



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

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

**EVALUACIÓN DEL EFECTO REGIONAL Y NACIONAL DE LA
APLICACIÓN DE POLÍTICAS COMERCIALES
A LA CARNE DE POLLO EN MÉXICO**

TESIS

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

P R E S E N T A:

PEDRO HERNÁNDEZ AGUIRRE

Temascaltepec, Estado de México. Agosto 2020.

RESÚMENES

Con el objetivo de mejorar la competitividad de la avicultura mexicana se realizó una investigación para diseñar un modelo base que fue la referencia para realizar proyecciones de escenarios de políticas comerciales a la importación de carne de pollo (Contribución 1), con éste modelo se evaluó el efecto de una economía cerrada al mercado de carne de pollo en (Contribución 2) y la aplicación de una cuota compensatoria *ad valorem* de 25.7% a la importación de carne de pollo (Contribución 3). El objetivo de la primera contribución fue generar un modelo para optimizar el mercado de carne de pollo en México para el año 2016. Se utilizó la regionalización socioeconómica del país y se obtuvo la información de: oferta, demanda, precio de pollo en canal, costo de transporte y funciones inversas de precio-oferta y precio-demanda para cada región. Se calculó el valor social neto (VSN) observado y el óptimo (el del modelo) de ese año con un modelo de programación no lineal mediante el software Solver Premium Platform 1014-R y el GAMS para Windows. Los resultados indicaron que el VSN óptimo fue mayor al observado en 4% (965.6 millones de pesos). El modelo subestimó la producción y el consumo nacional en -9% y -1.2%, además sobrestimó las importaciones en 22%. El VSN se debe considerar como un instrumento para elaborar recomendaciones de política económica que permitan tener un mercado eficiente de la carne de pollo en México.

Palabras clave: valor social neto, distribución óptima, programación no lineal.

El objetivo de la segunda contribución fue evaluar el efecto de un escenario de restricción de importaciones sobre producción y consumo de carne de pollo en canal en México de forma regional en 2016. Una restricción a las importaciones de carne de pollo, sirve como mecanismo de protección a la producción nacional y reduce el consumo. El país se dividió en ocho regiones productoras y ocho consumidoras: Noroeste, Norte, Noreste, Centro-Oeste, Centro-Este, Sur, Oriente y Península. Se utilizó un modelo de equilibrio espacial con programación no lineal. Bajo condiciones óptimas, el modelo subestimó a la producción nacional en 0.04%, sobreestimó importaciones por el P11 en 0.41%, las subestimó en 0.17% por el P12 y subestimó el consumo en 0.02%, con un Valor Social Neto (VSN) óptimo de 2,242.7 millones de pesos (MMDP). Con relación al modelo óptimo, restringir importaciones de carne de pollo protegería producción nacional en 24.38%, reduciría consumo nacional en 5.32%. Los precios al productor y al consumidor se incrementarían y el VSN (2,017.6 MMDP) disminuiría en 10.22%. Se concluye que en las condiciones planteadas, a nivel regional el mercado mexicano de carne de pollo en canal es sensible a una economía cerrada a las importaciones de esta carne, protege a productores nacionales, desprotege a consumidores y el bienestar de la sociedad se reduce.

Palabras clave: actividad avícola, modelo de optimización, restricción de importaciones, Valor Social Neto.

El objetivo de la tercera contribución fue evaluar el efecto regional de una cuota compensatoria *ad valorem* de 25.7% en importaciones de carne de pollo en México con datos de 2018. México se dividió en ocho regiones productoras, ocho consumidoras y dos puntos de internación del producto. Se utilizó un modelo de programación no lineal y su visualización sobre producción, importaciones, consumo y en el valor social neto. Con el modelo base, la producción, importaciones y consumo fueron de 3,338,824, 770,050 y 4,108,872 t de carne de pollo y un VSN de 2 491 miles de millones de pesos; con la cuota compensatoria de 25.7%, la producción aumentó 0.3%, el consumo se redujo 1.4%, los precios al productor y al consumidor aumentaron 0.3% y el VSN descendió 0.3%. Se concluye que una cuota compensatoria benefició a productores, perjudicó a consumidores nacionales al pagar un precio mayor y el bienestar de la sociedad se redujo.

Palabras clave: carne de pollo, cuota compensatoria, programación no lineal, Valor Social Neto

ABSTRACT

The objective of the first contribution was to generate a model that optimizes the chicken meat market in Mexico by 2016. In 2016 in Mexico 4 million tons were consumed, of which 76% were produced in the country and the rest were imported from the U.S. mainly. The socio-economic regionalization of the country was used, and information was obtained on: supply, demand, price of chicken carcasses, transportation costs and production functions price-offer, price-demand for each region. The observed and optimal net social value for that year was calculated with a non-linear programming model using the Solver Premium Platform 1014-R software. The results indicate that the optimal Net Social Value was higher than the observed value by 4% (965.6 million pesos). The model underestimated domestic production and consumption by -9% and -1.2%, and overestimated imports by 22%. The VSN should be considered as an instrument to develop economic policy recommendations to have an efficient chicken meat market in Mexico.

Keywords: net social value, optimal distribution, non-linear programming.

ABSTRACT

The objective of the second contribution was to evaluate the effect of an import restriction scenario on production and consumption of chicken carcass meat in Mexico on a regional basis in 2016. A restriction on chicken meat imports serves as a mechanism to protect national production and reduce consumption. The country was divided into eight production and eight consumption regions: Northwest, North, Northeast, Center-West, Center-East, South, East and Peninsula. A spatial equilibrium model with non-linear programming was used. Under optimal conditions the model underestimated national production by 0.04%, overestimated imports by 0.41% for IP1, underestimated them by 0.17% for IP2 and underestimated consumption by 0.02%, with an optimal Net Social Value (NSSV) of 2,242.7 million pesos (MMDP). Regarding the optimal model, restricting imports of chicken meat would protect national production by 24.38%, reducing national consumption by 5.32%. Producer and consumer prices would increase and the NSA (2,017.6 MMDP) would decrease by 10.22%. It is concluded that under the conditions proposed, at the regional level the Mexican market for chicken carcass meat is sensitive to an economy closed to imports of this meat, protects national producers, unprotects consumers and the welfare of society is reduced.

Keywords: poultry activity, optimization model, import restriction, Net Social Value.

CONTENIDO

DEDICATORIAS	iii
PUBLICACIONES	iv
RESÚMENES	v
AGRADECIMIENTOS.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Contexto mundial	6
2.1.1 Producción	7
2.1.2 Consumo.....	8
2.2.1 Producción	10
2.2.2 Consumo.....	11
2.3 Desarrollo del sector avícola en México	13
2.4. Modelos de equilibrio espacial	18
2.5. Estudios similares.....	21
2.6. Políticas comerciales	22
III. JUSTIFICACIÓN	28
IV. HIPÓTESIS	31
V. OBJETIVOS.....	33
VI. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA	35
VII. RESULTADOS.....	54
7.1 Capítulo uno.	55
7.2 Capítulo dos.	68
7.3 Artículo 3.	91
XIII. DISCUSIÓN.....	105
IX. CONCLUSIONES	108
X. REFERENCIAS.....	111
XI. ANEXOS.....	118

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Regiones y entidades de México	41
Cuadro 2.	Principales países productores de carne de cerdo.	118
Cuadro 3.	Principales países consumidores de carne de cerdo.	119

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Producción mundial de pollo en los últimos cinco años.	6
Gráfica 2.	Principales países productores de carne de pollo.	7
Gráfica 3.	Principales países consumidores de carne de pollo.	8
Gráfica 4.	Producción de pollo en México de 2015 a 2019.	10
Gráfica 5.	Principales estados productores de carne de pollo en México.	11
Gráfica 6.	Principales estados consumidores de carne de pollo en México.	12
Gráfica 7.	Importaciones nacionales de carne de pollo 2007-2018.	17
Gráfica 8.	Producción nacional de carne de pollo 1998-2018.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Representación gráfica del modelo.	36
-----------	------------------------------------	----

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del sector avícola en México, que comprende principalmente la producción de carne de pollo, carne de guajolote y producción de huevo para plato, ha sido de gran relevancia en la actividad pecuaria nacional. En la década reciente, la producción de este tipo de carne creció a una tasa promedio anual de 2.5 por ciento, para ubicarse en un máximo histórico de 3.34 millones de toneladas en 2018. En ese mismo año, la carne de pollo participó con 48 por ciento de la producción de carne en el país, siendo de esta manera la principal proteína animal que se produce en México.

La demanda nacional de carne de pollo en México ha crecido ligeramente por encima de la producción, a una tasa promedio anual de 2.7 por ciento en los últimos diez años. En 2018, el consumo nacional se ubicó en 3.8 millones de toneladas, de las cuales las importaciones representaron 14.0 por ciento. Se estima que durante 2019 el consumo crezca 3.5 por ciento.

Históricamente las importaciones mexicanas de carne de pollo han provenido principalmente de Estados Unidos, que en 2018 participó con 80.9 por ciento de las importaciones totales, mientras que Brasil participó con 17.0 por ciento (FIRA, 2019).

Durante 2018, México importó 776 mil toneladas de carne de pollo, es decir, 8.8 por ciento de las importaciones mundiales. Más de 80 por ciento de ese volumen provino de Estados Unidos, y consiste principalmente de alas, piernas, muslos y carne deshuesada.

Otro proveedor importante para México es Brasil, quien recientemente ha incrementado su participación en el mercado mexicano (FIRA, 2019).

La producción de carne de pollo es la segunda actividad en importancia como generadora de valor entre las actividades pecuarias; en 2018 aportó 23.7 por ciento de valor total de la producción pecuaria nacional, la cual se estimó en 451,566 millones de pesos. El valor de la producción de la carne de pollo solo fue superada por la ganadería bovina para producción de carne, cuya aportación al valor de producción pecuaria fue de 29.8 por ciento.

Durante 2018, la producción de carne de pollo se ubicó en un máximo histórico de 3.34 millones de toneladas, es decir, registró un incremento anual de 3.9 por ciento. Dicho crecimiento fue superior al promedio anual registrado en los últimos diez años, de 2.6 por ciento (SIAP-SADER, 2019). Para complementar la producción nacional, México ha recurrido a las importaciones, que en los últimos cinco años se han ubicado en un promedio de 500 mil toneladas y han representado alrededor de 14 por ciento del consumo nacional.

Otro factor que ha favorecido las importaciones de pollo, es el establecimiento de un cupo por 300 mil toneladas a partir del 2013, mismo que ha permitido el ingreso de pollo libre de arancel, principalmente de Brasil, que en 2018 abasteció 17 por ciento de las importaciones mexicanas de carne de pollo (SIAP-SADER, 2019).

En comparación con otros tipos de carne, el consumo per cápita es dos veces mayor que el consumo de carne de cerdo y tres veces mayor que el consumo de carne de res en México. Así, el consumo de carne de pollo en México representa 56 por ciento del consumo total de carnes. Se estima que durante la próxima década, el consumo de carne de pollo se incremente anualmente en 0.4 por ciento, con lo cual hacia finales de 2028, dicho consumo podría alcanzar los 30 kilogramos por persona por año.

A pesar de la dinámica que presenta el sector avícola actualmente, la creciente demanda tanto de consumidores como de la industria procesadora de alimentos no se ha podido abastecer en su totalidad con la producción nacional, por lo tanto, México tienen la necesidad de importar carne de pollo para cubrir los requerimientos del mercado nacional.

De acuerdo con datos del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI) de la Secretaría de Economía, en 2018 se importaron 526 mil toneladas de carne de pollo, con un valor total de 592.2 millones de dólares.

Se estima que durante 2019 el volumen de las importaciones se incremente 5.8 por ciento, para ubicarse en 550 mil toneladas. El 24 de mayo de 2019, la Secretaría de Economía publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el monto adicional del cupo para importar carne de pollo libre de arancel; dicho incremento fue de 55 mil toneladas, las cuales se suman a las 300 mil toneladas del cupo vigente (FIRA, 2019).

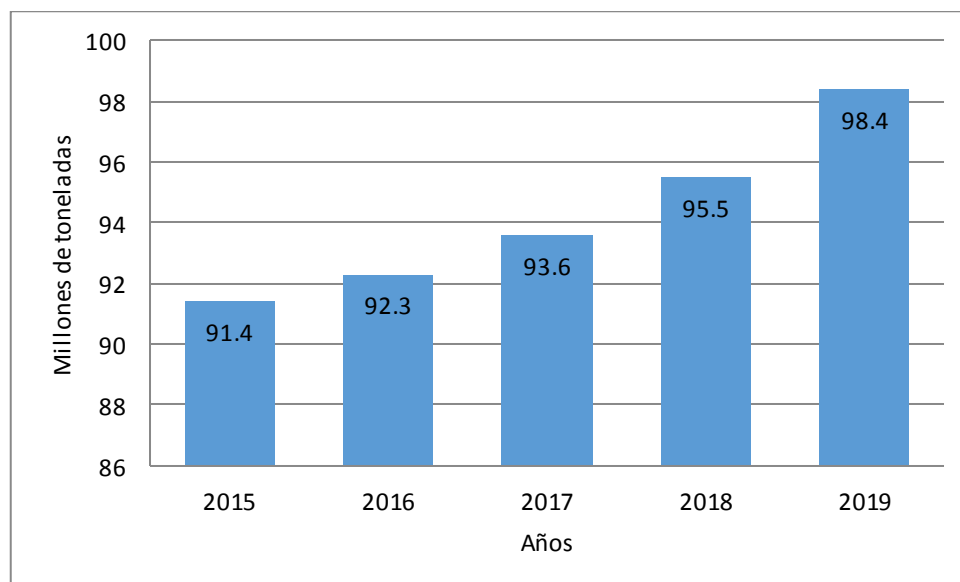
II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Contexto mundial

2.1.1 Producción

La producción mundial de carne de pollo creció a una tasa anual de 2.0 por ciento en 2018, al ubicarse en un máximo histórico de 95.5 millones de toneladas. De acuerdo con los pronósticos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), se estima que en 2019 la producción se ubique en 98.4 millones de toneladas, lo cual representaría un incremento anual de 3.0 por ciento. China e India serían los países con mayor crecimiento en su producción (USDA, 2019).

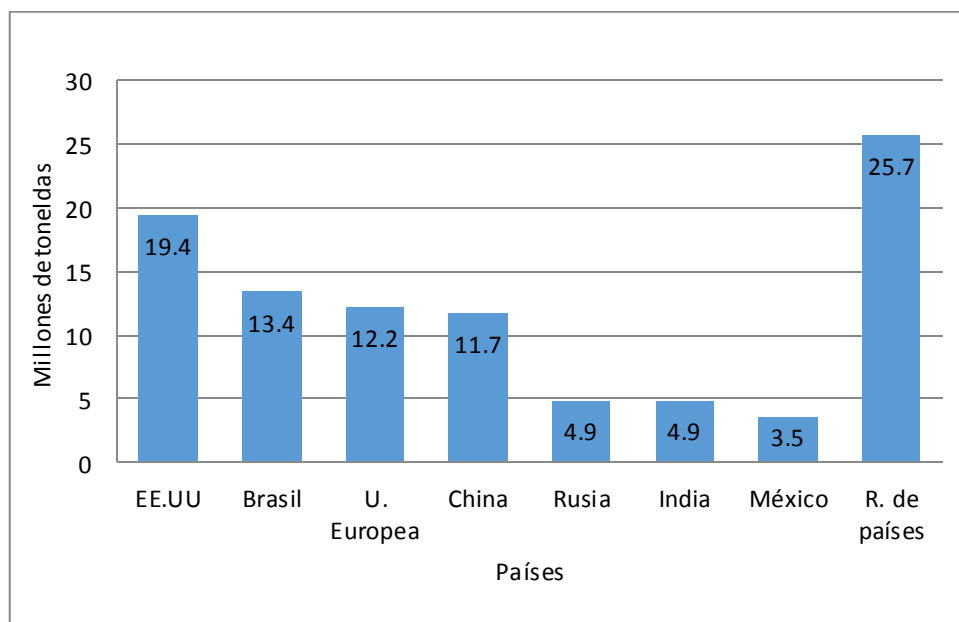
Gráfica 1. Producción mundial de carne de pollo durante los últimos 5 años.



(USDA, 2019).

En la gráfica 2, se puede observar que en 2018, el principal país productor de carne de pollo fue Estados Unidos (EUA), con una producción de 19.6 millones de toneladas, que representa el 20.1 % de la producción mundial de este tipo de carne, le siguió Brasil con un 14.5 % y en tercer lugar, la Unión Europea con un 12.4 % (USDA, 2019).

Gráfica 2. Principales países productores de carne de pollo.



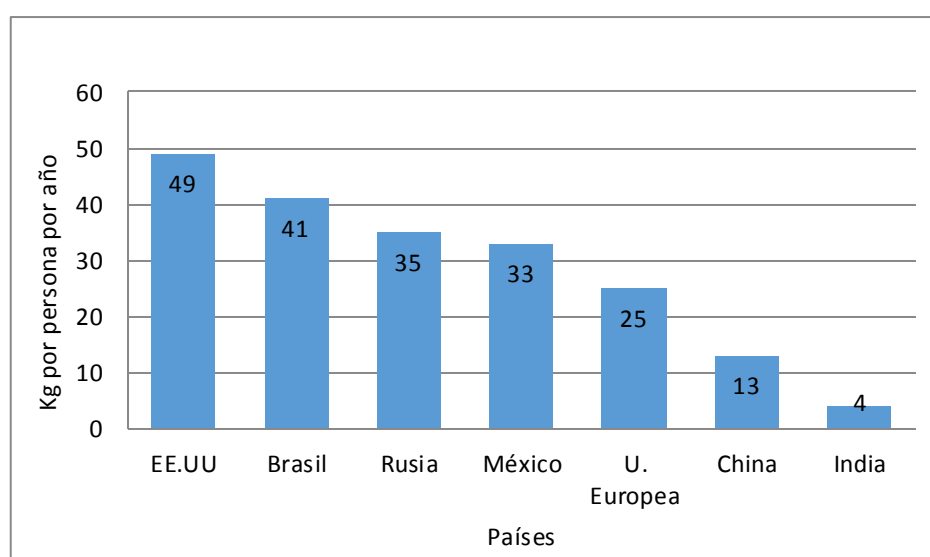
(USDA, 2019).

