Distrito	Municipios
I Amecameca	Amecameca, Atlautla, Ayapango, Chalco, Cocotitlán, Ecatingo, Juchitepec, Ozumba, Temamatla, Tenango del Aire, Tepetlixpa, Tlalmanalco, Valle de Chalco Solidaridad.
II Atlacomulco	Acambay, Aculco, Atlacomulco, Chapa de Mota, Ixtlahuaca, Jilotepec, Jiquipilco, Jocotitlán, Morelos, El Oro, Polotitlán, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Soyaniquilpan de Juárez, Temascalcingo, Timilpan.

III Chimalhuacán	Chicoloapan, Chimalhuacán, Ixtapaluca, La Paz
IV Cuautitlán Izcalli	Coyotepec, Cuautitlán Izcalli, Huehuetoca, Tepetzotlán, Villa del Carbón.
V Ecatepec	Acolman, Axapusco, Ecatepec de Morelos, Nopaltepec, Otumba, San Martín de las Pirámides, Tecámac, Temascalapa, Teotihuacán.
VI Ixtapan	Almoloya de Alquisiras, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Joquicingo, Malinalco, Ocuilan, San Simón de Guerrero, Sultepec, Temascaltepec, Tenancingo, Texcaltitlán, Tonatico, Villa Guerrero, Zacualpan, Zumpahuacán.
VII Lerma	Atizapán, Capulhuac, Lerma, Ocoyacac, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Temoaya, Tianguistenco, Xalatlaco, Xonacatlán.
VIII Naucalpan	Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez, Nicolás Romero.
IX Nezahualcóyotl	Nezahualcóyotl.
X Tejupilco	Amatepec, Luvianos, Tejupilco, Tlatlaya.
XI Texcoco	Atenco, Chiautla, Chiconcuac, Papalotla, Tepetlaoxtoc, Texcoco, Tezoyuca.
XII Tlalnepantla	Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla de Baz.
XIII Toluca	Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Calimaya, Chapultepec, Metepec, Mexicaltzingo, Rayón, San Antonio la Isla, Tenango del Valle, Texcalyacac, Toluca, Zinacantepec.
XIV Tultitlán	Coacalco de Berriozabal, Cuautitlán, Melchor Ocampo, Tultepec, Tultitlán, Teoloyuca.
XV Valle de Bravo	Amanalco, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Otzoloapan, Santo Tomás, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Victoria, Zacazonapan.
XVI Zumpango	Apaxco, Hueypoxtla, Jaltenco, Nextlalpan, Tequixquiac, Tonanitla, Zumpango.

Elaboración propia

La información utilizada se obtuvo de la siguiente manera: Para conocer como está estructurada la producción total (oferta) de los distritos (SIAP 2014). se calculó la producción de granjas

tecnificadas que se encuentran en cada distrito considerando el inventario de hembras del censo pecuario (SENASICA 2014) con un parámetro productivo de 22.98 cerdos destetados por hembra por año y 4.37 de mortandad de destete a rastro (Pic Latam 2014). La producción de traspatio se obtuvo restando a la producción por distrito reportada por el SIAP la producción de granjas tecnificadas. Se aumentó la oferta con los cerdos vivos que entran al Estado y que se sacrifican en los rastros del mismo y se completó con las canales importadas y las que provienen de otros estados.

Para conocer el consumo (demanda) de cada uno de los distritos se obtuvo la información de su población del censo del 2010 (INEGI 2010) y con la tasa media de crecimiento anual del estado, se obtuvo la población esperada en 2014 y 2030. Esta población se multiplicó por el consumo *per cápita* de 16 kg reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores (CONFEPORC, 2014). Esta cantidad se dividió entre 75 kg promedio de una canal para conocer la demanda de canales por distrito

El número de cerdos sacrificados por semana, el costo de sacrificio y la capacidad instalada se obtuvo de forma directa con los rastros que se encuentran actualmente en el Estado de México. El costo de transporte de granja a rastro se determinó calculando la distancia entre los distritos con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT 2014), estas distancias fueron multiplicadas por el costo de \$28/km recorrido. Para el costo de transporte de rastro a centro de consumo se utilizaron las mismas distancias, pero se modificó el costo por km. de canal transportada a \$21, estos costos se obtuvieron de forma directa a través de entrevistas a empresas de servicios de transporte de carga especializada.

Los datos obtenidos fueron anuales, y se dividieron entre 52 semanas para obtener los datos semanales.

Se utilizó un modelo de programación lineal de mínimo costo, donde la función objetivo minimiza la suma del costo de transporte de cerdos de la granja a rastro, el costo de transformación de cerdo a canal (sacrificio) y el costo de distribución de canales de rastro a centros de consumo.

Modelo lineal de producción y distribución (Tankayama *et. al.*, 1964)

$$MIN(C) = \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n t_{ij}^{\delta} x_{ij}^{\delta} + \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n c_i^k x_i^k$$

Donde:

$MIN(C)$ = Mínimo costo

ij = Regiones

δ = Cerdos

k = Canales

t = Transporte

X = Cantidad

c = Costo

Este modelo está sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}^k \leq x_i^k, \text{ para todo } i \text{ Donde:}$$

x_{ij}^k = Cantidad de canales enviadas de rastro a centros de consumo

x_i^k = Cantidad de canales obtenidas en rastro

$$s_i^{\delta} - \sum_{j=1}^n x_{ij}^{\delta} + \sum_{j=1}^n x_{ji}^{\delta} \geq x_i^k, \text{ para todo } i \text{ Donde:}$$

s_i^{δ} = Número de cerdos producidos en granja

x_{ij}^{δ} = Cerdos enviados del distrito i a distrito j

x_{ji}^{δ} = Cerdos enviados del distrito j al distrito i

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

$$s_i^m \geq x_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

s_i^m = Capacidad de planta de cada rastro

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

$$\sum_{j=1}^n x_{ji}^k \geq y_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

x_{ji}^k = Cantidad de canales enviadas de rastros a centros de consumo

y_i^k = Cantidad demandada de canales

$$x_{ji}^k, x_i^k, x_{ij}^k, x_{ij}^\delta \geq 0$$

Donde:

x_{ji}^k = Cantidad de canales enviadas de la región j a la región i

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

x_{ij}^k = Cantidad de canales enviadas de la región i a la región j

x_{ij}^δ = Cerdos enviados de región i a región j

El modelo supone que existen regiones productoras y consumidoras, los consumidores demandan un producto homogéneo y son indiferentes a su origen, los productores e importadores ofertan cierta cantidad de producto la cual es igual a la demanda y finalmente los costos de distribución son independientes a los volúmenes transportados.

El análisis se realizó con el software Solver Premium Platform 2014-R2 el cual desarrolla modelos de programación lineal que se utilizan en la optimización de recursos, (maximizar ganancias o ingresos y/o minimizar costos), a través de una función lineal (función objetivo), sujeta a un conjunto de restricciones lineales, que se pueden representar como igualdades o desigualdades. (Calderón, 1995)

Se creó un primer escenario de mínimo costo con los datos actuales (2014) para conocer el flujo óptimo de animales, canales y su costo mínimo de transportación y matanza y un segundo escenario de máximo costo para conocer la diferencia económica entre ambos.

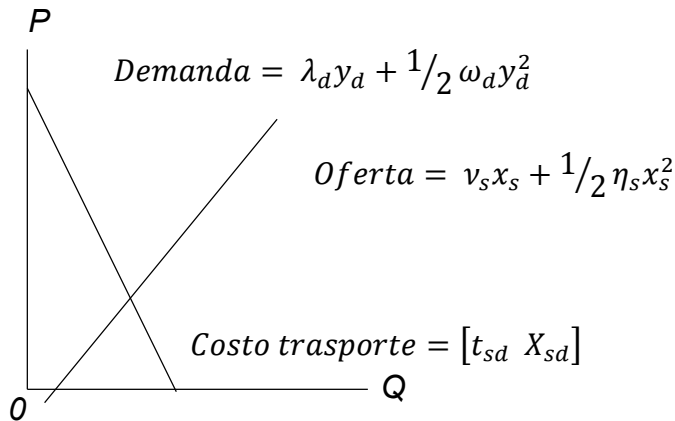
Para obtener la ubicación y el tamaño óptimos de los rastros para 2030 se crearon dos escenarios más, en el tercero se consideró el mínimo costo de distribución utilizando los rastros existentes actualmente y en el cuarto eliminando la planta actual. Para ello, se realizaron las proyecciones de producción con la tasa media de crecimiento anual de la producción porcina en el Estado de México y Distrito Federal y la proyección del consumo con la tasa media de crecimiento anual de la población manteniendo el mismo consumo *per cápita*.

6.3 Mercado de la carne de cerdo en México, un modelo de optimización.

Se formuló un modelo de programación no lineal, que maximiza el VSN.

La función objetivo (Valor Social Neto) maximiza las áreas bajo las curvas de las demandas, menos las áreas bajo las curvas de las ofertas, las cuales se obtienen integrando matemáticamente la funciones inversas de demanda y de oferta, menos los costos de transporte (Figura 1) (Takayama *et al.*, 1964).

Figura 1: Representación gráfica del modelo



$$Max VSN = \sum_{d=1}^8 [\lambda_d Y_d + 1/2 \omega_d Y_d^2] \quad \text{Área bajo la curva de la demanda}$$

$$- \sum_{s=1}^{10} [V_s X_s + 1/2 \eta_s X_s^2] \quad \text{Área bajo la curva de la oferta}$$

$$- \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} X_{sd}] \quad \text{Costo de transporte}$$

Donde:

d = Regiones consumidoras

s = Regiones productoras

λ_d = Intercepto de función inversa de la demanda

ω_d = Pendiente de la función inversa de la demanda

Y_d = Cantidad demandada de carne en la región d

V_s = Intercepto de función inversa de la oferta

η_s = Pendiente de la función inversa de la oferta

X_s = Cantidad ofertada de carne en la región s

t_{sd} = Costo de transporte de s a d

X_{sd} = Cantidad de envíos de s a d

Este modelo está sujeto a las siguientes restricciones:

- a) La cantidad demandada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser menor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$Y_d \leq \sum_{s=1}^8 X_{sd} \quad d = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 8$$

- b) La cantidad ofertada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser mayor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$X_s \geq \sum_{d=1}^{10} X_{sd} \quad s = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 10$$

- c) La cantidad demandada, la cantidad ofertada y los envíos de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d), debe ser mayor o igual a cero.

$$Y_d, X_s, X_{sd} \geq 0$$

Los supuestos económicos considerados en el modelo fueron:

- Hay 2 o más regiones que comercian un bien homogéneo
- Cada región constituye un solo y distinto mercado
- Las regiones están separadas pero no aisladas por los costos de transporte por unidad física, lo cual es independiente del volumen
- Para cada región las funciones de oferta y demanda son conocidas

- considerando 10 regiones productoras y 8 regiones consumidoras.

Se utilizó la regionalización económica y geográfica propuesta por Bassols (1995), como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Regiones y entidades de México

Región	Estado
Noroeste (NO)	Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit.
Norte (NR)	Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis potosí y Zacatecas
Noreste (NE)	Nuevo León y Tamaulipas.
Centro-Occidente (CO)	Aguascalientes , Colima, Guanajuato, Jalisco y Michoacán
Centro-Este (CE)	Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala.
Sur (SU)	Chiapas, Guerrero y Oaxaca.
Oriente (OR)	Tabasco y Veracruz
Península de Yucatán (PE)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Fuente: Bassols, 1995.

La información utilizada se obtuvo de la siguiente manera:

La producción y las exportaciones se obtuvieron por estado del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016), se restó la exportación a la producción de los estados que reportaron, y se sumó la producción de los estados que integran cada una de las regiones para obtener la producción regional.

La importación se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016) según las claves arancelarias y puntos de acceso (aduanas). Se establecieron 2 puntos de internación de carne importada, el primero lo componen las aduanas de Colombia en Nuevo León, Nuevo Laredo y Reynosa en Tamaulipas y Piedras Negras en Coahuila. Este primer punto registra el ingreso del 90.1% de la carne importada. El segundo punto de internación los compone

las aduanas de Mexicali y Tijuana en Baja California, Nogales y San Luis Rio Colorado en Sonora y Ciudad Juárez en Chihuahua por este punto ingresa el 9.9% de la importación.

De esta manera se establecieron 10 regiones productoras 8 en el interior del país y 2 puntos fronterizos de internación de carne de cerdo.

Para conocer el consumo (demanda) de cada una de las 8 regiones del país se obtuvo la población de cada estado del año 2015 del Consejo Nacional de Población (CONAPO 2016). Esta población se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores Norte 5.8 kg., Centro 17.4 kg., y sur 29.5 kg. (CONFEPORC, 2016), y se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región.

El precio regional de cerdo en canal se obtuvo conociendo el precio de cada estado que integra la región, el cual fue ponderado con la producción (SIAP, 2016), el precio de los puntos de internación se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2016)

El costo de transporte dentro y entre regiones se calculó multiplicando la distancia por el costo por kilómetro; las distancias se obtuvieron con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT 2016), se consideró cada capital del estado como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. El transporte de canales de cerdo es especializado y tiene un costo por km de 2 dólares el equivalente a 35 pesos en el momento de la investigación. Este costo se obtuvo de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Las elasticidades regionales se obtuvieron de Rebollar *et. al.* (2014) y para los puntos de internación se consideraron las elasticidades nacionales reportadas por Pérez, 2010).

Las funciones precio-cantidad se calcularon como lo indican Alston, *et. al.*, (1995) y Kawaguchi, *et. al.*, (1997).

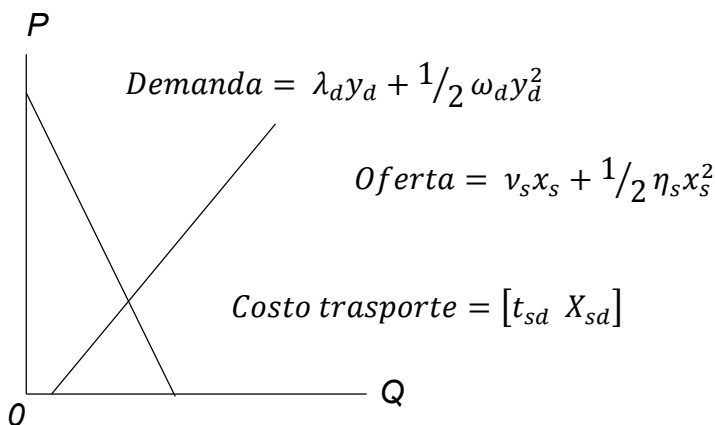
Para el análisis de la información se utilizó el software Solver Premium Platform 2014-R2 el cual desarrolla modelos de programación lineal y no lineal (cuadrática) que se utilizan en la optimización de recursos.

6.4 Efectos regionales y nacionales sobre la producción y consumo de carne de cerdo con la aplicación de aranceles a la carne importada.

Se formuló un modelo de programación no lineal, que maximiza el VSN (Takayama, Judge., 1964:67).

La función objetivo (Valor Social Neto) maximiza las áreas bajo las curvas de las demandas, menos las áreas bajo las curvas de las ofertas, las cuales se obtienen integrando matemáticamente la funciones inversas de demanda y de oferta, menos los costos de transporte (Figura 1) (Calderón, 1995:315).

Figura 1: Representación gráfica del modelo.



Representación matemática del modelo

$$Max VSN = \sum_{d=1}^8 [\lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \omega_d Y_d^2] \quad \text{Área bajo la curva de la demanda}$$

$$- \sum_{d=1}^{10} [v_s X_s + \frac{1}{2} \eta_s X_s^2] \quad \text{Área bajo la curva de la oferta}$$

$$- \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} + a_i] X_{sd} \quad \text{Costo de transporte más arancel}$$

Donde:

d = Regiones consumidoras

s = Regiones productoras

λ_d = Intercepto de función inversa de la demanda

ϖ_d = Pendiente de la función inversa de la demanda

Y_d = Cantidad demandada de carne en la región d

V_s = Intercepto de la función inversa de la oferta

η_s = Pendiente de la función inversa de la oferta

X_s = Cantidad ofertada de carne en la región s

t_{sd} = Costo de transporte de s a d

X_{sd} = Envíos de s a d , en toneladas

a_i = Arancel a carne de cerdo importada 10, 20 y 30 %

Restricciones del modelo

La cantidad demandada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser menor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$Y_d \leq \sum_{s=1}^8 X_{sd} \quad d = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 8$$

La cantidad ofertada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser mayor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$X_s \geq \sum_{d=1}^{10} X_{sd} \quad s = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 10$$

La cantidad demandada, la cantidad ofertada y los envíos de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d), debe ser mayor o igual a cero.

$$Y_d, X_s, X_{sd} \geq 0$$

Supuestos económicos considerados en el modelo

- Hay 2 o más regiones que comercian un bien homogéneo
- Cada región constituye un solo y distinto mercado
- Las regiones están separadas pero no aisladas por los costos de transporte por unidad física, lo cual es independiente del volumen
- Para cada región las funciones de oferta y demanda son conocidas

Se utilizó la regionalización económica y geográfica propuesta por (Bassols, 1995:43), como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Regiones y entidades de México

Región	Estados
Noroeste (NO)	Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit.
Norte (NR)	Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis potosí y Zacatecas
Noreste (NE)	Nuevo León y Tamaulipas.
Centro-Occidente (CO)	Aguascalientes , Colima, Guanajuato, Jalisco y Michoacán
Centro-Este (CE)	Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala.
Sur (SU)	Chiapas, Guerrero y Oaxaca.
Oriente (OR)	Tabasco y Veracruz
Península de Yucatán (PE)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Fuente: Bassols 1995:43

La información utilizada se obtuvo de la siguiente manera:

La producción y las exportaciones se obtuvieron por estado y provino del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016), se restó la exportación a la producción de los estados que reportaron, y se sumó la producción de los estados que integran cada una de las regiones para obtener la producción regional.

La importación, se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016) según las fracciones arancelarias y puntos de acceso (aduanas), se establecieron dos puntos de internación de carne importada, el primero se integró por las aduanas de Colombia en Nuevo León, Nuevo Laredo y Reynosa en Tamaulipas y Piedras Negras en Coahuila. Este primer punto registra el ingreso del 90.1 % de la carne importada. El segundo punto de internación se integró por las aduanas de Mexicali y Tijuana en Baja California, Nogales y San Luis Rio Colorado en Sonora y Ciudad Juárez en Chihuahua. Por este punto ingresa el 9.9 % de la importación.

De esta manera, se establecieron 10 regiones productoras ocho en el interior del país y dos puntos fronterizos de internación de carne de cerdo.

Para conocer el consumo (demanda) regional, se obtuvo la población de cada estado del año 2015 del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016); después, se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores Norte 5.8 kg, Centro 17.4 kg, y sur 29.5 kg (CONFEPORC, 2016), y se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región.

El precio regional de cerdo en canal se obtuvo a través del precio de cada estado que integra la región, el cual fue ponderado con la producción (SIAP, 2016). El precio de los puntos de internación se obtuvo del (SNIIM, 2016).

El costo de transporte dentro y entre regiones, se calculó multiplicando la distancia por el costo por kilómetro, las distancias se obtuvieron con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT, 2016), se consideró cada capital del estado como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. El transporte de canales de cerdo es especializado y tiene un costo por km de dos dólares (USD) el equivalente a 35 pesos en el momento de la investigación. Este costo se obtuvo de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Las elasticidades regionales se obtuvieron de Rebollar *et. al.* 2014:377 y para los puntos de internación se consideraron las elasticidades nacionales reportadas por Pérez *et. al.*, 2010:115.

Las funciones precio-cantidad se calcularon como lo indican (Alston, Norton, Pardey., 1995:560), (Kawaguchi, Susuki, Kayser., 1997:851).

La solución al modelo y sus escenario, se obtuvo mediante el software Solver Premium Platform 2014-R2 y con el solver MINOS, escrito en el lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2 para Windows, Office 2013 y con base en Rosenthal

(2008) los cuales desarrollan modelos de programación lineal y no lineal (cuadrática) que se utilizan en la optimización de recursos.

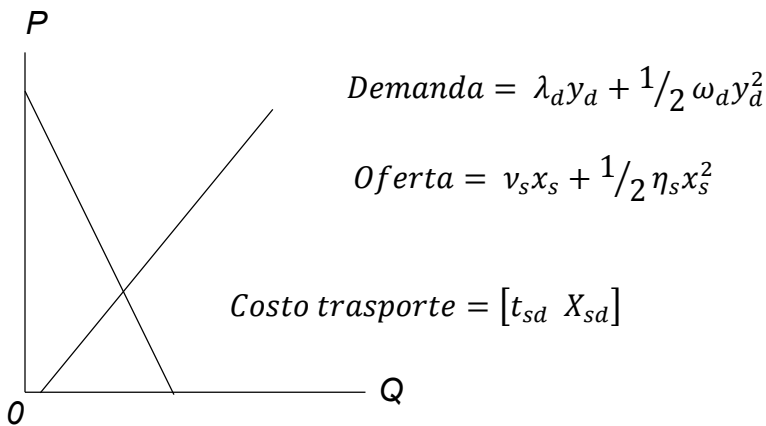
Una vez que se obtuvo el modelo base se generaron tres escenarios donde se agregó un incremento en el precio de la carne de cerdo importada de un 10, 20 y 30 %, el cual se integró en la matriz de costo de transporte para los dos puntos de internación.

6.5 Evaluación del efecto regional y nacional de la aplicación de políticas económicas a la porcicultura mexicana.

Se formuló un modelo de programación no lineal, que maximiza el VSN⁽⁶⁾.

La función objetivo (Valor Social Neto) maximiza las áreas bajo las curvas de las demandas, menos las áreas bajo las curvas de las ofertas, las cuales se obtienen integrando matemáticamente la funciones inversas de demanda y de oferta, menos los costos de transporte (Figura 1)⁽⁷⁾.

Figura 1: Representación gráfica del modelo.



Representación matemática del modelo

$Max\ VSN = \sum_{d=1}^8 [\lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \bar{\omega}_d Y_d^2]$	Área bajo la curva de la demanda
$- \sum_{d=1}^{10} [v_s X_s + \frac{1}{2} \eta_s X_s^2]$	Área bajo la curva de la oferta
$- \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} X_{sd}]$	Costo de transporte
$- \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} + a_i] X_{sd}$	Costo de transporte más arancel

escenario uno

$$-\sum_{d=1}^{10} [t_{sd} - K_{p,pp,i}] X_{sd} \quad \text{Costo de transporte menos subsidio escenario}$$

dos y tres, escenario cuatro y cinco aplicación simultánea de arancel y subsidio.

Donde:

d = Regiones consumidoras

s = Regiones productoras

λ_d = Intercepto de función inversa de la demanda

ϖ_d = Pendiente de la función inversa de la demanda

Y_d = Cantidad demandada de carne en la región d

V_s = Intercepto de función inversa de la oferta

η_s = Pendiente de la función inversa de la oferta

X_s = Cantidad ofertada de carne en la región s

t_{sd} = Costo de transporte de s a d

X_{sd} = Cantidad de envíos de s a d

a_i = Arancel a carne de cerdo importada

$K_{p,pp,i}$ = Subsidio p = cerdos enviados a rastro pp = hembras en inventario i = compra de granos

Este modelo está sujeto a las siguientes restricciones

La cantidad demandada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser menor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$Y_d \leq \sum_{d=1}^8 X_{sd} \quad d = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 8$$

La cantidad ofertada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser mayor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$X_s \geq \sum_{d=1}^{10} X_{sd} \quad s = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 10$$

La cantidad demandada, la cantidad ofertada y los envíos de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d), debe ser mayor o igual a cero⁽⁸⁾.

$$Y_d, X_s, X_{sd} \geq 0$$

Los supuestos económicos considerados en el modelo.

- Hay dos o más regiones que comercian un bien homogéneo
- Cada región constituye un solo y distinto mercado
- Las regiones están separadas pero no aisladas por los costos de transporte por unidad física, lo cual es independiente del volumen
- Para cada región las funciones de oferta y demanda son conocidas
- considerando 10 regiones productoras y 8 regiones consumidoras.

Se utilizó la regionalización económica y geográfica ⁽⁹⁾, como se muestra en el Cuadro 1.

La información utilizada se obtuvo de la siguiente manera:

La producción y las exportaciones se obtuvieron por entidad federativa del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera⁽¹⁰⁾, se restó la exportación a la producción de los estados que reportaron, y se sumó la producción de los que integran cada una de las regiones para obtener la producción regional.

La importación se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera ⁽¹⁰⁾ según las claves arancelarias y puntos de acceso (aduanas), se establecieron dos puntos de internación de carne importada, el primero lo componen las aduanas de Colombia en Nuevo León, Nuevo Laredo y Reynosa en Tamaulipas y Piedras Negras en Coahuila. Este primer punto registra el ingreso del 90.1 % de la carne importada. El segundo punto de internación los compone las

aduanas de Mexicali y Tijuana en Baja California, Nogales y San Luis Rio Colorado en Sonora y Ciudad Juárez en Chihuahua por este punto ingresa el 9.9 % de la importación.

De esta manera se establecieron 10 regiones productoras ocho en el interior del país y dos puntos fronterizos de internación de carne de cerdo.

Para conocer el consumo (demanda) de cada una de las ocho regiones del país se obtuvo la población de cada estado del año 2015 del Consejo Nacional de Población⁽¹¹⁾. Esta población se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores⁽¹²⁾, y se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región.

El precio regional de cerdo en canal se obtuvo conociendo el precio de cada estado que integra la región, el cual fue ponderado con la producción⁽¹⁰⁾, el precio de los puntos de internación se obtuvo del Sistema nacional de integración e información de mercados⁽¹³⁾.

El costo de transporte dentro y entre regiones se calculó multiplicando la distancia por el costo por kilómetro, las distancias se obtuvieron con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto⁽¹⁴⁾, se consideró cada capital del estado como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. El transporte de canales de cerdo es especializado y tiene un costo por km de 2 dólares el equivalente a 35 pesos en el momento de la investigación. Este costo se obtuvo de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Se consideraron las elasticidades regionales⁽¹⁵⁾ y para los puntos de internación se usaron las elasticidades nacionales⁽¹⁵⁾, también se calcularon las funciones precio-cantidad para demanda y oferta^(17,18).