2.1.2 Consumo

De acuerdo con datos de la FAO, el consumo per cápita mundial de carne de pollo en la última década registró un incremento de 15 por ciento. Dicho crecimiento fue superior al registrado en el consumo de las carnes de res y de cerdo.

Actualmente, el consumo per cápita mundial de carne de pollo se estima en 14.2 kg por persona por año y se augura que podría incrementarse 5.5 por ciento en la próxima década. Entre los principales consumidores, destaca Estados Unidos y Brasil, cuyo consumo anual rebasa los 40 kilogramos y representa aproximadamente tres veces el consumo promedio mundial; Rusia y México tienen un consumo per cápita que duplica al del promedio mundial.

Gráfica 3. Principales países consumidores de carne de pollo.



(FAO 2019).

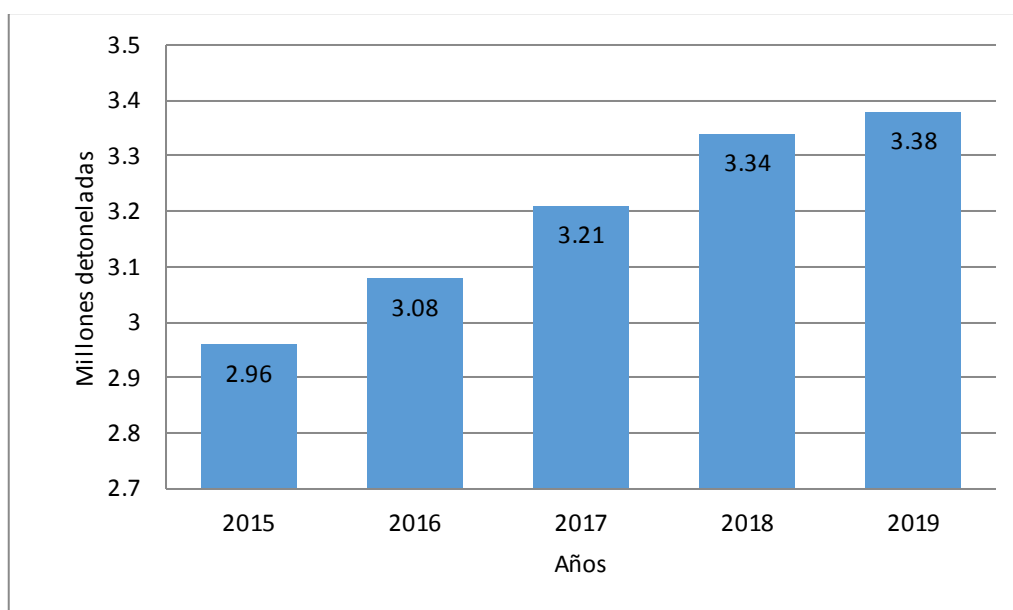
2.2 Contexto Nacional

2.2.1 Producción

En la década reciente, la producción de este tipo de carne creció a una tasa promedio anual de 2.5 por ciento, para ubicarse en un máximo histórico de 3.3 millones de toneladas en 2018. En ese mismo año, la carne de pollo participó con 48 por ciento de la producción de carne en el país, siendo de esta manera la principal proteína animal que se produce en México.

La producción de carne de pollo es la segunda actividad en importancia como generadora de valor entre las actividades pecuarias; en 2018 aportó 23.7 por ciento de valor total de la producción pecuaria nacional, la cual se estimó en 451,566 millones de pesos. El valor de la producción de la carne de pollo solo fue superada por la ganadería bovina para producción de carne, cuya aportación al valor de producción pecuaria fue de 29.8 por ciento (SIAP-SADER, 2019).

Gráfica 4. Producción de carne de pollo en México de 2015 a 2019.

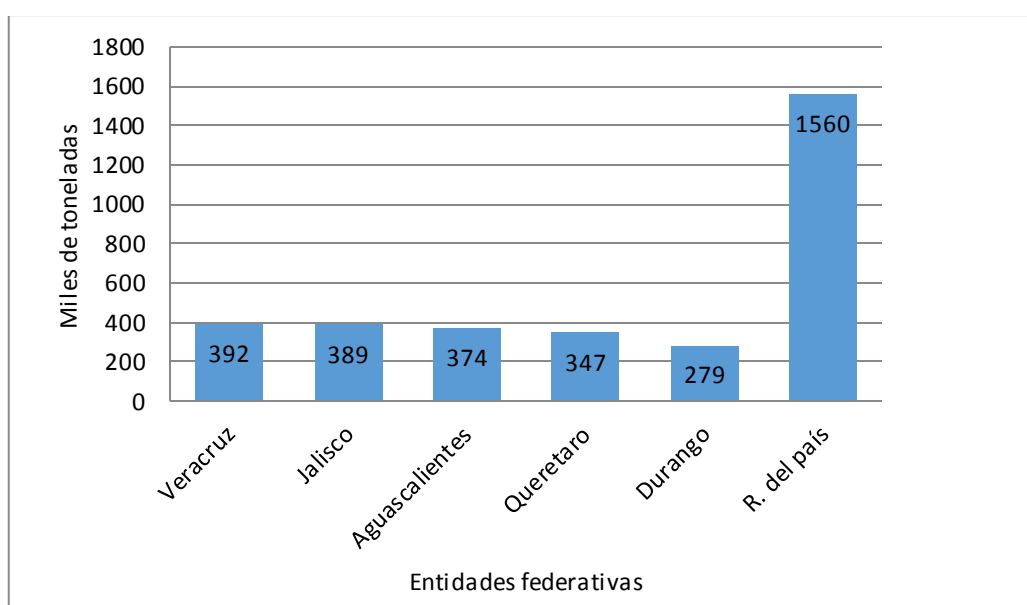


(SIAP-SADER, 2019).

La producción de pollo en México también depende en gran medida de las importaciones de granos para la elaboración de alimentos, ya que la producción nacional aún no logra satisfacer las necesidades de la industria procesadora de alimentos balanceados. Se estima que la industria avícola consume poco más de 50 por ciento del total de los alimentos destinados a la ganadería. Jalisco, Veracruz, Aguascalientes, Querétaro y Durango son las entidades que encabezan la producción de carne de pollo, su producción conjunta durante 2018 representó más de 50 por ciento del volumen nacional.

En 2018, después de quince años en los que Jalisco había destacado como la principal entidad productora, Veracruz se posicionó nuevamente como el líder en la producción nacional. En esta entidad la producción creció a una tasa anual de 9.7 por ciento, mientras que en Jalisco creció 4.2 por ciento.

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



(SIAP-SADER, 2019).

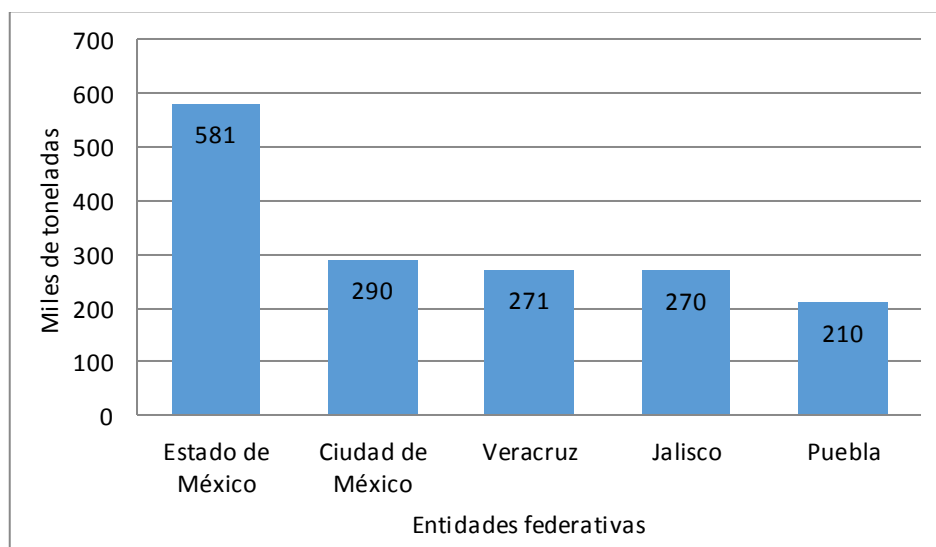
2.2.2 Consumo

En los últimos cinco años, el consumo de carne de pollo en México creció a un ritmo superior que el de la producción. En 2018, el consumo se ubicó en 3.8 millones de toneladas y la producción en 3.3 millones de toneladas, lo que significa un déficit de alrededor de 500 mil toneladas.

Para complementar la producción nacional, México ha recurrido a las importaciones, que en los últimos cinco años se han ubicado en un promedio de 500 mil toneladas y han representado alrededor de 14 por ciento del consumo nacional. Otro factor que ha favorecido las importaciones de pollo, es el establecimiento de un cupo por 300 mil toneladas a partir del 2013, mismo que ha permitido el ingreso de pollo libre de arancel, principalmente de Brasil, que en 2018 abasteció 17 por ciento de las importaciones mexicanas de carne de pollo.

El Estado de México ocupa el primer lugar en consumo de carne de pollo a nivel nacional, seguido por la Ciudad de México, esto debido a que son los lugares en donde se concentra el mayor número de habitantes del país, esta información se puede apreciar en la gráfica 6.

Gráfica 6. Principales estados consumidores de carne de pollo en México



(SIAP-SADER, 2019).

2.3 Desarrollo del sector avícola en México

De 1996 a 2016, la producción mexicana de carne de pollo registró una tasa de crecimiento medio anual (tcma) de 4.5%. En 1996, el volumen fue 1.3 millones de toneladas (t) y en 2016, de 3.1 millones. En el mismo periodo, el consumo nacional aparente (cna) aumentó 5.2%, al pasar de 1.49 a 3.8 millones de t en el último año, resultado del incremento en la producción nacional y precios asequibles, que consolidó la posición de la carne de pollo como la proteína preferida de consumidores mexicanos. Esa diferencia de volúmenes se cubrió por importaciones, cuyo aumento promedio anual fue 7.76%, y representaron alrededor de 18% del consumo de este producto en México (FIRA, 2019).

Los precios de la carne de pollo en México presentaron una ligera tendencia al alza entre 2012 y 2014, a causa del brote de influenza aviar que se presentó en junio de 2012 en Jalisco y que afectó la producción de esta carne. Así, en ese trienio, se observó un incremento de 4.78% en el precio de la carne de pollo en términos reales.

La avicultura mexicana durante 2012, aportó el 0.8% en el PIB total, el 19.7% en el PIB agropecuario y el 40.9% en el PIB pecuario. El sector avícola mexicano participa con el 63% de la producción pecuaria; 34.6% aporta la producción de pollo, 27.9% la producción de huevo y 0.1% la producción de pavo (FIRA, 2019).

Por otro lado, las importaciones mexicanas de carne de pollo han aumentado considerablemente, ya que en 2006 se importaban 379.5 miles toneladas, mientras que en 2015 éstas fueron de 662.2 miles de toneladas; es decir, una tasa de crecimiento promedio anual en el periodo de 2006 a 2015 de 6.4 por ciento. De esta manera, el saldo de la balanza comercial ha sido negativo. En 2015 se reflejó un déficit de 661.8 mil toneladas, el mayor de la historia reciente. Estados Unidos es el principal proveedor externo de carne de pollo para el mercado mexicano (FIRA, 2019).

Asimismo, recientemente la cantidad de pollo importado de Brasil se incrementó, debido a la apertura de un cupo de 300,000 toneladas de pollo con arancel cero y la certificación de plantas brasileñas. De esta manera se prevé que Brasil, que se erige como el mayor exportador de carne de aves en el mundo, incremente su participación en el mercado nacional debido el anuncio de la renovación del cupo libre de arancel hasta finales de 2019. De la misma forma, se espera que la cantidad de producto proveniente de Argentina aumente sustancialmente, dadas las recientes políticas implementadas por su gobierno en cuanto a la exención de los impuestos a las exportaciones (FIRA, 2019).

A mediados de 2016 se observaron alzas en los precios, tanto al productor como al consumidor. En cuanto a expectativas de precios, factores como el deslizamiento en el tipo de cambio peso-dólar podrían afectar al alza, a través del costo de las importaciones, a las cotizaciones nacionales. Por otro lado, menor presión alcista por parte de precios de las otras carnes, así como la recuperación de la producción serán aspectos que presionarían el precio nacional a la baja.

Se estima que, aunque los precios no sean tan bajos como en el pasado, la carne de pollo continúa como fuente de proteína animal más accesible, especialmente para los consumidores de bajo y medio ingreso (FIRA, 2019).

La demanda por piernas y muslos, así como por la carne mecánicamente separada/deshuesada se mantendrá fuerte; productos que en primera instancia se importan. Sin embargo, el aumento del consumo será apoyado principalmente por la expansión de la producción nacional.

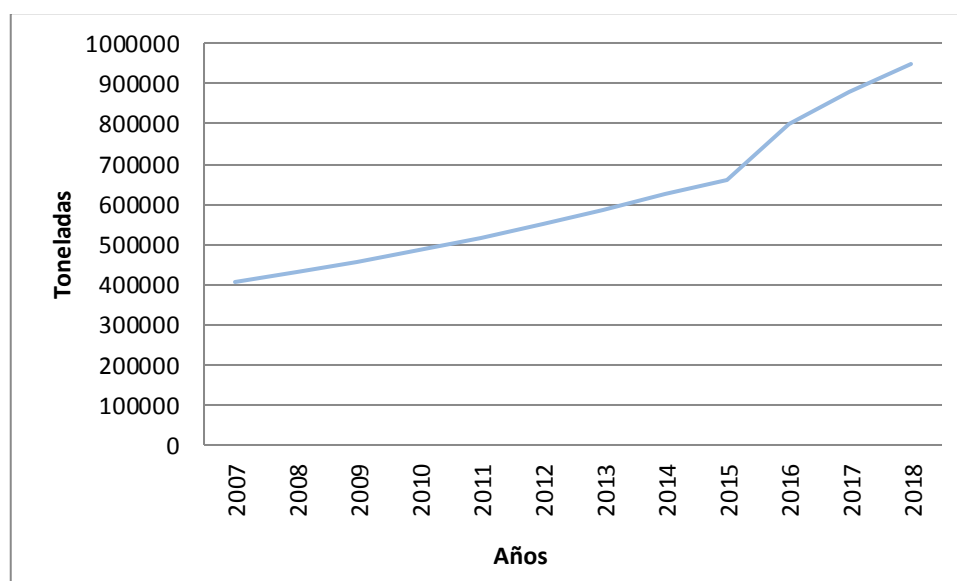
Previo al TLCAN (hoy T-MEC), las importaciones estaban sujetas a un régimen estricto del Gobierno Federal y en consecuencia muchos productos ingresaban al mercado mediante contrabando bronco. El TLCAN transparentó las regulaciones arancelarias y no arancelarias, agilizó los trámites y facilitó la importación (FIRA, 2019).

En el periodo de transición al libre comercio (1994 a 2003), las importaciones crecieron a una tasa promedio anual de 4.4 por ciento, con un volumen de 123,271 toneladas. La UNA (Unión Nacional de Avicultores) identificó que el 97.6 por ciento era pierna y muslo de pollo.

Cada año, el mercado mexicano es más relevante para las exportaciones estadounidenses, tanto por factores internos como externos. De acuerdo al USDA y USAPEEC, EUA exportó en 2013 productos avícolas a México por un valor de \$1,266 millones de dólares, un incremento de 16.7 por ciento respecto a 2012.

En 2002, por la amenaza que significaba la liberación del mercado incrementándose las importaciones la UNA y USAPEEC, mediante el NAFTA (North American Free Trade Agreement) (TLC) Egg and Poultry Partnership (NEPP), se buscó y consiguió una salvaguarda en pierna y muslo de pollo, vigente de 2003 a 2007 sin que se afectara a ninguna de las partes. Esta salvaguarda ha sido la única que se ha llevado con éxito en la historia del comercio exterior de México, resultado de un intenso cabildeo de ambos países (FIRA, 2019).