Para el análisis de la información se utilizó el software Solver Premium Platform 2014-R2 y el solver MINOS, escrito en el lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2 para Windows, Office 2013 con base en Rosenthal⁽¹⁹⁾ los cuales desarrollan modelos de programación lineal y no lineal (cuadrática) que se utilizan en la optimización de recursos.

Una vez que se obtuvo el modelo base, se generaron cinco escenarios.

Escenario 1. Se consideró un arancel de un 15%, con lo cual se incrementó \$4.12 por kg el precio de la carne de cerdo importada, pasando de \$27.44 a \$31.56 por kg este incremento se agregó en la matriz de costo de transporte para los dos puntos de internación.

Escenario 2. Para este escenario, basándose en el apoyo del Programa porcino de la SAGARPA (Propor) que otorga \$100 por animal sacrificado en rastros Tipo Inspección Federal (TIF) buscando un incremento en su ingreso y estimular el uso de rastros con mejores esquemas sanitarios, se consideró este monto para todos los cerdos sacrificados en el país.

Con el inventario porcino y la cantidad de cerdos sacrificada en México en el año 2015, se obtuvo que el monto de subsidiar con \$100 pesos por cerdo enviado a rastro es equivalente a hacerlo con \$1500 a cada hembra en inventario o con \$430 por cada tonelada de grano (maíz o sorgo) comprado, esta cantidad se restó al costo de transporte.

Escenario 3. Para este escenario se consideró lo propuesto por el Programa porcino de la SAGARPA (Propor) que busca aumentar el ingreso del productor apoyando con \$200 por hembra en inventario lo cual es equivalente a dar \$13.34 por cada cerdo finalizado enviado a rastro o al apoyo de \$57 pesos por cada tonelada de grano (maíz o sorgo) comprado.

Escenario 4. Se utilizó la aplicación simultánea de un arancel de 15 % a la carne de importada y un subsidio de 100 pesos por cerdo enviado a rastro.

Escenario 5. Se utilizó la aplicación simultánea de un arancel de 15 % a la carne de importada y un subsidio de 200 pesos por hembra en inventario, para estos últimos escenarios el arancel se le sumó y el subsidio se le restó al costo de transporte.

VII. RESULTADOS

Como resultado del presente trabajo de investigación se publicaron las contribuciones que a continuación se detallan.

7.1 Capítulo uno

Determinación del tamaño de planta de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en la región sur del estado de México. Análisis Corporativo, Desarrollo y Finanzas, Editorial Martínez, Primera edición Año 2016, ISBN: 978-607-503-183-5 pág. 203-224

COORDINADORES

JULIETA EVANGELINA SÁNCHEZ CANO
JOSÉ GERARDO IGNACIO GÓMEZ ROMERO



ANÁLISIS CORPORATIVO, DESARROLLO Y FINANZAS





MARTÍNEZ
EDITORIAL

Análisis Corporativo, Desarrollo y Finanzas

Julieta Evangelina Sánchez Cano
José Gerardo Ignacio Gómez Romero

COORDINADORES

Autores:

Alicia Cruz Martínez	Ma. Cruz Lozano Ramírez
Antonio Rafael Peña Sánchez	Marcos A. Ponce Jara
Claudia Amezcuva Vega	María Eugenia De la Rosa Leal
Delia Ávila Barrios	Mariana Zerón Félix
Eber Enrique Orozco Guillén	Mario Alberto Martínez Rojas
Eliseo Díaz González	Mercedes Jiménez García
Eugenio Guzmán Soria	Miguel Ángel Vega Campos
Felipe de Jesús González Razo	Milton Moreano Alvarado
Francisco Ernesto Martínez Castañeda	Mónica Lorena Sánchez Limón
Franco Alberto Torti Romero	Néstor Daniel Galán Hernández
Germán Gómez Tenorio	Nicolás Callejas Juárez
Héctor Hugo Velázquez Villalba	Nildia Yamileth mejías Brizuela
João Carlos Loebens	Oscar Fernando González Alayón
José Iván Gutiérrez Lino	Samuel Rebollar Rebollar
José Ruiz Chico	Seyka Verónica Sandoval Cabrera
Julieta Evangelina Sánchez Cano	Yesenia Sánchez Tovar
Juvenio Hernández Martínez	



MARTÍNEZ

EDITORIAL

Editorial Martínez

Zarco 529 sur.
Zona Centro
C.P. 34000

Durango, Dgo., México

Tél: (01) 618-8-14-63-80

Cel: (618)2-06-54-55

Título: **Análisis Corporativo, Desarrollo y Finanzas.**

Primera Edición 2016.

Diseño de Libro Digital: **Carlos Mtz. Torres.**

Diseño de portada: **Carlos Martínez Torres.**

Diseño de interiores: **Carlos Martínez Torres.**

© D.R.: **Los Autores.**

© D.R.: **Julieta Evangelina Sánchez Cano.**

© D.R.: **José Gerardo Ignacio Gómez Romero.**

© D.R.: De esta edición, Editorial Martínez.

El editor y los comités editorial y científico no se hacen responsables por lo que digan u omitan los capítulos aquí presentados en relación con enfoques ideológicos, políticos o de otro tipo.

Los autores son los directos responsables del contenido de sus Capítulos.

Agosto del 2016

ISBN: 978-607-503-183-5

El Comité Científico de la obra *Análisis Corporativo, Desarrollo y Finanzas*, está integrado por profesores investigadores de Instituciones de Educación Superior de España, Dinamarca y México quienes dictaminaron un total de 10 sesiones — 3 preliminares y 7 plenarias — entre agosto del 2015 y julio del 2016. Basándose en un plan de trabajo que integró etapas de: convocatoria, recepción, evaluación pares académicos y dictaminación, aceptación o rechazo, asentado en una bitácora de control. Finalmente después de un intenso proceso de selección, la integración de la obra *Análisis Corporativo, Desarrollo y Finanzas* quedó compuesta por 14 capítulos.

El Comité Científico de la obra *Análisis Corporativo, Desarrollo y Finanzas* se integra por:

Carlos Berzosa Alonso-Martínez, Universidad Complutense de Madrid (España).

Daniel Díaz Fuentes, Universidad de Cantabria (España).

Miguel Ángel Díaz Mier, Universidad Alcalá de Henares (España).

Birgitte Gregersen, Aalborg University (Dinamarca).

Alfredo Islas Colín, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (México).

Humberto Ríos Bolívar, Instituto Politécnico Nacional (México).

Clemente Ruiz Durán, Universidad Nacional Autónoma de México (México).

Julio Sequeiros Tizón, Universidad de Coruña (España).

Erasmus Adolfo Sáenz Carrete, Universidad Autónoma Metropolitana (México).

Xavier Vence Deza, Universidad de Santiago de Compostela (España).

Francisco Venegas-Martínez, Instituto Politécnico Nacional (México).

CONSEJO ARBITRAL DE PUBLICACIONES

NOMBRE	UNIVERSIDAD
1. M.C. Berenice Juárez López	Universidad Autónoma De Coahuila.
2. Dra. María De Los Dolores González Saucedo	Tecnológico De Monterrey.
3. Dra. Florina Guadalupe Arredondo Trapero	Tecnológico De Monterrey.
4. Mtro. José R. Morales Calderón	UAM – Iztapalapa.
5. Dr. Juan Manuel Alberto Perusquia Velasco	Universidad Autónoma De Baja California.
6. I.C. Deyanira Villarreal Solís	UJED
7. Mtro. Ricardo Verjón Quiñones	UABC Tijuana.
8. Dra. Martha Cecilia Jaramillo Cardona	Universidad Autónoma De Baja California.
9. Dra. Elsa Mircea Rosales Estrada	Universidad Autónoma Del Estado De México.
10. Dr. Oswaldo Ortega	Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo.
11. Mtro. José Silvestre Méndez Morales	Universidad Nacional Autónoma De México
12. Dr. Ramón Gerardo Recio Reyes	UASLP
13. M.I. Esther E. Corral Quintero	UABC
14. Dra. Berenice Ynzunza	Universidad tecnológica de Querétaro.
15. Dra. Liliana De Jesus Gordillo Benavente	Universidad Politécnica De Tulancingo.
16. Dra. Berta Ermila Madrigal Torres	Universidad De Guadalajara.
17. Mtra. Graciela López Méndez	UDG, Cucea.
18. Dra. María Del Rosario Demuner Flores	Universidad Autónoma Del Estado De México.
19. Mtra. Nora Edith González Navarro	Instituto Tecnológico De Sonora.
20. Mtro. Francisco Javier López Cerpa	UDG, Cucea.
21. Octavio Reyes L.	
22. Mtra. Rosario Higuera Torres	UNAM
23. Dra. Mónica Lorena Sánchez Limón	Universidad Autónoma De Tamaulipas.
24. Dr. Pablo Manuel Chauca Malásquez	Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo.
25. Dr. Arturo Ordaz Alvarez	Universidad De Sonora.
26. Mtra. Claudia Ferino Valle	UAM – Iztapalapa.
27. Dr. Robert Efraín Zárate Cornejo	Universidad Autónoma De Baja California.
28. Jorge Eduardo Macías Lucvano	Universidad Autónoma De Aguascalientes.
29. Oscar Rodil Marzábal	Facultad De Ciencias Económicas Y Empresariales.
30. Juan Carlos Dueñas Ricarte	Ministerio Del Ambiente Del Ecuador.
31. Dr. Roberto González Acolt	Universidad Autónoma De Aguascalientes.
32. Dr. Jorge Carlos Morgan Medina	Universidad Autónoma De Baja California
33. Dr. Luis Iván Sánchez Rodríguez	Universidad Autónoma De Tamaulipas.
34. Dr. Eliseo Díaz González	El Colegio De La Frontera Norte, A. C
35. Dr. Armando Medina Jiménez	UASLP, México.
36. Abigail Hernández Rodríguez	
37. Dr. Ma. Rosa López Mejía	
38. Dra. Ma. Cruz Lozano Ramírez	
39. Jaime Jiménez	UNAM
40. Dra. Lourdes Apodaca	
41. Juan Manuel Izar Landeta	
42. Dr. Ladislao Adrián Reyes Barragán	Universidad Autónoma Del Estado De Morelos
43. Dra. Teresa García López	
44. Silva Treviño Juan Gilberto	
45. Dra. María Elvira López Parra	Instituto Tecnológico De Sonora
46. Dr. Daniel Hernández	Universidad Pedagógica Nacional Tijuana, B.C.
47. M. A. Georgina Tejeda Vega	UABC Campus Tijuana

48. Dra. María Concepción Ramírez Barón	Universidad Autónoma de Baja California.
49. Dr. Rubén Araujo	Universidad Del Zulia-Venezuela
50. Dra. Juana Astorga Ceja	Universidad Autónoma De Baja California
51. Rubén Chávez Chaires	
52. Dra. Karla María Nava Aguirre	Universidad Autónoma De Tamaulipas
53. Dr. José M. Maraboto Q.	Tec. De Monterrey
54. Bertha Elizabeth Cárdenas Hinojosa	
55. Salvador Ceja Oseguera	UPAEP
56. Dr. Eduardo Ahumada Tello	
57. Nilda Yamileth Mejías	Universidad Politécnica de Sinaloa
58. Elba Miriam Navarro Arvizu	ITSON
59. Dr. Rafael Espinosa Mosqueda	
60. Dr. Flavio Alonso Rosales Díaz	Universidad De Sonora
61. Dra. Caterina Clemenza	
62. Emigdio Larios	
63. Eduardo Barrera Arias	
64. Dr. Víctor Manuel Rubalcaba Domínguez	Universidad Autónoma De Tamaulipas
65. Jerónimo Ricardez Jiménez	Universidad Veracruzana
66. Paola Vera	Universidad Nacional Autónoma De México
67. José Luis	
68. Dr. Rafael Regalado Hernández	
69. Mary A. Vera-Colina	Universidad Nacional De Colombia.
70. Dra. Adriana Eugenia Ramos Avila	
71. Roberto Rodríguez Venegas	
72. Dr. Eliseo Díaz González	El Colegio de la Frontera Norte, A. C.
73. Alicia Cruz Martínez	UNAM
74. Sergio Domínguez Reyna	
75. Dr. Germán Oyosa Roldán	
76. Celina Lértora	
77. Clara García	Universidad Complutense de Madrid
78. Devanira Villarreal Solís	UJED
79. Juan Carlos Duenas R.	
80. Oscar Rodil Marzábal	Universidad de Santiago de Compostela
81. Felipe Miguel Carrasco Fernández	
82. Carmela Sánchez Carreira	Universidad de Santiago de Compostela
83. Camelia Tigau	UNAM
84. José Luis García Ruiz	Universidad Complutense de Madrid
85. Dr. Armando Sánchez Albarrán	UAM-Azcapotzalco.
86. María del Rocío Pérez Rosas	UAM - Iztapalapa
87. Dra. Silvia G. Novelo y Urdanivia	
88. Dr. Amado Olivares Leal	Universidad de Sonora
89. Dra. Ma. Teresa Camberos Sánchez	Docente e investigador.
90. Dr. José Alberto Ramírez de León	Universidad Autónoma de Tamaulipas
91. Dr. José Luis Barrera Canto	Desarrollo de Sistemas Estratégicos de Información
92. Sergio Domínguez Reyna	
93. Alicia Cruz Martínez	
94. Fátima de la Fuente del Moral	Universidad Complutense de Madrid
95. Arturo Morales Castro	UNAM.
96. María Elvira López Parra	Instituto tecnológico de Sonora
97. Roberta Curiazi	FLACSO Ecuador, Quito

Contenido.

Prólogo. (15)

Introducción. (19)

CAPÍTULO

I

El sector energético en México: crisis, retos y transformaciones en el ramo petrolero. (21)

Julieta Evangelina Sánchez Cano

CAPÍTULO

II

Aprovechamiento Del Recurso De Biomasa Como Estrategia Competitiva Para El Desarrollo Local Sostenible En México. (45)

Nildia Yamileth Mejías Brizuela / Eber Enrique Orozco Guillén
Néstor Daniel Galán Hernández / Claudia Amezcua Vega

CAPÍTULO

III

Caracterización del Capital Intelectual en Universidades de Ciudad Victoria, Tamaulipas. (85)

Franco Alberto Torti Romero / Yesenia Sánchez Tovar
Mónica Lorena Sánchez Limón / Mariana Zerón Félix

CAPÍTULO IV	Ciudades Compactas y Difusas: El Crecimiento De Manta y Su Relación Con La Movilidad Humana. (129) Ponce Jara, Marcos A. / Moreano Alvarado, Milton Gutiérrez Lino, José Iván
CAPÍTULO V	Comercio internacional y crecimiento económico en países de América Latina. (173) Eliseo Díaz González / Oscar Fernando González Alayón
CAPÍTULO VI	Determinación de tamaño de planta de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en la región sur del estado de México. (203) Héctor Hugo Velázquez Villalba / Germán Gómez Tenorio Samuel Rebollar Rebollar / Francisco Ernesto Martínez Castañeda
CAPÍTULO VII	Dinámica De Las Disparidades Económicas Regionales En El Desarrollo Económico De España. (225) Antonio Rafael Peña Sánchez / Mercedes Jiménez García José Ruiz Chico

**CAPÍTULO
VIII**

Efectos de la depreciación del peso y sustitución del maíz sobre el mercado del sorgo (*Sorghum vulgare pers*) en México. (271)

Samuel Rebolgar Rebolgar / Juvencio Hernández Martínez
Nicolás Callejas Juárez / Eugenio Guzmán Soria
Felipe de Jesús González Razo

**CAPÍTULO
IX**

Efectos del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en la innovación de la cultura organizacional ambiental en México. (295)

María Eugenia De la Rosa Leal / Miguel Ángel Vega Campos
Mario Alberto Martínez Rojas

**CAPÍTULO
X**

Gobernanza y Desarrollo: el rol de las corporaciones globales. (339)

Seyka Verónica Sandoval Cabrera

**CAPÍTULO
XI**

Intercambio de Información, Fraude y Paraísos Fiscales, ¿O Paraísos Fisco-Criminales? (367)

João Carlos Loebens

**CAPÍTULO
XII** **La pesca de los peces batoideos en Ecuador como fuente de desarrollo. (399)**

Alicia Cruz Martínez

**CAPÍTULO
XIII** **Las Estrategias de Promoción como proceso de aprendizaje para el posicionamiento de las organizaciones en la región. (409)**

Ma. Cruz Lozano Ramírez

**CAPÍTULO
XIV** **Tendencias Del Uso De Tics Para El Desarrollo De La Función Pública. (429)**

Delia Ávila Barrios

Directorio de Autores. (465)

ANÁLISIS CORPORATIVO, DESARROLLO Y FINANZAS

ISBN: 978-607-503-183-5

DETERMINACIÓN DE TAMAÑO DE PLANTA DE RASTROS Y DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DE LA CARNE DE CERDO EN LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

CAPÍTULO

VI

AUTORES

HÉCTOR HUGO VELÁZQUEZ VILLALBA
SAMUEL REBOLLAR REBOLLAR

GERMÁN GÓMEZ TENORIO
FRANCISCO E. MARTÍNEZ CASTAÑEDA

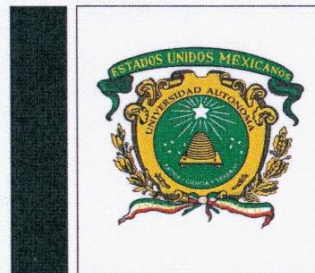
SUMARIO

Introducción, 1. METODOLOGÍA, 2. RESULTADOS, 3. CONCLUSIONES, 4. BIBLIOGRAFÍA.

RESUMEN

El objetivo fue determinar para el año 2030 la ubicación, el tamaño de planta y rutas óptimas de transporte de cerdos de granjas a rastros y de canales de rastros a centros de consumo en cuatro Municipios del sur del Estado de México. La información se analizó con un modelo de programación lineal de mínimo costo utilizando el software Solver Premium Platform. Los resultados indican que con una distribución óptima, se ahorrarían \$351,104 anualmente en la comercialización, y se deben construir rastros en los municipios de Temascaltepec y San Simón de Guerrero para sacrificio de 67 y 35 cabezas respectivamente.

Palabras clave: Cerdos, Rastros, Programación lineal, Sur del Estado de México.



ANÁLISIS CORPORATIVO, DESARROLLO Y FINANZAS

ISBN: 978-607-503-183-5

DETERMINACIÓN DE TAMAÑO DE PLANTA DE RASTROS Y DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DE LA CARNE DE CERDO EN LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

CAPÍTULO

VI

AUTORES

HÉCTOR HUGO VELÁZQUEZ VILLALBA
SAMUEL REBOLLAR REBOLLAR

GERMÁN GÓMEZ TENORIO
FRANCISCO E. MARTÍNEZ CASTAÑEDA

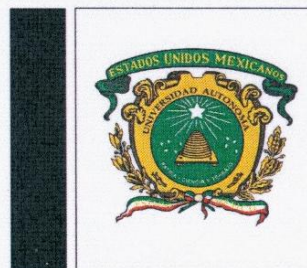
SUMARIO

Introducción, 1. METODOLOGÍA, 2. RESULTADOS, 3. CONCLUSIONES, 4. BIBLIOGRAFÍA.

ABSTRACT

The objective was to determine for the year 2030, the location, plant size and optimal routes for transporting pigs from farms to the slaughterhouse and from the slaughterhouse to consumption centers in four municipalities in the south of the state of Mexico. The information was analyzed with a linear programming model of minimum cost using the Premium Solver Platform software. The results indicate that with an optimal distribution they would save \$351.104 annually in marketing, and should build abattoirs in the municipalities of Temascaltepec and San Simón de Guerrero for slaughtering, 67 and 35 heads respectively.

Keywords: Pigs, Slaughterhouse, Linear Programming, South of the State of Mexico.



Introducción.

La producción de carne de cerdo en México para el año 2014 fue de 1.290 millones de toneladas, siendo los estados con mayor producción Jalisco, Sonora, Puebla, Guanajuato, Yucatán y Veracruz (SIAP 2015) estas entidades aportan el 72.5 % de la producción nacional. Para el mismo año el consumo de carne de cerdo fue de 1.948 millones de toneladas (CONFEPORC, 2015), los estados con mayor consumo fueron: Estado de México, Veracruz, Puebla, Distrito Federal, Chiapas y Jalisco, el consumo de carne de cerdo de estos estados fue del 54.3 % del total del país.

Para el Estado de México la producción en el año 2014 fue 28,282 toneladas (SIAP 2015), lo que lo ubica en el décimo cuarto estado a nivel nacional, sin embargo esta no es suficiente para satisfacer la demanda de este producto la cual ascendió a 267,243 toneladas para el mismo año. (CONFEPORC, 2015), esto lo ubica como el primer consumidor de carne de cerdo a nivel nacional, para cubrir esta demanda recurre a la compra de cerdos que proviene de otros estados como lo son: Jalisco, Sonora y Puebla, así como la importación de canales y carne de Estados Unidos, este movimiento de cerdos vivos, canales y carne representa el 89.62 % del consumo. La canal de un cerdo, se refiere al cuerpo entero sacrificado, sangrado, sin vísceras y sin pelo (Rebollar *et al.*, 2014).

En la región suroeste del Estado de México las condiciones son similares, ya que al considerar 4 municipios de esta zona como los son Valle de Bravo, Temascaltepec, San Simón de Guerrero y Tejupilco, se observa que solo producen el 20 % de su consumo por lo que deben traer el otro 80% de otros lugares, tanto de cerdo vivo como canales.

En México, además de los privados, existen dos tipos de rastros administrados por el gobierno en alguno de sus tres niveles, los muni-

cipales y los de tipo inspección federal. El objetivo de estos es proporcionar áreas e instalaciones para la matanza, faenado, conservación y distribución de carne y productos cárnicos en condiciones adecuadas de higiene, los cuales son establecidos según SENASICA de acuerdo a patrones de consumo, la dotación de carne por habitante y la población a atender. Los rastros municipales se localizan en poblaciones no menores de 5,000 habitantes y los rastros tipo inspección federal en poblaciones con más de un millón de habitantes, variando elementos como: la superficie construida, la matanza diaria y el promedio generado de kilos de carne para su consumo por día (SENASICA, 2016).

Esta dependencia de carne obliga al movimiento de grandes cantidades de cerdo vivo y canales dentro de todo el Estado de México, incluyendo los municipios antes mencionados, lo que implica alto riesgo de difusión de enfermedades ya que cada cerdo de 100 kg, listo para el abasto excreta un promedio de 2 kg de heces por día mismas que son vertidas en las carreteras por los cerdos que son trasladados a los lugares donde se llevará a cabo su sacrificio y posterior consumo; y, debido a que en México, como se menciona anteriormente, los elementos que se consideran para el establecimiento de un rastro no consideran el origen de los animales, sólo consideran el número de habitantes, se desconoce si la ubicación y el tamaño de los rastros es la adecuada. Además, no se sabe si la forma en que se distribuye el cerdo vivo hacia los rastros y los canales a los centros de consumo es la óptima. Estas condiciones generan un gasto considerable para quienes se dedican a dicha actividad lo que, sin duda, afecta su posible beneficio económico.

Esto hace necesario generar una investigación que permita conocer la ubicación y el tamaño adecuado de los rastros de la región, así como la distribución óptima (de mínimo costo) de cerdos vivos que son trasladados de las granjas a los rastros y las canales enviadas de los rastros a los centros de consumo, además de generar escenarios que indiquen la mejor manera de distribuir los cerdos, así como la ubicación y el tamaño de planta de los rastros para el año 2030.

Por lo anterior, el objetivo del siguiente trabajo fue determinar la ubicación, el tamaño de planta y rutas óptimas de transporte de granja a rastro y de rastro a centros de consumo de carne de cerdo en el sur del Estado de México actual y proyectada para el año 2030.

La hipótesis de esta investigación considera que la ubicación, el tamaño de planta de los rastros en el Sur del Estado de México y las rutas de distribución de granja a rastro y de rastro a centros de consumo no son las óptimas.

1. Metodología.

Para la presente investigación se formuló un modelo de programación lineal de mínimo costo, donde la función objetivo minimiza la suma del costo de transporte de cerdos de la granja a rastro, el costo de transformación de cerdo a canal (sacrificio) y el costo de distribución de canales de rastro a centros de consumo (Takayama *et. al.*, 1964).

Supuestos económicos considerados en el modelo.

- Un área geográfica puede ser dividida en n municipios que pueden ser productores y consumidores.
- Los consumidores demandan cerdos y/o canales homogéneos.
- Los consumidores son indiferentes al origen de los cerdos y/o canales.
- Los productores de cada municipio producen x cantidad de cerdos.
- La demanda total de canales debe ser igual a la oferta total de canales.
- Los costos de transporte son independientes de la cantidad de cerdo y/o canales.

Expresión matemática del modelo.

$$MIN(C) = \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n t_{ij}^{\delta} x_{ij}^{\delta} + \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n c_i^k x_i^k$$

Donde:

$MIN(C)$ = Mínimo costo

ij = Regiones

δ = Cerdos

k = Canales

t = Transporte

x = Cantidad

c = Costo

Restricciones consideradas en el modelo.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}^k \leq x_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

x_{ij}^k = Cantidad de canales enviados de rastro a centros de consumo

x_i^k = Cantidad de canales obtenidas en rastro

$$s_i^{\delta} - \sum_{j=1}^n x_{ij}^{\delta} + \sum_{j=1}^n x_{ji}^{\delta} \geq x_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

s_i^{δ} = Número de cerdos producidos en granja

x_{ij}^{δ} = Cerdos enviados de la región i a la región j

x_{ji}^{δ} = Cerdos enviados de la región j a la región i

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

$$s_i^m \geq x_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

s_i^m = Capacidad de planta de cada rastro

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

$$\sum_{j=1}^n x_{ji}^k \geq y_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

x_{ji}^k = Cantidad de canales enviadas de rastros a centros de consumo

y_i^k = Cantidad demandada de canales

$$x_{ji}^k, x_i^k, x_{ij}^k, x_{ij}^\delta \geq 0$$

Donde:

x_{ji}^k = Cantidad de canales enviadas de la región j a la región i

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

x_{ij}^k = Cantidad de canales enviadas de la región i a la región j

x_{ij}^δ = Cerdos enviados de región i a región j

Capítulo VI

El trabajo se desarrolló en la zona sureste del Estado de México considerando 4 municipios de la región, que son Valle de Bravo, Temascaltepec, San Simón de Guerrero y Tejupilco, se calculó la producción y el consumo de carne de cerdo de cada uno de los municipios.

La producción total (oferta) de estos municipios, se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2015). Para obtener como está estructurada la oferta se calculó la producción de granjas tecnificadas que se encuentran en la zona considerando el inventario de hembras del censo pecuario (SENASICA, 2015) con un parámetro productivo de 22.98 cerdos destetados (cerdos separados de la madre entre los 21 y 28 días de vida) por hembra por año y 4.37 de mortandad de destete a rastro (Pic Latam, 2015). La producción de traspatio se calculó restando a la producción por municipio reportada por el SIAP la producción de granjas tecnificadas que se obtuvo. El total de la oferta se complementó con los cerdos vivos que entran a la región por el municipio de Toluca y que se sacrifican en los rastros de la región sur. Se consideró el municipio de Toluca debido a que es por el que tienen que pasar los cerdos que provienen de otros estados de la república.

Para conocer el consumo (demanda) de cada uno de los municipios se obtuvo la información de su población del censo del 2010 (INEGI 2010) y con la tasa media de crecimiento anual del estado que es de 1.21 %, se obtuvo la información del 2014. Esta población se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores la cual estima en 16 kg (CONFEPORC, 2015). Esta cantidad se dividió entre 75 kg promedio de una canal para conocer la demanda de canales por municipio.

Para la información de producción (oferta) y consumo (demanda) se consideró el valor semanal por lo que las cantidades anuales fueron divididas entre 52 semanas.

La información de los centros de matanza (Rastros) como es el número de cerdos sacrificados por semana, el costo de sacrificio y la

capacidad instalada se obtuvo de forma directa con entrevistas a los encargados de los 2 rastros que se encuentran en la región, el rastro ecológico de Valle de Bravo y el rastro municipal de Tejupilco.

El costo de transporte de granja a rastro se determinó considerando una distancia mínima de 5 km dentro del municipio y se calculó la distancia entre los municipios con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT 2015). El transporte empleado para el traslado de cerdos vivos y canales es especializado por lo tanto de mayor costo por km recorrido, Se consideró un costo de 28 pesos por km. para cerdos vivos. En el caso del costo de transporte de rastro a centro de consumo se utilizaron las mismas distancias, pero se modificó el costo a 21 pesos por km. Para canales de cerdo estos costos se obtuvieron de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Una vez lista la información se utilizó para el análisis el software Solver Premium Platform 2014-R2 que es un programa que desarrolla modelos de programación lineal utilizado en la optimización de recursos, (maximizar ganancias o ingresos y/o minimizar costos), a través de una función lineal (función objetivo), sujeta a un conjunto de restricciones lineales, que se pueden representar como igualdades o desigualdades. (Calderón, 1995).

Se generaron tres escenarios, el primero, es un escenario de mínimo costo con datos de 2014, para conocer el flujo óptimo de animales, canales y el costo mínimo de transportación y matanza. El segundo, es de máximo costo para conocer la diferencia económica entre el menor y el máximo costo. Los cuales consideraron variables de producción, costo de transporte de granjas a rastro, costo de sacrificio y costo de transporte de rastros a centros de consumo.

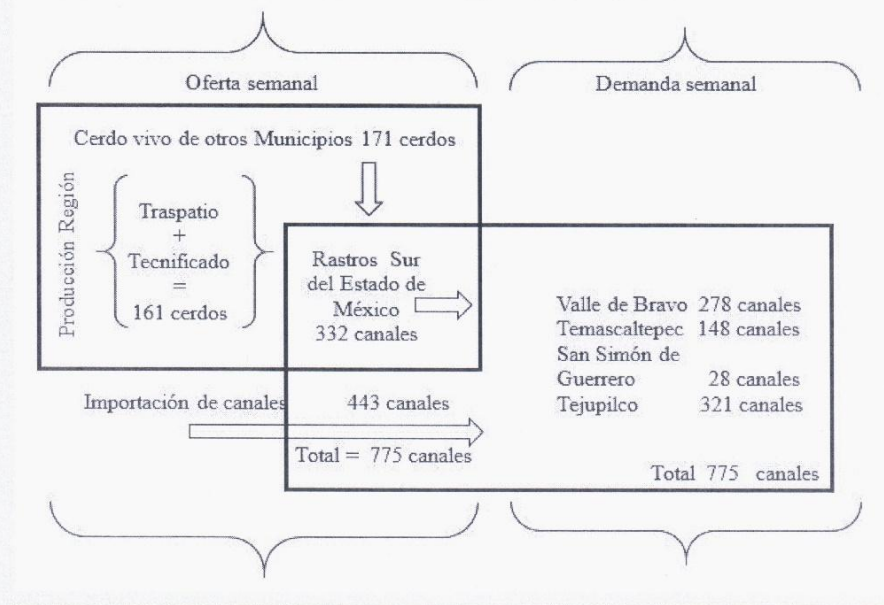
Para obtener la ubicación y el tamaño de óptimo de los rastros así como su distribución que minimice costos para 2030, se realizaron las proyecciones de producción, con la tasa media de crecimen-

to anual (TMCA) que fue de 0.017 % para los municipios del Estado de México y, del consumo de carne de cerdo con la TMCA de la población del estado que fue 1.21 % manteniendo el mismo consumo *per cápita* de 16 kg. Esto permitió crear el escenario tres, el cual consideró dos restricciones: a) utilizar rastros existentes de Valle de Bravo y Tejupilco y, b) eliminando la restricción de sacrificio actual de rastros.

2. Resultados.

Los datos obtenidos del cálculo de la oferta y demanda se muestran en la figura 1, donde se observa el origen de los animales, así como la cantidad de canales requeridos por municipio para satisfacer su demanda.

Figura No 1. Producción y oferta de carne de cerdo año 2014 en la zona de estudio.



Escenario No 1: mínimo costo de transporte y matanza en 2014.

El costo mínimo para desarrollar las actividades de transporte de granjas a rastros, la transformación de cerdo a canal (sacrificio) y transporte de canales a centros de consumo para una semana durante el año 2014 asciende a \$29,124 pesos.

$$MIN(C) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^{\delta} x_{ij}^{\delta} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n c_i^k x_i^k$$

$$MIN(C) = 4,666.00 + 7,858.00 + 16,600.00$$

$$MIN(C) = 29,124.00$$

Como se muestra en el cuadro No 1 para la distribución de cerdos en pie a los dos rastros que se encuentran en la zona, el mínimo costo se encontraría cuando toda la producción de Tejupilco, Temascaltepec y San Simón de Guerrero se sacrificara en el rastro municipal de Tejupilco, más 47 cerdos que vienen del municipio de Toluca (otros estados), mientras que los 124 cerdos restantes que provienen de fuera de la región deberían de llegar a sacrificarse al rastro de Valle de Bravo, de esta manera el costo mínimo de transporte de envío de cerdos de granja a rastro es de \$4666 pesos.

El costo de sacrificio por cerdo en el rastro ecológico de Valle de Bravo y en el rastro municipal de Tejupilco es de \$50 pesos, por lo que el monto semanal de sacrificio en la región asciende a los \$16,600 pesos. Se observa que la distribución óptima de canales enviadas de rastro a centros de consumo que llegan por semana a los rastros de Valle de Bravo y Tejupilco deben ser consumidas en esos municipios, y que todos los municipios incluidos los que tienen rastro deben traer canales de Toluca para poder solventar su demanda, el costo mínimo de transporte de canales de rastro a centros de consumo \$7,858 pesos.

Cuadro No 1. Distribución óptima de cerdos y canales en la región.

Cerdos enviados de Granja a Rastro			Canales enviadas de Rastros a Centros de Consumo		
Granjas	Rastros	Cerdos	Rastros	Centro de Consumo	Canales
Valle de Bravo	Valle de Bravo	8	Valle de Bravo	Valle de Bravo	132
Tejupilco	Tejupilco	77	Tejupilco	Tejupilco	200
Temascaltepec	Tejupilco	65	Toluca	Valle de Bravo	146
San Simón	Tejupilco	11		Tejupilco	121
Toluca	Valle de Bravo	124		Temascaltepec	148
	Tejupilco	47		San Simón de Guerrero	28
Total	Valle de Bravo	132	Total	Valle de Bravo	278
				Tejupilco	321
	Tejupilco	200		Temascaltepec	148
				San Simón de Guerrero	28
Total cerdos en Rastros		332	Total consumidos en la Región		775

Resultados del modelo software Solver Premium Platform.

Escenario No 2: máximo costo de transporte y matanza en 2014

Al maximizar la función objetivo el costo de transporte de estas actividades se obtuvo que el costo máximo asciende a \$35,886 pesos.

$$MAX(C) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^{\delta} x_{ij}^{\delta} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n c_i^k x_i^k$$

$$MAX(C) = 7,028.00 + 12,258.00 + 16,600.00$$

$$MAX(C) = 35,886.00$$

Para maximizar el costo de transporte de distribución de cerdos en pie a los dos rastros que se encuentran en la zona se observa que la producción de Tejupilco, San Simón de Guerrero y 44 cerdos de Temascaltepec se tendrían que sacrificar en el rastro ecológico de Valle de Bravo, y en el rastro municipal de Tejupilco se sacrificarían los 8 cerdos producidos en Valle de Bravo junto con 171 cerdos que vienen del municipio de Toluca, como se muestra en el cuadro No 2, el costo máximo de envío de granja a rastro es de \$7,028 pesos.

También se muestra la distribución que maximiza el costo de envío de canales de rastro a centros de consumo y se observa que las canales que se obtienen por semana en los rastros de Valle de Bravo tendrían ser enviadas a Tejupilco junto con 189 canales que proceden de Toluca para satisfacer la demanda, mientras las canales obtenidas en el rastro municipal de Tejupilco deberían ser enviadas a Valle de Bravo con 78 canales enviadas de Toluca a este municipio, y para San Simón de Guerrero y Temascaltepec se tendrían que traer canales de Toluca para satisfacer su demanda, el costo máximo de transporte de canales de rastro a centros de consumo \$12,258 pesos.

El escenario que minimiza el costo de las actividades de traslado de cerdos de granja a rastro, sacrificio y envío de canales a centros de consumo asciende a \$29,124 pesos, lo que representa la mejor forma de realizar estas actividades, mientras que la peor forma de realizar este proceso maximizando el costo, asciende a \$35,886 pesos, por lo que la diferencia entre hacer el proceso de la mejor manera y hacerlo de la forma más costosa es de \$6,762 semanales, es decir, \$351,104 anualmente. La forma en la que actualmente se realiza este proceso cuesta una cantidad comprendida entre el mínimo y el máximo costo.

Cuadro No 2. Distribución más costosa de cerdos y canales en la región.

Cerdos enviados de Granja a Rastro			Canales enviadas de Rastros a Centros de Consumo		
Granjas	Rastros	Cerdos	Rastros	Centro de Consumo	Canales
Valle de Bravo	Tejupilco	8	Valle de Bravo	Tejupilco	132
Tejupilco	Valle de Bravo	77	Tejupilco	Valle de Bravo	200
Temascaltepec	Valle de Bravo	44		Valle de Bravo	78
	Tejupilco	21		Tejupilco	189
San Simón de Guerrero	Valle de Bravo	11	Toluca	San Simón de Guerrero	28
Toluca	Tejupilco	171		Temascaltepec	148
				Valle de Bravo	278
	Valle de Bravo	132		Tejupilco	321
Total			Total	Temascaltepec	148
	Tejupilco	200		San Simón de Guerrero	28
Total cerdos en Rastros		332	Total consumidos en la Región		775

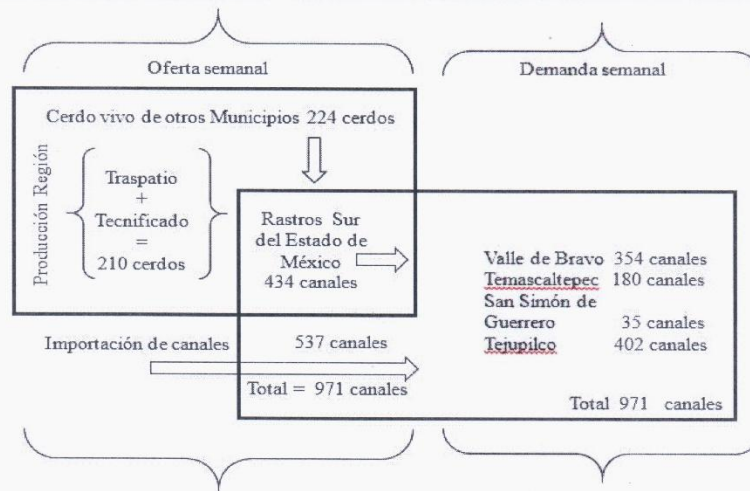
Fuente: resultados del modelo software Solver Premium Platform.

Escenario No 3: ubicación y tamaño óptimo de rastros y distribución óptima de carne para el año 2030.

En la figura 2 se muestran los datos de las proyecciones para las variables de producción y consumo de carne de cerdo por municipio para 2030, la producción para Valle de Bravo, Tejupilco, Temascaltepec y San Simón de Guerrero sería de, 10, 101, 85 y 14 cerdos por semana respectivamente, estos municipios producirían 210 cerdos que equivalen al 21.6 % de su consumo y que se trasladarían a esa región 224 cerdos vivos de otros municipios o estados para ser sacrificados en los rastros de la región que representan el 23.1 % del consumo, complementarían su consumo con la compra

de 537 canales que pueden provenir de otros municipios o ser importadas estas representan el 55.3 % del consumo, la participación de los cerdos vivos más canales que llegan a la región sumaría el 78.4 % del consumo, el municipio con mayor demanda de la región será Tejupilco con 402 canales que representará el 41.4 % del consumo, seguido por Valle de Bravo, Temascaltepec y San Simón de Guerrero cuyos consumos representarán el 36.5 %,18.5 % y 3.6 % respectivamente.

Figura No 2. Producción y oferta de carne de cerdo año 2014 en la zona de estudio.



Estos datos se utilizaron para conocer la ubicación y tamaño óptimo de rastros, así como la distribución de carne cerdo para la región en el año 2030, considerando 2 restricciones las cuales son:

a) Considerando los rastros actuales.

Considerando los rastros actuales, el costo mínimo para desarrollar las actividades de transporte de granja a rastro, de sacrificio y transporte de canales a centros de consumo asciende a \$36,843 pesos.

$$MIN(C) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^{\delta} x_{ij}^{\delta} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n c_i^k x_i^k$$

$$MIN(C) = 5,545.00 + 9,598.00 + 21,700.00$$

$$MIN(C) = 36,843.00$$

En el Cuadro 3, en la columna de rastros se muestran los resultados que indican que deberán existir rastros en los 4 municipios de esta región, como se menciona en la restricción los rastros de Valle de Bravo y Tejupilco deberán mantener el sacrificio actual que es de 132 y 200 animales por semana respectivamente, el modelo sugiere que para el 2030 los municipios de Temascaltepec y San Simón de Guerrero deberán contar con rastros esto debido a que la localización de estos municipios es estratégica y disminuye el costo de transporte de cerdos y canales. El primero debería sacrificar 67 cerdos por semana que vendrían de Toluca y el segundo debería sacrificar una cantidad de 35 cerdos por semana de los cuales 14 serían del mismo municipio mientras que los 21 cerdos restantes deberían venir de Toluca (otros estados), el monto total mínimo de este movimiento de cerdos vivos de granja a rastro asciende a \$5,545 pesos por semana.

Para obtener un mínimo costo en el envío de canales de rastro a centros de consumo las rutas y las cantidades deberán ser las que se muestran el cuadro No 3 en la columna de canales, donde se observa que las 67 canales que se obtienen en el rastro de Temascaltepec deberán ser enviadas al municipio de Tejupilco, y que los municipios de Valle de Bravo, Temascaltepec y Tejupilco deben de complementar su demanda con canales que provienen del municipio de Toluca con 222, 135 y 180 canales respectivamente, solo el municipio de San Simón de Guerrero debería consumir las 35 canales de los cerdos que en su municipio se sacrificarían. El costo mínimo por mover esta cantidad de canales ascendería a \$9,598 pesos por semana.

El monto de sacrificio de los 4 rastros que deben de existir en la zona, considerando un costo de \$50 pesos de sacrificio por cerdo asciende a \$21,700 pesos por semana.

Cuadro No 3. Distribución óptima de cerdos y canales en la región para año 2030, considerando sacrificio actual de rastros.

Cerdos enviados de Granja a Rastro			Canales enviadas de Rastros a Centros de Consumo		
Granjas	Rastros	Cerdos	Rastros	Centro de Consumo	Canales
Valle de Bravo	Valle de Bravo	10	Valle de Bravo	Valle de Bravo	132
Tejupilco	Tejupilco	101	Tejupilco	Tejupilco	200
Temascaltepec	Tejupilco	85	Temascaltepec	Tejupilco	67
San Simón de Guerrero	San Simón de Guerrero	14	San Simón de Guerrero	San Simón de Guerrero	35
Toluca	Valle de Bravo	122	Toluca	Valle de Bravo	222
	Tejupilco	14		Tejupilco	135
	Temascaltepec	67		Temascaltepec	180
	San Simón de Guerrero	21			
Total	Valle de Bravo	132	Total	Valle de Bravo	354
	Tejupilco	200		Tejupilco	402
	Temascaltepec	67		Temascaltepec	180
	San Simón de Guerrero	35		San Simón de Guerrero	35
Total cerdos en Rastros		434	Total consumidos en la Región		971

Fuente: resultados del modelo software Solver Premium Platform.

b) Eliminando la restricción de utilización de los rastros actuales.

El costo mínimo para desarrollar las actividades de transporte de granjas a rastros, de matanza y transporte de canales a centros de consumo asciende a \$36,330 pesos, \$513 pesos menos que en el

caso anterior donde se considera el sacrificio actual de rastros como restricción.

$$MIN(C) = \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n t_{ij}^{\delta} x_{ij}^{\delta} + \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n c_i^k x_i^k$$

$$MIN(C) = 4,479.00 + 10,151.00 + 21,700.00$$

$$MIN(C) = 36,330.00$$

Al eliminar la restricción de utilización de rastros actuales, el modelo sugiere que todos los municipios deben contar con su rastro para sacrificar su producción o parte de ella como se observa en el cuadro No 4 en la columna de rastros, pero el rastro de Temascaltepec es el que debería sacrificar los 224 cerdos vivos que entrarían de Toluca por lo tanto es el rastro con mayor cantidad de sacrificio en este caso, cabe destacar que actualmente este municipio no cuenta con un rastro, pero es el municipio geográficamente mejor ubicado entre los 4 municipios considerados en la investigación, su ubicación disminuye los costos de transporte de cerdos y canales, Tejupilco debería de contar con un rastro para sacrificar la producción semanal de 101 cerdos, y los rastros más pequeños serían las de San Simón de Guerrero y Valle de Bravo con un sacrificio semanal de 35 y 10 cerdos por semana respectivamente, el monto total de transporte de cerdo vivo de granja a rastro es de \$4,479 pesos por semana.

En el cuadro No 4 en la columna de canales se muestra la distribución óptima, la cual indica que todas las 288 canales que se obtendrían en el rastro de Temascaltepec deberían ser enviadas al municipio de Tejupilco complementarían su consumo con 13 canales provenientes de Toluca y 101 canales producidas en su rastro, la demanda del municipio de Temascaltepec se debe satisfacer con 180 canales que provengan del municipio de Toluca, debido a que el modelo a mínimo costo considera que es más económico enviar

las canales de Temascaltepec a Tejupilco que enviarlas desde Toluca a Tejupilco, Valle de Bravo recibiría 344 canales por semana del municipio de Toluca, ya que su rastro solo oferta 10 canales y su consumo asciende a 354 canales por semana, los 35 canales que produciría el rastro de San Simón de Guerrero se consumirían en el mismo municipio, el monto de este movimiento de canales asciende a \$10,151 pesos por semana.

Los costos de sacrificio no varían en ambos casos debido a que se sacrifica la misma cantidad de animales, lo diferente es el lugar donde se sacrifican, el costo total asciende a \$21,700 pesos por semana.

Cuadro 4. Distribución óptima de cerdos y canales en la región para año 2030, eliminando restricción de sacrificio actual de rastros.

Cerdos enviados de Granja a Rastro			Canales enviadas de Rastros a Centros de Consumo		
Granjas	Rastros	Cerdos	Rastros	Centro de Consumo	Canales
Valle de Bravo	Valle de Bravo	10	Valle de Bravo	Valle de Bravo	10
Tejupilco	Tejupilco	101	Tejupilco	Tejupilco	101
	Temascaltepec	64	Temascaltepec	Tejupilco	288
Temascaltepec	San Simón de Guerrero	21	San Simón de Guerrero	San Simón de Guerrero	35
San Simón de Guerrero	San Simón de Guerrero	14	Toluca	Valle de Bravo	344
Toluca	Temascaltepec	224		Tejupilco	13
	Valle de Bravo	10		Temascaltepec	180
	Tejupilco	101		Valle de Bravo	354
Total	Temascaltepec	288		Tejupilco	402
	San Simón de Guerrero	35	Total	San Simón de Guerrero	35
				Temascaltepec	180
Total cerdos en Rastros		434	Total consumidos en la Región		971

Fuente: resultados del modelo software Solver Premium Platform.

3. Conclusiones.

La forma en que se desarrolla la distribución de cerdos vivos de granja a rastros y de canales de cerdo de rastros a centros de consumo no es la adecuada, debido a que no se desarrolla bajo un esquema de distribución de mínimo costo, además aumenta la difusión de enfermedades en los cerdos, la diferencia entre hacer la distribución de la mejor manera y hacerlo de la forma más costosa implica un ahorro semanal \$6,762, el ahorro anual para las personas que intervienen en esta actividad en la zona sur del Estado de México podría ascender a \$351,104 pesos.

En 2030, la ubicación y el tamaño de los rastros no será el adecuado debido a que su localización no minimizará el costo de distribución, manteniendo el sacrificio de los rastros existentes se debe considerar la existencia de nuevos rastros en los municipios de Temascaltepec y San Simón de Guerrero con un sacrificio de 67 y 35 cerdos respectivamente por semana, debido a que la existencia de rastros en estos municipios disminuye el costo de distribución.

Por otra parte, si no se considerara la planta actual de rastros Temascaltepec debería tener el rastro más grande de la zona sur del Estado de México con un sacrificio de 288 cerdos por semana.

Esta información puede ser un referente para establecer rastros o incrementar el tamaño de planta de rastros en la zona sur del Estado de México ya que este análisis minimiza el costo de distribución de cerdos y canales de cerdo, al considerar el lugar de donde proceden los cerdos vivos y no solamente los lugares donde existe más población.

La localización final de los rastros dentro de cada municipio debe atender las normas recomendadas por SENASICA.

Bibliografía.

- Benchmark del sector porcino en América Latina (Pic Latam) <http://www.piclatam.com> Consultado el 15 de Enero de 2015.
- Calderón M. S. (1995) Matemáticas para la economía y la empresa editorial Pirámide Edición Cuarta p. 315.
- Confederación de Porcicultores Mexicanos A.C. (CONFEPORC). Información del sector <http://www.cmp.org/>. Consultado 10 de Enero 2014
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) <http://www.inegi.org.mx/> censo de población y vivienda 2010 Consultado el 15 de Febrero de 2015.
- Rcbollar R. S., Gómez T. S., Hernández M. J., Callejas J. N., Guzmán S. E. 2014. Óptimos económicos en cortes de carne de cerdo en dos regiones de México. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 25(1):161-168.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) http://www.sct.gob.mx/rutas_punto_a_punto Consultado 5 de Febrero del 2015.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario> consultado el 20 Enero del 2015.
- Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) <http://www.senasica.gob.mx/> Censo pecuario 2014 consultado el 6 Enero de 2015.
- Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) <http://senasica.gob.mx/?id=743> Guía para el establecimiento de rastros consultado el 20 Junio de 2016
- Takayama, T. And Judge G. G. (1964) Spatial Equilibrium and linear Programming J Farm Econ 46: 67-93.

7.2 Capitulo dos.

Determinación de la ubicación, tamaño de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en el estado de México. Producción, Comercialización y Medio Ambiente, Editorial ECORFAN, Primera edición Año 2016, ISBN: 978-607-8324-65-1 pág. 109-118

Producción, Comercialización y Medio Ambiente

Handbook T-I

PÉREZ-SOTO, Francisco
FIGUEROA-HERNÁNDEZ, Esther
GODÍNEZ-MONTOYA, Lucila

Directores

ECORFAN®

Volumen I

Para futuros volúmenes:
<http://www.ecorfan.org/handbooks>

ECORFAN Producción, Comercialización y Medio Ambiente

El Handbook ofrecerá los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica de ECORFAN en su área de investigación en Producción, Comercialización y Medio Ambiente. Además de tener una evaluación total, en las manos de los editores de la Universidad Autónoma Chapingo que colaboraron con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (RENIECYT-LATINDEX-DIALNET-ResearchGate-DULCINEA-CLASE- Sudoc- HISPANA-SHERPA-UNIVERSIA-cREVISTAS-ScholarGoogle-DOI-REBID-Mendeley), el Handbook propone así a la comunidad académica, los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en Producción, Comercialización y Medio Ambiente.

Ramos-Escamilla, María

Editores

**Producción, Comercialización y Medio
Ambiente**

Universidad Autónoma Chapingo. Julio, 2016.

ECORFAN®

Directores

Pérez-Soto, Francisco
Figuroa-Hernández, Esther
Godínez-Montoya, Lucila

Universidad Autónoma Chapingo

ISBN: 978-607-8324-65-1
Sello Editorial ECORFAN: 607-8324
Número de Control HMAE: 2016-01
Clasificación HMAE (2016): 100816-0101

©ECORFAN-México, S.C.

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor, podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos, de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. HPCMA es parte de los medios de ECORFAN-México, S.C., E:94-443.F:008-(www.ecorfan.org)

Prefacio

Una de las líneas estratégicas de la misión y visión universitaria ha sido la de impulsar una política de ciencia, tecnología e innovación que contribuya al crecimiento económico, a la competitividad, al desarrollo sustentable y al bienestar de la población, así como impulsar una mayor divulgación en beneficio del índice de desarrollo humano, a través de distintos medios y espacios, así como la consolidación de redes de innovación de la investigación, ciencia y tecnología en México.