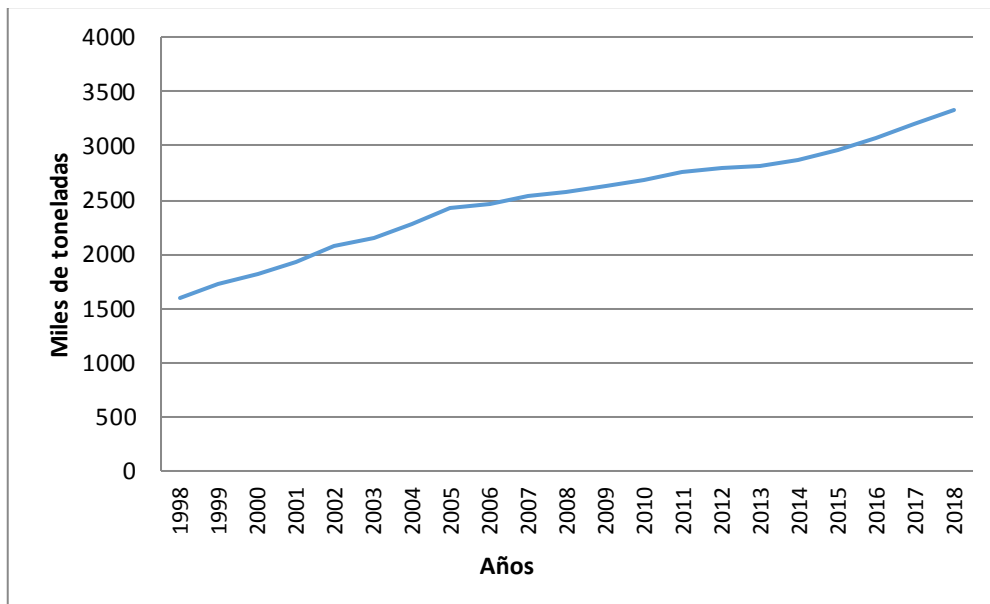
Gráfica 8. Importaciones nacionales de carne de pollo 2007-2018



(SIACON, 2019).

De 2008 a 2013, bajo libre comercio, la producción mostró una tasa de crecimiento promedio anual de 0.4 por ciento, como se observa en la gráfica 8 (SIACON, 2019).

Gráfica 9. Producción nacional de carne de pollo 1998-2018



(SIAP-SADER, 2019).

2.4. Modelos de equilibrio espacial

El equilibrio espacial entre mercados separados geográficamente se puede calcular mediante el análisis de la logística de distribución de cada mercado y la aplicación de un programa matemático (Samuelson, 1952).

Cuando se utilizan dos o más regiones, sabiendo el precio que se maneja en sus mercados y el costo de transporte de las mercancías entre regiones, es posible verificar cuál es la región importadora y cuál es la región exportadora; esto es, puede verse si existe o no flujo de comercio interregional.

En un modelo de equilibrio espacial, las principales variables del mercado que se consideran son: la producción, el consumo y los precios; las cuales se introducen como variables endógenas y dada la naturaleza del modelo, la función objetivo contiene variables cuadráticas.

Los modelos de equilibrio espacial pueden formularse en términos de cantidad, o en términos de precios. En la primera formulación, las cantidades ofrecidas y demandadas son las variables que contiene el modelo, en tanto que en la formulación del precio, son los precios al productor y consumidor las variables que se tienen en el modelo (García, 2006).

Para la formulación de los modelos de equilibrio espacial se consideran los siguientes supuestos:

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

Conociendo las funciones de oferta y demanda y los costos de transporte, los modelos de equilibrio espacial permiten:

- a) Conocer el precio en cada región

- b) La cantidad de exportaciones o importaciones de cada región
 - c) Cuál región importa o exporta
 - d) El volumen y dirección del comercio entre cada posible par de regiones
- (García 2006).

Con referencia en Takayama y Judge (1971) la función objetivo de los modelos de equilibrio espacial maximiza el Valor Social Neto (VSN). El VSN se concibe como el área bajo la curva de la demanda menos el área bajo la curva de la oferta (costos marginales) y menos los costos de comercialización; que en este caso, son los costos de transporte de llevar el producto de las zonas productoras a las zonas consumidoras. El área bajo las curvas de oferta se obtiene integrando las funciones matemáticas de oferta en las regiones productoras y en los distintos periodos de tiempo.

El área bajo las curva de demanda se obtiene integrando las funciones matemáticas de demanda en las regiones consumidoras en los distintos periodos de tiempo. Para analizar los efectos que tienen las diferentes políticas comerciales sobre producción, consumo, importaciones y precios al productor y al consumidor, primero se valida el modelo de programación.

La validación consiste en comparar los valores observados de una variable en el año de análisis con los valores que arroja la solución del modelo (García, 2006).

El modelo incluye información sobre oferta y demanda regional y nacional, para el caso de la oferta se considera la producción de las diversas regiones a través de las funciones de oferta y se permite que el déficit sea abastecido por las importaciones, agrupando las aduanas en puntos de internación, por el lado de la demanda se considera el consumo de cada una de las regiones y del país en su conjunto a través de las funciones de demanda (SIACON, 2019).

2.5. Estudios similares

Kawaguchi *et al.* (1997) analizaron los flujos comerciales de leche en Japón suponiendo diferentes estructuras de mercado. Crammer *et al.* (1993) estudiaron los impactos de la liberación comercial entre los Estados Unidos, México y Canadá sobre el mercado internacional del arroz. Wilson y Johnson (1995) analizaron los efectos de cambios en las políticas del mercado sobre los flujos de comercio y precios en el sector norteamericano de la cebada maltera.

Por su parte, Fuller *et al.* (2000) discutieron los efectos que tendría la liberación comercial del arroz entre México y Estados Unidos para el 2003. Bivings (1997) estudió el efecto de la liberalización del mercado del sorgo en México, utilizando un modelo de equilibrio espacial e intertemporal. García (1999) usó un modelo con las mismas características para determinar la demanda óptima de almacenamiento de maíz en México. Martínez (2002) discutió el análisis temporal de las importaciones de cebada en México en el 2002.

Estos tres últimos autores sí consideraron el almacenamiento. En cambio, Nicholson estudió el efecto de la liberalización económica y el cambio estructural en el sector lechero en México mediante un modelo de equilibrio espacial.

2.6. Políticas comerciales

Durante casi 70 años, las políticas de comercio internacional han estado regidas por un tratado internacional conocido como el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (General Agreement on Trade and Tariffs, GATT). Desde 1994, las reglas han sido impuestas por una organización internacional, la Organización Mundial del Comercio, que puede decir a los países, incluyendo a Estados Unidos, que sus políticas incumplen los acuerdos anteriores.

Las políticas que adoptan los gobiernos respecto al comercio internacional, son políticas que implican una serie de acciones diferentes. Estas acciones incluyen impuestos sobre algunas transacciones internacionales, subsidios para otras transacciones, límites legales en el valor o el volumen de determinadas importaciones, y muchas otras medidas (Krugman *et al*, 2012).

2.6.1. Aranceles

Un arancel, la más simple de las políticas comerciales, es un impuesto que se aplica cuando se importa un bien. Los aranceles fijos son una cantidad fija exigida por cada unidad de bien importado (por ejemplo, tres dólares por barril de petróleo).

Los aranceles *ad valorem* son impuestos exigidos como porcentaje del valor de los bienes importados (por ejemplo, el 25 por ciento del valor de los camiones importados a Estados Unidos; véase el recuadro más adelante en este capítulo). En ambos casos, el efecto del arancel es aumentar el coste de llevar los bienes a un país.

Los aranceles son la forma más antigua de política comercial, y han sido utilizados tradicionalmente como una fuente de ingresos para el Estado.

Hasta la introducción del impuesto sobre la renta, por ejemplo, el Gobierno de Estados Unidos obtenía la mayor parte de sus ingresos en concepto de aranceles. Sin embargo, su verdadera finalidad ha sido, generalmente, no solo proporcionar ingresos, sino proteger sectores nacionales concretos. A principios del siglo XIX, el Reino Unido utilizaba aranceles, (las famosas «Leyes de Cereales», Corn Laws), para proteger su agricultura de la competencia de las importaciones (Krugman *et al*, 2012).

A finales de dicho siglo, tanto Alemania como Estados Unidos protegían sus nuevos sectores industriales imponiendo aranceles a la importación de bienes manufacturados. La importancia de los aranceles ha disminuido en los tiempos modernos, porque hoy día los Estados generalmente prefieren proteger las industrias nacionales mediante una variedad de barreras no arancelarias, tales como cuotas de importación (limitaciones a la cantidad de importaciones) y restricciones a la exportación (limitaciones sobre la cantidad de exportaciones, normalmente impuestas por el país exportador a solicitud del país importador).

No obstante, la comprensión de los efectos de un arancel continúa siendo una base esencial para entender las demás políticas comerciales. Desde el punto de vista de alguien que comercia con bienes, un arancel es como un coste de transporte (Krugman *et al*, 2012).

Un arancel sobre un bien importado aumenta el precio recibido por los productores nacionales de dicho bien.

Este efecto es, a menudo, el principal objetivo del arancel (proteger a los productores nacionales frente a los bajos precios resultantes de la competencia de las importaciones). Al analizar la práctica de la política comercial, es importante averiguar la protección que realmente proporciona un arancel u otra política comercial. La respuesta se expresa normalmente en porcentaje del precio que existiría con libre comercio.

Una cuota de importación sobre el azúcar podría, por ejemplo, aumentar el precio recibido por los productores de azúcar de Estados Unidos en un 35 por ciento.

La medición de la protección parece inmediata en el caso de un arancel: si el arancel es un impuesto *ad valorem* proporcional al valor de las importaciones, el mismo tipo arancelario debería medir la cuantía de la protección; si el arancel es de cuantía fija, dividiendo el arancel entre el precio, sin dicho arancel, se obtiene el equivalente *ad valorem*. Un arancel incrementa el precio de un bien en el país importador y lo reduce en el país exportador. Debido a estos cambios de precios, los consumidores pierden en el país importador y ganan en el país exportador. Los productores ganan en el país importador y pierden en el país exportador (Krugman *et al*, 2012).

Además, el Estado que impone el arancel obtiene ingresos. Para comparar esos costos y beneficios es necesario cuantificarlos. El método para medir los costos y beneficios de un arancel depende de dos conceptos comunes del análisis microeconómico: el excedente del consumidor y del productor.

El excedente del consumidor mide la cantidad que un consumidor gana en una compra mediante la diferencia entre el precio que realmente paga y el precio que habría estado dispuesto a pagar (Krugman *et al*, 2012).

Si, por ejemplo, un consumidor hubiera estado dispuesto a pagar ocho dólares por un quintal de trigo pero el precio es solo de tres dólares, el excedente del consumidor ganado en la compra es de cinco dólares. El excedente del productor es un concepto análogo. Un productor que puede vender un bien por dos dólares pero que lo vende a cinco dólares gana un excedente del productor de tres dólares (Krugman *et al*, 2012).

2.6.2. Subsidios

Un subsidio a la exportación es un pago realizado a una empresa o individuo que vende un bien en el extranjero. Como un arancel, un subsidio a la exportación puede ser fijo (una cantidad fija por unidad) o *ad valorem* (una proporción del valor exportado). Cuando el Estado ofrece un subsidio a la exportación, los vendedores exportarán el bien hasta el punto en que los precios nacionales excedan a los extranjeros en la cantidad del subsidio (Krugman *et al*, 2012).

2.6.3. Cuotas compensatorias

Como su nombre lo dice, es un monto monetario (cuota) que iguala el precio de un producto extranjero con uno nacional (compensa), incluso lo puede poner por encima del precio del producto nacional.

Esta medida se impone a productos que entran al país por medio de una acción denominada práctica desleal de comercio exterior, regularmente es el *dumping*.

Es un instrumento proteccionista que impide la entrada de productos más baratos del extranjero en relación a los productos nacionales. Trae como consecuencia el desánimo de los importadores de introducir esos productos al país y en caso de que opten por hacerlo, tendrá una competencia más justa contra los productos del país destino. Las cuotas compensatorias podrán determinarse en cantidades específicas o *ad-valorem* y como resultado de la investigación correspondiente:

a) Cuotas compensatorias específicas

Se calculan por unidad de medida y deberá pagarse su equivalente en moneda nacional. Se establecen en función de los precios o valores de referencia que se determinan a partir de la investigación correspondiente. El monto o la cuota compensatoria en este caso, se calcularán a partir de la diferencia entre el valor normal y el precio de exportación.

b) Cuotas compensatorias *ad-valorem*

Se calculan en términos porcentuales sobre el valor en aduana de la mercancía.

Para este caso y como la definición lo menciona, se calculará sobre el valor en aduana de la mercancía.

2.6.4. Aranceles-cupo (cupos de importación)

Un Cupo tiene como propósito la importación de un monto determinado de un producto o mercancía, con un arancel (un impuesto) menor al que se aplica a las mercancías que se importen sin este beneficio. La autorización se otorga a través de un certificado de cupo y tiene una vigencia determinada, la cual se establece en el propio certificado. Los cupos permiten a las empresas o personas físicas usuarias, disminuir los costos de sus importaciones, haciéndolas más baratas y en consecuencia, más atractivas y competitivas respecto de otras operaciones que no se realizan bajo este esquema (Krugman *et al*, 2012).

II. JUSTIFICACIÓN

En México, la avicultura comercial es la más dinamizada de la ganadería nacional, por su crecimiento en producción, consumo y por el grado mayor de integración con relación a otros sectores pecuarios (Medina *et al.*, 2012); aspectos que le permiten ser la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal (UNA, 2018a). Aunque el comportamiento de la producción avícola nacional ha sido ascendente en los últimos años no ha sido suficiente para satisfacer la demanda nacional, por lo que las autoridades mexicanas han tenido que importar el déficit de carne de pollo de Estados Unidos principalmente.

Debido al acuerdo del TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte), México importa carne de pollo, principalmente, pierna y muslo, desde USA y Brasil con arancel de cero a partir de 2004 (Saldaña-Pérez 2011), desde 2018, productores mexicanos de carne de pollo ejercen presión al Gobierno Federal para que establezca e imponga una cuota compensatoria a importaciones, que provienen, básicamente, de USA, bajo el argumento de que esa carne entra a México a precios por debajo del costo de producción doméstico y, ello ha dañado a la producción nacional (DOF, 2018). Los productores nacionales han dispuesto evidencia sobre importaciones a precios dumping de investigaciones previas al Gobierno (Secretaría de Economía), con el propósito de que se apruebe la imposición de una cuota compensatoria equivalente a 25.7% (DOF, 2018) y con ello, el consumidor mexicano sea indiferente a consumir carne de pollo producida en México o carne importada.

Se justifica la presente investigación debido a que las importaciones de carne de pollo representan más del 20% del consumo nacional, por lo tanto es necesario contar con información que genera un modelo de programación cuadrática la cual nos brinda posibles escenarios de política comercial.

Los escenarios generados con esta investigación proporcionan información valiosa para la toma de decisiones con respecto a la protección de los productores mexicanos de carne de pollo. Por tal razón han exigido al Gobierno Federal que se imponga una cuota compensatoria (DOF, 2018); con la cual se busca equilibrar las condiciones de competencia desleal de comercio internacional (Kerr y Loppacher 2004; como es el caso de la rama de la producción nacional (Saldaña, 2011) referente a carne de pollo (pierna y muslo) en México.

III. HIPÓTESIS

Las hipótesis se plantearon con base al tipo de investigación que se realizó.

1. Con base en datos oficiales de 2016, la forma en que se realiza la distribución de la producción nacional e importaciones de carne de pollo en México, en espacio, se lleva a cabo de manera ineficiente, debido a que no se maximiza el VSN.

2. Restringir importaciones de carne de pollo hacia México, beneficiaría a productores, perjudicaría consumidores nacionales, así como al bienestar de la sociedad a través de una reducción del VSN, con relación a una situación óptima o de modelo óptimo.

3. Una cuota compensatoria *ad valorem* incrementa producción de carne de pollo de forma regional y nacional, reduce el consumo e importaciones de esa carne; incrementa los precios al productor y al consumidor de carne de pollo y, el bienestar de la sociedad se reduce, perjudicando a consumidores nacionales de carne de esa ave.

IV. OBJETIVOS

En la presente investigación los objetivos se plantearon de acuerdo al tipo de investigación que se realizó.

1. Generar un modelo de distribución nacional y por regiones que optimice el mercado de carne de pollo en México para el año 2016.
2. Evaluar el efecto de un escenario de restricción de importaciones sobre producción y consumo de carne de pollo en canal en México de forma regional en 2016.
3. Evaluar el efecto de una cuota compensatoria *ad valorem* sobre las importaciones de carne de pollo en México con datos de 2018 y sus efectos sobre el mercado.

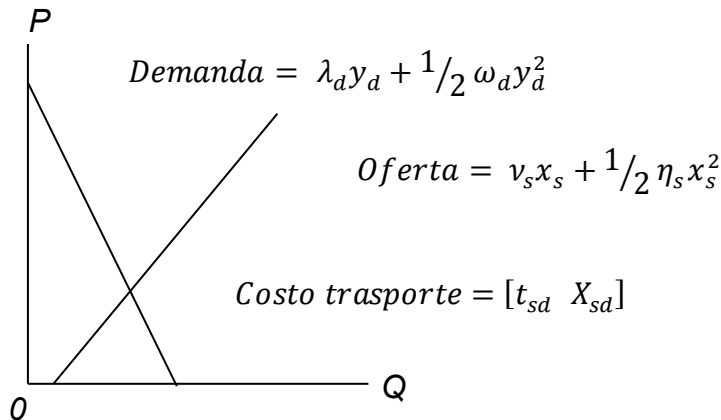
V. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

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

6.1 Mercado de la carne de pollo en México, un modelo de optimización

Se formuló un modelo de programación no lineal, que maximiza el VSN. La función objetivo (Valor Social Neto) es igual a la suma de las áreas bajo la curvas de la demanda, menos la suma de las áreas bajo las curvas de la oferta, 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



Representación matemática del modelo

$$\begin{aligned}
 Max \ VSN &= \sum_{d=1}^8 [\lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \omega_d Y_d^2] && \text{Área bajo la curva de la demanda} \\
 &- \sum_{s=1}^{10} [V_s X_s + \frac{1}{2} \eta_s X_s^2] && \text{Área bajo la curva de la oferta} \\
 &- \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} X_{sd}] && \text{Costo de transporte}
 \end{aligned}$$

Donde:

d = Regiones consumidoras, s = Regiones productoras, λ_d = Intercepto de función inversa de la demanda.