La Universidad Autónoma Chapingo visualiza la necesidad de promover el proceso de la investigación, proporcionando un espacio de discusión y análisis de los trabajos realizados fomentando el conocimiento entre ellos y la formación y consolidación de redes que permitan una labor investigativa más eficaz y un incremento sustancial en la difusión de los nuevos conocimientos. Este volumen I contiene 16 capítulos arbitrados que se ocupan de estos asuntos en Producción, Comercialización y Medio Ambiente, elegidos de entre las contribuciones, reunimos algunos investigadores y estudiantes.

Cih, Moreno y Sandoval presentan la agricultura por contrato: Berries en Jalisco; *Alvarado, Pérez, Alpuche y Pérez*, acotan sobre la situación actual de las unidades de manejo ambiental en la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Huahutla, Morelos; *González, Arreguín y Ramírez* se refieren a la evaluación financiera de la producción trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*): Análisis del agronegocio SPR de RL “Pucuató”; *Figueroa, Pérez y Godínez*, exponen sobre el mercado de café en México; *Pat, Caamal y Cammal* plantean el análisis técnico y económico de la producción de tomate verde en el Oriente del Estado de México, *Valencia y Zetina* esbozan su artículo sobre la competitividad de la cebolla mexicana frente a Canadá y Perú en el mercado estadounidense; *Pérez, Figueroa y Godínez* presentan su investigación los migrantes agrícolas y el desarrollo social en México, *Figueroa, Pérez y Godínez*, acotan sobre la importancia de la comercialización del café en México, *Velázquez, Gómez, Rebollar y Martínez*, indican sobre la determinación de la ubicación, tamaño de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en el Estado de México; *Caamal, Pat y Martínez* presentan su investigación sobre el análisis de la producción del cultivo de sorgo en México y estado de Oaxaca, *Gómez y Gómez*, esboza sobre el huerto familiar orgánico, diversificado y agroecológico: la experiencia del Módulo Jurásico en Chapingo, Estado de México, *De la Rosa y Narváez* presentan sobre la rentabilidad y ventaja comparativa de la producción del cultivo de aceituna (olea europea) en Caborca, Sonora, México, 2014; *Gómez*, acota sobre la producción y comercio internacional de la Gladiola mexicana, *Rosales, Gómez, Gómez y Schwentesis*, esbozan sobre Sistematización de la propuesta de desarrollo rural integral en tres comunidades Loxichas del Distrito de Pochutla, Oaxaca, *Salinas y Tavera* presentan los paradigmas de la agricultura; *Castellanos* acota sobre la conformación territorial Chichimeca en el centro oriente del altiplano mexicano en el posclásico.

Quisiéramos agradecer a los revisores anónimos por sus informes y muchos otros que contribuyeron enormemente para la publicación en éstos procedimientos repasando los manuscritos que fueron sometidos. Finalmente, deseamos expresar nuestra gratitud a la Universidad Autónoma Chapingo en el proceso de preparar esta edición del volumen.

Texcoco de Mora- México. Julio, 2016.

Pérez-Soto, Francisco
Figuroa-Hernández, Esther
Godínez-Montoya, Lucila

Contenido	Pág.
1 La agricultura por contrato: berries en Jalisco <i>CIH, Imelda Rosana, MORENO Arturo y SANDOVAL José Alfredo</i>	1-11
2 Situación actual de las unidades de manejo ambiental en la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Huahutla, Morelos <i>PÉREZ-SOTO, Ma. Teresa, ALPUCHE-GARCÉS, Oscar y PÉREZ-SOTO, Francisco</i>	12-19
3 Evaluación financiera de la producción trucha arco iris (<i>Oncorhynchus Mykiss</i>): Análisis del agronegocio SPR de RL “Pucuato” <i>GONZÁLEZ-ELÍAS, J. Martín, ARREGUÍN-SÁMANO, Moisés y RAMÍREZ-ABARCA, Orsohe</i>	20-32
4 El mercado de café en México <i>FIGUEROA-HERNÁNDEZ, Esther, PÉREZ-SOTO, Francisco y GODÍNEZ MONTOYA, Lucila</i>	33-50
5 Análisis técnico y económico de la producción de tomate verde en el oriente del Estado de México <i>PAT-FERNÁNDEZ, Verna Grisel, CAAMAL-CAUICH, Ignacio y CAAMAL-PAT, Zulia Helena</i>	51-61
6 Competitividad de la cebolla mexicana frente a Canadá y Perú en el mercado estadounidense <i>VALENCIA-SANDOVAL, Karina y ZETINA-ESPINOSA, Ana Mónica</i>	62-73
7 Los migrantes agrícolas y el desarrollo social en México <i>PÉREZ-SOTO, Francisco, FIGUEROA-HERNÁNDEZ, Esther y GODÍNEZ-MONTOYA, Lucila</i>	74-88
8 Importancia de la comercialización del café en México <i>FIGUEROA-HERNÁNDEZ, Esther, PÉREZ-SOTO, Francisco, GODÍNEZ-MONTOYA, Lucila</i>	89-108
9 Determinación de la ubicación, tamaño de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en el Estado de México <i>VELÁZQUEZ-VILLALVA, Héctor Hugo, GÓMEZ-TENORIO, Germán, REBOLLAR-REBOLLAR, Samuel y MARTÍNEZ-CASTAÑEDA, Francisco Ernesto</i>	109-118
10 Análisis de la producción del cultivo de sorgo en México y estado de Oaxaca <i>CAAMAL-CAUICH, Ignacio, PAT-FERNÁNDEZ, Verna Grisel y MARTÍNEZ-LUIS, David</i>	119-130
11 El huerto familiar orgánico, diversificado y agroecológico: La experiencia del módulo jurásico en Chapingo, estado de México <i>GÓMEZ-TOVAR, Laura y GÓMEZ-CRUZ, Manuel Ángel</i>	131-140
12 Rentabilidad y ventaja comparativa de la producción del cultivo de aceituna (olea europea) en Caborca, Sonora, México, 2014 <i>DE LA ROSA-ZAMORA, Alejandro y NARVÁEZ-SUÁREZ, Alberto Ulises</i>	141-151

13 Producción y comercio internacional de la Gladiola mexicana <i>GÓMEZ-GÓMEZ, Alma Alicia</i>	152-164
14 Los paradigmas de la agricultura <i>SALINAS-CALLEJAS, Edmar y TAVERA-CORTÉS, María Elena</i>	165-170
15 Sistematización de la propuesta de desarrollo rural integral en tres comunidades Loxichas del Distrito de Pochutla, Oaxaca <i>REYES-ROSALES, René, GÓMEZ-CRUZ, Manuel Ángel, GÓMEZ-TOVAR, Laura y SCHWENTESIUS-RINDERMANN, Rita</i>	171-182
16 Conformación territorial Chichimeca en el centro oriente del altiplano mexicano en el posclásico <i>CASTELLANOS-SUÁREZ, José Alfredo</i>	183-194
Apéndice A. Consejo Editor Universidad Autónoma Chapingo	195
Apéndice B. Consejo Editor ECORFAN	196-198
Apéndice C. Consejo Arbitral ECORFAN	199

Determinación de la ubicación, tamaño de rastros y distribución óptima de la carne de cerdo en el estado de México

VELÁZQUEZ-VILLALVA, Héctor Hugo, GÓMEZ-TENORIO, Germán, REBOLLAR-REBOLLAR, Samuel y MARTÍNEZ-CASTAÑEDA, Francisco Ernesto

H. Velázquez, G. Gómez, S. Rebollar y F. Martínez

Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Carretera Toluca-Tejupilco Km. 67.5, Barrio de Santiago, 51300 Temascaltepec de González, Méx., México.

Doctor en Ciencias, egresado de la División de Ciencias Económico Administrativas de la U Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México C.P. 50090.
hectoreltino@hotmail.com

F. Rérez, E. Figueroa, L. Godínez (eds.) Matemáticas Aplicadas. Handbook T-I. -©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2016.

Abstract

The objective was to determine the location the optimal size of the slaughterhouse and optimal routes of transport of pigs from farms to slaughterhouse and carcasses of slaughterhouse to centers of consumption in State of Mexico for 2030. The information was analyzed with a model of linear programming of minimum cost using de software solver premium platform. The results indicate that with an optimum distribution, would save \$119,107,716 annually, for 2030 using current slaughterhouse the districts Atlacomulco, Tejupilco and Toluca should increase its size of plant, if all slaughterhouses were built new, cannot be located in the districts of Ecatepec, Naucalpan, Tlalnepantla and Tultitlan, the 93.3 % of sacrifices would be held in the districts of Atlacomulco, Chimalhuacan and Toluca.

9 Introducción

En el año 2014 la producción de carne de cerdo en México fue de 1.259 millones de toneladas, siendo los estados con mayor producción Jalisco, Sonora, Puebla, Guanajuato, Yucatán y Veracruz mientras que el consumo nacional aparente (producción más importaciones menos exportaciones) fue de 1.948 millones de toneladas, los estados con mayor consumo fueron: Estado de México, Veracruz, Puebla, Distrito Federal, Chiapas y Jalisco. (SIAP 2014)

En el Estado de México y el Distrito Federal la producción fue de 29,149 toneladas (SIAP 2014), esta cantidad representa solamente el 6.7 % del consumo, el cual ascendió a 433,693 toneladas (CONFEPORC, 2014, INEGI 2010), ambas entidades conforman la principal zona de consumo de carne de cerdo en el país. Para cubrir este déficit se traen cerdos vivos y canales que provienen de otros estados como Jalisco, Sonora, Veracruz y Puebla, así como la importación de canales de Estados Unidos, este movimiento de cerdos vivos y canales representa el 93.3% del consumo.

Esta situación obliga al movimiento de grandes cantidades de cerdo vivo dentro del Estado de México y Distrito Federal, lo que implica alto riesgo de difusión de enfermedades en los cerdos por la contaminación de las carreteras con excremento y orina, además de un gasto considerable para quienes realizan esta actividad.

Por otra parte, se desconoce si la ubicación y el tamaño de los rastros es la adecuada, ya que generalmente el criterio para establecer un rastro en un lugar es por el número de habitantes, sin importar la procedencia de los cerdos, siendo una variable muy importante a considerar para realizar una distribución con costos mínimos de transporte y transformación, ya que en ocasiones, cerdos provenientes del norte del país se sacrifican en el oriente, teniendo que cruzar todo el Estado y el D.F.

El objetivo del presente trabajo fue conocer la ubicación y el tamaño adecuado de los rastros del Estado para el año 2030, así como la distribución óptima (de mínimo costo) de cerdos vivos que se trasladan de las granjas a los rastros y las canales enviadas de los rastros a los centros de consumo. La hipótesis de esta investigación considera que ni la ubicación, ni el tamaño de planta de los rastros en el Estado de México ni las rutas de distribución de granja a rastro y de rastro a centros de consumo serán los óptimos en 2030.

9.1 Metodología

Se utilizó la división del Estado de México según sus distritos socioeconómicos (Edomex 2015), como se muestra en el Cuadro 1, y el Distrito Federal se consideró como distrito consumidor debido a que en él no se encuentran rastros y se abastece de cerdos sacrificados en los rastros del Estado de México.

Tabla 9 Distritos y municipios del Estado de México

Distrito	Municipios
I Amecameca	Amecameca, Atlautla, Ayapango, Chalco, Cocotitlán, Ecatingo, Juchitepec, Ozumba, Temamatla, Tenango del Aire Tepetlixpa, Tlalmanalco, Valle de Chalco Solidaridad.
II Atlacomulco	Acambay, Aculco, Atlacomulco, Chapa de Mota, Ixtlahuaca, Jilotepec, Jiquipilco, Jocotitlán, Morelos, El Oro, Polotitlán, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Soyaniquilpan de Juárez, Temascalcingo, Timilpan.
III Chimalhuacán	Chicoloapan, Chimalhuacán, Ixtapaluca, La Paz
IV Cuautitlán Izcalli	Coyotepec, Cuautitlán Izcalli, Huehuetoca, Tepotztlán, Villa del Carbón.
V Ecatepec	Acolman, Axapusco, Ecatepec de Morelos, Nopaltepec, Otumba, San Martín de las Pirámides, Tecámac, Temascalapa, Teotihuacán.
VI Ixtapan	Almoloya de Alquisiras, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Joquicingo, Malinalco, Ocuilan, San Simón de Guerrero, Sultepec, Temascaltepec, Tenancingo, Texcaltitlán, Tonatico, Villa Guerrero, Zacualpan, Zumpahuacán.
VII Lerma	Atizapán, Capulhuac, Lerma, Ocoyacac, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Temoaya, Tianguistenco, Xalatlaco, Xonacatlán.
VIII Naucalpan	Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez, Nicolás Romero.
IX Nezahualcóyotl	Nezahualcóyotl.
X Tejupilco	Amatepec, Luvianos, Tejupilco, Tlatlaya.
XI Texcoco	Atenco, Chiautla, Chiconcuac, Papalotla, Tepetlaotoc, Texcoco, Tezoyuca.
XII Tlalnepantla	Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla de Baz.
XIII Toluca	Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Calimaya, Chapultepec, Metepec, Mexicaltzingo, Rayón, San Antonio la Isla, Tenango del Valle, Texcalyacac, Toluca, Zinacantepec.
XIV Tultitlán	Coacalco de Berriozabal, Cuautitlán, Melchor Ocampo, Tultepec, Tultitlán, Teoloyuca.
XV Valle de Bravo	Amanalco, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Oztoloapan, Santo Tomás, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Victoria, Zacazonapan.
XVI Zumpango	Apaxco, Hueypoxtla, Jaltenco, Nextlalpan, Tequixquiác, Tonanitla, Zumpango.

Fuente: Elaboración propia con información de Edomex.

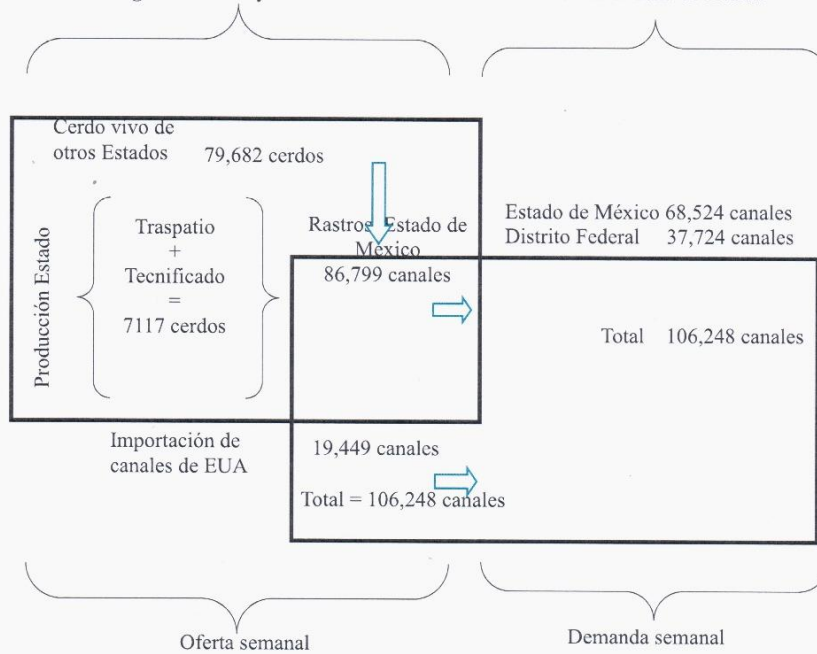
La información utilizada se obtuvo de la siguiente manera: Para conocer como está estructurada la producción total (oferta) de los distritos (SIAP 2014), se calculó la producción de granjas tecnificadas que se encuentran en cada distrito considerando el inventario de hembras del censo pecuario (SENASICA 2014) con un parámetro productivo de 22.98 cerdos destetados por hembra por año y 4.37 de mortandad de destete a rastro (Pic Latam 2014). La producción de traspatio se obtuvo restando a la producción por distrito reportada por el SIAP la producción de granjas tecnificadas. Se aumentó la oferta con los cerdos vivos que entran al Estado y que se sacrifican en los rastros del mismo y se completó con las canales importadas y las que provienen de otros estados.

Para conocer el consumo (demanda) de cada uno de los distritos se obtuvo la información de su población del censo del 2010 (INEGI 2010) y con la tasa media de crecimiento anual del estado, se obtuvo la población esperada en 2014 y 2030. Esta población se multiplicó por el consumo *per cápita* de 16 kg reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores (CONFEPORC, 2014). Esta cantidad se dividió entre 75 kg promedio de una canal para conocer la demanda de canales por distrito.

El número de cerdos sacrificados por semana, el costo de sacrificio y la capacidad instalada se obtuvo de forma directa con los rastros que se encuentran actualmente en el Estado de México

Los datos obtenidos fueron anuales, y se dividieron entre 52 semanas para obtener los datos semanales.

Figura 9 Oferta y demanda semanal de carne de cerdo en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con resultados obtenidos de la investigación.

El costo de transporte de granja a rastro se determinó considerando una distancia mínima de 20 km dentro del distrito y se calculó la distancia entre los distritos con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto, considerando el municipio con el que se nombra el distrito como referencia para el cálculo (SCT 2014). El transporte empleado para el traslado de cerdos vivos y canales es especializado por lo tanto de mayor costo por km recorrido, Se consideró un costo de 28 pesos por km. para cerdos vivos.

En el caso del costo de transporte de rastro a centro de consumo se utilizaron las mismas distancias, pero se modificó el costo a 21 pesos por km. para canales de cerdo estos costos se obtuvieron de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Para la presente investigación se formuló un modelo de programación lineal de mínimo costo, donde la función objetivo minimiza la suma del costo de transporte de cerdos de la granja a rastro, el costo de transformación de cerdo a canal (sacrificio) y el costo de distribución de canales de rastro a centros de consumo.

Modelo lineal de producción y distribución (Tankayama *et. al.*, 1964)

$$MIN(C) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^{\delta} x_{ij}^{\delta} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n c_i^k x_i^k \quad (9)$$

Donde:

$MIN(C)$ = Mínimo costo

ij = Regiones

δ = Cerdos

k = Canales

t = Transporte

X = Cantidad

c = Costo

Este modelo está sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}^k \leq x_i^k, \text{ para todo } i \text{ Donde:}$$

x_{ij}^k = Cantidad de canales enviadas de rastro a centros de consumo

x_i^k = Cantidad de canales obtenidas en rastro

$$s_i^{\delta} - \sum_{j=1}^n x_{ij}^{\delta} + \sum_{j=1}^n x_{ji}^{\delta} \geq x_i^k, \text{ para todo } i \text{ Donde:}$$

s_i^{δ} = Número de cerdos producidos en granja

x_{ij}^{δ} = Cerdos enviados del distrito i a distrito j

x_{ji}^{δ} = Cerdos enviados del distrito j al distrito i

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

$$s_i^m \geq x_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

s_i^m = Capacidad de planta de cada rastro

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

$$\sum_{j=1}^n x_{ji}^k \geq y_i^k, \text{ para todo } i$$

Donde:

x_{ji}^k = Cantidad de canales enviadas de rastros a centros de consumo

y_i^k = Cantidad demandada de canales

$$x_{ji}^k, x_i^k, x_{ij}^k, x_{ij}^\delta \geq 0$$

Donde:

x_{ji}^k = Cantidad de canales enviadas de la región j a la región i

x_i^k = Cantidad de canales obtenida en rastro

x_{ij}^k = Cantidad de canales enviadas de la región i a la región j

x_{ij}^δ = Cerdos enviados de región i a región j

Supuestos económicos considerados en el modelo.

- Un área geográfica puede ser dividida en n municipios que pueden ser productores y consumidores.
- Los consumidores demandan cerdos y/o canales homogéneos.
- Los consumidores son indiferentes al origen de los cerdos y/o canales.
- Los productores de cada municipio producen x cantidad de cerdos.
- La demanda total de canales debe ser igual a la oferta total de canales.
- Los costos de transporte son independientes de la cantidad de cerdo y/o canales.

Una vez lista la información se utilizó para el análisis el software Solver Premium Platform 2014-R2 el cual desarrolla modelos de programación lineal que se utilizan en la optimización de recursos, (maximizar ganancias o ingresos y/o minimizar costos), a través de una función lineal (función objetivo), sujeta a un conjunto de restricciones lineales, que se pueden representar como igualdades o desigualdades. (Calderón, 1995)

Se creó un primer escenario de mínimo costo con los datos 2014 para conocer el flujo óptimo de animales, canales y su costo mínimo de transportación y matanza y un segundo escenario de máximo costo para conocer la diferencia económica entre ambos.

Para obtener la ubicación y el tamaño óptimos de los rastros para 2030 se crearon dos escenarios más, en el tercero se consideró el mínimo costo de distribución utilizando los rastros existentes actualmente y en el cuarto eliminando la restricción de los rastros actuales. Para ello, se realizaron las proyecciones de producción con la tasa media de crecimiento anual de la producción porcina en el Estado de México y Distrito Federal, la proyección del consumo con la tasa media de crecimiento anual de la población manteniendo el mismo consumo *per cápita*.

9.2 Resultados

Escenario No 1: Mínimo costo de transporte y matanza en 2014. La distribución óptima tiene un costo semanal de \$10,585,602. Los flujos comerciales óptimos para cerdos vivos y canales se muestran en el Cuadro 2 y 3 respectivamente.

Tabla 9.1 Flujo óptimo de cerdos vivos de distritos granja a distrito rastro

Distrito <i>i</i> a Distrito <i>j</i>		Distrito <i>i</i> a Distrito <i>j</i>	
Amecameca Amecameca	1202	Ixtapan Ixtapan	563
Atlaconulco Atlaconulco	2123	Lerma Amecameca	363
Atlaconulco Chimalhuacán	4049	Naucalpan Amecameca	278
Atlaconulco Cuautitlán Izcalli	196	Nezahualcóyotl Amecameca	147
Atlaconulco Ecatepec	12080	Tejupilco Ixtapan	107
Atlaconulco Lerma	3127	Tejupilco Tejupilco	110
Atlaconulco Naucalpan	6277	Texcoco Amecameca	579
Atlaconulco Tlalnepantla	8939	Tlalnepantla Amecameca	43
Atlaconulco Toluca	5552	Toluca Amecameca	379
Atlaconulco Tultitlán	8308	Toluca Ixtapan	105
Atlaconulco Zumpango	369	Tultitlán Ecatepec	243
Chimalhuacán Amecameca	7001	Valle de Bravo Tejupilco	121
Chimalhuacán Chimalhuacán	22237	Valle de Bravo Valle de Bravo	718
Cuautitlán Izcalli Tlalnepantla	176	Zumpango Chimalhuacán	990
Ecatepec Chimalhuacán	417	Total	86799

Fuente: Elaboración con resultados propios de la investigación.

Tabla 9.2 Flujo óptimo de canales de distrito rastro a distrito centro de consumo

Distrito <i>i</i> a Distrito <i>j</i>		Distrito <i>i</i> a Distrito <i>j</i>	
Amecameca Amecameca	4114	Lerma Distrito Federal	3127
Amecameca Distrito Federal	5878	Naucalpan Tlalnepantla	5211
Atlaconulco Atlaconulco	4339	Naucalpan Distrito Federal	1066
Atlaconulco Toluca	6983	Tejupilco Tejupilco	231
Atlaconulco Valle de Bravo	1050	Tlalnepantla Ecatepec	2256
Atlaconulco Zumpango	1129	Tlalnepantla Naucalpan	6641
Atlaconulco Distrito Federal	8071	Tlalnepantla Tultitlán	218
Chimalhuacán Chimalhuacán	6821	Toluca Ixtapan	1174
Chimalhuacán Nezahualcóyotl	5015	Toluca Lerma	2825
Chimalhuacán Texcoco	1841	Toluca Distrito Federal	1553
Chimalhuacán Distrito Federal	14015	Tultitlán Cuautitlán Izcalli	3541
Cuautitlán Izcalli Tultitlán	196	Tultitlán Tultitlán	4767
Ecatepec Ecatepec	8309	Valle de Bravo Tejupilco	483

Ecatepec Distrito Federal	4014	Valle de Bravo Valle de Bravo	235
Ixtapan de la Sal Ixtapan	775	Zumpango Zumpango	369
		Total	106248

Fuente: Elaboración con resultados propios de la investigación.

Escenario No 2: Máximo costo de transporte y matanza en 2014. Se obtuvo que el costo máximo asciende a \$12,876,135 la diferencia entre realizar la distribución de la mejor y peor manera es de \$2,290,533 semanales, o sea \$119,107,716 anualmente.

Escenario No 3: Mínimo costo de distribución y matanza, ubicación y tamaño óptimo en 2030 considerando los rastros actuales. El costo mínimo de transporte de granja a rastro, de sacrificio y de transporte de canales a centros de consumo ascendería a \$11,361,948 anuales en 2030.

Los rastros ubicados actualmente en el Estado tienen una capacidad instalada del 94.3 % de lo que se requerirá para 2030, sin embargo la ubicación y el tamaño de éstos no es la adecuada, ya que los resultados indican que deberían existir rastros mayores en los distritos de Atlacomulco, Tejupilco y Toluca (Tabla 4), para el sacrificio de 9138, 345 y 13598 cerdos más por semana respectivamente, es decir aumentar su capacidad actual en 338%, 116% y 199%, mientras que el resto de los rastros deberían trabajar a una capacidad menor a la instalada, para generar una distribución de mínimo costo.

Tabla 9.3 Ubicación y tamaño de planta proyectada a 2030, considerando la planta actual de los rastros

Distrito	Capacidad instalada 2014	Proyectado 2030	Variación %
I Amecameca	11563	9992	-13.6
II Atlacomulco	2702	11840	338.2
III Chimalhuacán	35063	27693	-21.0
IV Cuautitlán Izcalli	248	196	-21.0
V Ecatepec	14655	12323	-15.9
VI Ixtapan	926	775	-16.3
VII Lerma	3935	3127	-20.5
VIII Naucalpan	7989	6277	-21.4
X Tejupilco	296	641	116.6
XII Tlalnepantla	11587	9115	-21.3
XIII Toluca	6823	20421	199.3
XIV Tultitlán	8308	8308	0.0
XV Valle de Bravo	718	718	0.0
XVI Zumpango	369	369	0.0
TOTAL	105461	111796	6.0

Fuente: Elaboración con resultados propios de la investigación.