$\omega(d)$ = 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 .

El modelo matemático, se sujetó a las siguientes restricciones: la cantidad demandada de producto (toneladas de carne de pollo) 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 pollo) 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.

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

La producción de carne de pollo nacional se obtuvo por entidad federativa a través del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016), posteriormente se integraron los estados en la región correspondiente para obtener la producción regional. Los datos de importación para el año 2016 se obtuvieron del SIAP 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, Matamoros y Reynosa en Tamaulipas y Piedras Negras en Coahuila. Este primer punto registra el ingreso del 68% de la carne importada. El segundo punto de internación, se compuso por las aduanas de Mexicali, Ensenada y Tijuana en Baja California, Nogales y San Luis Rio Colorado en Sonora y Ciudad Juárez en Chihuahua. Por este punto ingresa el 32% de la importación. Considerando estos dos puntos de internación de la carne de pollo y las ocho regiones del país se establecieron 10 regiones productoras.

La información del consumo (demanda) de cada una de las ocho regiones del país, se obtuvo utilizando la población de cada estado del año 2016, proveniente del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016).

El dato de población se multiplicó por el consumo per cápita del 2016, reportado para la zona por la Unión Nacional de Avicultores, y después se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región. El precio regional de carne de pollo, se obtuvo utilizando el precio de cada estado que integra la región, ponderado con la producción. El precio de los puntos de internación se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2016). Para obtener 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 (SCT, 2016) punto a punto, se consideró cada capital del estado como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región.

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

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 los cuales desarrollan modelos de programación lineal y no lineal (cuadrática) que se utilizan en la optimización de recursos. Para realizar el análisis espacial se utilizó la regionalización económica propuesta por Bassols (1992), en la cual el país se dividió en 8 regiones.

6.2 Evaluación del efecto de una economía cerrada al mercado de carne de pollo en México

Se analizó el mercado regional de carne de pollo en canal en México, sin considerar importaciones (economía cerrada; es decir, con restricción de importaciones), mediante un modelo de equilibrio espacial de precios endógenos, con programación no lineal.

Con base en Bassols *et al.* (1992:43), el país se dividió en ocho regiones productoras y ocho regiones consumidoras (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, Zacatecas
Noreste (NE)	Nuevo León y Tamaulipas
Centro-Occidente (CO)	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán
Centro-Este (CE)	Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala
Sur (SU)	Chiapas, Oaxaca y Guerrero
Oriente (OR)	Veracruz y Tabasco
Península de Yucatán (PE)	Campeche, Yucatán y Quintana Roo

Bassols *et al.* (1992):43.

Para lo anterior, se utilizó un modelo de equilibrio espacial de precios endógenos (modelo espacial), con programación no lineal (programación cuadrática), sin almacenamiento.

La función objetivo (función de Valor Social Neto) (VSN) describe una situación de optimización que consiste en maximizar el área bajo las curvas de demanda, menos el área bajo las curvas de oferta, menos los costos nacionales de comercialización, de la carne de pollo en canal en México, sujeta a restricciones de oferta y demanda. El modelo de precios endógenos se aplicó al mercado de la carne de pollo en canal en México, con datos observados en 2016.

Takaya y Judge (1964:67), afirman que en modelos de esta naturaleza, suponen la existencia de regiones productoras y regiones consumidoras que comercian un bien o producto homogéneo, carne de pollo en canal. Esas regiones, se hallan separadas, por los costos de transporte, pero no aisladas entre sí.

En la determinación del Valor Social Neto (VSN) fue necesaria la definición endógena de precios, por lo que fue imprescindible el empleo de la función inversa de la demanda (Martínez y Hernández, 2012:404), que para la región i fue:

$$P_{di} = P_{di}(Y_{di}) = \lambda_{di} + \omega_{di}Y_{di}; \omega_{di} < 0 \quad (1)$$

Donde:

P_{di} = precio de demanda de carne de pollo en canal en la región i , en pesos por tonelada

Y_{di} = cantidad demandada de carne de pollo en canal, en la región i , en toneladas

λ_{di} = intercepto de la función de demanda de carne de pollo en canal en la región i

ω_{di} = pendiente de la función de demanda de carne de pollo en canal en la región i .

De igual forma, para la región i la función inversa de la oferta de carne de pollo en canal, fue:

$$P_{si} = P_{si}(X_{si}) = V_{si} + \eta_{si}X_{si}; \eta_{si} > 0 \quad (2)$$

Donde:

P_{si} = precio de oferta de carne de pollo en canal, en la región i , en pesos por tonelada

X_{si} = cantidad ofrecida de carne de pollo en canal en la región i , en toneladas

V_{si} = intercepto de la función de oferta de carne de pollo en canal en la región i

η_{si} = pendiente de la función de oferta de carne de pollo en canal en la región i .

El área bajo la curva de demanda (ABCD) de carne de pollo, se obtuvo al integrar la función inversa de la demanda en el intervalo que va desde 0 hasta Y_{di}^* , (donde Y_{di}^* es la cantidad óptima por obtener):

$$ABCD = \int_0^{Y_{di}^*} (\lambda_{di} + \omega_{di}Y_{di}) dY_{di} = \lambda_{di}Y_{di}^* + \frac{1}{2}\omega_{di}Y_{di}^{*2} \quad (3)$$

El área bajo la curva de oferta (ABCO), de carne de pollo en canal, en el intervalo de 0 a X_{si}^* , (donde X_{si}^* es la cantidad óptima a obtener), se obtuvo de la siguiente manera:

$$ABCO = \int_0^{X_{si}^*} (V_{si} + \eta_{si} X_{si}) dX_{si} = V_{si} X_{si} + \frac{1}{2} \eta_{si} X_{si}^2 \quad (4)$$

Al incorporar los costos de transporte entre cada una de las regiones, la función de bienestar social, conocida como VSN para la n-región, fue:

$$Max VSN = \left[\sum_{i=1}^8 (\lambda_{di} Y_{di} + \frac{1}{2} \omega_{di} Y_d^2) - \sum_{i=1}^8 (V_{si} X_{si} + \frac{1}{2} \eta_{si} X_{si}^2) \right] - \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 X_{ij} T_{ij} \quad (5)$$

Donde:

X_{ij} = es la cantidad transportada de la región i a la región j (\$/t) de carne de pollo en canal.

T_{ij} = Costo de transporte de la región i a la región j (\$/t) de carne de pollo en canal.

$\lambda_{di} > 0$ y $V_{si} > 0$. Otros componentes del modelo fueron las restricciones de demanda y de oferta. Las primeras, requirieron que la suma de la cantidad transportada de carne de pollo en canal a la región i , sea mayor o igual que la cantidad demandada en dicha región. Esto es:

$$Y_8 \leq \sum_{j=1}^8 X_{ij}, \text{ para toda } i \quad (6)$$

Las restricciones de oferta, requirieron que la suma de la cantidad transportada de carne de pollo en canal, fuera de la región i , sea menor o igual a la producción total de esta carne de pollo en dicha región:

$$X_{ig} \geq \sum_{j=1}^8 X_{ij}, \text{ para toda } i \quad (7)$$

Las condiciones de no negatividad, implican que $X_{si} \geq 0$, $Y_{di} \geq 0$ y $X_s \geq 0$. Se tienen, por tanto, tres variables dentro del modelo: oferta y demanda en cada región (pues una vez que éstas se obtienen, puede estimarse el precio a través de la función inversa) y flujos comerciales entre regiones.

Datos

La información, por entidad federativa, sobre producción de carne de pollo en canal, se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016); después sumó la producción de cada entidad para obtener el dato del volumen regional.

$$S_i = Q_i$$

El consumo (demanda) de carne de pollo de cada una de las ocho regiones del país, se obtuvo como sigue: la población de cada estado (INEGI, 2016), se multiplicó por el consumo per cápita reportado para la zona, proveniente de la Unión Nacional de Avicultores (UNA, 2018a); después, se sumó el consumo de cada uno de los estados que integraron cada región.

El precio regional de carne de pollo en canal, se obtuvo con el precio de cada entidad que integró la región, mismo que se ponderó con la producción (SAGARPA, 2016).

El costo de transporte dentro y entre regiones, se calculó al multiplicar la distancia (kilómetros) por el costo por kilómetro (km). Las distancias, en kilómetros (km) provinieron de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT, 2016). Se consideró cada capital de la entidad federativa como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región.

El transporte pollo *in vivo*, es especializado y tuvo un costo por kilómetro de 41 pesos en el momento de la investigación, el cual se obtuvo a través de entrevista a una empresa que realiza servicios de transporte de carga especializada.

En las ecuaciones de oferta y demanda regionales de carne de pollo, se utilizaron elasticidades precio de la demanda y precio de la oferta regionales inelásticas estimadas a través de modelos de regresión lineal múltiple para el periodo 1996-2016. Las funciones precio-cantidad se calcularon como lo indicaron Alston *et al.* (1995:525) y Kawaguchi *et al.* (1997:856). Primero se obtuvo el modelo base, conocido como modelo óptimo y, los resultados tanto a nivel regional como nacional sobre producción, consumo e importaciones y el VSN. Una diferencia porcentual de estimación entre el modelo base y los datos observados menor al 10%, se considera como aceptable para realizar el análisis de los escenarios de política. Si tal diferencia resulta negativa/positiva, entonces el modelo subestima o sobreestima los resultados. Una vez estimado y validado el modelo óptimo, se procedió a realizar el análisis con el escenario de restricción de importaciones.

Para el modelo base, el precio de la carne de pollo importada fue 25 \$/kg mismo que se sumó al costo de transporte de los puntos de internación P11 y P12.

La información secundaria se procesó y los resultados se obtuvieron con el procedimiento MINOS, contenido en el software GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2 para Windows 8, Office 2013 y con base en Rosenthal (2008:207).

6.3. Evaluación del efecto de una economía cerrada al mercado de carne de pollo en México.

Para evaluar el efecto de la cuota compensatoria de 25.7% a importaciones mexicanas de carne de pollo, se utilizó un modelo de programación no lineal con funciones inversas de demanda y oferta de carne de pollo (también conocidas como funciones de precios endógenos) (Rebollar-Rebollar et al. 2019c), con datos de 2018. Con base en Bassols (1992), México se dividió en ocho regiones productoras, ocho regiones consumidoras y dos puntos de internación de importaciones de carne de pollo. Las regiones y sus entidades fueron: Noroeste (NO): Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit; Norte (NR): Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí; Noreste (NE): Nuevo León y Tamaulipas; Centro-Occidente (CO): Colima, Jalisco, Aguascalientes, Michoacán y Guanajuato; Centro-Este (CE): Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla,

Morelos, Ciudad de México y Estado de México; Sur (SU): Guerrero, Oaxaca y Chiapas; Oriente (OR): Tabasco y Veracruz; Península de Yucatán (PE): Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Referente a los puntos de internación de las importaciones de carne de pollo, el primero de ellos (PI1) se conformó por las aduanas de Colombia, perteneciente al estado de Nuevo León; Nuevo Laredo, Matamoros y Reynosa, en el estado de Tamaulipas, y Piedras Negras, en el estado de Coahuila. Este primer punto registró el ingreso de 68% de la carne importada. El punto de internación dos (PI2) integró las aduanas de Mexicali, Ensenada y Tijuana, ubicadas en Baja California; Nogales y San Luis Río Colorado, como parte del estado de Sonora, y Ciudad Juárez, perteneciente al estado de Chihuahua. Por este punto ingresó 32% de la importación de carne de pollo (SIAP 2019). Se decidió utilizar la regionalización del país, debido a que el consumo de carne de esta especie pecuaria no es homogéneo en todo el país; éste se lleva a cabo de forma regionalizada (Huerta-Sanabria et al. 2018), y, entre regiones, el consumo no es igual; por tanto, el efecto de variables económicas que lo determinan es distinto en cada una de ellas. La ecuación de demanda-precio, funcionalmente dependiente de la cantidad demandada (función inversa) (Vázquez-Alvarado y Martínez-Damián 2011;

$$P_{di} = P_{di}(Y_{di}) = \lambda_{di} + \omega_{di}Y_{di}; \omega < 0$$

Rebollar-Rebollar *et al.* 2019b), para la región *i* fue: Donde: P_{di} = precio de demanda de carne de pollo en canal en la región *i*, en pesos por tonelada. λ_{di} = intercepto de la función de demanda de carne de pollo en canal para la región *i*.

ω_{di} = pendiente de la función de demanda de carne de pollo en canal para la región i . Y_{di} = cantidad demandada de carne de pollo en canal en la región i , en toneladas. Para la misma región, la función inversa del modelo de oferta es la siguiente:

$$P_{si} = P_{si}(X_{si}) = V_{si} + \eta_{si}X_{si}; \beta > 0$$

Donde: P_{si} = precio de oferta de carne de pollo en canal en la región i , en pesos por tonelada. v_{si} = intercepto de la función de oferta de carne de pollo en canal en la región i . η_{si} = pendiente de la función de oferta de carne de pollo en canal en la región i . X_{si} = cantidad ofrecida de carne de pollo en canal en la región i , en toneladas.

Con lo anterior, la función de cuasi bienestar social para cada región (1) se definió por el área entre la curva de demanda de carne de pollo y el área entre la curva de oferta, dadas por Y^*_{di} y X^*_{si} , las cuales representan las cantidades óptimas de carne de pollo que es necesario obtener:

$$W_i(Q^*_{si}, Q^*_{di}) = \int_0^{Y^*_{di}} P_{di}(Y_{di})dY_{di} - \int_0^{X^*_{si}} P_{si}(X_{si})dX_{si} \quad (1)$$

Cuando se incorporan los costos de transporte entre regiones, la función de bienestar social (función objetivo) para las n regiones (2) se representa de la siguiente manera:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^n \left[\int_0^{Y_{di}^*} P_{di}(Y_{di}) dY_{di} - \int_0^{X_{si}^*} P_{si}(X_{si}) dX_{si} \right] - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} T_{ij} \quad (2)$$

Donde: X_{ij} = cantidad transportada de carne de pollo de la región i a la región j (\$/t) de carne de pollo en canal. T_{ij} = costo de transporte de la región i a la región j (\$/t) de carne de pollo en canal. Componentes adicionales del modelo fueron las restricciones de demanda y de oferta. Las de demanda (3) implican que la suma de la cantidad transportada a la región i debe ser mayor o igual que la demanda de esa región.

$$Y_{di} \leq \sum_{j=1}^n T_{ij}, \text{ para toda } i \quad (3)$$

Esto es: Las restricciones de oferta (4) implican que la suma de la cantidad transportada fuera de la región i debe ser menor o igual a la producción total de carne de pollo de esa región:

$$X_{si} \geq \sum_{j=1}^n T_{ij}, \text{ para toda } i \quad (4)$$

Takayama y Judge (1964) y Rebollar-Rebollar *et al.* (2019b) afirman que en el modelo se asume la existencia de regiones productoras y consumidoras que comercian un bien homogéneo; en este caso, ese bien homogéneo es la carne de pollo en canal. Tales regiones se hallan separadas por los costos de transporte, pero no aisladas entre sí.

$$Max VSN = \sum_{d=1}^8 \left[\lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \omega_d Y_d^2 \right] - \sum_{s=1}^{10} \left[V_s X_s + \frac{1}{2} \eta_s X_s^2 \right] - \sum_{s=1}^8 [t_{sd} X_{sd}] - \sum_{s=1}^2 t_{sd} + cuota$$

En su representación matemática, el resultado de la integral de [1] es el modelo matemático como sigue: La palabra cuota en esta última ecuación significa que la cuota compensatoria ad valorem se agregó a los costos de transporte relacionados con los puntos de internación o con las importaciones de carne de pollo en canal.

Datos

La información sobre consumo (demanda) de cada una de las ocho regiones del país provino de utilizar el dato de la población de cada estado durante 2018, registrada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO 2018). Después, el dato de población se multiplicó por el consumo per cápita de carne de pollo de 2018, reportado por la Unión Nacional de Avicultores (UNA) (UNA 2018) y se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región para generar el total regional referente a dicho consumo.

Por el lado de la oferta, el precio de carne de pollo regional se obtuvo mediante el precio de cada entidad federativa que integró la región, ponderado con la producción de esa misma región; la información provino del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). El precio de la carne de pollo proveniente de Estados Unidos hacia los dos puntos de internación se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM 2018).

Por su parte, el dato referente al costo de transporte dentro y entre las regiones se calculó al multiplicar la distancia (en kilómetros), por el costo por kilómetro; las distancias se obtuvieron con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT 2019); se consideraron las capitales de las entidades federativas como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. En México, la carne de pollo se transporta al movilizar el ave *in vivo*; el cual se sumó al costo de transporte de los puntos de internación uno y dos, y, al agregarle 25.7% como cuota compensatoria, representó un aumento de 11.4 pesos por kilogramo, y un nuevo precio de 55.7 pesos por kilogramo, que se suman (se le agregaron 11.4 pesos por kilogramo) al costo de transporte de la carne de pollo importada de los dos puntos de internación.

Asimismo, el modelo base consideró un costo de transporte del PI1 a la región NO, en 2018, de 6,949 pesos mexicanos por tonelada; por tanto, con el escenario, ahora el dato que se consideró fue $\$6,949 + \$8,892 = \$15,841$ por tonelada, y así sucesivamente para las regiones Norte, Noreste, Centro-Occidente, Centro-Este, Sur, Oriente y Península.

El análisis de resultados del modelo de programación no lineal con el escenario de la cuota compensatoria de 25.7% se hizo sobre producción, importaciones, consumo, precios al productor, precios al consumidor y VSN; éstos se contrastaron con los del modelo base (modelo óptimo), con el objetivo de visualizar e interpretar los efectos del escenario (cuota compensatoria) sobre el mercado de la carne de pollo en México. Toda la información se procesó con el software Solver MINOS, escrito en el lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2, para Windows, Office 2013.

VI. RESULTADOS

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

7.1 Capítulo de libro uno

1. Mercado de la carne de pollo en México, un modelo de optimización. En: Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México. 1ra ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Editores: Herrera Camacho José, Chay Canul Alfonso Juventino, Casanova Lugo Fernando, Piñeiro Vázquez Ángel Trinidad, Márquez Benavides Liliana, Santillán Ferreyra Evelia, Arce Menocal José. Primera edición: 2018-07-13, ISBN: 978-607-542-022-6 pág. 1237-1241.



Avances de la Investigación sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México



Editores:

José Herrera Camacho, Alfonso Juventino Chay Canul, Fernando Casanova Lugo,
Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez, Liliana Márquez Benavides, Evelia Santillán
Ferreyra, José Arce Menocal

EDITORES Y ADSCRIPCIONES

EDITORES

José Herrera Camacho

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Alfonso Juventino Chay Canul

División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

EDITORES ASOCIADOS

Fernando Casanova Lugo

Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Tecnológico Nacional de México.

Angel Piñeiro Vázquez

Instituto Tecnológico de Conkal, Tecnológico Nacional de México.

UMSNH CA-273 CAMBIO CLIMATICO, PRODUCCION Y SUSTENTABILIDAD

Liliana Márquez Benavides

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Evelia Santillán Ferreyra

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

José Arce Menocal

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México

Editores:

José Herrera Camacho

Alfonso Juventino Chay Canul

Fernando Casanova Lugo

Ángel Piñeiro Vázquez

Liliana Márquez Benavides

Evelia Santillán Ferreyra

José Arce Menocal



Directorio

Dr. Medardo Serna González
Rector

Dr. Salvador García Espinosa
Secretario General

Dr. Jaime Espino Valencia
Secretario Académico

Dr. José Apolinar Cortés
Secretario Administrativo

Dra. Ileri Suazo Ortuño
Coordinación de la Investigación Científica

Mtro Adolfo Ramos Álvarez
Tesorero General

Dr. Samuel Pineda Guillermo
Director
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

MC Jorge Arturo Arana Sandoval
Director

"Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México"/ Editores

José Herrera Camacho et al. -- Primera edición. -- Morelia, Michoacán, México 2018

1327 páginas en las que se incluye cuadros, figuras, ilustraciones y referencias bibliográficas en cada uno de los temas contenidos en la obra

ISBN: 978-607-542-022-6

1. Agricultura – Investigación - México. \ 2. Ganadería – Investigación – México.

\ 3. Seguridad Alimentaria – Biotecnología – Investigación – México.

Primera edición: 2018-07-13

D.R. © Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J Múgica, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México. www.umich.mx

Esta obra consta de 700 ejemplares CD ROOM, 16.4 Mb, en formato PDF y fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos, por un Comité Científico interinstitucional que contó con el apoyo de evaluadores de diferentes Instituciones y dependencias públicas. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Editores, juicio alguno sobre la delimitación de fronteras o límites y la mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la editores los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Aunque la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, fomenta la reproducción y difusión parcial o total del material contenido, queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la de los editores de la publicación.

ISBN: 978-607-542-022-6

Coordinadores de la edición: José Herrera Camacho y Alfonso Juventino Chay Canul

Responsable de la edición: Alfonso Juventino Chay Canul, Fernando Casanova Lugo, Ángel Piñeiro Vázquez y José Herrera Camacho

Diseño de portada: Fernando Casanova Lugo, Alfonso Juventino Chay Canul, Ángel Piñeiro Vázquez y José Herrera Camacho

Asistentes editoriales: Jessica Herrera Ojeda y Alejandra Sosa Solá

Impreso y hecho en Morelia, Michoacán, México.

CONTENIDO

CONFERENCIAS MAGISTRALES	23
RESULTADOS DE CRUZAMIENTOS Y TENDENCIAS GENÉTICAS EN GANADO PARA CARNE EN MÉXICO	25
Segura-Correa J. C., Magaña-Monforte J. G., Aké-López R.	
ESTRATEGIAS GENÉTICAS Y GENÓMICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE CARACTERES DE IMPORTANCIA PRODUCTIVA EN GANADO BOVINO	39
Parra Bracamonte G.M.	
AVANCES DE LA CLONACIÓN DE EMBRIONES DE MAMÍFEROS EN MÉXICO: PERSPECTIVAS A FUTURO EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL Y LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES	49
Navarro-Maldonado M.C., Hernández-Martínez S., Vázquez-Avendaño J.R., Durán-Monroy J.E., Martínez-Ibarra J.L., Hernández-Pichardo J.E., Rangel-Santos R., Ambríz-García D.A.	
MODULACIÓN DE LA CRIOTOLERANCIA Y SU EFECTO EN LA FERTILIDAD DEL SEMEN PORCINO.....	61
Estrada-Paqui E., Rodríguez-Gil J.E., Yeste-Oliveras M.	
USO DE PRODUCTOS HERBALES NUTRACÉUTICOS EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES.....	69
Mendoza-Martínez G.D., Martínez-García J.A., Hernández-García P.A., Lee-Rangel H.A.	
REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MEDIANTE EL USO DE DIETAS DE PRECISIÓN EN PRODUCCIÓN PORCINA	87
Cervantes M. y Morales A.	
EVALUACIÓN DE LA LEGUMINOSA ARBUSTIVA FORRAJERA <i>Cratylia argentea</i> EN VERACRUZ, MÉXICO	103
Valles-de la Mora B., Castillo-Gallegos E., Ocaña-Zavaleta E., Alonso-Díaz M. A., Jarillo-Rodríguez J., von Son de Fernex E.	
BASES DEL ENSILAJE DE MAÍZ Y ALFALFA	117
Améndola-Massiotti R.D., González-Ortiz R., Topete-Pelayo P.	
LAS ENZIMAS EXÓGENAS: INSUMOS BÁSICOS PARA LA PRODUCTIVIDAD AVÍCOLA	133
Arce-Menocal J., Herrera-Camacho J., Marquez-Benavides L., Santillan-Ferreyra E., Lopez-Coello C., Avila G.E.	
EFFECTO DE FORRAJES DE DIFERENTE CALIDAD SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO RUMINAL Y LA NECESIDAD DE UN SISTEMA DE ENERGÍA METABOLIZABLE PARA EL GANADO BOVINO DE MEXICO.....	141

ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA PREVALENCIA DE PARÁSITOS GASTROENTÉRICOS EN GANADO BOVINOS DE LECHE EN CUATRO MUNICIPIOS DE MICHOACÁN.....	1211
Valdovinos Calderon P., Molina Mercado V. M., Tinoco Magaña J. C., Herrera Camacho J.	
CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LECHE Y QUESOS DE GANADO BOVINO Y CAPRINO, EN LA REGIÓN DEL ALTIPLANO OESTE DE SAN LUIS POTOSÍ	1217
Rodríguez Gallegos R., Rendón Huerta J. A.; Gálvarez Fuentes G., García López J. C., Morales Rueda J. A.	
SOCIOECONOMIA, ADMINISTRACION Y EXTENSIONISMO.....	1223
ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN OVINA EN MICHOACÁN	1225
Nuncio-Ochoa M.G.J., Bobadilla-Soto E.E.; Gómez-Ramos B., Santana-Huicochea G.E.	
IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES Y SUBINDICADORES DE CAPACIDAD ADAPTATIVA Y SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FAMILIAS GANADERAS EN LA ZONA ALTOANDINA DE CAJAMARCA, AL NORTE DEL PERÚ.....	1231
Chávarry M., Ñaupari J. A., Flores E. R.	
MERCADO DE LA CARNE DE POLLO EN MÉXICO, UN MODELO DE OPTIMIZACION	1237
Hernández Aguirre P., Rebolgar Rebolgar S., Gómez Tenorio G., Velázquez Villalva H.H., Rebolgar Rebolgar E.	
ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD DE ACUERDO A NIVEL DE ESTUDIOS DEL PRODUCTOR DE LECHE A PEQUEÑA ESCALA.....	1243
Gómez Espinoza G., Delgado Barrios H., Martínez García C.G.	
CONTRIBUCIONES DE LA GANADERÍA FAMILIAR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN VALLES CENTRALES DE OAXACA.....	1249
Angeles-Coronado I.A., Herrera-Haro J.G., León-Merino A., Jerez-Salas M.P., Ortega Cerilla M.E.	
FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE LECHE DEL SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO	1255
Bautista-Martínez Y., Herrera-Haro J.G., Espinosa-García J.A., Martínez-Castañeda F.E., López-Acevedo E.A.	
ANÁLISIS DE LOS FACTORES SOCIOECONÓMICOS QUE INFLUYEN EN EL USO Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACA EN PEQUEÑA ESCALA	1261
Delgado-Barrios H., Martínez-García C.G.	
FACTORES DETERMINANTES PARA EL CONSUMO DE LA CARNE DE BOVINO EN LOS ESTADOS DE MÉXICO Y MICHOACÁN.....	1267

"Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México"

MERCADO DE LA CARNE DE POLLO EN MÉXICO, UN MODELO DE OPTIMIZACION

Hernández Aguirre P., Rebollar Rebollar S., Gómez Tenorio G., Velázquez Villalva H.H.,
Rebollar Rebollar E.

Universidad Autónoma del Estado de México
Autor de correspondencia: pedro_130478@hotmail.com

Palabras clave: valor social neto, distribución óptima, programación no lineal

Resumen

El 33% de la carne que se consume en el mundo corresponde a la de pollo. En México ocupa el primer lugar en cuanto a consumo se refiere, debido a que es más accesible que la de res y cerdo. En 2016 en México se consumieron 4 millones de toneladas, de las cuales el 76% se produjeron en el país y el resto se importó de EUA principalmente. El objetivo del presente trabajo fue generar un modelo que optimice el mercado de carne de pollo en México para el año 2016. La hipótesis principal plantea que la forma actual de la distribución de la producción nacional e importaciones, en espacio, se hace de manera ineficiente, debido a que no se maximizó el VSN para el año 2016 en el mercado de carne de pollo en México. Se utilizó la regionalización socioeconómica del país, y se obtuvo la información de: oferta, demanda, precio de pollo en canal, costo de transporte y funciones de producción precio-oferta, precio-demanda para cada región. Se calculó el valor social neto observado y óptimo de ese año con un modelo de programación no lineal utilizando el software Solver Premium Platform 1014-R. Los resultados indican que el Valor Social Neto óptimo fue mayor al observado en 4% (965.6 millones de pesos). El modelo sobrestimó la producción nacional en 6.2%, además subestimó las importaciones y consumo nacionales en -0.02% y -0.17% respectivamente. El VSN se debe considerar como un instrumento para elaborar recomendaciones de política económica que permitan tener un mercado eficiente de la carne de pollo en México.

CHICKEN MEAT MARKET IN MEXICO, A MODEL OF OPTIMIZATION

Keywords: net social value, optimal distribution, non-linear programming.

Summary

Chicken meat accounts for 33% of the world's meat consumption. In Mexico it ranks first in terms of consumption, because it is more accessible than beef and pork. In 2016, 4 million tons were consumed in Mexico, of which 76% were produced in the country and the rest were imported mainly from the USA. The objective of this work was to generate a model that optimizes the chicken meat market in Mexico by 2016. The main hypothesis is that the current form of the distribution of national production and imports, in space, is inefficient, due to the fact that the VSN was not maximized by 2016 in the chicken meat market in Mexico. The socioeconomic regionalization of the country was used, and information was obtained on: supply, demand, price of chicken in carcasses, transportation cost and price-offer, price-demand production functions for each region. The observed and optimal net social value for that year was calculated using a non-linear programming model using the Solver Premium Platform 1014-R software. The results indicate that the optimal

Net Social Value was higher than the observed by 4% (965.6 million pesos). The model overestimated national production by 6.2%, and underestimated national imports and consumption by -0.02% and -0.17% respectively. The VSN should be considered as an instrument to elaborate economic policy recommendations that will allow for an efficient market for chicken meat in Mexico.

INTRODUCCIÓN

La producción nacional de pollo en el 2016, fue de tres millones 77 mil toneladas, donde destacan los estados de Jalisco con el 11.8%; Veracruz 10.8% y Aguascalientes 10.4%, entidades que en conjunto suman 1 millón 19 mil toneladas (SAGARPA, 2016). El consumo nacional aparente de carne de pollo en México entre 2006 y 2015 creció a una tasa media anual de 2.7 por ciento. Para 2016 el consumo rompió un record de 4 millones de toneladas, resultado del aumento en la producción nacional y precios asequibles, lo cual consolida la posición de la carne de pollo como la proteína preferida de los consumidores mexicanos (FIRA, 2016). El consumo per cápita de carne de pollo en México ha aumentado, entre 2006 y 2015, a una tasa media anual de 1.5 por ciento. Asimismo, el consumo per cápita de la carne de cerdo, muestra un comportamiento similar, creciendo a tasa media anual de 2.8 por ciento, mientras que el consumo de carne de res en el mismo periodo ha disminuido a una tasa media anual de 2.0 por ciento. En 2016 el consumo per cápita de carne de pollo se ubicó en 33 kg, es decir, supera en 16 kg al consumo per cápita de carne de cerdo y en 18.0 kg al consumo per cápita de carne de res. Por otro lado, las importaciones mexicanas de carne de pollo han aumentado considerablemente, ya que en 2006 se importaban 379.5 miles toneladas, mientras que en 2015 éstas fueron de 662.2 miles de toneladas, es decir, una tasa de crecimiento promedio anual en el periodo de 2006 a 2015 de 6.4 por ciento. Las importaciones en 2016 fueron de 962,304 toneladas, con una creciente demanda del producto por parte de las procesadoras nacionales. Estados Unidos es el

principal proveedor externo de carne de pollo para el mercado mexicano. Debido a lo anterior, es importante generar una investigación del mercado de carne de pollo en México utilizando un modelo de programación no lineal que permita optimizar este mercado, maximizando el Valor Social Neto (VSN) que sirve como indicador para 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. El objetivo del presente trabajo fue generar un modelo que optimice el mercado de carne de pollo en México para el año 2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se formuló un modelo de programación no lineal, que maximiza el VSN. La función objetivo (Valor Social Neto) es igual a la suma de las áreas bajo la curvas de la demanda, menos la suma de las áreas bajo las curvas de la oferta, 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).

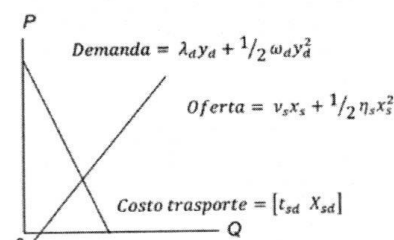


Figura 1: Representación gráfica del modelo

Representación matemática del modelo

$$Max VSN = \sum_{d=1}^8 [\lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \omega_d Y_d^2]$$

Área bajo la curva de la demanda

$$- \sum_{s=1}^{10} [V_s X_s + \frac{1}{2} \eta_s X_s^2]$$

Área bajo la curva de la oferta

$$- \sum_{d=1}^{10} [t_{sd} X_{sd}]$$

Costo de transporte

Donde:

d= Regiones consumidoras, s= Regiones productoras, λ_d = Intercepto de función inversa de la demanda,

$\omega(d)$ = 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.

El modelo matemático, se sujetará a las siguientes restricciones: La cantidad demandada de producto (toneladas de carne de pollo) 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 pollo) 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.

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

La producción de carne de pollo nacional se obtuvo por entidad federativa a través del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016), posteriormente se integraron los estados en la región correspondiente para obtener la producción regional. Los datos de importación para el año 2016 se obtuvieron del SIAP 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, Matamoros y Reynosa en Tamaulipas y Piedras Negras en Coahuila. Este primer punto registra el ingreso del 68% de la carne importada. El segundo punto de internación, se compuso por las aduanas de Mexicali, Ensenada y Tijuana en Baja California, Nogales y San Luis Río Colorado en Sonora y Ciudad Juárez en Chihuahua. Por este punto ingresa el 32% de la importación. Considerando estos dos puntos de internación de la carne de pollo y las ocho regiones del país se establecieron 10 regiones productoras. La información del consumo (demanda) de cada una de las ocho regiones del país, se obtuvo utilizando la población de cada estado del año 2016, proveniente del Consejo Nacional de Población (CONAPO). El dato de población se multiplicó por el consumo per cápita del 2016, reportado para la zona por la Unión de Nacional de Avicultores, y después se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región. El precio regional de carne de pollo, se obtuvo utilizando el precio de cada estado que integra la región, ponderado con la producción. El precio de los puntos de internación se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2016). Para

obtener 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 (SCT) punto a punto, se consideró cada capital del estado como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. Se consideraron las elasticidades regionales y para los puntos de internación se usaron las elasticidades nacionales, también se calcularon las funciones inversas tanto de la demanda como de la oferta para cada una de las regiones. 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 los cuales desarrollan modelos de programación lineal y no lineal (cuadrática) que se utilizan en la optimización de recursos. Para realizar el análisis espacial se utilizó la regionalización económica propuesta por Bassols (1999), en la cual el país se dividió en 8 regiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que el Valor Social Neto óptimo fue mayor al observado en 4% (965.6 millones de pesos). El modelo sobrestimó la producción nacional en 6.2%, esto es, la diferencia entre el nivel observado (3.77 millones de t) y el nivel dado por el modelo (4.23 millones de t) fue 191.8 miles t además subestimó las importaciones y consumo nacionales en -0.02% y -0.17% respectivamente. La producción de pollo por región, fue subestimada por el modelo de la siguiente manera: en la región Centro-Este (CE) (16 %), Noreste (NE) (13%), Península de Yucatán (PE) (6.7%) y, en un porcentaje menor las regiones del Norte (NR), Noroeste (NO), Sur (SU) y el Punto de Internación 2 (PI2). En el Punto de Internación 1 (PI1) hubo sobreestimación con -0.03%. El consumo fue sobreestimado por el modelo con valores

menores a -3 % con relación a los observados en el 2016. La distribución óptima de carne de pollo en México para 2016, el modelo sugiere que la demanda de carne de pollo 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 53.3% de carne de esa misma región y un 46.7% con carne de pollo que ingresa por el punto de internación 2. La región Norte (NR) debería satisfacer el 100% de su mercado con carne producida en esa misma región. 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 esa misma región. La región Centro - Este (CE) debería recibir carne de otras 4 regiones Norte 3.2%, Noreste 7.1%, Centro Occidente 25.7%, y 45.4 % de esa misma región. La región Sur (SU) debería recibir carne de la región Centro-Este, 47.3%, de la región Oriente 7.4% y de la misma región el 45.3%. Para la región Oriente (OR) el programa sugiere que debería satisfacer el 95.5% de su mercado con carne producida en la misma región y el otro 4.5% de la región Península de Yucatán. La región de la Península de Yucatán (PE) debería satisfacer el 100% de su mercado con carne producida en esa misma región.