Escenario No 4: Mínimo costo de distribución y matanza del año 2030 sin considerar los rastros existentes. El costo mínimo de distribución y sacrificio sería de \$10,755,761 semanalmente, \$606,187 menos que en el escenario anterior, lo que significarían \$31,521,724 anuales.

No contempla rastros en los distritos de Ecatepec, Naucalpan, Tlalnepantla y Tultitlán (Tabla 5), donde actualmente existen, y el 93.3% de los sacrificios deberían realizarse en los distritos de Atlacomulco, Chimalhuacán y Toluca.

Tabla 9.4 Ubicación y tamaño de planta proyectada a 2030, sin considerar la planta actual de los rastros

Distrito	Capacidad instalada 2014	Proyectado 2030	Variación %
I Amecameca	11563	1574	-86
II Atlacomulco	2702	44573	1550
III Chimalhuacán	35063	38584	10
IV Cuautitlán Izcalli	248	2396	866
V Ecatepec	14655	0	-100
VI Ixtapan	926	725	-22
VII Lerma	3935	1091	-72
VIII Naucalpan	7989	0	-100
X Tejupilco	296	867	193
XII Tlalnepantla	11587	0	-100
XIII Toluca	6823	21125	210
XIV Tultitlán	8308	0	-100
XV Valle de Bravo	718	493	-31
XVI Zumpango	369	369	0
TOTAL	105461	111796	6.0

Fuente: Elaboración con resultados propios de la investigación.

9.3 Conclusiones

La forma en que se desarrolla la distribución de cerdos vivos de granja a rastro y de canales de cerdo de rastro a centros de consumo no es la óptima.

La ubicación y el tamaño óptimo de los rastros no es el adecuado debido a que su localización no minimiza el costo de distribución.

La proyección para 2030 indica que solamente debe aumentarse la capacidad de planta en tres distritos del estado.

Se debe analizar si es más rentable construir los nuevos rastros o ampliar los existentes de acuerdo a una distribución óptima, o seguir utilizando los rastros actuales que propician un mayor costo en el proceso de comercialización de cerdos y sus canales en el Estado de México y el Distrito Federal.

9.4 Agradecimientos

Al CONACyT por el apoyo otorgado al primer autor durante sus estudios de doctorado, el cual se realizó gracias al financiamiento del Consejo con el proyecto con número de clave 191398.

9.5 Referencias

Calderón M. S. (1995) Matemáticas para la economía y la empresa editorial Pirámide Edición Cuarta p. 315

CONFEPORC Confederación de Porcicultores Mexicanos A.C. (). Información del sector <http://www.cmp.org/>. Consultado 15 de diciembre 2014

INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. <http://www.inegi.org.mx/> censo de población y vivienda 2010. Consultado el 15 de Noviembre de 2014

Pic Latam, Benchmark del sector porcino en América Latina, <http://www.piclatam.com>. Consultado el 15 de Enero de 2015

SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes () [http://www.sct.gob.mx/rutas punto a punto](http://www.sct.gob.mx/rutas_punto_a_punto). Consultado 5 de Noviembre del 2014

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario>. Consultado el 20 Enero del 2014

SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria <http://www.senasica.gob.mx/> Censo pecuario 2014, Consultado el 6 enero de 2015

Tankayama, T. And Judge G. G. (1964) Spatial Equilibrium and linear Programiming J Farm Econ 46: 67-93

Apéndice A. Consejo Editor Universidad Autónoma Chapingo

PORTILLO-VÁZQUEZ, Marcos, PhD.
PÉREZ-SÁNCHEZ, Sandra Laura, PhD.
SANTOS-MELGOZA, David Martín, PhD.
Universidad Autónoma Chapingo

TAVERA-CORTÉS, María Elena, PhD.
Instituto Politécnico Nacional

BRAVO-BENÍTEZ, Ernesto, PhD.
Instituto de Investigaciones Económicas -UNAM

LUGO-ESPINOSA, Oziel, PhD.
MENDOZA-ONTIVEROS, Martha Marivel, PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

GARZA-BUENO, Laura Elena, PhD.
MARTÍNEZ-DAMIÁN, Miguel Ángel, PhD.
ISEI-Colegio de postgraduados

Apéndice B . Consejo Editor ECORFAN

ANGELES-CASTRO, Gerardo PhD
Instituto Politecnico Nacional, México

MANRIQUEZ-CAMPOS, Irma PhD
Universidad Nacional Autónoma de México, México

PERALTA-FERRIZ, Cecilia PhD
Washington University, EUA

PALACIO, Juan PhD
University of St. Gallen, Suiza

DAVID-FELDMAN, German PhD
Johann Wolfgang Goethe Universität, Alemania

GUZMÁN-SALA, Andrés PhD
Université de Perpignan, Francia

VARGAS-HERNÁNDEZ, José PhD
Keele University, Inglaterra

AZIZ-POSWAL, Bilal PhD
University of the Punjab, Pakistan

VILLASANTE, Sebastian PhD
Royal Swedish Academy of Sciences, Suecia

PIRES-FERREIRA-MARÃO, José PhD
Federal University of Maranhão, Brasil

RAÚL-CHAPARRO, Germán PhD
Universidad Central, Colombia

QUINTANILLA-CÓNDOR, Cerapio PhD
Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

GARCÍA-ESPINOSA, Cecilia PhD
Universidad Península de Santa Elena, Ecuador

ALVAREZ-ECHEVERRÍA, Francisco PhD
University José Matías Delgado, El Salvador

GUZMÁN-HURTADO, Juan PhD
Universidad Real y Pontifica de San Francisco Xavier, Bolivia

NUÑEZ-SELLES, Alberto PhD
Universidad Evangelica Nacional, Republica Dominicana

ESCOBEDO-BONILLA, Cesar Marcial PhD
Universidad de Gante, Belgica

ARMADO-MATUTE, Arnaldo José PhD
Universidad de Carabobo, Venezuela

GALICIA-PALACIOS, Alexander PhD
Instituto Politécnico Nacional, México

NAVARRO-FRÓMETA, Enrique PhD
Instituto Azerbaidzhan de Petróleo y Química Azizbekov, Rusia

ALVAREZ-ECHEVERRÍA, Francisco PhD
University José Matías Delgado, El Salvador

BELTRÁN-MORALES, Luis Felipe PhD
Universidad de Concepción, Chile, Chile

TUTOR-SÁNCHEZ, Joaquín PhD
Universidad de la Habana, Cuba.

ARAUJO-BURGOS, Tania PhD
Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia

HIRA, Anil PhD
Simon Fraser University, Canada

MIRANDA-GARCÍA, Marta PhD
Universidad Complutense de Madrid, España

LUFUNDISU- BADENGO, Patrick BsC
Institut Superieur de Techniques Appliquee, Republica Democratica del Congo

DUARTE, Oscar Mauricio
Higher Institute of Economics "Karl Marx" in Sofia, Bulgaria

OCAÑA, Ely MsC
Universidad de San Carlos de Guatemala, Republica de Guatemala

CANTEROS, Cristina PhD
Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas-ANLIS "Dr. Carlos G. Malbrán", Argentina

NARVÁEZ-SOLÍS, Concepción MsC
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Republica de Nicaragua

ROJAS-BUSTAMANTE, Nataly BsC
Universidad de Medellín, Colombia

CANDIDO-GONZALES, Bogarin BSc
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

GANDICA-DE ROA, Elizabeth PhD
Universidad Católica del Uruguay, Uruguay

BANERJEE, Bidisha MSc
Amity University, India

Apéndice C. Comité Arbitral ECORFAN

HERNANDEZ MARTÍNEZ Rufina PhD
University of California, EUA

DE AZEVEDO JUNIOR Wladimir Colman PhD
Federal University of Mato Grosso, Brasil

VARGAS DELGADO Oscar-, PhD.
Universidad Centroamericana, Nicaragua

MARTINEZ BRAVO, Oscar Mario PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica-UNAM

GONZALEZ TORRIVILLA, Cesar Castor PhD
Universidad Central de Venezuela Venezuela

TUTOR SÁNCHEZ, Joaquín PhD
Universidad de la Habana

YAN TSAI, Jeng PhD
Tamkang University, Taiwan.

POSADA GOMEZ, Ruben PhD
Institut National Polytechnique de la Lorraine, Francia

SOTERO SOLIS, Victor Erasmo PhD
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Perú

GONZÁLEZ IBARRA, Miguel Rodrigo PhD
Universidad Nacional Autónoma de México, México

MONTERO PANTOJA Carlos PhD
Universidad de Valladolid, España

RAMIREZ MARTINEZ, Ivonne PhD
Universidad Andina Simón Bolívar, Bolivia

ARAUJO BURGOS, Tania PhD
Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia

ALVAREZ ECHEVERRÍA Francisco PhD
Universidad José Matías Delgado, El Salvador

SORIA FREIRE, Vladimir PhD
Universidad de Guayaquil, Ecuador



7.3 Capítulo tres.

Mercado de la carne de cerdo en México, un modelo de optimización. Congreso Internacional Agroalimentario 2016, “Alimentación sostenible: desafíos y retos para la agricultura mexicana” (Aceptado)

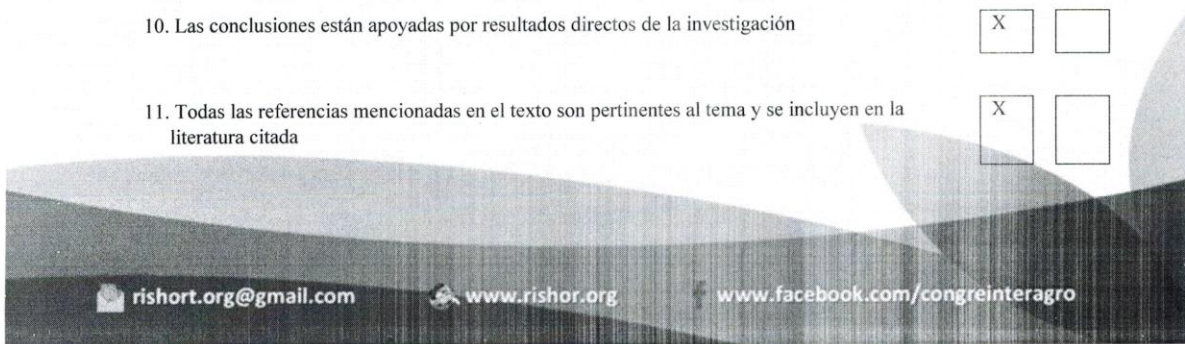


ARBITRAJE TÉCNICO DE ARTICULOS PARA SU PUBLICACIÓN

CLAVE DEL ARTÍCULO: 4.07

OBSERVACIONES:

	SI	NO
1. El tema es original, importante y trascendente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. El trabajo es preliminar o inconcluso	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Los objetivos y la hipótesis están claramente expuestos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. La metodología está bien indicada y es congruente con los objetivos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Los datos están bien calculados y se presentan de manera apropiada en cuadros y figuras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. La información que se presenta en resultados proviene de datos analizados mediante métodos estadísticos apropiados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Los resultados son adecuadamente discutidos y confrontados con referencias actualizadas de otros autores pertinentes al tema	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. En resultados y discusión existen errores de cálculo, interpretación u omisión	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9. La discusión debe enriquecerse y no restringirse a repetir resultados	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Las conclusiones están apoyadas por resultados directos de la investigación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Todas las referencias mencionadas en el texto son pertinentes al tema y se incluyen en la literatura citada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>





12. Existen cuadros o figuras que se deben eliminar o cambiar

13. Existen secciones o párrafos que se deben eliminar o reducir

14. La redacción del artículo debe mejorar sustancialmente

DICTAMEN

El suscrito, revisor técnico del artículo, realizó el arbitraje de acuerdo a la capacidad profesional y acorde a las normas para una publicación científica y dictamina que la contribución debe ser:

Por su calidad es recomendable publicar como (elija una sola opción): Capítulo de libro () Revista indexada (x)

Aprobada como está ()

Aprobada después de realizar la(s) modificación(es) mayor(es) ()

Aprobada después de realizar la(s) modificación(es) menor(es) (x)

No aceptado ()

El dictamen se fundamenta con observaciones incluidas en el documento ()

Observaciones generales para el o los autores:

- a) Mejorar mucho en redacción. Y también se les pasan varios errores ortográficos.
- b) Ampliar el apartado de la Introducción, teóricamente está muy pobre.

ATENTAMENTE

MAURICIO SOSA MONTES

PROFESOR INVESTIGADOR DE LA UNIVERSIDAD DE LA SIERRA SUR



MERCADO DE LA CARNE DE CERDO EN MÉXICO, UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN

Introducción

La carne de cerdo es la más consumida en el mundo, los principales países consumidores a nivel mundial son: Montenegro con 77,5 kg. anuales por persona, Hong Kong 67 kg., Macao 61.2 kg., Unión Europea 45.8 kg., China 41.9 kg., Estados Unidos 27.2 kg., México es el vigésimo cuarto consumidor a nivel mundial con un consumo 16.6 kg (USDA, 2016).

En México, la carne de cerdo junto con la de ave y la de bovino, es de las más consumidas, para 2015 el consumo de carne de cerdo ascendió a 2.10 millones de toneladas (CONFEPORC, 2016), los estados con mayor consumo fueron: Estado de México, Veracruz, Puebla, Distrito Federal, Chiapas y Jalisco. Estos estados participan con el 54.3% del consumo total de carne de cerdo en México.

La producción de carne de cerdo para el año 2015 fue de 1.22 millones de toneladas, esta cantidad representa el 21.11% de la producción de carne en México, y el 58.32% de la carne de cerdo que se consumió en el país, el 41.68 % del consumo fue cubierto con importaciones las cuales ascendieron a 0.875 millones de toneladas para el mismo año. Los estados con mayor producción fueron Jalisco, Sonora, Puebla, Guanajuato, Yucatán y Veracruz (SIAP 2016) estas entidades aportaron el 72.5 % de la producción nacional. La producción en México se da a través de 1 millón de unidades de producción porcina, con una piara de más de 16.2 millones de cabezas. Alrededor de 2 millones de familias dependen de esta actividad, la cual genera 350,000 empleos directos y más de 1.7 millones de empleos indirectos, el valor de la producción e importaciones ascendió a 71,490 millones de pesos (FIRA 2016).

Debido a lo anterior, es importante generar una investigación del mercado de carne de cerdo en México utilizando un modelo de programación no lineal que permita optimizar este mercado, maximizando el Valor Social Neto (VSN) que es el excedente económico (excedente al consumidor más excedente al productor) menos los costos de transporte, y sirve como indicador que permite analizar los cambios que se provocan en el bienestar de la sociedad por la instrumentación de una política determinada. Esta metodología no se ha empleado en especies pecuarias, solo se ha utilizado en algunos productos agrícolas, siendo una buena herramienta en

la toma de decisiones de políticas económicas y/o comerciales de los productos, ya que mediante ella es posible conocer el efecto que pueda tenerse en el mercado por la aplicación de aranceles, subsidios, fluctuaciones en el tipo de cambio, etc.

Gómez *et al.* (2011) calcularon el efecto de la aplicación de aranceles sobre variables como producción y precio de la carne en México pero utilizaron un modelo espacial Armington y no un modelo de optimización, por ello, el objetivo de la presente investigación fue estimar, bajo condiciones óptimas de forma regional, la producción, consumo y distribución de la carne de cerdo en México para el año 2015, utilizando un modelo que maximice el VSN del mercado nacional de esta carne.

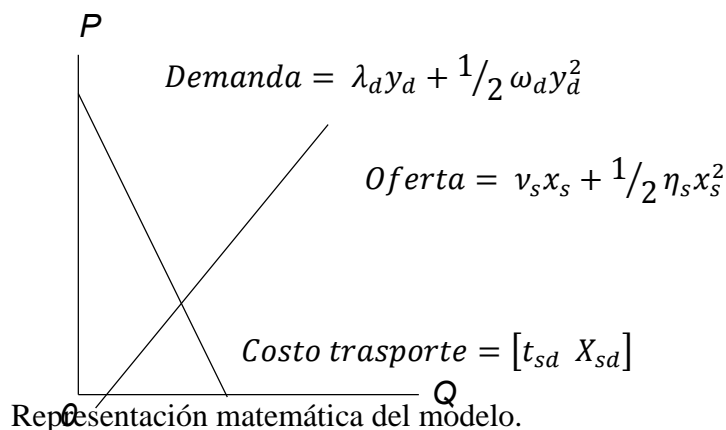
La hipótesis central considera que el mercado de carne de cerdo en México para el año 2015 no fue el óptimo debido a que no maximizó el VSN.

Metodología

Se formuló un modelo de programación no lineal, que maximiza el VSN.

La función objetivo (Valor Social Neto) maximiza las áreas bajo las curvas de las demandas, menos las áreas bajo las curvas de las ofertas, las cuales se obtienen integrando matemáticamente la funciones inversas de demanda y de oferta, menos los costos de transporte (Figura 1) (Takayama *et al.*, 1964).

Figura 1: Representación gráfica del modelo



$$Max VSN = \sum_{d=1}^8 [\lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \omega_d Y_d^2] \quad \text{Área bajo la curva de la demanda}$$

$$-\sum_{d=1}^{10} [V_s X_s + 1/2 \eta_s X_s^2] \quad \text{Área bajo la curva de la oferta}$$

$$-\sum_{d=1}^{10} [t_{sd} X_{sd}] \quad \text{Costo de transporte}$$

Donde:

d = Regiones consumidoras

s = Regiones productoras

λ_d = Intercepto de función inversa de la demanda

ϖ_d = Pendiente de la función inversa de la demanda

Y_d = Cantidad demandada de carne en la región d

V_s = Intercepto de función inversa de la oferta

η_s = Pendiente de la función inversa de la oferta

X_s = Cantidad ofertada de carne en la región s

t_{sd} = Costo de transporte de s a d

X_{sd} = Cantidad de envíos de s a d

Este modelo está sujeto a las siguientes restricciones:

- d) La cantidad demandada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser menor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$Y_d \leq \sum_{s=1}^8 X_{sd} \quad d = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 8$$

- e) La cantidad ofertada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser mayor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$X_s \geq \sum_{d=1}^{10} X_{sd} \quad s = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 10$$

- f) La cantidad demandada, la cantidad ofertada y los envíos de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d), debe ser mayor o igual a cero.

$$Y_d, X_s, X_{sd} \geq 0$$

Los supuestos económicos considerados en el modelo fueron:

- Hay 2 o más regiones que comercian un bien homogéneo
- Cada región constituye un solo y distinto mercado
- Las regiones están separadas pero no aisladas por los costos de transporte por unidad física, lo cual es independiente del volumen
- Para cada región las funciones de oferta y demanda son conocidas
- considerando 10 regiones productoras y 8 regiones consumidoras.

Se utilizó la regionalización económica y geográfica propuesta por Bassols (1995), como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Regiones y entidades de México

Región	Estado
Noroeste (NO)	Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit.
Norte (NR)	Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis potosí y Zacatecas
Noreste (NE)	Nuevo León y Tamaulipas.
Centro-Occidente (CO)	Aguascalientes , Colima, Guanajuato, Jalisco y Michoacán
Centro-Este (CE)	Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala.
Sur (SU)	Chiapas, Guerrero y Oaxaca.
Oriente (OR)	Tabasco y Veracruz
Península de Yucatán (PE)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Fuente: Bassols, 1995.

La información utilizada se obtuvo de la siguiente manera:

La producción y las exportaciones se obtuvieron por estado del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016), se restó la exportación a la producción de los estados que reportaron, y se sumó la producción de los estados que integran cada una de las regiones para obtener la producción regional.

La importación se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016) según las claves arancelarias y puntos de acceso (aduanas). Se establecieron 2 puntos de internación de carne importada, el primero lo componen las aduanas de Colombia en Nuevo León, Nuevo Laredo y Reynosa en Tamaulipas y Piedras Negras en Coahuila. Este primer punto registra el ingreso del 90.1% de la carne importada. El segundo punto de internación los compone las aduanas de Mexicali y Tijuana en Baja California, Nogales y San Luis Rio Colorado en Sonora y Ciudad Juárez en Chihuahua por este punto ingresa el 9.9% de la importación.

De esta manera se establecieron 10 regiones productoras 8 en el interior del país y 2 puntos fronterizos de internación de carne de cerdo.

Para conocer el consumo (demanda) de cada una de las 8 regiones del país se obtuvo la población de cada estado del año 2015 del Consejo Nacional de Población (CONAPO 2016). Esta población se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores Norte 5.8 kg., Centro 17.4 kg., y sur 29.5 kg. (CONFEPORC, 2016), y se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región.

El precio regional de cerdo en canal se obtuvo conociendo el precio de cada estado que integra la región, el cual fue ponderado con la producción (SIAP, 2016), el precio de los puntos de internación se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2016)

El costo de transporte dentro y entre regiones se calculó multiplicando la distancia por el costo por kilómetro; las distancias se obtuvieron con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT 2016), se consideró cada capital del estado como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. El transporte de canales de cerdo es especializado y tiene un costo por km de 2 dólares el equivalente a 35 pesos en el momento de la investigación. Este costo se obtuvo de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Las elasticidades regionales se obtuvieron de Rebollar *et. al.* (2014) y para los puntos de internación se consideraron las elasticidades nacionales reportadas por Pérez, (2010).

Las funciones precio-cantidad se calcularon como lo indican Alston, *et. al.*, (1995) y Kawaguchi, *et. al.*, (1997).

Para el análisis de la información se utilizó el software Solver Premium Platform 2014-R2 el cual desarrolla modelos de programación lineal y no lineal (cuadrática) que se utilizan en la optimización de recursos.

Resultados

En el Cuadro 2 se puede observar que el modelo obtenido puede validarse como base, ya que la mayor discrepancia entre los valores observados y los arrojados por el modelo fue de -3.79% (punto de internación 2).

En el modelo se muestra que el VSN en condiciones óptimas genera un aumento del 0.11 % que representa un valor de 4,086,903,320 millones de pesos para 2015.

El modelo sobreestimó la producción nacional en 0.28%, la diferencia entre el nivel observado de 1, 225,042 toneladas y el nivel óptimo de 1,228,524 toneladas fue de 3,482. De las 8 regiones productoras de la república, en la región Noroeste, Norte y Noreste la producción óptima indica una ligera disminución en la producción, para el resto de las regiones del país muestra un pequeño incremento en sus volúmenes de producción, siendo la región Oriente la que aparece con mayor aumento en su producción con 1.72%, tales porcentajes de variación son muy pequeños, por lo tanto, no se consideran significativos sobre la producción total.

Por otra parte, el modelo óptimo subestimó las importaciones nacionales en 14,419 toneladas, lo que representa una disminución de 1.65% del total, el punto de internación 1 mostró una disminución del ingreso de carne de cerdo de 1.41%, mientras que el punto de internación número 2 de 3.79%

Además, el modelo subestimó el consumo y lo disminuyó 10,938 toneladas equivalente al 0.52% del nacional, pero no en todas las regiones disminuyó, como se muestra en el Cuadro 2, en las regiones Noroeste y Noreste se incrementó en cantidades mínimas, y para el resto de las regiones del país el modelo bajó, el caso más representativo es la región Centro- Este en la cual decreció 4,533 toneladas, sin embargo, esta cantidad solo refleja el 0.59% de la región debido a que tiene la mayor participación del consumo nacional con el 36.6% y se debe a que en ella se encuentra el Distrito Federal (ahora Cd de México), y el estado de México siendo la zona urbana más grande del país.

Cuadro 2: Optimización del mercado de carne de cerdo

Región	Observado 2015	Modelo base	Cambio	Cambio %
	Toneladas			
Producción				
Noroeste (NO)	193,739	193,570	-169	-0.09
Norte (NR)	33,393	33,373	-20	-0.06
Noreste (NE)	31,633	31,604	-29	-0.09
Centro-Occidente (CO)	419,748	419,765	17	0.00
Centro – Este (CE)	233,277	233,870	593	0.25
Sur (SU)	76,240	76,296	56	0.07
Oriente (OR)	130,667	132,918	2,251	1.72
Península de Yucatán (PE)	106,345	107,128	783	0.74
Nacional	1,225,042	1,228,524	3,482	0.28
Importación				
Punto de internación 1	788,977	777,838	-11,139	-1.41
Punto de internación 2	86,497	83,217	-3,280	-3.79
Nacional	875,474	861,055	-14,419	-1.65
Consumo				
Noroeste (NO)	80,397	80,418	21	0.03
Norte (NR)	124,481	124,382	-99	-0.08
Noreste (NE)	50,139	50,171	32	0.06
Centro-Occidente (CO)	354,833	353,192	-1,641	-0.46
Centro – Este (CE)	769,221	764,688	-4,533	-0.59
Sur (SU)	284,737	283,299	-1,438	-0.51
Oriente (OR)	303,029	300,128	-2,901	-0.96
Península de Yucatán (PE)	133,680	133,300	-380	-0.28
Nacional	2,100,516	2,089,579	-10,938	-0.52
Valor Social Neto	3,776,270,811,832	3,780,357,715,152	4,086,903,320	0.11

Fuente: Elaboración propia con los resultados de modelo real y óptimo. 2016

En el Cuadro 3 se muestra la distribución óptima de carne de cerdo en México para 2015, el modelo sugiere que las demandas de carne de cerdo de cada una de las regiones, para tener el menor costo de distribución debe satisfacerse de la siguiente manera: la región Noroeste (NO) debería satisfacer su demanda con el 92,74% de carne de esa misma región y un 7.26% con carne de cerdo que ingresa por el punto de internación 2. La región Norte (NR) debería satisfacer su mercado con un 18.05% de carne producida en esa región más carne importada de la cual el 19.74% ingresa del punto de internación número 1 y el 62.22 % por el punto de internación número 2. El 100 % de la carne que se consume en la región Noreste (NE) debería ser importada y toda ingresaría por el punto de internación número 1. La región Centro-Occidente (CO) debería satisfacer su demanda con carne proveniente de la región Noroeste 33.69 %, del punto de internación 1 el 3.44 % y el 62.87 % con carne producida en esa misma región. La región Centro - Este (CE) debería recibir carne de otras 4 regiones Norte 1.43 %, Noreste 0.06 %, Centro Occidente 22.99 %, del punto de internación 1 el 73.60 %, complementa su demanda con la

producción 1.92 % de esa misma región. La región Sur (SU) debería recibir carne de la región Noreste 1.73 %, del Centro - Este 73.08 %, del punto de internación 1 el 3.44 % y de esa misma región el 21.75 %. Para la región Oriente (OR) el programa sugiere que debería recibir carne de las regiones Noreste 8.75 %, Centro Occidente 7.29 %, Centro-Este 4.05 %, Sur 4.89 % la propia región 35.57 % y con importaciones que ingresan por el punto de internación número 1 el 39.45 %. La región de la Península de Yucatán (PE) debería recibir carne de la región Oriente el 19.63 % y complementarla con carne de la misma región el 80.37 %.