CONCLUSIÓN

Diseñar modelos a través de la programación cuadrática, permite proyectar escenarios que son posibles al hacer una utilización óptima de los recursos pecuarios. En México el mercado de la carne de pollo en 2016 no funcionó de manera óptima, debido a que no maximizó el Valor Social Neto. Para maximizar el Valor Social Neto (VSN) el modelo incrementó en 6.2% la producción de pollo en México, aunado a una disminución de las importaciones y consumo nacionales de 0.02% y 0.17% respectivamente. Debido a que la diferencia

"Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México"

entre lo real (observado en 2016) y el modelo óptimo es de 4%, estos resultados sirven para fundamentar estrategias de política comercial que permitan la optimización del mercado de la carne de pollo en México.

BIBLIOGRAFIA

- 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/>
- FIRA 2016. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, Perspectivas para la avicultura mexicana.
- Rebollar R.S., Hernández M. J., Guzmán S. E. 2016 Optimización espacial y temporal de la producción y comercialización del sorgo grano en México, Revista RAITES. Vol. 2 (4).
- 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).
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 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
- Velázquez V.H.H., Gómez T.G., Rebollar R.S., Martínez C.F.E. Mercado de la carne de cerdo en México, un modelo de optimización, Alimentación sostenible y retos del sistema agroalimentario, Editorial Página Seis, S.A. de C.V. Hecho en México. 681 - 694.
- Takayama, T. And Judge G. G. 1964 Spatial Equilibrium and linear Programming J Farm Econ 46:67-93.

7.2 Capítulo de libro dos

2. Evaluación del efecto de una economía cerrada al mercado de carne de pollo en México.

En: Tecnologías aplicadas en la producción, calidad y competitividad de la carne de especies pecuarias. Ediciones y Gráficos Eón, S.A. de C.V.

Primera edición: noviembre 2018, ISBN: 978-607-8559-67-1 pág. 63-78.

En México, las cadenas de valor de la carnes de bovino, cerdo y pollo, en el mercado interno, han mostrado avances significativos en su consumo y competitividad, con uso cada vez mayor de los conocimientos y tecnología desarrollados, pero, a nivel del mercado internacional, los avances son menores. Entre otros, hay limitantes asociadas con la eficiencia en cuanto a producción, calidad, inocuidad y bienestar de los animales; asimismo, respecto a la carne de otras especies pecuarias como son los ovinos, caprinos y conejos, aunque el producto tiene un precio alto en el mercado, no tienen aumentos importantes en su producción y consumo per cápita. Por lo anterior, es importante impulsar los sistemas producto-carne desde el sector productivo primario, así como en los siguientes eslabones de la cadena, transformación y comercio, con el uso adecuado de tecnologías que permitan mejorar su producción, calidad, inocuidad y competitividad al interior y fuera del país.



Red Temática de Investigación en Ciencia y Tecnología de la Carne de Especies Pecuarias



TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LA CARNE DE ESPECIES PECUARIAS

IGNACIO A. DOMÍNGUEZ VARA
ERNESTO MORALES ALMARÁZ
EFREN RAMÍREZ BRIONESCA
EDITORES COORDINADORES DE LA OBRA

Tecnologías aplicadas en la producción, calidad y competitividad de la carne de especies pecuarias



Notabilis Scientia

TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LA PRODUCCIÓN,
CALIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LA CARNE
DE ESPECIES PECUARIAS

 Notabilis
Scientia

TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LA PRODUCCIÓN,
CALIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LA CARNE
DE ESPECIES PECUARIAS

Ignacio A. Domínguez Vara
Ernesto Morales Almaráz
Efrén Ramírez Bribiesca
[Editores coordinadores de la obra]



Red Temática de Investigación en Ciencia y Tecnología de la Carne de Especies Pecuarias

Primera edición: noviembre 2018.

ISBN: 978-607-8559-67-1

D.R. © Universidad Autónoma del Estado de México
Instituto Literario núm. 100 Ote.
Colonia Centro
C.P. 50000, Toluca, México
<http://www.uaemex.mx>

D. R. © Ediciones y Gráficos Eón, S.A. de C.V.
Av. México-Coyoacán No. 421
Col. Xoco, Deleg. Benito Juárez
C.P. 03330, México, D. F.
Tels.: 5604 1204 y 5688 9112
<administracion@edicioneon.com.mx>
<www.edicioneon.com.mx>

El contenido total de este libro fue sometido a dictamen en el sistema de pares ciegos.
El contenido de los capítulos es responsabilidad de los autores

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio, sin la autorización
escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Universidad Autónoma del Estado de México

Colegio de Postgraduados

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Cuerpo Académico en Producción Animal

Responsable técnico y coordinador de la Red Académica en Tecnología y Ciencia de la Carne e integrante del Cuerpo Académico en Producción Animal (UAEM)

Red Temática de Investigación en Ciencia y Tecnología de la Carne de Especies Pecuarias (Conacyt)



UAEM | Universidad Autónoma del Estado de México

Dr. en E. Alfredo Barrera Baca
Rector

Dra. Mónica Marina Mondragón Ixtlahuac
Secretaria de Cultura Física y Deporte

M. en E.U. y R. Marco Antonio Luna Pichardo
Secretario de Docencia

Dr. en C.S. Luis Raul Ortíz Ramírez
Abogado General

D. en C.I. Carlos Eduardo Barrera Díaz
Secretario de Investigación y Estudios Avanzados

M. en A. Ignacio Gutiérrez Padilla
Contralor Universitario

M. en Com. Yannet Socorro Valero Vilchis
Secretaria de Rectoría

Dr. Roberto Montes de Oca Jiménez
Director

Dr. en A. José Edgar Miranda Ortiz
Secretario de Difusión Cultural

M. en C. Trinidad Beltrán León
Subdirectora Académica

Dra. en E. Sandra Chávez Marín
Secretaria de Extensión y Vinculación

M. en DAES. René Ayala Ocampo
Subdirector Administrativo

M. en E. Javier González Martínez
Secretario de Finanzas

Dr. Ignacio A. Domínguez Vara
Coordinador de Investigación

M. en D. Juan Miguel Reyes Viurquez
Secretario de Administración

Dr. José Simón Martínez Castañeda
Coordinador de Posgrado

Dr. en C.C. José Raymundo Marcial Romero
Secretario de Planeación y Desarrollo Institucional

Dr. Pedro Sánchez Aparicio
Coordinador de Difusión Cultural

M. en L.A. María del Pilar Ampudia García
Secretaria de Cooperación Internacional

ÍNDICE

Presentación	13
I SOCIOECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD DE LA CADENA DE VALOR DE LA CARNE	
La calidad de la carne en México: tendencias, desafíos y oportunidades <i>M. Díaz-Ramírez, A. A. Rayas Amor, C. Ramírez-Lubianos, R. G. Cruz-Monterrosa</i>	19
Producción cárnica bovina en México: una necesidad latente para la población <i>V. M. Garduño-Guadarrama, I. A. Domínguez-Vara, J. Mondragón-Ancelmo, M. Del Campo-Gigena, O. A. Morales-Garduño</i>	37
Asociación de los atributos de calidad de los pequeños rumiantes para carne con los consumidores agroindustriales <i>J. Mondragón-Ancelmo, P. García-Hernández, M. R. Jiménez-Badillo, I. A. Domínguez-Vara, G. Gómez-Tenorio</i>	54
Evaluación del efecto de una economía cerrada al mercado de carne de pollo en México <i>A. P. Hernández, R. S. Rebollar, R. E. Rebollar, T. G. Gómez, V. H. H. Velázquez</i>	63
Clasificación de la canal y calidad de la carne de conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) en el sistema de producción cunícola familiar <i>C. J. L. Rodríguez-Correa, L. C. Bedolla-Cedeño, R. Domínguez-Lucio, B. Valladares-Carranza, A. del C. Gutiérrez-Castillo, E. Morales-Almaráz, J. E. Sánchez-Torres, I. A. Domínguez-Vara, C. López, V. Velázquez-Ordóñez</i>	79
Efecto de las condiciones del sistema productivo sobre el valor nutritivo de la carne de cerdo producida en Uruguay <i>G. Capra, L. Sallé, S. Cozzano, R. Márquez, R. Martínez, S. Luzardo, G. Costas, G. Brito, G. De Souza, D. Nardo</i>	98

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UNA ECONOMÍA CERRADA AL MERCADO DE CARNE DE POLLO EN MÉXICO

*A. P. Hernández, R. S. Rebollar, R. E. Rebollar,
T. G. Gómez, V. H. H. Velázquez**

Resumen

Una restricción a las importaciones de carne de pollo sirve como mecanismo de protección a la producción nacional y reduce el consumo. El objetivo fue evaluar el efecto de un escenario de restricción de importaciones sobre producción y consumo de carne de pollo en canal en México, de forma regional, en 2016. El país se dividió en ocho regiones productoras y ocho consumidoras: noroeste, norte, noreste, centro-oeste, centro-este, sur, oriente y península. Se utilizó un modelo de equilibrio espacial con programación no lineal. Bajo condiciones óptimas el modelo subestimó a la producción nacional en 0.04%, sobreestimó importaciones por el PI1 en 0.41%, las subestimó en 0.17% por el PI2 y subestimó el consumo en 0.02%, con un Valor Social Neto (VSN) óptimo de 2,242.7 miles de millones de pesos (MMDP). En relación con el modelo óptimo, restringir importaciones de carne de pollo protegería producción nacional en 24.38%, reduciría consumo nacional en 5.32%. Los precios al productor y al consumidor se incrementarían y el VSN (2,017.6 MMDP) disminuiría en 10.22%. Se concluye que, en las condiciones planteadas, a nivel regional el mercado mexicano de carne de pollo en canal es sensible a una economía cerrada a las importaciones de esta carne, protege a productores nacionales, desprotege a consumidores y el bienestar de la sociedad se reduce.

Palabras clave: actividad avícola, modelo de optimización, restricción de importaciones, Valor Social Neto.

* Los autores están adscritos a la Universidad Autónoma del Estado de México-Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Correo electrónico: <samrere@hotmail.com>.

Abstract

A restriction on imports of chicken meat serves as a protection mechanism for domestic production and reduces consumption. The objective was to evaluate the effect of an import restriction scenario on production and consumption of chicken meat in carcasses in Mexico regionally in 2016. The country was divided into eight producing regions and eight consumers: Northwest, North, Northeast, Center-West, Center-East, South, East and Peninsula. A spatial equilibrium model with non-linear programming was used. Under optimal conditions the model underestimated national production by 0.04%, overestimated imports by P11 by 0.41%, underestimated them by 0.17% by P12 and underestimated consumption by 0.02%, with an optimal Net Social Value (vsn) of 2,242.7 billions of pesos (mmdp). Regarding the optimal model, restricting imports of chicken meat would protect national production at 24.38%, reduce domestic consumption by 5.32%. Producer and consumer prices would increase and the vsn (2,017.6 mmdp) would decrease by 10.22%. It is concluded that under the proposed conditions, at the regional level, the Mexican market for poultry meat is sensitive to an economy closed to imports of this meat, protects domestic producers, protects consumers and the welfare of society is reduced.

Key words: poultry activity, optimization model, imports constrained, Social Net Value.

INTRODUCCIÓN

Una economía cerrada se caracteriza porque no hay flujos comerciales de un país con el resto del mundo. En México, el modelo de sustitución de importaciones surgió como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial, debido a la gran depresión por la que atravesaba el país, al igual también surge por problemas de balanza de pagos de los países subdesarrollados y su deseo de industrializarse.

México, para impulsar su economía, reorientó el proyecto de desarrollo nacional dando lugar a una estrategia de industrialización conocida como “modelo de sustitución de importaciones”, que consistió en sustituir artículos manufacturados, de procedencia extranjera que hasta ese momento habían satisfecho el consumo local, por artículos de la misma naturaleza fabricados por la industria nacional. El modelo y sus directrices desaparecieron al inicio de los setenta y nuevamente se adoptó el esquema de apertura comercial (Gestiópolis, 2018).

Esta investigación no analiza un modelo de sustitución de importaciones total, ni los efectos de una completa economía cerrada debido a las ineficiencias que

la misma produce, sino la situación de un escenario especial de no importar un producto de la canasta básica, con sus respectivos efectos en el mercado nacional, propio del producto, como la carne de pollo, debido al riesgo de importar carne de pollo contaminada (UNA, 2018b).

En México, la avicultura comercial es la más dinamizada de la ganadería nacional, por su crecimiento en producción, consumo y por el grado mayor de integración en relación con otros sectores pecuarios (Medina *et al.*, 2012), aspectos que le permiten ser la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal (UNA, 2018a).

De 1996 a 2016, la producción mexicana de carne de pollo registró una tasa de crecimiento medio anual (TCMA) de 4.55%. En 1996, el volumen fue 1.26 millones de toneladas (t) y en 2016, de 3.07 millones. Con base en la regionalización de Bassols (1992), las regiones mexicanas de centro-occidente y la de oriente contribuyen, en mayor medida, al volumen total nacional de carne de pollo en canal.

En el mismo periodo, el consumo nacional aparente (CNA) aumentó 5.21%, al pasar de 1.39 a 3.84 millones de t en el último año, resultado del incremento en la producción nacional y precios asequibles, que consolidó la posición de la carne de pollo como la proteína preferida de consumidores mexicanos. Esa diferencia de volúmenes se cubrió por importaciones, cuyo aumento promedio anual fue 7.66%, y representaron alrededor de 18% del consumo de este producto en México (FIRA, 2016).

Los precios de la carne de pollo en México presentaron una ligera tendencia al alza entre 2012 y 2014, a causa del brote de influenza aviar que se presentó en junio de 2012 en Jalisco y que afectó la producción de esta carne. Así, en ese trienio, se observó un incremento de 4.68% en el precio de la carne de pollo en términos reales. En 2015, el precio de este producto se redujo 7.53%, debido a mejoras en las condiciones de producción y control de la gripe aviar, adicional al decremento de los precios de los principales granos forrajeros en el mercado internacional, que contribuyó a una disminución de los costos de producción de esta especie pecuaria (FIRA, 2015).

Ante el comportamiento diverso de la producción y consumo de carne de pollo en México, es importante medir el efecto sobre las principales variables económicas del mercado, que tendría una total restricción de las importaciones de este producto desde un ámbito regional, a fin de generar indicadores que contribuyan a orientar a que los constructores de políticas públicas dispongan de herramientas mayores que les apoyen en conocer la influencia de este escenario, así como en el diseño de programas de apoyo a esta actividad.

Por lo anterior, el objetivo fue evaluar el efecto de cero importaciones (economía cerrada) de carne de pollo y su magnitud en el mercado de esta carne en México, de forma regional, sobre producción, consumo, precios al productor y al consumidor, en distribución regional-nacional y en la medida de bienestar conocida como valor social neto (VSN), con datos de 2016. La hipótesis considera que restringir importaciones de carne de pollo hacia México, beneficiaría a productores, perjudicaría consumidores nacionales y al bienestar de la sociedad a través de una reducción del VSN, en relación con una situación óptima o de modelo óptimo. Con tal restricción, los precios al productor y al consumidor aumentarían y la política significaría una medida de protección a productores nacionales de esta carne.

MATERIALES Y MÉTODO

Se analizó el mercado regional de carne de pollo en canal en México, sin considerar importaciones (economía cerrada, es decir con restricción de importaciones), mediante un modelo de equilibrio espacial de precios endógenos, con programación no lineal.

Con base en Bassols *et al.* (1992, 43), el país se dividió en ocho regiones productoras y ocho regiones consumidoras (Cuadro 1).

Cuadro 1
Regiones y entidades de México

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

Fuente: Bassols *et al.* (1992).

Para lo anterior, se utilizó un modelo de equilibrio espacial de precios endógenos (modelo espacial), con programación no lineal (programación cuadrática), sin almacenamiento. La función objetivo (función de VSN) describe una situación de optimización que consiste en maximizar el área bajo las curvas de demanda, menos el área bajo las curvas de oferta, menos los costos nacionales de comercialización de la carne de pollo en canal en México, sujeta a restricciones de oferta y demanda. El modelo de precios endógenos se aplicó al mercado de la carne de pollo en canal en México, con datos observados en 2016.

Takaya y Judge (1964, 67) afirman que en modelos de esta naturaleza, suponen la existencia de regiones productoras y regiones consumidoras que comercian un bien o producto homogéneo, carne de pollo en canal. Esas regiones se hallan separadas por los costos de transporte, pero no aisladas entre sí.

En la determinación del VSN fue necesaria la definición endógena de precios, por lo que fue imprescindible el empleo de la función inversa de la demanda (Martínez y Hernández, 2012, 404), que para la región i fue:

$$P_{di} = P_{di}(Y_{di}) = \lambda_{di} + \omega_{di} Y_{di}; \omega_{di} < 0 \quad (1)$$

Donde:

P_{di} = precio de demanda de carne de pollo en canal en la región i , en pesos por tonelada.

Y_{di} = cantidad demandada de carne de pollo en canal, en la región i , en toneladas.

λ_{di} = intercepto de la función de demanda de carne de pollo en canal en la región i .

ω_{di} = pendiente de la función de demanda de carne de pollo en canal en la región i .

De igual forma, para la región i la función inversa de la oferta de carne de pollo en canal, fue:

$$P_{si} = P_{si}(X_{si}) = V_{si} + \eta_{si} X_{si}; \eta_{si} > 0 \quad (2)$$

Donde:

P_{si} = precio de oferta de carne de pollo en canal, en la región i , en pesos por tonelada.

X_{si} = cantidad ofrecida de carne de pollo en canal en la región i , en toneladas.

V_{si} = intercepto de la función de oferta de carne de pollo en canal en la región i .

η_{si} = pendiente de la función de oferta de carne de pollo en canal en la región i .

El área bajo la curva de demanda (ABCD) de carne de pollo, se obtuvo al integrar la función inversa de la demanda en el intervalo que va desde 0 hasta Y_{di} , (donde Y_{di} es la cantidad óptima por obtener):

$$ABCD = \int_0^{Y_{di}^*} (\lambda_{di} + \omega_{di} Y_{di}) dY_{di} = \lambda_{di} Y_{di}^* + \frac{1}{2} \omega_{di} Y_{di}^{*2} \quad (3)$$

El área bajo la curva de oferta (ABCO), de carne de pollo en canal, en el intervalo de 0 a X_{si}^* , (donde X_{si}^* es la cantidad óptima a obtener), se obtuvo de la siguiente manera:

$$ABCO = \int_0^{X_{si}^*} (v_{si} + \eta_{si} X_{si}) dX_{si} = v_{si} X_{si}^* + \frac{1}{2} \eta_{si} X_{si}^{*2} \quad (4)$$

Al incorporar los costos de transporte entre cada una de las regiones, la función de bienestar social, conocida como VSN para la n -región, fue:

$$MaxVSN = \left[\sum_{i=1}^8 \left(\lambda_{di} Y_{di} + \frac{1}{2} \omega_{di} Y_{di}^2 \right) - \sum_{i=1}^8 \left(v_{si} X_{si} + \frac{1}{2} \eta_{si} X_{si}^2 \right) \right] - \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 X_{ij} T_{ij} \quad (5)$$

Donde:

X_{ij} = es la cantidad transportada de la región i a la región j (\$/t) de carne de pollo en canal.

T_{ij} = Costo de transporte de la región i a la región j (\$/t) de carne de pollo en canal.

$\lambda_{di} > 0$ y $V_{si} > 0$. Otros componentes del modelo fueron las restricciones de demanda y de oferta. Las primeras, requirieron que la suma de la cantidad transportada de carne de pollo en canal a la región i , sea mayor o igual que la cantidad demandada en dicha región. Esto es:

$$Y_{di} \leq \sum_{j=1}^8 X_{ij}, \text{ para toda } i \quad (6)$$

Las restricciones de oferta, requirieron que la suma de la cantidad transportada de carne de pollo en canal, fuera de la región i , sea menor o igual a la producción total de esta carne de pollo en dicha región:

$$X_s \geq \sum_{j=1}^8 X_{sj}, \text{ para toda } i \quad (7)$$

Las condiciones de no negatividad, implican que $X_{si} \geq 0$, $Y_{di} \geq 0$ y $X_s \geq 0$. Se tienen, por tanto, tres variables dentro del modelo: oferta y demanda en cada región (pues una vez que éstas se obtienen, puede estimarse el precio a través de la función inversa) y flujos comerciales entre regiones.

DATOS

La información por entidad federativa sobre producción de carne de pollo en canal se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016); después, se sumó la producción de cada entidad para obtener el dato del volumen regional.

$$S_i = Q_i$$

El consumo (demanda) de carne porcina en canal de cada una de las ocho regiones del país, se obtuvo como sigue: la población de cada estado (INEGI, 2018) se multiplicó por la disponibilidad per cápita reportada para la zona, proveniente de la Unión Nacional de Avicultores (UNA, 2018a); después, se sumó el consumo de cada uno de los estados que integraron cada región.

El precio regional de carne de pollo en canal se obtuvo con el precio de cada entidad que integró la región, mismo que se ponderó con la producción (Sagarpa, 2017). El costo de transporte dentro y entre regiones se calculó al multiplicar la distancia (kilómetros) por el costo por kilómetro (km). Las distancias en kilómetros (km) provinieron de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes punto a punto (SCT, 2016). Se consideró cada capital de la entidad federativa como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. El transporte de pollo *in vivo* es especializado y tuvo un costo por kilómetro de 41 pesos en el momento de la investigación, el cual se obtuvo a través de entrevista a una empresa que realiza servicios de transporte de carga especializada.

En las ecuaciones de oferta y demanda regionales de carne de pollo se utilizaron elasticidades de precio de la demanda y precio de la oferta regionales inelásticas estimadas a través de modelos de regresión lineal múltiple para el periodo 1996-2016. Las funciones precio-cantidad se calcularon como lo indicaron Alston *et al.* (1995, 525) y Kawaguchi *et al.* (1997, 856).

Primero se obtuvo el modelo base, conocido como modelo óptimo, y los resultados tanto a nivel regional como nacional sobre producción, consumo e importaciones y el VSN. Una diferencia porcentual de estimación entre el modelo base y los datos observados menor a 10% se considera como aceptable para realizar el análisis de los escenarios de política. Si tal diferencia resulta negativa/positiva, entonces el modelo subestima o sobreestima los resultados. Una vez estimado y validado el modelo óptimo, se procedió a realizar el análisis con el escenario de restricción de importaciones.

Para el modelo base, el precio de la carne de pollo importada fue 25 \$/kg mismo que se sumó al costo de transporte de los puntos de internación PI1 y PI2. La información secundaria se procesó y los resultados se obtuvieron con el procedimiento MINOS, contenido en el software GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2 para Windows 8, Office 2013 y con base en Rosenthal (2008, 207).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por las características de la investigación, no fue posible localizar trabajos con metodologías similares; sin embargo, se realizó el máximo esfuerzo por explicar los resultados de acuerdo con la teoría económica. Al contrastar los datos observados (Cuadro 2), es decir, la información gubernamental, con los resultados de modelo óptimo, resultó que este último subestimó a la producción nacional y regional en 0.1%, pues el volumen nacional de producción óptima de carne de pollo en canal fue menor al observado en 3,057 t, lo cual significa que la salida del modelo óptimo fue suficientemente cercana a lo observado en ese año (2016), por lo que las conclusiones que de él se deriven deben considerarse aceptables, así como las recomendaciones sobre aplicación del escenarios de política.

El modelo base sobreestimó el consumo nacional y regional en 0.02%, al pasar de 4,040.2 miles de t, como lo observado en 2016, a 4,039.3 t dadas por el modelo. El modelo sobreestimó a las importaciones de carne de pollo en canal en 22.8%, pues el volumen observado fue menor que el del modelo equivalente a 2,202 t. Bajo condiciones óptimas, dadas por el modelo, una alternativa de política pecuaria en favor del bienestar social podría sugerir una reducción regional en la producción y consumo de carne de pollo en canal, y la maximización del VSN implicaría que, específicamente, las regiones CE, CO, NR y PE habrían de equilibrar sus volúmenes de producción hacia a una reducción de 29,875, 16,305, 9,709 y 4,366 t (Cuadro 2).

La política del modelo base o modelo óptimo habría de reducir el consumo nacional (producción más importaciones) de carne de pollo en canal en 0.02% (70,853 t). En otras palabras, lo que sugiere el modelo es generar una redistribución de estas tres variables (producción, importaciones y consumo) del mercado, que se considera como óptima, una vez que el VSN fue superior al observado en 4.73 miles de millones de pesos (MDP). Esa redistribución geográfica significa, por un lado, reducir en términos que no se consideran tan perceptibles, producción y consumo total tanto nacional y regional, en aras de incrementar el nivel de bienestar social (VSN).

Como ejemplo, la disminución de la producción de carne de pollo en canal en cada una de las regiones, se solucionaría al incrementar en poco más de dos mil t las importaciones de esta carne, sugeridas por el modelo, con el fin de compensar el decremento en la producción y en el consumo. El modelo, lo que maximiza es el valor de las importaciones y precio del producto doméstico del nivel observado a un nivel óptimo, las regiones que tendrían un decremento mayor en su consumo de carne de pollo en canal, serían la CE, OR, SU y OC (Cuadro 2).

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN NACIONAL DE CARNE DE POLLO EN CANAL

Bajo condiciones óptimas, la maximización del VSN sugiere que la distribución de la carne de pollo en canal se realice como se observa en el Cuadro 3. De las ocho regiones, sólo tres (NO, NE y PE) consumen 100% de la producción de carne de pollo, sin recibir producto de otras regiones con excedentes. Las cinco regiones restantes son excedentarias; una fracción de la producción se consume en la misma región y la diferencia se envía hacia otras regiones.

Cuadro 2
México. Mercado de la carne de pollo en canal, 2016.
Modelo base

<i>Región</i>	<i>Observado</i>	<i>modelo base</i>	<i>Cambio</i>	<i>Cambio %</i>
Producción (t)				
Noroeste (NO)	193,736	193,656	-80	-0.04
Norte (NR)	457,364	447,655	-9,709	-2.17
Noreste (NE)	82,570	81,161	-1,409	-1.74
Centro-Occidente (CO)	958,835	942,530	-16,305	-1.73
Centro-Este (CE)	683,909	713,784	29,875	4.19

Continúa...

<i>Región</i>	<i>Observado</i>	<i>modelo base</i>	<i>Cambio</i>	<i>Cambio %</i>
Sur (SU)	190,056	189,789	-267	-0.14
Oriente (OR)	355,020	354,224	-796	-0.23
Península de Yucatán (PE)	156,387	152,021	-4,366	-2.87
Importaciones (t)				
Punto de internación 1	654,367	657,079	2,712	0.41
Punto de internación 2	307,937	307,427	-510	-0.17
Consumo (t)				
Noroeste (NO)	372,659	380,597	7,938	2.09
Norte (NR)	424,636	427,544	2,908	0.68
Noreste (NE)	289,367	289,295	-72	-0.03
Centro-Occidente (CO)	686,364	685,024	-1,340	-0.20
Centro-Este (CE)	1,329,972	1,323,202	-6,770	-0.51
Sur (SU)	429,969	428,295	-1,674	-0.39
Oriente (OR)	355,161	353,347	-1,814	-0.51
Península de Yucatán (PE)	152,054	152,021	-33	-0.02
VSN (MDP)	2,242,607	2,247,332	4,725	0.21

Fuente: elaboración propia, con base en la salida de la validación del modelo 2018, con datos de 2016.

Así, la región CO (Centro-Occidente), una de las más dinámicas en producción de carne de pollo en México (Rebollar *et al.*, 2016a; Rebollar *et al.*, 2018a); por tanto, la segunda más demandante y primera productora de granos (Rebollar *et al.*, 2018b), por ejemplo sorgo (Rebollar *et al.*, 2004; Rebollar *et al.*, 2016b), del total de su producción, 72.7% lo consume en la misma región y el resto lo exporta (envía) hacia la región CE. La región CE, cuyas entidades se ubican en el centro de México, es la región mayor consumidora de carne de pollo, como lo afirman Rebollar *et al.* (2018a). De 1,323.2 miles de t de carne de pollo que se consume al año, 53.9% se producen en la misma región, 27.8% es carne importada que ingresa por el Punto de Internación 1 y la diferencia la recibe de las regiones CO, NR y NE de México.

De acuerdo con los resultados del modelo base o modelo óptimo, la región PE (Campeche, Yucatán y Quintana Roo) es autosuficiente en carne de pollo, pues 100% de la producción se consume en la misma región y no recibe producto de ninguna otra región del país ni de importación (Cuadro 3).

Cuadro 3
México. Matriz de abasto y distribución de carne de pollo en canal,
bajo condiciones óptimas, 2016

Región	NO	NR	NE	CO	CE	SU	OR	PE	Total
NO	193,656								193,656
NR		307,058			140,597				447,655
NE					81,161				81,161
CO				685,024	257,506				942,530
CE					476,154	237,630			713,784
SU						189,789			189,789
OR						877	353,347		354,224
PE								152,021	152,021
PI1			289,295		367,784				657,079
PI2	186,942	120,485							307,427
Total	380,598	427,543	289,295	685,024	1,323,202	428,296	353,347	152,021	4,039,326

Fuente: elaboración propia con datos del modelo base 2016.

ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON CERO IMPORTACIONES

Las importaciones de carne de pollo en México incrementan el volumen disponible de este producto en el país y perjudican la oferta (Rebollar *et al.*, 2018a); sin embargo, bajo un escenario con restricción de entradas de esta carne hacia México, el efecto es que la producción nacional y regional se ve favorecida al aumentar en relación con el modelo base.

Bajo el escenario de restricción de importaciones de carne de pollo hacia México (es decir, de proteger a productores nacionales), el efecto en todo el país se traduciría en un incremento de 24.40% en la producción nacional de esa carne. Todas las regiones habrían de incrementar la producción de carne de pollo, en especial la región NE (Nuevo León y Tamaulipas), aumentaría en 141% el volumen de carne de pollo, debido a la influencia con el Punto de Internación 1 (que es por donde ingresa el volumen mayor de importaciones de carne de pollo) (SIAP, 2018). Esta región es la que más sorgo grano produce en el ciclo otoño-invierno en relación con el país y la que registró el mayor volumen de ingreso del sorgo

importado de Estados Unidos (Rebollar *et al.*, 2016c). Las regiones CE, PE y CO aumentarían la producción de carne de pollo en 42.81, 33.11 y 23.01%.

Por su parte, el efecto de cero importaciones de carne de pollo hacia México haría decrecer el consumo nacional en 5.32%, equivalente a 70,853 t de carne, en relación con el del modelo base. Las regiones que habrían presentado el mayor efecto en la reducción del consumo de carne de pollo son NO, CO, OR y NR en 9.88, 7.75, 6.95 y 6.79%, respectivamente, y la región que menos se vería afectada por la política de restricción de importaciones sería la PE, debido a su situación de autosuficiencia en el mercado de esta carne (Cuadro 4).

Adicionalmente, la sociedad se vería afectada por los efectos de esta política, pues el VSN disminuiría en 10.22%, en comparación con el del modelo base, equivalente a dejar de percibir 230 millones de pesos (MDP) (Cuadro 4).

EFFECTOS EN LOS PRECIOS AL CONSUMIDOR Y AL PRODUCTO DE CARNE DE POLLO

De acuerdo con los resultados del Cuadro 5, una política de restricción a las importaciones de carne de pollo en México beneficiaría a productores nacionales con precios más altos por el producto y perjudicaría a los consumidores al pagar un precio más alto, en relación con el del modelo base. En todas las regiones, los consumidores pagarían un mayor precio por la carne de pollo por el efecto de la política. Por ejemplo, los compradores de la región CE, que donde se ubica el mayor número de consumidores, pagarían un precio 52.9% superior al del modelo óptimo o modelo base; es decir, 14,790 \$/t de carne más en relación con el modelo base. En contraste, los consumidores de la región de la PE serían los menos afectados por la política, debido a que pagarían sólo 18.85% adicional al precio en relación con el del modelo base.

Los consumidores de la región NE (Nuevo León y Tamaulipas), debido a la ubicación del punto de internación con mayor entrada de carne de pollo, pagarían un precio menor (39.01%) por el producto, en relación con el que pagarían los consumidores del centro del país (Cuadro 5).

Cuadro 4
México. Efectos de una política de restricción de importaciones de carne de pollo, 2016

<i>Región</i>	<i>Modelo base</i>	<i>Sin importaciones</i>	<i>Cambio %</i>
Producción (t)			
Noroeste (NO)	193,656	193,841	0.10
Norte (NR)	447,655	489,063	9.25
Noreste (NE)	81,161	195,584	140.98
Centro-Occidente (CO)	942,530	1,159,628	23.03
Centro-Este (CE)	713,784	1,019,328	42.81
Sur (SU)	189,789	194,617	2.54
Oriente (OR)	354,224	369,967	4.44
Península de Yucatán (PE)	152,021	202,349	33.11
Importaciones (t)			
Punto de internación 1	657,079	0	
Punto de internación 2	307,427	0	
Consumo (t)			
Noroeste (NO)	380,597	342,995	-9.88
Norte (NR)	427,544	398,534	-6.79
Noreste (NE)	289,295	277,559	-4.06
Centro-Occidente (CO)	685,024	631,914	-7.75
Centro-Este (CE)	1,323,202	1,278,416	-3.38
Sur (SU)	428,295	416,514	-2.75
Oriente (OR)	353,347	328,777	-6.95
Península de Yucatán (PE)	152,021	149,668	-1.55
VSN (MDP)	2,247,332	2,017,588	-10.22

Fuente: elaboración propia, con resultados del modelo con restricción de importaciones, 2016.