Cuadro 3: Distribución óptima (toneladas) de carne de cerdo en México 2015

	NO	NR	NE	CO	CE	SU	OR	PE	S_d
NO	74,586	-	-	118,985	-	-	-	-	193,570
NR	-	22,445	-	-	10,927	-	-	-	33,373
NE	-	-	-	-	430	4,909	26,266	-	31,604
CO	-	-	-	222,067	175,819	-	21,879	-	419,765
CE	-	-	-	-	14,695	207,034	12,141	-	233,870
SU	-	-	-	-	-	61,615	14,681	-	76,296
OR	-	-	-	-	-	-	106,745	26,173	132,918
PE	-	-	-	-	-	-	-	107,128	107,128
PI1	-	24,551	50,171	12,141	562,817	9,741	118,415	-	777,838
PI2	5,833	77,385	-	-	-	-	-	-	83,217
Y_d	80,418	124,381	50,171	353,192	764,688	283,298	300,128	133,300	

Columna: 10 regiones productoras, Filas 8 regiones consumidoras

Fuente: Elaboración propia con los resultados de modelo óptimo. 2016

Conclusiones

La programación cuadrática es una herramienta que permite modelar los mercados de bienes pecuarios con el propósito de optimizarlos.

El mercado de la carne de cerdo en México no funciona de manera óptima, debido a que no maximiza el Valor Social Neto.

Para maximizar el Valor Social Neto (VSN) el modelo incrementa el 0.28% la producción de cerdo en México, aunado a una disminución de las importaciones y consumo nacionales de 1.65 % y 0.52 % respectivamente.

Debido a que la diferencia entre lo real (observado en 2015) y el modelo óptimo es de 0.11%, se considera que este último es válido para poder sugerir recomendaciones de política económica en favor del mercado de la carne porcina en México.

Bibliografía

Alston, J.M., G.W. Norton and P.G. Pardey. 1995. *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*. Cornell University Press, Ithaca, New York.

Bassols A. B. 1995 *El Desarrollo Regional de México: teoría y práctica Libros de la Revista Problemas del Desarrollo. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.*

CONAPO 2015. Consejo Nacional de Población <http://www.conapo.gob.mx/> Acceso el día 22 de Enero 2016.

FIRA 2015. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, Perspectivas para la porcicultura mexicana. <https://www.fira.gob.mx/Nd/index.jsp> Acceso el día 28 de Mayo del 2016.

Gómez, T. G., S. Rebollar R., J. Hernández M., E. Guzmán S. 2011 Efecto de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14. 537-542

Gómez, T. G., S. Rebollar R., J. Hernández M., E. Guzmán S. 2012. Competitividad de la producción porcina de México y EUA. *Revista Comercio Exterior*. Vol. 62: 36-45.

Kawaguchi T, Susuki N, Kaiser HM, 1997. A Spatial Equilibrium Model for imperfectly competitive milk markets. *Am. J. Agric. Econ.* 79:851-859.

Pérez VFC, García MR, Martínez DMA, Mora Flores JS, Vaquera HH, Gonzales EA, 2010. Efecto de las importaciones de la carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. *Rev. Mex. Ciencias. Pecuarias* 1(2):115-126.

Rebollar R.A, Gómez T. G., Hernández M. J., Rebollar R. S., González R. F. de J. 2014 Comportamiento de la oferta y demanda regional de carne de cerdo en canal en México, 1994-2012. *Rev. Mex. Ciencias Pecuarias*, 5 (4): 377-392.

SCT, Secretaria de Comunicaciones y Transportes 2015 [http://www.sct.gob.mx/rutas punto a punto](http://www.sct.gob.mx/rutas_punto_a_punto). Acceso el día 25 de Febrero del 2016.

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2015 <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario>. Acceso el día 20 Enero del 2016.

SNIIM 2015. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Secretaria de Economía. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nurvo/mapa.asp> Accesos el día 15 de Febrero 2016

Takayama, T. And Judge G. G. 1964 Spatial Equilibrium and linear Programming J Farm Econ 46:67-93.

USDA 2015. United States Department of Agriculture <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>. Acceso el día 23 de Marzo 2016.

7.4 Capitulo cuatro.

Efectos regionales y nacionales sobre la producción y consumo de carne de cerdo con la aplicación de aranceles a la carne importada. Ganadería, Sociedad y Recursos Naturales. Editorial Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Primera edición Año 2016, ISBN: en trámite pág. 215 – 228.

GANADERÍA,
SOCIEDAD
Y **RECURSOS** NATURALES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Dr. José Sergio Barrales Domínguez

Rector

Ing. Edgar López Herrera

Director General Académico

Dr. José Luis Romo Lozano

Director General de Investigación y Posgrado

Lic. Silvia Castillejos Peral

Directora General de Difusión Cultural y Servicio

Dr. Vinicio Horacio Santoyo Cortés

Director del CIESTAAM

Dr. Sergio Iban Mendoza Pedroza

Director del Departamento de Zootecnia

T.S. Graciela Flores González

Jefa del Depto. de Publicaciones-DGDyS

COLEGIO DE POSTGRUADOS

Dr. Jesús Ma. Moncada de la Fuente

Director General

Juan Alberto Paredes Sánchez

Director del Campus Puebla

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Enrique Graue Wiechers

Rector

Dr. Domingo Alberto Vital Díaz

Coordinador de Humanidades

Dra. María de Lourdes Alvarado y Martínez Escobar

Secretaria Académica

Dr. Eduardo Alejandro López Sánchez

Coordinador de la Unidad Académica de Estudios Regionales

AGRADECIMIENTOS

Gloria Villa Hernández

Cuidado de la edición

Beatriz Nava Moreno

Captura

GANADERÍA, SOCIEDAD Y RECURSOS NATURALES

COORDINADORES:

Beatriz Aurelia Cavallotti Vázquez

Benito Ramírez Valverde

José Alfredo Cesín Vargas



© Universidad Autónoma Chapingo
Carretera México-Texcoco, km 38.5,
Chapingo, Estado de México.
Departamento de Zootecnia
Tel: 01 (595)952-1532
Fax: 01 (595) 952-1607

Primera edición, octubre 2016

ISBN:

Se autoriza el uso de la información contenida en este libro para fines de enseñanza, investigación y difusión del conocimiento, siempre y cuando se haga referencia a la publicación y se den los créditos correspondientes a cada autor consultado.

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de los coordinadores o de las instituciones editoras.

Impreso y hecho en México

Comité editorial

Mónica A. Agudelo López, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIES-TAAM-UACH); Adolfo Álvarez Macías, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco (UAM-X); Adrián Argumedo Macías, Campus Puebla, Colegio de Postgraduados (CP); Carlos Manuel Arriaga Jordán, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM); Belem D. Avendaño Ruiz, Facultad de Economía y Relaciones Internacionales, Universidad Autónoma de Baja California; Adriana Bastidas Correa, Universidad de La Ciénaga del Estado de Michoacán de Ocampo; Henrique de Barros, Universidad Federal Rural De Pernambuco, Brasil; Luis Brunett Pérez, Centro Universitario de Amecameca, UAEM; Ángel Bustamante González, Campus Puebla, CP; Rosario Campos Hernández, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Beatriz A. Cavallotti Vásquez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Martha Chiappe Hernández, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdeLAR); Fernando Cervantes Escoto, CIESTAAM-UACH; Alfredo Cesín Vargas, Unidad Académica de Estudios Regionales, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Rubén Esquivel Velásquez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Hilda Flores Brito, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Gustavo García Uriza, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Juan de Dios Guerrero Rodríguez, Campus Puebla, CP; María del Carmen Hernández Moreno, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD-Estado de Sonora); José Pedro Juárez Sánchez, Campus Puebla, CP; Thierry Linck, Ciencias para la acción y el desarrollo, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Francia (INRA-SAD); Carlos Antonio López Díaz Facultad de Veterinaria, UNAM; Zenón Gerardo López Tecpoyotl, Campus Puebla, CP; Francisco E. Martínez Castañeda, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, UAEM; María Beatriz Mendoza Álvarez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Georget Motezuma López, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Jorge Morett Sánchez, Departamento de Sociología Rural, UACH; Isabel Muñiz Montero, Programa Académico de Ingeniería Financiera, Universidad Politécnica de Puebla; Rutilio Nava Montero, Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán, UACH; Mauricio Perea Peña, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Rosario Pérez Espejo, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM; Efraín Pérez Ramírez, Campus Puebla, CP; Javier Ramírez Juárez, Campus Puebla, CP; Benito Ramírez Valverde, Campus Puebla, CP; Gustavo Ramírez Valverde, Departamento de

Estadística, Campus Montecillos (CP); Alberto Riella, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdeLAR); Constantino Romero Márquez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACh; Blanca Rubio Vega, Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM; Leticia Myriam Sagarnaga Villegas, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACh; Carlos Sánchez del Real, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACh; José Solís Ramírez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACh; Blanca Suárez San Román, Grupo Interdisciplinario sobre Mujer, Trabajo y Pobreza (GIMTRAP, A.C.); Rosalío Valseca Rojas, Campus Puebla, CP; Samuel Vargas López, Campus Puebla, CP; Emma Zapata Martelo, Programa de Desarrollo Rural, Campus Montecillos, CP; José Luis Zaragoza Ramírez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACh.

[vi]

Prólogo

Al desempleo en México, el incremento de la pobreza, la inestabilidad social en amplias zonas del país, con elevados niveles de violencia e inseguridad, en un escenario de creciente dependencia alimentaria, recientemente se suma la depreciación del peso que, necesariamente, tendrá impacto sobre los precios de los insumos y productos pecuarios que se importan.

Lo anterior demanda que desde la academia se analice la situación de los diversos sectores de la economía y se elaboren propuestas viables, tanto productivas como aquellas que puedan incorporarse a políticas públicas, que contribuyan al desarrollo del país y con ello a mejorar las condiciones de vida de la sociedad.

El propósito de este texto es hacer una contribución al respecto. El libro consta de seis apartados:

- i) Situación Actual y Perspectivas del Sistema Lácteo Mexicano, en los que además de la evolución de la productividad de la ganadería mexicana, se analiza la manera en que se ha insertado en un sistema global altamente competitivo, la sección inicia con un capítulo que analiza la productividad del subsector durante veinte años, hasta el año 2013, y finaliza con un capítulo que busca entender el estado del arte de los estudios prospectivos para la ganadería.
- ii) Ganadería Familiar y en Pequeña Escala, en este apartado se presentan cinco capítulos que estudian una ganadería que tiene una fuerte connotación social, los trabajos analizan la problemática que representa para las familias el manejo de animales y las ventajas, económicas, sociales, nutricionales, etc., que representa esta actividad.
- iii) Diversificación de Ingresos y Productos Artesanales, Se presentan cinco capítulos que muestran la importancia económica, social y cultural que representan los productos artesanales de origen pecuario, lo anterior se hace desde las perspectivas macro y micro.

[vii]

iv) La Producción Porcina en México, en dos capítulos se analiza, por una parte, el comportamiento de los precios y en el segundo los impactos regionales sobre la producción y consumo. Lo anterior, considerando que es un subsector en que se esta concentrando la producción en grandes empresas.

v) Producción de Pequeñas Especies Ganaderas, se trata la producción ovina y caprina desde diferentes ópticas, en tres capítulos se analiza la competitividad de sistema ovino nacional, en otro capítulo el comercio regional y en el último, aspectos sanitarios relacionados con la aplicación de la vacuna contra la brucelosis en rebaños caprinos.

vi) Ganadería, Ecología y Actores Sociales, En cuatro capítulos se analiza desde diferentes perspectivas la huella ecológica de la ganadería y se hacen propuestas, metodológicas y productivas, en el primer caso para estudiarla, en el segundo para reducirla, lo anterior bajo la premisa de que se debe alimentar a una población creciente, con alimentos nutritivos, inocuos y que su producción tenga el menor impacto posible sobre los recursos del planeta.

Esperando que sea un libro que cumpla las expectativas del lector y que sea una contribución desde la academia para el conocimiento de la problemática de la actividad pecuaria.

Dr. Alfredo Cesín Vargas

[viii]

Tabla de contenido

PRÓLOGO	VII
SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL SISTEMA LÁCTEO MEXICANO	
Análisis de la productividad en el sistema lechero mexicano en el periodo (1993-2013)	3
<i>Fernando Cervantes Escoto</i>	
<i>Joaquín Camacho Vera</i>	
<i>Alfredo Cesín Vargas</i>	
Impacto de la globalización sobre la estructura y capacidad productiva de los productores lecheros de la región de la Ciénega en el estado de Jalisco	17
<i>José Manuel Núñez Olivera</i>	
<i>Rodolfo Cabral Parra</i>	
<i>Miguel Ángel Noriega García</i>	
<i>Sandra Eva Lomelí Rodríguez</i>	
<i>Araceli Correa Ramírez</i>	
Estimación del impacto económico y social de la globalización en la producción lechera mediante la generación de escenarios en la cadena de suministros	29
<i>Rodrigo G. Carranza Trinidad</i>	
<i>Arturo G. Valdivia-Flores</i>	
Estado del arte de estudios prospectivos nacionales e internacionales sobre ganadería bovina en el trópico	45
<i>Georgel Moctezuma López</i>	
<i>José Antonio Espinosa García</i>	
<i>Lourdes Velázquez Fragoso</i>	
<i>José Luis Dávalos Flores</i>	
GANADERÍA FAMILIAR Y EN PEQUEÑA ESCALA	
Relación étnica, ganadería y subsistencia de las familias en la Montaña de Guerrero, México	59
<i>Samuel Vargas López</i>	
<i>Angel Bustamante González</i>	
<i>Jorge Vargas Monter</i>	
<i>Juan de Dios Guerrero Rodríguez</i>	
<i>J. Santos Hernández Zepeda</i>	

Funcionalidad de la ganadería en las estrategias socioeconómicas de hogares que habitan áreas protegidas de Montaña	75
<i>Daniel Hernández Valenzuela</i> <i>Ernesto Sánchez Vera</i> <i>William Gómez Demetrio</i> <i>Carlos Galdino Martínez García</i>	
Sistemas familiares de producción lechera del estado de Michoacán: un análisis psicosocial de sus redes y capital social	89
<i>Lizeth Guadalupe Martínez Servín</i> <i>María Elena Rivera Heredia</i> <i>Isidoro Martínez Beiza</i> <i>Daniel Val Arreola Manuel</i> <i>Jaime Tena Martínez</i>	
Un análisis significativo de la reproducción social de la lechería de pequeña escala: El caso del Altiplano mexiquense	103
<i>Monica E. Ruiz-Torres</i> <i>Alberto M. Vargas</i> <i>Carlos M. Arriaga-Jordán</i> <i>Francisco E. Martínez-Castañeda</i>	
Caracterización de sistemas de productores de leche en pequeña escala del noroeste del Estado de México para identificar variables que influyen en el uso de praderas cultivadas y ensilado de maíz	117
<i>Carlos Galdino Martínez-García</i> <i>Carlos Manuel Arriaga-Jordán</i> <i>José Trinidad Pedraza Beltrán</i> <i>Adolfo Armando Rayas-Amor</i> <i>Ignacio Arturo Domínguez-Vara</i>	
DIVERSIFICACIÓN DE INGRESO Y PRODUCTOS GANADEROS ARTESANALES	
El agroturismo como alternativa para la producción apícola del sur de la Ciudad de México	135
<i>Jimena Achiqun-Millán</i> <i>Vinicio Horacio Santoyo-Cortés</i> <i>Enrique Genaro Martínez-González</i> <i>Jorge Aguilar-Ávila</i>	

[x]

Importancia económica y cultural de los quesos mexicanos genuinos	149
<i>Alfredo Cesín Vargas</i> <i>Fernando Cervantes Escoto</i> <i>Mónica Andrea Agudelo López</i> <i>Adriana Patricia Bastidas Correa</i>	
Acción colectiva en la quesería artesanal de Suaqui Grande Sonora. Un análisis desde la perspectiva de los Sistemas Agroalimentarios Localizados	163
<i>Juan Luis Ochoa Vázquez</i> <i>María del Carmen Hernández Moreno</i>	
Caracterización de la cadena productiva del queso criollo en hoja de luna de la Sierra Alta del estado de Hidalgo	183
<i>Griselda Monroy Neria</i> <i>Fernando Cervantes Escoto</i> <i>María Isabel Palacios Rangel</i> <i>Alfredo Cesín Vargas</i> <i>Abraham Villegas de Gante</i>	
Tecnología apropiada para elaborar dos leches fermentadas, a pequeña escala: jocoque y leche acidófila	193
<i>Abraham Villegas de Gante</i>	
LA PRODUCCIÓN PORCÍCOLA EN MÉXICO	
Dinámica en precios y producción del sector porcino mexicano	205
<i>Francisco E Martínez-Castañeda</i> <i>Ana Lorga da Silva</i>	
Efectos regionales y nacionales sobre la producción y consumo de carne de cerdo con la aplicación de aranceles a carne importada	215
<i>Héctor Hugo Velázquez-Villalva</i> <i>Germán Gómez-Tenorio</i> <i>Samuel Rebolgar Rebolgar</i> <i>Francisco Ernesto Martínez-Castañeda</i>	
PRODUCCIÓN DE PEQUEÑAS ESPECIES GANADERAS	
Resultados del sistema ovino del Sistema de Información de Costos, Eficiencia y Competitividad de los Sistemas Pecuarios en México	229
<i>Carlos Antonio López Díaz</i> <i>Rafael Trueta Santiago</i>	

[xi]

El comercio de carne de ovino en Maravatío y Senguío, Michoacán	243
<i>Randy Alexis Jiménez Jiménez</i> <i>Esmeralda Nava García</i> <i>Valentín Espinosa Efrén</i> <i>Diana Milena Soler Fonseca</i>	
Respuesta de la vacuna rev-1 de <i>Brucella melitensis</i> en rebaños caprinos del municipio de Venustiano Carranza, Michoacán	253
<i>Guillermo Herrera Arreola</i> <i>Alfredo Cesín Vargas</i> <i>Ilda Ruíz Gutiérrez</i>	
GANADERÍA, ECOLOGÍA Y ACTORES SOCIALES	
Servicios ecosistémicos secundarios de las especies arbóreas forrajeras nativas multipropósito en la ganadería tropical	267
<i>Nallely López Hernández</i> <i>Ernestina Gutiérrez Vázquez</i> <i>Aureliano Juárez Caratachea</i> <i>Xavier Madrigal Sánchez</i>	
La contradicción entre los actores sociales y la conservación de los recursos naturales en el parque nacional Sierra de Órganos, Sombrerete, Zacatecas	281
<i>Raúl René Ruiz Garduño</i> <i>Miguel Márquez Madrid</i> <i>Ricardo David Valdez Cepeda</i> <i>Fidel Blanco Macías</i>	
Propuesta metodológica para el estudio de los lácteos a través de Social-Análisis de Ciclo de Vida (S-ACV)	293
<i>Luis Brunett Pérez</i> <i>Carlos Galdino Martínez</i> <i>Valentín Espinosa Ortíz</i> <i>Ramón Soriano Robles</i>	
La ganadería: eje transversal en el cambio climático y la seguridad alimentaria	305
<i>Noé Zúñiga-González</i> <i>Noé Zúñiga-Martínez</i> <i>Rosa Elena Martínez-Olvera</i> <i>Jesús José Puente Berumen</i>	

Efectos regionales y nacionales sobre la producción y consumo de carne de cerdo con la aplicación de aranceles a carne importada

Héctor Hugo Velázquez-Villalva¹
Germán Gómez-Tenorio¹
Samuel Rebolgar Rebolgar¹
Francisco Ernesto Martínez-Castañeda²

Introducción

México, en 1970, contaba con una piara de casi 10 millones de cerdos, para 1983 creció 15.3 %, el volumen de producción pasó de 573 mil de toneladas (t) a 1.485 millones, un incremento de 159 % en 13 años, esto garantizó satisfacer la demanda interna sin recurrir a las importaciones (Tinoco, 2004:65).

La crisis económica que tuvo lugar en el país en 1982 provocó un proceso inflacionario y devaluación constante del peso, lo que elevó los costos de producción de carne de cerdo y deterioro del poder adquisitivo. Estas condiciones, aunadas al retiro de subsidios, disminuyeron la producción de cerdo en México durante esa época, y con el ingreso de México en 1986 al GATT se inició la apertura comercial para la carne de cerdo en 1988 con 31 mil de t y llegando en 2015 hasta 875 mil de t (Siacon, 2016).

Sin embargo, a partir de 1997 y hasta 2015 con el control de la inflación y la estabilidad monetaria, se ha regresado al crecimiento en la población porcina, sin alcanzar los niveles de 1984, ya que en 2015 la producción fue de 1.22 millones de toneladas (Siacon, 2016).

El lento crecimiento de la porcicultura se debe a un retiro y cierre calculado de granjas de un 40 % produciendo cambios en los estratos de producción ya que el sistema de producción semitecnificado ha reducido su participación en la producción nacional de 50 a 15 %, mientras que el tecnificado creció del 20 al

¹ Centro Universitario UAEM Temascaltepec; hectoreltino@hotmail.com, gomte61@yahoo.com, samrere@hotmail.com

² Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la UAEM. fernestom@yahoo.com.mx

57% y, el de traspatio se ha mantenido estable (Hernández, Rebollar, Rojo., 2008:117).

Pese a este cambio estructural, la producción de cerdo en México se realiza a través de 1 millón de unidades de producción porcina, con una piara de más de 16.2 millones de cabezas. Alrededor de 2 millones de familias dependen de esta actividad, la cual genera 350,000 empleos directos y más de 1.7 millones de indirectos, el valor de la producción e importaciones ascendió a 71,490 millones de pesos para el año 2015 (FIRA, 2016).

Debido a la importancia que tiene la producción de carne de cerdo en México y a la demanda de los poricultores por la aplicación de un instrumento de política económica (arancel) a la carne de cerdo que se importa de Estados Unidos y que entra al país a precios menores que el costo de producción del poricultor nacional, es importante conocer cuál sería el efecto de su aplicación.

Por ello se generó un modelo de programación no lineal que permite maximizar para el año 2015 el Valor Social Neto (VSN) que es el excedente económico (excedente al consumidor más excedente al productor) menos los costos de transporte. Este modelo analiza los cambios que se provocan en el bienestar de la sociedad por la instrumentación de una política determinada.

Esta metodología que no ha sido empleado en especies pecuarias, es una buena herramienta en la toma de decisiones de políticas económicas y/o comerciales de los productos, ya que mediante ella es posible conocer el efecto que pueda tenerse en el mercado por la aplicación de aranceles, subsidios, fluctuaciones en el tipo de cambio, entre otros.

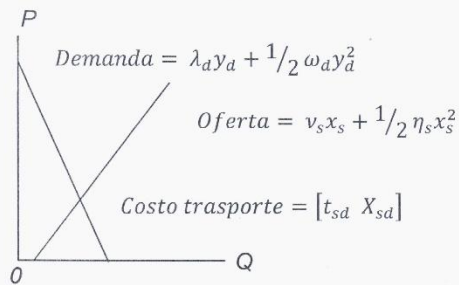
Gómez *et al.* (2011:537) calcularon el efecto de la aplicación de aranceles sobre variables como producción y precio de la carne en México, pero utilizaron un modelo espacial tipo Armington y no un modelo de optimización, por ello el objetivo de la presente investigación evaluar cómo se afectaría la producción nacional y regional de carne de cerdo en México si se aplicaran aranceles de 10, 20, 30% a la carne de cerdo que proviene de Estados Unidos. La hipótesis de esta investigación considera que la aplicación de un arancel a la carne de cerdo que proviene de Estados Unidos propiciará una disminución en la importación y un aumento en la producción de cerdo en México.

Metodología

Se formuló un modelo de programación no lineal, que maximiza el VSN (Takayama, Judge, 1964:67).

La función objetivo (Valor Social Neto) maximiza las áreas bajo las curvas de las demandas, menos las áreas bajo las curvas de las ofertas, las cuales se obtienen integrando matemáticamente las funciones inversas de demanda y de oferta, menos los costos de transporte (Figura 1) (Calderón, 1995:315).

Figura 1.
Representación gráfica del modelo



Representación matemática del modelo

$Max VSN = \sum_{d=1}^8 [\lambda_d Y_d + 1/2 \omega_d Y_d^2]$	Área bajo la curva de la demanda
$- \sum_{s=1}^{10} [v_s X_s + 1/2 \eta_s X_s^2]$	Área bajo la curva de la oferta
$- \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} + a_i] X_{sd}$	Costo de transporte más arancel

Donde:

- d = Regiones consumidoras
- s = Regiones productoras
- λ_d = Intercepto de función inversa de la demanda
- $\bar{\omega}_d$ = Pendiente de la función inversa de la demanda
- Y_d = Cantidad demandada de carne en la región d
- V_s = Intercepto de la función inversa de la oferta
- η_s = Pendiente de la función inversa de la oferta
- X_s = Cantidad ofertada de carne en la región s
- t_{sd} = Costo de transporte de s a d
- X_{sd} = Envíos de s a d , en toneladas
- a_i = Arancel a carne de cerdo importada 10, 20 y 30 %

Restricciones del modelo

La cantidad demandada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser menor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$Y_d \leq \sum_{s=1}^8 X_{sd} \quad d = 1, 2, 3, \dots, 8$$

La cantidad ofertada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser mayor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$X_s \geq \sum_{d=1}^{10} X_{sd} \quad s = 1, 2, 3, \dots, 10$$

La cantidad demandada, la cantidad ofertada y los envíos de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d), debe ser mayor o igual a cero.

$$Y_d, X_s, X_{sd} \geq 0$$

Supuestos económicos considerados en el modelo

- Hay dos o más regiones que comercian un bien homogéneo.
- Cada región constituye un solo y distinto mercado.
- Las regiones están separadas pero no aisladas por los costos de transporte por unidad física, lo cual es independiente del volumen.
- Para cada región las funciones de oferta y demanda son conocidas.

Se utilizó la regionalización económica y geográfica propuesta por (Bassols, 1995:43), como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1.
Regiones y entidades de México

Región	Estados
Noroeste (NO)	Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit.
Norte (NR)	Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis potosí y Zacatecas
Noreste (NE)	Nuevo León y Tamaulipas
Centro-Occidente (CO)	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco y Michoacán
Centro-Este (CE)	Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala
Sur (SU)	Chiapas, Guerrero y Oaxaca
Oriente (OR)	Tabasco y Veracruz
Península de Yucatán (PE)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán

Fuente: Bassols, 1995: 43.

La información utilizada se obtuvo de la siguiente manera:

La producción y las exportaciones se obtuvieron por estado y provino del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016); se restó la exportación a la producción de los estados, que reportaron, y se sumó la producción de los estados que integran cada una de las regiones para obtener la producción regional.

La importación se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016) según las fracciones arancelarias y puntos de acceso (aduanas), se establecieron dos puntos de internación de carne importada, el primero se integró por las aduanas de Colombia en Nuevo León, Nuevo Laredo

y Reynosa en Tamaulipas y Piedras Negras en Coahuila. Este primer punto registra el ingreso del 90.1 % de la carne importada. El segundo punto de internación se integró por las aduanas de Mexicali y Tijuana en Baja California, Nogales y San Luis Río Colorado en Sonora y Ciudad Juárez en Chihuahua. Por este punto ingresa el 9.9 % de la importación.

De esta manera, se establecieron 10 regiones productoras ocho en el interior del país y dos puntos fronterizos de internación de carne de cerdo.

Para conocer el consumo (demanda) regional, se obtuvo la población de cada estado del año 2015 del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016); después, se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores Norte 5.8 kg, Centro 17.4 kg, y sur 29.5 kg (CONFEPORC, 2016), y se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región.

El precio regional de cerdo en canal se obtuvo a través del precio de cada estado que integra la región, el cual fue ponderado con la producción (SIAP, 2016). El precio de los puntos de internación se obtuvo del (SNIIM, 2016)

El costo de transporte dentro y entre regiones, se calculó multiplicando la distancia por el costo por kilómetro, las distancias se obtuvieron con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT, 2016), se consideró cada capital del estado como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. El transporte de canales de cerdo es especializado y tiene un costo por km de dos dólares (USD) el equivalente a 35 pesos en el momento de la investigación. Este costo se obtuvo de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Las elasticidades regionales se obtuvieron de Rebollar et al. (2014:377) y para los puntos de internación se consideraron las elasticidades nacionales reportadas por Pérez et al. (2010:115).

Las funciones precio-cantidad se calcularon como lo indican (Alston, Norton, Pardey., 1995:560), (Kawaguchi, Susuki, Kayser., 1997:851).

La solución al modelo y sus escenario, se obtuvo mediante el software Solver Premium Platform 2014-R2 y con el solver MINOS, escrito en el lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2 para

Windows, Office 2013 y con base en Rosenthal (2008) los cuales desarrollan modelos de programación lineal y no lineal (cuadrática) que se utilizan en la optimización de recursos.

Una vez que se obtuvo el modelo base se generaron tres escenarios donde se agregó un incremento en el precio de la carne de cerdo importada de un 10, 20 y 30 %, el cual se integró en la matriz de costo de transporte para los dos puntos de internación.

Cambios en producción, consumo e importaciones de carne de cerdo nacional y regional

El modelo base se comparó con los datos reales del 2015. El Valor Social Neto del modelo base fue mayor al real en 0.11% y se presentó una variación de 0.28, -1.65 y -0.52% para la producción nacional, las importaciones y el consumo nacional respectivamente, estas variaciones le permiten al modelo base ser un instrumento para evaluar la posible aplicación de política económica. Los resultados (Cuadro 2) muestran que para los tres escenarios propuestos la producción nacional aumentaría en 0.17, 0.35 y 0.52%. El comportamiento regional de esta variable muestra que las regiones que aumentarían más su producción en cada uno de los escenarios serían: la región Oriente 0.89, 1.72, 2.60%, la región Centro-Este 0.22, 0.43, 0.66% y la región Península de Yucatán 0.17, 0.35, 0.52%, el resto de las regiones muestran incrementos menores.

Las importaciones nacionales disminuirían en -7,427, -16,644, -24,764 t en cada uno de los escenarios respectivamente, estas cantidades representan una disminución de 0.86, 1.93 y 2.88%, del total nacional. Para el punto de internación número uno la disminución se estimó que sería de -0.83, -1.95 -2.86% para cada uno de los escenarios, mientras que para el punto de internación número dos los porcentajes serían de -1.17, -1.78, -3.01% respectivamente.

El consumo nacional disminuiría en -5,342, -12,368, y -18345 t estas cantidades representan el -0.26, -0.59 y -0.88% del total nacional. Las regiones que más verían afectado su consumo serían la Centro-Este -0.31, -0.69, 1.01%, Centro-Occidente -0.35, -0.76 -1.14% y la Oriente -0.23, -0.69, -1.07 en cada uno de los escenarios.

El VSN se contraería en -2,358, -4,654, -6,986 billones de pesos, equivalente a -0.06, -0.12, y -0.18% respecto al modelo base.

Cuadro 2.
Variaciones sobre producción, importación y consumo de carne de cerdo

Región	Modelo base	Arancel			Variaciones						
		10%	20%	30%	10%		20%		30%		
		Volumen de producción t				t	%	t	%	T	%
(NO)	193,570	193,601	193,655	193,693	30	0.02	85	0.04	123	0.06	
(NR)	33,373	33,409	33,447	33,476	37	0.11	74	0.22	104	0.31	
(NE)	31,604	31,658	31,726	31,788	54	0.17	122	0.39	184	0.58	
(CO)	419,765	419,812	419,871	419,942	47	0.01	106	0.03	177	0.04	
(C-E)	233,870	234,380	234,884	235,402	511	0.22	1,015	0.43	1,532	0.66	
(SU)	76,296	76,338	76,363	76,392	42	0.05	67	0.09	96	0.13	
(OR)	132,918	134,097	135,205	136,370	1,179	0.89	2,286	1.72	3,451	2.60	
(PE)	107,128	107,315	107,649	107,880	187	0.17	521	0.49	753	0.70	
Nacional	1,228,524	1,230,609	1,232,800	1,234,943	2,085	0.17	4,276	0.35	6,419	0.52	
		Volumen de importación									
P. I. 1	777,838	771,387	762,674	755,582	-6,451	-0.83	-15,163	-1.95	-22,256	-2.86	
P. I. 2	83,217	82,241	81,736	80,709	-976	-1.17	-1,481	-1.78	-2,509	-3.01	
Nacional	861,055	853,628	844,411	836,291	-7,427	-0.86	-16,644	-1.93	-24,764	-2.88	
		Volumen del consumo									
(NO)	80,418	80,409	80,382	80,359	-9	-0.01	-36	-0.04	-59	-0.07	
(NR)	124,382	124,138	123,616	123,331	-243	-0.20	-766	-0.62	-1,050	-0.84	
(NE)	50,171	50,059	49,939	49,833	-113	-0.22	-233	-0.46	-338	-0.67	
(CO)	353,192	351,962	350,492	349,166	-1,231	-0.35	-2,700	-0.76	-4,027	-1.14	
(C-E)	764,688	762,307	759,435	756,950	-2,381	-0.31	-5,253	-0.69	-7,738	-1.01	
(SU)	283,299	282,705	282,219	281,693	-593	-0.21	-1,080	-0.38	-1,605	-0.57	
(OR)	300,128	299,431	298,051	296,924	-697	-0.23	-2,077	-0.69	-3,204	-1.07	
(PE)	133,300	133,225	133,076	132,977	-75	-0.06	-224	-0.17	-323	-0.24	
Nacional	2,089,579	2,084,237	2,077,211	2,071,234	-5,342	-0.26	-12,368	-0.59	-18,345	-0.88	
YSN (Billones)	3,780,358	3,777,999	3,775,704	3,773,372	-2,358	-0.06	-4,654	-0.12	-6,986	-0.18	

Fuente: elaboración propia.

La aplicación de un instrumento de política económica como lo son los aranceles a la carne de cerdo de importada de Estados Unidos en un 10, 20 y 30% traería como consecuencia un incremento en la producción de la porcicultura regional y nacional, estas medidas permitirían al productor ser competitivo, sin embargo a nivel regional y nacional el consumo de este producto disminuiría, esta situación generaría una disminución en los beneficios sociales ya que el VSN también disminuye. Datos similares fueron reportados por (Gómez *et. al.*, 2011:537), al evaluar la aplicación de un arancel de 20.0 % a las importaciones de carne de cerdo de EUA y Canadá, traería como consecuencia un incremento tanto de la producción nacional como del precio interno o doméstico.

Conclusiones

Si bien, los aranceles, como medida de política comercial, funcionan como medida de protección a la producción nacional, también reducen el consumo, incrementan el costo de adquisición del producto para consumidores nacionales y son un instrumento que fortalece a la producción nacional. En esta investigación, la aplicación de aranceles redujo el VSN, se beneficia a productores internos en regiones con mayor dinámica en la producción, pero se perjudica a la otra parte del mercado que es el consumo. Finalmente, el mercado nacional de la carne de cerdo en canal, es sensible a la aplicación de aranceles; por lo que estos resultados se convierten en una recomendación económica útil a los productores nacionales ante riesgos de excesivas importaciones.

Literatura citada

- Alston, J.M., G.W. Norton and P.G. Pardey. 1995. *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*. Cornell University Press, Ithaca, New York. pp. 560-598.
- Bassols A. B. 1995 *El Desarrollo Regional de México: teoría y práctica* Libros de la Revista Problemas del Desarrollo. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México. pp. 43-75.
- Calderón M. S. 1995 *Matemáticas para la economía y la empresa*, Editorial Pirámide Edición Cuarta, p. 315.

- CONAPO 2015. Consejo Nacional de Población <http://www.conapo.gob.mx/> (Consultado Enero 2016).
- CONFEPORC 2015 Confederación de Porcicultores Mexicanos A.C. Información del sector <http://www.cmp.org/>, (Consultado Marzo 2016).
- FIRA 2015. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, Perspectivas para la porcicultura mexicana. <https://www.fira.gob.mx/Nd/index.jsp>, (Consultado Mayo del 2016).
- Gómez, T. G., S. Rebollos R., J. Hernández M., E. Guzmán S. 2011 Efecto de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14. pp. 537-542.
- Gómez, T. G., S. Rebollos R., J. Hernández M., E. Guzmán S. 2012. Competitividad de la producción porcina de México y EUA. *Revista Comercio Exterior*. Vol. 62: pp. 36-45.
- Hernández M., J., S. Rebollos R., S., R. Rojo R. 2008. Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México 2008. *Revista Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. 24-2: pp. 117-124.
- Kawaguchi T, Susuki N, Kaiser HM, 1997. A Spatial Equilibrium Model for imperfectly competitive milk markets. *Am. J. Agric. Econ.* 79: pp. 851-859.
- Pérez VFC, García MR, Martínez DMA, Mora Flores JS, Vaquera HH, González EA, 2010. Efecto de las importaciones de la carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. *Rev. Méx. Cienc. Pecu* 1(2): pp. 115-126.
- Rebollos R.A, Gómez T. G., Hernández M. J., Rebollos R. S., González R. F. de J. 2014 Comportamiento de la oferta y demanda regional de carne de cerdo en canal en México, 1994-2012. *Rev. Méx. Cienc. Pecu*, 5 (4): pp. 377-392.
- Rosenthal, E. R. GAMS. 2008. A User's Guide. GAMS Development Corporation. Washington, D. C., USA. p. 281.
- SCT 2015 Secretaría de Comunicaciones y Transportes <http://www.sct.gob.mx/rutas punto a punto>, (Consultado Febrero del 2016).

- Siacon. 2015. SIAP-SAGARPA Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2016parcialsiaconzip/> (Consultado Febrero del 2016).
- SIAP. 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario>, (Consultado Enero del 2016).
- SNIIM. 2015. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Secretaría de Economía. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nurvo/mapa.asp> (Consultado de Febrero 2016).
- Takayama, T. And Judge G. G. 1964. Spatial Equilibrium and linear Programming J Farm Econ 46: pp. 67-93.
- Tinoco J., J.L. 2004. La Porcicultura mexicana y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Universidad Autónoma de México. pp. 65-78.

7.5 Artículo cinco.

Evaluación del efecto regional y nacional de la aplicación de políticas económicas a la porcicultura mexicana. (Enviado)

[RMCP] Envío recibido

MVZ. Arturo García Fraustro <cienciaspecuarias@inifap.gob.mx> On Tuesday,
December 6, 2016 4:39 PM

To hola German Gómez tenorio

Hola German Gómez Tenorio:

Hemos recibido y agradecemos el envío de su manuscrito: "EVALUACIÓN DEL EFECTO REGIONAL Y NACIONAL DE LA APLICACIÓN DE POLÍTICAS ECONÓMICAS A LA PORCICULTURA MEXICANA" a la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. A través del sistema de gestión de revistas online usted podrá seguir su progreso del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito:

<http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Pecuarias/author/submission/4336>

Nombre de usuario/o: germangomeztenorio

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as a cienciaspecuarias@inifap.gob.mx. Gracias por tener en cuenta nuestra revista para difundir su trabajo.

MVZ. Arturo García Fraustro

Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias

Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias

<http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/>

**EVALUACIÓN DEL EFECTO REGIONAL Y NACIONAL DE LA APLICACIÓN DE
POLITICAS ECONÓMICAS A LA PORCICULTURA MEXICANA**

Héctor Hugo Velázquez Villalva ¹; Germán Gómez Tenorio¹; Samuel Rebollar Rebollar¹;
Francisco Ernesto Martínez Castañeda²

¹ Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Carretera Toluca-Tejupilco Km. 67.5, Barrio de
Santiago, Temascaltepec de González, Estado de México C.P. 51300

² Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de
México C.P. 50090

Autor para correspondencia:

Germán Gómez Tenorio
Barrio de Santiago s/n, Temascaltepec, Estado de México. 51300.
E-mail (gomte61@yahoo.com)

INTRODUCCIÓN

En la década de los setentas, con un modelo económico cerrado, México contaba con una piara de casi 10 millones de cerdos; para 1983 creció 15.30%, el volumen de producción pasó de 0.57 millones de toneladas a 1.48 millones, se incrementó 159% en 13 años, esto garantizó satisfacer la demanda interna sin recurrir a importaciones, el consumo per cápita fue 19.7 kg⁽¹⁾.

Con la crisis económica que tuvo lugar en el país en 1982, México enfrentó un proceso inflacionario y devaluación constante del peso durante los años subsecuentes, estas condiciones elevaron los costos de producción de carne de cerdo y deterioraron el poder adquisitivo lo que disminuyó el consumo de carne. Además, se modificó el modelo económico al retirar subsidios a los granos y generó una transición a una economía abierta y desregulada, México ingresó al GATT en 1986 y la apertura comercial para la carne de cerdo empezó en 1988; para este año, la producción nacional descendió a 0.861 millones de toneladas (t) y se importó 0.031 millones de t, con un consumo per cápita de solamente 11.20 kg⁽²⁾.

El año más crítico para la porcicultura mexicana fue 1989 ya que se registró la menor producción de carne de cerdo con 0.726 millones de t, la importación de carne ascendió a .055 millones de t y el consumo per cápita fue 9.80 kg el más bajo históricamente.

Las importaciones que se realizaron desde 1988 y hasta 1993 se hacían por cuotas, pero a raíz de la firma del tratado de libre comercio (TLCAN) en 1994 se estableció un arancel a la carne de cerdo de 20% a eliminarse 2% anual, para que en 2003 este impuesto fuera de cero o libre de arancel. A partir de 1997 hasta hoy en día, con tasas de inflación de un solo dígito y mayor estabilidad monetaria, se ha regresado al crecimiento en la producción porcina, sin alcanzar los niveles de 1984 de 1.45 millones de t, pues en 2015 la producción fue 1.22 millones de t⁽²⁾.

Resultado de estos acontecimientos, el incremento de la demanda nacional de carne de cerdo se fue cubriendo, en su mayoría, con creciente importaciones; así, en el periodo 1988-2015 la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) para la producción fue de 2.5%, mientras que la TMCA para las importaciones fue 15.8%

Estados Unidos (USA) es el principal socio comercial de México para este producto; de ese país se importa el 99% de la carne de cerdo, que en 2015 ascendió a 0.875 millones de t⁽²⁾.

Las crecientes importaciones mexicanas de Estados Unidos, se deben a ventajas competitivas que este país tiene, ya que posee una porcicultura de mayor tamaño, mayor infraestructura, bajas tasas de interés, más y mayor acceso a subsidios y apoyos gubernamentales y los costos de los insumos alimenticios son hasta 30% menores con respecto a México. Los indicadores de tasa de penetración de importaciones y relación producción/consumo nacional, demuestran que la porcicultura mexicana ha ido perdiendo terreno frente a la estadounidense⁽³⁾.

El lento crecimiento de la porcicultura se debe a un retiro y cierre calculado de granjas de un 40%. Produciendo cambios en los estratos de producción, debido a que el sistema de producción semitecnificado ha reducido su participación en la producción nacional de 50 a 15%, mientras que el tecnificado creció del 20 al 57% y, el de traspatio se ha mantenido estable⁽⁴⁾. Actualmente, la producción de cerdo en México se realiza a través de un millón de unidades de producción porcinas, con una piara de más de 16.2 millones de cabezas. Alrededor de dos millones de familias dependen de esta actividad, misma que genera 350,000 empleos directos y más de 1.7 millones de indirectos. El valor de la producción e importaciones ascendió, en 2015, a 71,490 millones de pesos⁽⁵⁾.

Debido a la importancia que tiene la producción de carne de cerdo en México y a las desventajas competitivas que tienen los productores nacionales, el objetivo fue evaluar el efecto de la producción nacional y regional de carne de cerdo en México si se aplicaran aranceles a la carne de cerdo proveniente de Estados Unidos y subsidios a la producción nacional de cerdo. La hipótesis plantea que la aplicación de estas políticas económicas propiciará una disminución en consumo e importación y un aumento en la producción de cerdo en México.

METODOLOGÍA

Se formuló un modelo de programación no lineal, que maximiza el Valor Social Neto (VSN)⁽⁶⁾.

La función objetivo (VSN) maximiza las áreas bajo las curvas de las demandas, menos las áreas bajo las curvas de las ofertas, las cuales se obtuvieron al integrar, matemáticamente, las funciones inversas de demanda y de oferta, menos los costos de transporte (Figura 1)⁽⁷⁾.

AQUÍ SE INSERTA FIGURA 1.

Representación matemática del modelo:

$$\begin{aligned}
 Max \ VSN = & \sum_{d=1}^8 [\lambda_d Y_d + 1/2 \varpi_d Y_d^2] && \text{Área bajo la curva de la demanda} \\
 & - \sum_{d=1}^{10} [V_s X_s + 1/2 \eta_s X_s^2] && \text{Área bajo la curva de la oferta} \\
 & - \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} X_{sd}] && \text{Costo de transporte} \\
 & - \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} + a_i] X_{sd} && \text{Costo de transporte más arancel, considerado} \\
 & && \text{como escenario uno.} \\
 & - \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} - K_{p,pp,i}] X_{sd} && \text{Costo de transporte menos subsidio escenario}
 \end{aligned}$$

dos y tres. Los escenarios cuatro y cinco consistieron en la aplicación simultánea de arancel y subsidio.

Donde:

d = Regiones consumidoras

s = Regiones productoras

λ_d = Intercepto de función inversa de la demanda

ϖ_d = Pendiente de la función inversa de la demanda

Y_d = Cantidad demandada de carne en la región d

V_s = Intercepto de función inversa de la oferta

η_s = Pendiente de la función inversa de la oferta

X_s = Cantidad ofertada de carne en la región s

t_{sd} = Costo de transporte de s a d

X_{sd} = Cantidad de envíos de s a d

a_i = Arancel a carne de cerdo importada

$K_{p,pp,i}$ =Subsidio p = cerdos enviados a rastro pp = hembras en inventario i = compra de granos.

El modelo matemático, se sujetó a las siguientes restricciones:

La cantidad demandada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser menor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$Y_d \leq \sum_{s=1}^8 X_{sd} \quad d = 1, 2, 3 \dots 8$$

La cantidad ofertada de producto (toneladas de carne de cerdo) debe ser mayor o igual que la sumatoria de las cantidades enviadas de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d).

$$X_s \geq \sum_{d=1}^{10} X_{sd} \quad s = 1, 2, 3 \dots \dots \dots 10$$

La cantidad demandada, la cantidad ofertada y los envíos de las regiones productoras (s) a las regiones demandantes (d) o consumidoras, debe ser mayor o igual a cero⁽⁸⁾.

$$Y_d, X_s, X_{sd} \geq 0$$

Se utilizaron 10 regiones productoras y ocho regiones consumidoras⁽⁹⁾ (Cuadro 1).

AQUÍ SE INSERTA EL CUADRO 1

Obtención de los datos

La producción y las exportaciones se obtuvieron por entidad federativa a través del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)⁽¹⁰⁾, se restó la exportación a la producción de los estados que reportaron y, se adicionó la producción de los que integran cada una de las regiones para obtener la producción regional.

El volumen de importación se obtuvo del SIAP⁽¹⁰⁾ según las claves arancelarias y puntos de acceso (aduanas). Para ello, se establecieron dos puntos de internación de carne importada, el primero lo componen las aduanas de Colombia en Nuevo León, Nuevo Laredo y Reynosa en Tamaulipas y Piedras Negras en Coahuila. Este primer punto registra el ingreso del 90.1% de la carne importada. El segundo punto de internación, se compuso por las aduanas de Mexicali y

Tijuana en Baja California, Nogales y San Luis Rio Colorado en Sonora y Ciudad Juárez en Chihuahua. Por este punto ingresa el 9.9% de la importación.

De esta manera, se establecieron 10 regiones productoras, ocho de ellas en el interior del país y dos puntos fronterizos de internación de carne de cerdo.

Para conocer el consumo (demanda) de cada una de las ocho regiones del país, primero se obtuvo la población de cada estado del año 2015, proveniente del Consejo Nacional de Población (CONAPO)⁽¹¹⁾. El dato de población se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores⁽¹²⁾, y se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región.

El precio regional de cerdo en canal, se obtuvo al utilizar el precio de cada estado que integra la región, ponderado con la producción⁽¹⁰⁾. El precio de los puntos de internación se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)⁽¹³⁾.

El costo de transporte dentro y entre regiones se calculó al multiplicar la distancia por el costo por kilómetro. Las distancias se obtuvieron con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) punto a punto⁽¹⁴⁾, se consideró cada capital del estado como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. El transporte de canales de cerdo es especializado y tuvo un costo por km de dos dólares (USD) el equivalente a \$35.0 en el momento de la investigación. Este costo se obtuvo de forma directa a través de una entrevista realizada a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

Se consideraron las elasticidades regionales⁽¹⁵⁾ y para los puntos de internación se usaron las elasticidades nacionales⁽¹⁶⁾, también se calcularon las funciones inversas tanto de la demanda como de la oferta para cada una de las regiones^(17,18).

Para el análisis de la información se utilizó el software Solver Premium Platform 2014-R2 y el solver MINOS, escrito en el lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2 para Windows, Office 2013 con base en Rosenthal⁽¹⁹⁾ los cuales desarrollan modelos de programación lineal y no lineal (cuadrática) que se utilizan en la optimización de recursos.

Una vez que se obtuvo el modelo base (modelo óptimo), se generaron cinco escenarios.

Escenario 1. Este escenario, consideró un arancel de 15%, con lo cual se incrementó 4.12 \$/kg al precio de la carne de cerdo importada, pasando de 27.44 a 31.56 \$/kg este incremento se agregó en la matriz de costo de transporte para los dos puntos de internación.

Escenario 2. Basándose en el apoyo del Programa porcino de la SAGARPA (PROPOR) que otorgó 100 \$/animal sacrificado en rastros Tipo Inspección Federal (TIF) buscando un incremento en su ingreso y estimular el uso de rastros con mejores esquemas sanitarios, se consideró este monto para todos los cerdos sacrificados en el país.

Con el inventario porcino y la cantidad de cerdos sacrificada en México en 2015, se obtuvo lo siguiente: el monto de subsidiar con 100 \$/cerdo enviado a rastro es equivalente a subsidiar con \$1,500 a cada hembra en inventario o con 430 \$/t de grano (maíz o sorgo) comprado. Esta cantidad se restó al costo de transporte.

Escenario 3. Para este escenario, se consideró lo propuesto por el Programa porcino de la SAGARPA (PROPOR) que busca aumentar el ingreso del productor apoyando con \$200 por hembra en inventario lo cual es equivalente a subsidiar con \$13.34 por cada cerdo finalizado enviado a rastro o al apoyo de \$57 pesos por cada tonelada de grano (maíz o sorgo) comprado.

Escenario 4. Se utilizó la aplicación simultánea de un arancel de 15% a la carne importada y un subsidio de \$100 pesos por cerdo enviado a rastro.

Escenario 5. Se utilizó la aplicación simultánea de un arancel de 15% a la carne de importada y un subsidio de \$200 pesos por hembra en inventario, para los escenarios 4to y 5to el arancel se le sumó al costo de transporte de los puntos de internación y el subsidio se le restó al costo de transporte de las ocho regiones internas del país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, se presentan en los cuadros 2 y 3.

AQUÍ SE INSERTA EL CUADRO 2 y 3

El modelo obtenido que maximiza el VSN con los datos 2015 puede validarse como base (o modelo óptimo) ya que la mayor discrepancia entre los valores observados en el año de análisis y los que se obtuvieron por el modelo fue de -3.79% para el punto de internación 2, también muestra una variación de 0.11 % en el Valor Social Neto lo que indica que en condiciones óptimas se generaría un aumento 4,086 millones de pesos para 2015.

La aplicación de arancel del 15% (escenario 1), incrementaría la producción nacional en 3,326 t anuales. Las regiones que más incrementarían su volumen serían PE, CE y OR con 404, 774, y 1,817 t. Respecto a las importaciones, éstas se disminuirían en 12,350 t. Para el consumo se observaría una disminución de 9,024 t; las regiones que presentarían una mayor disminución en su consumo son OR 1,498 t. CO 1,893 t. y CE 3,894 t. El VSN disminuiría 3,496 millones de pesos, con incremento en los precios a nivel nacional de \$2.4 y las regiones que aumentarían más de \$2 su precio serían SU, NR y PE.

La aplicación de un subsidio, equivalente a 100 pesos por cerdo enviado a rastro o sus equivalentes (escenario 2), mostró que la producción nacional aumentaría en 1,421 t; las regiones que incrementarían más su volumen son la PE, CE y OR con 176, 416 y 627 t. Las importaciones nacionales aumentarían en 69 t, pero cada punto de internación tendría comportamientos diferentes; en el P.I.1 se disminuiría el ingreso de carne de cerdo en 28 t, mientras que en el P.I.2 se incrementaría el ingreso de carne de cerdo 97 t anuales. El consumo se incrementaría 1,490 t, siendo las regiones SU, CE, CO y OR las que incrementarían, en mayor medida su consumo hasta en 187, 246, 259 y 680 t. El VSN aumentaría en 1,530 millones de pesos anuales con respecto a los precios a nivel nacional se tendría una disminución de 30 centavos, las regiones que disminuirían más su precio serían NE, PE y OR con 60, 80 y 80 centavos.

El escenario 3, referido a la aplicación de un subsidio de 200 pesos a cada hembra en inventario o sus equivalentes, este incrementaría la producción nacional en 250 t. A nivel regional se disminuiría la producción de las regiones NO, NR y SU en cantidades mínimas y se aumentaría en CE, PE y OR en 70, 71 y 113 t. Las importaciones, según el modelo, se incrementarían 463 t en P.I.1 y 106 t en el P.I.2, lo que incrementaría las importaciones nacionales en 569 t anuales.

En el caso del consumo a nivel regional, existen diferencias; ya que en las regiones NR, NO y PE los consumos disminuirían y en el resto aumentarían, destacando OR, CE y CO con 111, 323 y 445 t. El VSN se incrementaría en 234 millones de pesos, una cantidad menor a la del segundo escenario, pero implica también un menor costo para su aplicación. Para el caso de los precios de la carne, existen variaciones mínimas a la alza y a la baja de forma regional donde la mayor es en la región CO con 40 centavos, y a nivel nacional la diferencia en el precio sería de 10 centavos lo que indica que no se afectaría a los consumidores de este producto.

El escenario 4 evaluó la aplicación simultánea de un arancel de 15% a carne importada y un subsidio de 100 pesos por cerdo enviado a rastro o sus equivalentes, para este caso, el modelo sugiere un incremento en la producción en todas las regiones destacando la PE, CE y OR con 624, 1,270 y 2813 t cada una. También se sugiere la disminución en las importaciones de 13,516 t, de las cuales en el P.I.1 se disminuirían hasta en 12,295 t y por el P.I.2 solamente 1,221 t. Para el consumo se sugiere una disminución en la compra de este producto en cada una de las regiones, afectando al consumidor y se disminuiría el consumo hasta en 8,280 t. Las regiones más afectadas por esta la disminución en el consumo son: OR, CO y CE con 1,429, 1,615 y 3,508 t. respectivamente. También se disminuiría el VSN en 1,954 millones de pesos, una disminución menor a la de la aplicación de un arancel en 15% y esto se justifica por el subsidio que se asigna. Sin embargo, se muestra la sensibilidad de este mercado a la aplicación de aranceles. Con respecto a los precios, se observa un incremento de \$2.30 por cada kilo a nivel nacional. El kg de carne de cerdo importada sería con el arancel de \$31.6 mientras que en la PE se incrementaría \$2.2 y llegaría a ser de \$49.4 por kg Otras regiones con altos incrementos en el precio serían SU y NR.

En el escenario cinco, se evaluó la aplicación simultánea de un arancel de 15% a carne importada y un subsidio de 200 pesos por cada hembra en inventario o sus equivalentes para este escenario el modelo sugiere un incremento en la producción de 3,591 t Este incremento es menor al del escenario cuatro en 1,645 t. Ello puede ser por que se apoya en menor cantidad al productor con el subsidio; por lo que de manera regional, se incrementaría la producción en todas las regiones, destacando con un mayor incremento la zona PE con 455 t, CE con 835 t y OR con 1,949 t.

Las importaciones nacionales disminuirían de forma similar al escenario cuatro, ya que para este caso el modelo sugiere disminuir 12,577 t, mientras que en el P.I.1 se deberían disminuir hasta en 11,305 t y en el P.I.2 sólo 1,272 t. Para el consumo el comportamiento de este escenario fue

similar a los efectos producidos en el escenario cuatro, ya que el modelo sugiere una disminución en el consumo de carne de cerdo en cada una de las regiones, y las zonas más afectadas OR, CO y CE con 1,516, 1,896 y 3,797 t cada región,. Se disminuiría el consumo de forma nacional en 8,986 t. Para el VSN se observa una disminución de 3,293 millones de pesos anuales, lo que indica una disminución en los beneficios económicos en la sociedad por el comercio de este producto, y que es más sensible el efecto del arancel que el del subsidio, ya que si se afecta la demanda se perjudica directamente al consumidor. Este efecto se observa por el incremento en los precios, pues a nivel nacional se incrementaría hasta en 2.4 \$/kg; mientras que las regiones más afectadas serían PE, SU, NR y NE con aumentos de 2.4, 2.1 \$2.1 \$2.0.

La aplicación del subsidio de \$100 pesos a cada cerdo enviado a rastro a nivel nacional, le generaría un costo al Gobierno de 1,530 millones de pesos y en esa misma cantidad se incrementaría el VSN, mientras que para el subsidio de \$200 pesos a cada hembra en inventario, le generaría al Gobierno un costo de 204 millones de pesos y un incremento en el VSN nacional de 234, lo que representa un incremento de 30 millones en el VSN y una menor inversión en su aplicación.

Los aranceles incrementan el costo del producto para consumidores y reducen su consumo, aunque fortalecen a la producción nacional beneficiando a productores internos en regiones con mayor dinámica en la producción y además representan un ingreso adicional al gobierno por la aplicación de la política. Datos similares reportó Gómez *et al*⁽²⁰⁾ en el 2010, ellos calcularon el efecto de la aplicación de aranceles sobre variables como producción y precio de la carne en México, utilizaron un modelo espacial Armington y no un modelo de optimización, y encontraron que la aplicación de un 20% de arancel a las importaciones provenientes de Estados Unidos y Canadá, traería como consecuencia un incremento tanto en la producción nacional, como del precio interno.

Para el caso de los subsidios se incrementan los valores de producción y consumo, los precios prácticamente no cambian, lo cual genera un beneficio al productor y al consumidor debido a que se incrementa el VSN, sin embargo su aplicación representa un gasto para el gobierno. El subsidio que mayor beneficio económico generaría es el de 200 pesos por cerda en inventario porque el VSN aumenta en mayor medida que el costo de su implementación el cual es menor que los otros subsidios.

CONCLUSIONES

Las políticas económicas como lo son los aranceles y los subsidios, funcionan como medida de protección a la producción nacional, pero actúan de forma diferente, ya que los aranceles incrementan el costo del producto para consumidores y reducen su consumo, fortalecen la producción nacional beneficiando a los productores en regiones con mayor dinámica, además representan un ingreso adicional al gobierno por la aplicación de la política, mientras que los subsidios incrementan producción, importación y consumo nacional, protegen la producción nacional pero su aplicación le genera un gasto al gobierno.

Finalmente, la producción porcícola en México, es sensible a la aplicación de políticas económicas, por lo que estos resultados se convierten en una herramienta económica útil a los productores nacionales con el propósito de hacer peticiones de protección de su actividad económica, así como a los

AGRADECIMIENTOS

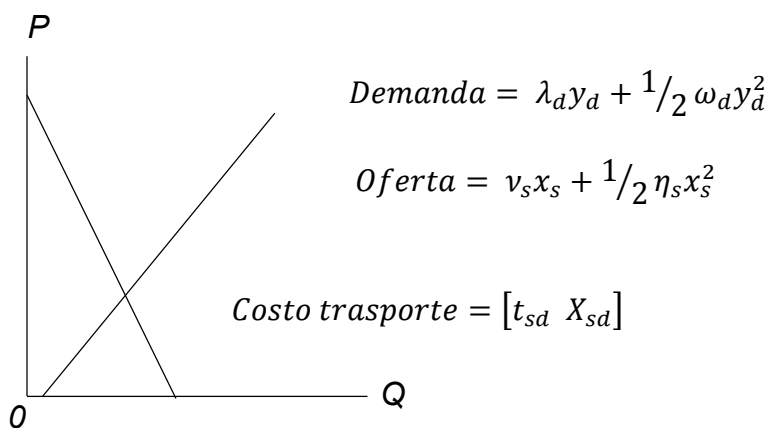
El primer autor, agradece al CONACyT por el apoyo otorgado durante sus estudios de doctorado. El presente trabajo se realizó gracias al financiamiento del mismo Consejo con el proyecto con número de clave 191398.

LITERATURA CITADA

1. Tinoco J., J.L. La Porcicultura mexicana y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Universidad Nacional Autónoma de México. 2004
2. SIACON 2015 SIAP-SAGARPA Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2016parcialsiacon-zip/>, Consultado 16 Feb, 2016.
3. Gómez, T. G., S. Rebollar R., J. Hernández M., E. Guzmán S. Competitividad de la producción porcina de México y EUA. Revista Comercio Exterior 2012; 62: 36-45
4. Hernández M., J., S. Rebollar R., S., R. Rojo R. Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. Revista Universidad y Ciencia Trópico Húmedo 2008. 24 (2):117-124
5. FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, Perspectivas para la porcicultura mexicana. <https://www.fira.gob.mx/Nd/index.jsp> Consultado 15 May, 2016.
6. Takayama, T. And Judge G. G. Spatial Equilibrium and linear Programming J Farm Econ 1964; 46:67-93.
7. Calderón M. S. Matemáticas para la economía y la empresa, 4ta ed. México Pirámide; 1995.
8. García, S. J. A. Rodríguez, L. G.; Rebollar, R. S. Análisis espacial e intertemporal sobre el almacenamiento del sorgo en México. Ciencia Ergo Sum, núm. noviembre-febrero 2005; 12(3):245-254.
9. Bassols A. B. Geografía Económica de México. Teoría, fenómenos generales, análisis regional, México D.F. ed. Trillas; 1975.
10. SIAP 2015 Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario>, Consultado 23 Ene, 2016.
11. CONAPO. Consejo Nacional de Población <http://www.conapo.gob.mx/> Consultado 28 Ene. 2016.
12. CONFEPORC. Confederación de Porcicultores Mexicanos A.C. Información del sector <http://www.cmp.org/>, Consultado 24 Mzo, 2016.

13. SNIIM. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Secretaria de Economía. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nurvo/mapa.asp>, Consultado 20 Feb, 2016.
14. SCT. Secretaria de Comunicaciones y Transportes <http://www.sct.gob.mx/rutas> punto a punto, Consultado 20 Abr, 2016.
15. Rebollar R.A, Gómez T. G., Hernández M. J., Rebollar R. S., González R. F. de J. Comportamiento de la oferta y demanda regional de carne de cerdo en canal en México, 1994-2012. *Rev. Mex. Cienc. Pecu*, 2014; 5(4):377-392.
16. Pérez VFC, García MR, Martínez DMA, Mora Flores JS, Vaquera HH, Gonzales EA, Efecto de las importaciones de la carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. *Rev. Mex. Cienc. Pecu* 2010; 1(2):115-126.
17. Alston, J.M., G.W. Norton and P.G. Pardey. *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*. Cornell University Press, Ithaca, New York; 1995.
18. Kawaguchi T, Susuki N, Kaiser HM. A Spatial Equilibrium Model for imperfectly competitive milk markets. *Am. J. Agric. Econ.* 1997; 79:851-859.
19. Rosenthal, E. R. *GAMS. A User's Guide*. GAMS Development Corporation. Washington, D. C., USA; 2008.
20. Gómez, T. G., S. Rebollar R., J. Hernández M., E. Guzmán S. Efecto de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2011; 14:537-542.

Figura 1: Representación gráfica del modelo.



Cuadro 1: Regiones y entidades de México.

Región	Estado
Noroeste (NO)	Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit.
Norte (NR)	Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis potosí y Zacatecas
Noreste (NE)	Nuevo León y Tamaulipas.
Centro-Occidente (CO)	Aguascalientes , Colima, Guanajuato, Jalisco y Michoacán
Centro-Este (CE)	Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala.
Sur (SU)	Chiapas, Guerrero y Oaxaca.
Oriente (OR)	Tabasco y Veracruz
Península de Yucatán (PE)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Elaboración propia.

Evaluación del efecto de la aplicación de subsidios a la porcicultura mexicana.

1 Cuadro 2: Efectos de la aplicación de políticas económicas a la producción, importación y consumo de carne de cerdo.

Región	Modelo base	Escenarios					Variaciones				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Volumen de producción t											
NO	193,570	193,630	193,604	193,563	193,665	193,641	60	34	-7	95	71
NR	33,373	33,427	33,420	33,372	33,456	33,429	55	47	-1	83	56
NE	31,604	31,695	31,670	31,610	31,747	31,701	91	65	5	143	96
CO	419,765	419,843	419,802	419,767	419,886	419,847	78	37	2	121	82
CE	233,870	234,644	234,286	233,939	235,140	234,705	774	416	70	1,270	835
SU	76,296	76,342	76,314	76,293	76,382	76,343	46	18	-3	86	47
OR	132,918	134,735	133,545	133,031	135,731	134,867	1,817	627	113	2,813	1,949
PE	107,128	107,532	107,304	107,199	107,752	107,582	404	176	71	624	455
Nacional	1,228,524	1,231,850	1,229,945	1,228,774	1,233,760	1,232,114	3,326	1,421	250	5,236	3,591
Volumen de importación											
P. I. 1	777,838	766,661	777,810	778,301	765,542	766,533	-11,176	-28	463	-12,295	-11,305
P. I. 2	83,217	82,044	83,315	83,324	81,997	81,946	-1,173	97	106	-1,221	-1,272
Nacional	861,055	848,706	861,124	861,624	847,539	848,479	-12,350	69	569	-13,516	-12,577
Volumen del consumo											
NO	80,418	80,393	80,423	80,422	80,398	80,391	-25	5	3	-21	-27
NR	124,382	123,835	124,385	124,337	123,875	123,836	-547	4	-45	-507	-546
NE	50,171	50,006	50,224	50,185	50,013	49,994	-165	53	13	-159	-177
CO	353,192	351,299	353,451	353,637	351,577	351,296	-1,893	259	445	-1,615	-1,896
CE	764,688	760,796	764,935	765,012	761,180	760,891	-3,892	246	323	-3,508	-3,797
SU	283,299	282,464	283,486	283,285	282,427	282,451	-834	187	-13	-872	-847
OR	300,128	298,630	300,808	300,239	298,699	298,612	-1,498	680	111	-1,429	-1,516
PE	133,300	133,132	133,357	133,283	133,131	133,122	-168	56	-18	-170	-179
Nacional	2,089,579	2,080,555	2,091,069	2,090,398	2,081,299	2,080,593	-9,024	1,490	820	-8,280	-8,986
VSN BDP	3,780,358	3,776,862	3,781,887	3,780,592	3,778,404	3,777,065	-3,496	1,530	234	-1,954	-3,293

2 BDP: Billones de pesos. Escenarios 1: arancel 15%. Escenario 2: Subsidio 100 pesos a cerdo enviado a rastro. Escenario 3: Subsidio 200 pesos a hembra en
3 inventario. Escenario 4: Aplicación de arancel 15% y subsidio 100 pesos. Escenario 5: Aplicación de arancel 15% y subsidio 200 pesos a hembra en inventario.
4 Elaboración propia.

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de políticas económicas a los precios de la carne de cerdo en México.

Región	Escenarios					Variación					
	Base	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Pesos										
NO	31.8	33.5	31.4	31.5	33.2	33.6	1.7	- 0.4	- 0.2	1.4	1.9
NR	41.2	43.4	41.2	41.4	43.2	43.3	2.1	- 0.0	0.2	2.0	2.1
NE	36.7	38.5	36.1	36.5	38.4	38.6	1.8	- 0.6	- 0.1	1.7	2.0
CO	43.3	44.9	43.0	42.9	44.7	44.9	1.7	- 0.2	- 0.4	1.4	1.7
C-E	39.7	41.6	39.5	39.5	41.4	41.5	1.9	- 0.1	- 0.2	1.7	1.9
SU	40.2	42.2	39.7	40.2	42.3	42.2	2.0	- 0.5	0.0	2.1	2.1
OR	41.2	43.1	40.4	41.1	43.0	43.1	1.9	- 0.8	- 0.1	1.8	1.9
PE	47.2	49.4	46.4	47.4	49.4	49.5	2.2	- 0.7	0.2	2.2	2.4
P. I. 1	27.4	31.6	27.4	27.4	31.6	31.6	4.1	0.0	0.0	4.1	4.1
P. I. 2	27.4	31.6	27.4	27.4	31.6	31.6	4.1	0.0	0.0	4.1	4.1
Nacional	37.6	40.0	37.3	37.5	39.9	40.0	2.4	- 0.3	- 0.1	2.3	2.4

Base: modelo base. Escenario 1: Arancel 15%. Escenario 2: Subsidio 100 pesos a cerdo enviado a rastro. Escenario 3: Subsidio 200 pesos a hembra en inventario. Escenario 4: Aplicación de arancel 15% y subsidio 100 pesos. Escenario 5: Aplicación de arancel 15% y subsidio 200 pesos a hembra en inventario. Elaboración propia.

VIII. DISCUSIÓN GENERAL

En México, los rastros que existen que son privados o son administrados por el gobierno en alguno de sus tres niveles, proporcionan áreas e instalaciones para la matanza, faenado, conservación y distribución de carne y productos cárnicos en condiciones adecuadas de higiene, los cuales son establecidos según SENASICA de acuerdo a patrones de consumo, la dotación de carne por habitante y la población a atender. Los rastros municipales se localizan en poblaciones no menores de 5,000 habitantes y los rastros tipo inspección federal en poblaciones con más de un millón de habitantes, variando elementos como: la superficie construida, la matanza diaria y el promedio generado de kilos de carne para su consumo por día (SENASICA, 2016). Sin embargo ninguna de las disposiciones generadas en las guías de establecimiento de rastros, considera el origen de los animales que se sacrifican en dichos rastros, por lo que la ubicación actual de los rastros en el territorio del Estado de México, no disminuye el costo de distribución de los cerdos que se trasladan vivos o en canal.

Algunos países utilizan aranceles sobre las importaciones para mantener el precio interior de un producto por encima de los niveles mundiales y permitir así a la industria nacional obtener mayores beneficios que en condiciones de libre comercio, sin embargo esta protección puede tener un alto costo para la sociedad, ya que la pérdida que experimentan los consumidores es mayor que la ganancia que obtienen los productores nacionales. (Pindyck 2001)

Lo anterior coincide con los resultados de la presente investigación, en que la aplicación de aranceles a la carne de cerdo importada de Estados Unidos en un 10, 20 y 30% traería como consecuencia un incremento en la producción de la porcicultura regional y nacional, esta medida permitiría al productor nacional ser competitivo, sin embargo a nivel regional y nacional el consumo de este producto disminuiría, esta situación generaría una disminución en los beneficios sociales ya que el VSN también disminuye, estos resultados son también similares a los encontrados por (Gómez *et al.*, 2011) estos autores indicaron que la aplicación de un arancel de 20% a las importaciones de carne de cerdo en EUA y Canadá, traería como consecuencia un incremento tanto en la producción nacional mexicana, como en el precio interno o doméstico. Sin embargo, estos autores señalan que podría ser una alternativa que ayude a la porcicultura nacional a ser competitiva cuando el precio de esa carne sea menor al costo de producción interno pero la aplicación continua de los mismos generaría elevación de los precios al consumidor con una baja en la demanda. Por otro lado, indican que la

aplicación efectiva de una arancel del 5% en 2010 por parte de México a la carne de cerdo importada proveniente de EUA, habría provocado un efecto poco significativo al mercado mexicano; esto es, tanto la producción nacional como el precio al consumidor de dicha carne, podrían haberse incrementado en términos relativos solamente menos de un punto y más de un punto y medio porcentual, respectivamente.

Sobre la aplicación de subsidios, según Pindyck (2001) este tipo de medida de protección a la actividad de producción interna de un país sobre un bien, incrementa el ingreso al productor, lo que le permite ser competitivo, sin perjudicar al consumidor, y su aplicación no modifica los precios de venta ni el consumo del mismo mercado.

Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con la teoría económica, ya que aplicando los subsidios se incrementan los valores de producción y consumo y el VSN, los precios disminuyen solamente \$0.3 por kg, lo cual genera un beneficio al productor y al consumidor sin embargo su aplicación representaría un gasto para el gobierno de hasta \$1530 millones de pesos.

X. CONCLUSIÓN GENERAL

La ubicación y el tamaño de los rastros en el sur del Estado de México, así como en todo el Territorio Estatal no es el adecuado debido a que su localización no minimiza el costo de distribución.

En el sur del Estado se debe considerar la existencia de nuevos rastros en los municipios de Temascaltepec y San Simón de Guerrero con un sacrificio de 67 y 35 cerdos por semana respectivamente para el año 2030 manteniendo el sacrificio de los rastros existentes y si no se considerara la planta actual de rastros Temascaltepec debería tener el rastro más grande de la zona sur del Estado de México con un sacrificio de 288 cerdos por semana.

A nivel Estado la proyección para 2030 indica que solamente debe aumentarse la capacidad de planta en tres distritos, Atlacomulco, Tejupilco y Toluca, se debe analizar si es más rentable construir los nuevos rastros y/o ampliar los existentes de acuerdo a una distribución óptima, o seguir utilizando los rastros actuales que propician un mayor costo en el proceso de comercialización de cerdos y sus canales en el Estado de México y el Distrito Federal.

El modelo que maximiza el VSN incrementa en 0.28 % la producción de cerdo en México, y disminuye las importaciones y consumo nacionales de 1.65 % y 0.52 % respectivamente, con respecto a lo observado en 2015. Debido a que esta diferencia entre lo real (observado en 2015) y el modelo óptimo es de 0.11 %, se considera que este último es válido para poder sugerir recomendaciones de política económica en favor del mercado de la carne porcina en México.

Los aranceles, como medida de política comercial, son un instrumento que fortalece a la producción nacional, ya que funcionan como medida de protección, sin embargo también reducen el consumo, al incrementarse el costo de adquisición del producto para los consumidores nacionales. Lo cual concuerda con esta investigación ya que la aplicación de aranceles redujo el VSN, beneficiando a los productores internos de las regiones con mayor dinámica en la producción, pero se perjudica a la otra parte del mercado que es el consumo. La aplicación de aranceles, serían una recomendación económica útil a los productores nacionales ante riesgos de importaciones con precios menores a los costos de producción nacionales.

Las políticas económicas como lo son los aranceles y los subsidios, funcionan como medida de protección a la producción nacional, pero actúan de forma diferente, ya que mientras los aranceles representan un ingreso adicional al gobierno, también incrementan el costo del producto para consumidores y reducen su consumo, los subsidios por otra parte, incrementan la producción y el consumo nacional, pero su aplicación le genera un gasto al gobierno.

Finalmente, la producción porcícola en México, es sensible a la aplicación de aranceles y/o subsidios, por lo que estos resultados se convierten en una herramienta económica útil a los hacedores de políticas económicas públicas para conocer los efectos que generaría su aplicación.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bassols A. B. 1992 El Desarrollo Regional de México: teoría y práctica Libros de la Revista Problemas del Desarrollo. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.

CEPAL 2006. Comisión Económica para América Latina, conceptos de competitividad e instrumentos para medirla http://www.cl/mexico/capacidadescomerciales/taller%20panama/documentosypresentaciones/3.conceptosdecompetitividad_rp.pdf Consultado 14 enero 2016.

CONAPO 2015. Consejo Nacional de Población <http://www.conapo.gob.mx/> Citado en 22 de Octubre 2016.

CONFEPORC 2015. Confederación de Porcicultores Mexicanos A. C. <http://www.cmp.org/> Consultado 5 Septiembre del 2016.

Díaz B. A. 2006 “Efectos de la globalización en la competitividad y en los sistemas productivos locales de México”, Observatorio de la Economía Latinoamericana vol. 5.

FAO 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Perspectiva Agrícola 2011–2020 <http://www.fao.org/home/en/> Consultado 6 de Noviembre del 2016.

FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, Perspectivas para la porcicultura mexicana. <https://www.fira.gob.mx/Nd/index.jsp> Consultado 15 May, 2016.

García S. J. A. 2010. Notas sobre Modelos de Equilibrio Espacial e Intertemporal, Colegio de Postgraduados, Institución de enseñanza, Investigación y Extensión en Ciencias Agrícolas Campus Montecillo pp. 29:32, 71:80.

Gómez, T. G., S. Rebollar R., J. Hernández M., E. Guzmán S. 2011. Efecto de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14. 537-542.

Gómez, T. G., S. Rebollar R., J. Hernández M., E. Guzmán S. 2012. Competitividad de la producción porcina de México y EUA. *Revista Comercio Exterior*. Vol. 62 pág.36-45.

Gómez, T. G., S. Rebollar R., J. Hernández M., E. Guzmán S. Competitividad de la producción porcina de México y EUA. *Revista Comercio Exterior* 2012; 62: 36-45

Hernández M., J., S. Rebollar R., S., R. Rojo R. Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. *Revista Universidad y Ciencia Trópico Húmedo* 2008.

Pindyck R.S., Rubinfeld D.L. 2001 *Microeconomía*, 5ta ed. Ed. Pearson Prentice Hall, España Madrid.

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) <http://senasica.gob.mx/?id=743> Guía para el establecimiento de rastros consultado el 20 Junio de 2016.

SIACON 2015 SIAP-SAGARPA Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2016parcialsiacon-zip/>, Consultado 16 Feb, 2016.

SNIIM 2015. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Secretaría de Economía <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/mapa.asp> Consultado 21 de Enero 2016.

Tinoco J., J.L. 2004. *La Porcicultura mexicana y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte*. Universidad Autónoma de México.

USDA 2014. United States Department of Agriculture
<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome> Consultado 12 Agosto 2015.

USDA 2015. United States Department of Agriculture
<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome> Consultado 13 Noviembre 2016.