Cuadro 5
México. Efectos de la restricción de importaciones, sobre precios al productor y al consumidor de carne de pollo, 2016.
Cifras en pesos por tonelada

Región	Modelo base		Economía cerrada	
	Al productor	Al consumidor	Al productor	Al consumidor
NO	24,608	27,960	39,496	42,750
NR	27,940	29,200	37,630	38,890
NE	28,089	28,300	38,845	39,340
CO	29,031	29,710	37,281	37,960
CE	30,016	30,550	38,266	38,800
SU	30,093	31,700	38,343	39,950
OR	29,859	30,720	38,108	38,970
PE	30,696	31,250	36,585	37,140

Fuente: elaboración propia con resultados del modelo base y del modelo con restricción de importaciones de carne de pollo, 2016.

CONCLUSIONES

En las condiciones bajo las que se planteó y desarrolló esta investigación, se puede confirmar que las bondades del modelo y sus resultados sí se acercan y verifican la realidad tanto de la actividad avícola como el impacto monetario favorable para productores, desfavorable a consumidores y en el bienestar de la sociedad. Una política de economía cerrada a las importaciones mexicanas de carne de pollo reduciría el bienestar de la sociedad a través de un menor VSN con referencia al modelo óptimo y al nivel observado en el periodo de análisis. Esa política comercial fungiría como mecanismo de protección en beneficio de la producción nacional y regional de carne de pollo, y se asume como viable en favor de ese sector, siempre y cuando la política económica sea en beneficio de los productores.

REFERENCIAS

- Alston, J. M., Norton, W. & Prdey, G. (1995). Science under scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- Bassols, B.A. (1992). Formación de regiones económicas. Geografía Económica de México. 1a reimpresión, Trillas, México, D. F.
- FIRA (2015). Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, Avicultura Carne: 2015. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61946/Panorama_Agroalimentario_Avicultura_Carne_2015.pdf (22 agosto 2016).
- FIRA (2016). Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, Avicultura Carne: 2016. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200631/Panorama_Agroalimentario_Avicultura_Carne_2016.pdf (22 junio 2017).
- Gestiópolis (2018). Modelo de sustitución de importaciones en México. <https://www.gestiopolis.com/modelo-de-sustitucion-de-importaciones-en-mexico/> (14 mayo 2018).
- INEGI (2018). Población de México: Número de habitantes. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/default.aspx?tema=P> (15 febrero 2018).
- Kawaguchi, T., Susuki N. & Kaiser M. (1997). A Spatial equilibrium model for imperfectly competitive milk markets. *Am. J. Agric. Econ.* 79: 851-859.
- Medina, C.J.C., Rejón, Á.M.J. y Valencia, H.E.R. (2012). Análisis de rentabilidad de la producción y venta de pollo en canal en el municipio de Acanceh, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 30: 909-919.
- Rebollar, R. S., García, S. J. A., Martínez, D. M. A., Salas, G. J. M. (2004). Evaluación de la política comercial sobre el mercado del sorgo en México. 2000. *Agrociencia* 38 (2): 249-260.
- Rebollar, R.A., Rebollar, R.S., Gómez, T.G., Hernández, M.J., González, R.F.J. (2016a). Crecimiento y especialización regional del sector pecuario en México, 1994-2013. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7(3): 391-403.
- Rebollar, R.S., Hernández, M.J., González, R.F.J., García, M.A. (2016b). Política cambiaria y sustitución del maíz sobre el mercado del sorgo (*Sorghum vulgare Pers*) en México, 2013. *Revista Debate Económico* 13: 1-12.
- Rebollar, R.E., Rebollar, R.S., Guzmán, S.E., Gómez, T.G. (2018a). Efecto de las importaciones en la oferta regional de carne de pollo en México, 1996-2016. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Artículo *in* Prensa.

- Rebollar, R.E., Hernández, M.J., Rebollar, R.A., Gómez, T.G. Rebollar, R.S., González, R.F.J. (2018b). Participación y especialización regional de los granos de consumo pecuario en México, 2003-2013. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. Artículo *in* Prensa.
- Rebollar, R.S., Hernández, M.J., González, R.F.J., García, M.A. (2016c). Efecto de una política de importaciones sobre el mercado del sorgo (*Sorghum vulgare Pers*) en México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 38: 229-240.
- Rosenthal, E.R. (2008). GAMS. A User's Guide. GAMS Development Corporation. WA, USA.
- SCT (2016). Rutas punto a punto. <http://www.sct.gob.mx/rutas punto a punto> (20 agosto 2016).
- Sagarpa (1999). Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/28/sitpollo09.pdf> (19 mayo 2017).
- SIAP (2018). Consulta por fracciones. Carne de pollo. http://w6.siap.gob.mx/comercio/con_fracciona.php (6 febrero 2018).
- Takayama, T. & Judge G. (1964). Spatial equilibrium and quadratic programming. *J. Farm Econ.* 46 (1): 67-93.
- UNA Unión Nacional de Avicultores (2018). <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/15-panorama/3-avicultura> (5 febrero 2018).
- UNA (2018b). Ante el riesgo de importar pollo contaminado, es necesario cancelar los cupos (de carne de pechuga) para Brasil: UNA. http://www.una.org.mx/index.php/sala-de-prensa/comunicados?option=com_content&layout=edit&id=81 (20 abril 2018).

7.3 Artículo 3

3. Efectos de una cuota compensatoria ad valorem sobre importaciones de carne de pollo en México. Acta Agrícola y Pecuaria 6: E0061011 <https://doi.org/10.30973/aap/2020.6.0061011> (29 de julio de 2020)

Efectos de una cuota compensatoria *ad valorem* sobre importaciones de carne de pollo en México

Effects of an *ad valorem* compensatory quota on chicken meat imports in Mexico

Pedro Hernández-Aguirre¹, Samuel Rebolarr-Rebolarr^{2*}, Germán Gómez-Tenorio², Héctor Hugo Velázquez-Villalva²

¹Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Centro Universitario UAEM, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Carr. Toluca-Tejupilco Km. 67.5, Barrio de Santiago, 51300, Temascaltepec, Estado de México, México.

²Centro Universitario UAEM Temascaltepec, UAEM.

*Autor para correspondencia: srebolarr@uamex.mx

Fecha de recepción:

17 de enero de 2020

Fecha de aceptación:

4 de junio de 2020

Disponible en línea:

29 de julio de 2020

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

RESUMEN

Se evaluó el efecto regional de una cuota compensatoria *ad valorem* de 25.7% en importaciones de carne de pollo en México, con datos de 2018. Para ello, México se dividió en ocho regiones productoras, ocho consumidoras y dos puntos de internación del producto. Se utilizó un modelo de programación no lineal y su visualización sobre producción, importaciones, consumo y en el Valor Social Neto (VSN). Con el modelo base, la producción, las importaciones y el consumo fueron de 3,338,824; 770,050; y 4,108,872 t de carne de pollo y un VSN de 2,491 miles de millones de pesos; con la cuota compensatoria de 25.7%, la producción aumentó 0.3%, el consumo se redujo 1.4%, los precios al productor y al consumidor aumentaron 0.3% y el VSN descendió 0.3%. Se concluye que una cuota compensatoria benefició a productores, pero perjudicó a consumidores nacionales, al pagar un precio mayor, y ocasionó una reducción en el bienestar de la sociedad.

PALABRAS CLAVE

Carne de pollo, tarifa, programación no lineal, Valor Social Neto.

ABSTRACT

We evaluated the regional effect of an *ad valorem* countervailing duty of 25.7% on chicken meat imports into Mexico with data from 2018. Mexico was divided into eight producing regions, eight consumers areas and two points of product entry. We used a non-linear programming model and its visualization on production, imports, consumption and net social value (NSV). With the base model, production, imports and consumption amounted to 3,338,824; 770,050; and 4,108,872 t of poultry meat, and an NSV of 2,491 billion pesos; with the compensatory quota of 25.7%, production increased by 0.3%, consumption decreased by 1.4%, producer and consumer prices increased by 0.3% and the NSV decreased by 0.3%. The conclusion was that producers were benefited by the compensatory quota, national consumers were affected by having to pay a higher price, and the welfare of society was reduced.

KEYWORDS

Poultry meat, tariff, non-linear programming, Net Social Value.

INTRODUCCIÓN

La industria y las actividades productivas desempeñan un papel importante para la economía y el desarrollo de un país, por lo que se vuelve indispensable generar o mantener altos niveles de competitividad y de demanda. Adicionalmente, los gobiernos deben responsabilizarse de mantener a salvo sus industrias de aquellas prácticas que puedan afectar la competencia justa, sobre todo cuando el intercambio comercial con economías fuertemente exportadoras es considerable (Kerr y Loppacher 2004). Por tal razón, se establecen medidas específicas o encaminadas hacia la consecución de este objetivo, como las cuotas compensatorias (Núñez et al. 1999), las cuales se encargan de equilibrar condiciones de competencia entre productores nacionales y exportadores que importan mercancías mediante prácticas desleales de comercio internacional (Kerr y Loppacher 2004; Cruz-Barney 2007). Éste es el caso de la rama de la producción nacional (Saldaña-Pérez 2011) referente a la carne de pollo (pierna y muslo) en México. Las prácticas desleales se refieren a conductas mercantiles que se presentan en intercambios de bienes al aprovechar la apertura de mercados y desregulaciones comerciales en general (Núñez et al. 1999; Witker y Hernández 2005; Cruz-Barney 2007).

En México, la única medida de salvaguardia definitiva que se ha impuesto en contra de las importaciones de pollo originarias de Estados Unidos de América (EUA) es de carácter bilateral (DOF 2002); sin embargo, el 17 de septiembre de 2018, la Secretaría de Economía de México (SE) publicó en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) la resolución final del examen de vigencia de la cuota compensatoria impuesta a importaciones de pierna y muslo de pollo (definidos, técnicamente, como la parte del cuerpo del ave —en este caso, del pollo— que comprende la pierna, el muslo y su unión, excluyendo patas, alas, pechuga y cabeza) (DOF 2018), originarios de Estados Unidos, provenientes de Simmons, Sanderson, Tyson y Pilgrim's Pride, a través de las fracciones arancelarias 0207.13.03 y 0207.14.04 de la TIGGIE (Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación) o de cualquier otra (DOF 2018). En dicha resolución, se dio a conocer la prórroga de la vigencia de la cuota compensatoria por cinco años más, contados a partir del 7 de agosto de

2017, y se asume, de acuerdo con lo estipulado en esa resolución, que en 2022 deberá terminar esa vigencia (SE 2018).

Al respecto, cifras oficiales señalan que México no es autosuficiente en consumo nacional de carne de pollo; pues, mientras que en 1990, el país consumió 1.7 millones de toneladas (Mt), de las cuales, 1.2 millones se produjeron al interior y la diferencia se compró, principalmente de EUA y de Brasil, en 2018, la cifra se incrementó en promedio anual 5.4%, para ubicarse en 2.3 Mt (1.9 millones fueron producción interna, y la diferencia, importaciones). En todo ese periodo, la producción aumentó 3.4% y las compras externas 4.7% (SIAP 2019).

Si bien, debido al TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte), México importa carne de pollo, sobre todo pierna y muslo desde EUA y Brasil con arancel de cero a partir de 2004 (Saldaña-Pérez 2011), desde 2018, productores mexicanos de carne de pollo ejercen presión sobre el Gobierno Federal para que establezca e imponga una cuota compensatoria a importaciones provenientes de EUA, con el argumento de que esa carne entra a México a precios por debajo del costo de producción doméstico, lo cual ha dañado la producción nacional (DOF 2018). Los productores nacionales han presentado al Gobierno (Secretaría de Economía) evidencia de investigaciones previas sobre importaciones a precios *dumping*, con el propósito de que se apruebe la imposición de una cuota compensatoria equivalente a 25.7% (DOF 2018) y, con ello, para el mexicano sea indiferente consumir carne de pollo producida en México o carne importada.

Desde la publicación de la resolución final, las circunstancias esenciales que dieron lugar a la decisión de la SE de imponer cuotas compensatorias no se han modificado. Continuaron las ventas por debajo de los costos de producción de la pierna y el muslo de pollo en EUA, así como las prácticas de discriminación de precios de los avicultores estadounidenses; por ello, al no aplicarse las cuotas compensatorias, las crecientes importaciones mexicanas de dicha carne —producto de los bajos precios de exportación y los grandes excedentes de pierna y muslo en el mercado estadounidense— continuaron causando daño a la rama de la producción nacional de este subproducto pecuario (Saldaña-Pérez 2011; DOF 2018). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación consistió en determinar

el efecto de la aplicación de una cuota compensatoria de 25.7% a importaciones de carne de pollo que lleva a cabo México y sus efectos sobre la producción, importaciones, consumo y precios al productor y al consumidor, tanto por región como en el total nacional, así como en el bienestar de la sociedad, medido por el Valor Social Neto (VSN). La hipótesis principal señala que una cuota compensatoria incrementa la producción de carne de pollo de forma regional y nacional; reduce el consumo y las importaciones de esa carne; incrementa los precios al productor y al consumidor de carne de pollo, y reduce el bienestar de la sociedad, perjudicando a consumidores nacionales de carne de esa ave.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar el efecto de la cuota compensatoria de 25.7% a importaciones mexicanas de carne de pollo, se utilizó un modelo de programación no lineal con funciones inversas de demanda y oferta de carne de pollo (también conocidas como funciones de precios endógenos) (Rebollar-Rebollar et al. 2019c), con datos de 2018. Con base en Bassols (1992), México se dividió en ocho regiones productoras, ocho regiones consumidoras y dos puntos de internación de importaciones de carne de pollo. Las regiones y sus entidades fueron: Noroeste (NO): Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit; Norte (NR): Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí; Noreste (NE): Nuevo León y Tamaulipas; Centro-Occidente (CO): Colima, Jalisco, Aguascalientes, Michoacán y Guanajuato; Centro-Este (CE): Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, Ciudad de México y Estado de México; Sur (SU): Guerrero, Oaxaca y Chiapas; Oriente (OR): Tabasco y Veracruz; Península de Yucatán (PE): Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Referente a los puntos de internación de las importaciones de carne de pollo, el primero de ellos (PI1) se conformó por las aduanas de Colombia, perteneciente al estado de Nuevo León; Nuevo Laredo, Matamoros y Reynosa, en el estado de Tamaulipas, y Piedras Negras, en el estado de Coahuila. Este primer punto registró el ingreso de 68% de la carne importada. El punto de internación dos (PI2) integró las aduanas de Mexicali, Ensenada y Tijuana, ubicadas

en Baja California; Nogales y San Luis Río Colorado, como parte del estado de Sonora, y Ciudad Juárez, perteneciente al estado de Chihuahua. Por este punto ingresó 32% de la importación de carne de pollo (SIAP 2019). Se decidió utilizar la regionalización del país, debido a que el consumo de carne de esta especie pecuaria no es homogéneo en todo el país; éste se lleva a cabo de forma regionalizada (Huerta-Sanabria et al. 2018), y, entre regiones, el consumo no es igual; por tanto, el efecto de variables económicas que lo determinan es distinto en cada una de ellas.

Las ecuaciones

La ecuación de demanda-precio, funcionalmente dependiente de la cantidad demandada (función inversa) (Vázquez-Alvarado y Martínez-Damián 2011;

$$P_{di} = P_{di}(Y_{di}) = \lambda_{di} + \omega_{di}Y_{di}; \omega < 0$$

Rebollar-Rebollar et al. 2019b), para la región i fue:

Donde:

P_{di} = precio de demanda de carne de pollo en canal en la región i , en pesos por tonelada.

λ_{di} = intercepto de la función de demanda de carne de pollo en canal para la región i .

ω_{di} = pendiente de la función de demanda de carne de pollo en canal para la región i .

Y_{di} = cantidad demandada de carne de pollo en canal en la región i , en toneladas.

Para la misma región, la función inversa del modelo de

$$P_{si} = P_{si}(X_{si}) = V_{si} + \eta_{si}X_{si}; \beta > 0$$

oferta es la siguiente:

Donde:

P_{si} = precio de oferta de carne de pollo en canal en la región i , en pesos por tonelada.

V_{si} = intercepto de la función de oferta de carne de pollo en canal en la región i .

η_{si} = pendiente de la función de oferta de carne de pollo en canal en la región i .

X_{si} = cantidad ofrecida de carne de pollo en canal en la región i , en toneladas.

Con lo anterior, la función de cuasi bienestar social para cada región (1) se definió por el área entre la curva de demanda de carne de pollo y el área entre

la curva de oferta, dadas por Y_{di}^* y X_{si}^* , las cuales representan las cantidades óptimas de carne de pollo que es

$$W_i(Q_{si}^*, Q_{di}^*) = \int_0^{Y_{di}^*} P_{di}(Y_{di}) dY_{di} - \int_0^{X_{si}^*} P_{si}(X_{si}) dX_{si} \quad (1)$$

necesario obtener:

Cuando se incorporan los costos de transporte entre regiones, la función de bienestar social (función objetivo) para

$$Max \sum_{i=1}^n \left[\int_0^{Y_{di}^*} P_{di}(Y_{di}) dY_{di} - \int_0^{X_{si}^*} P_{si}(X_{si}) dX_{si} \right] - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} T_{ij} \quad (2)$$

las n regiones (2) se representa de la siguiente manera:

Donde:

X_{ij} = cantidad transportada de carne de pollo de la región i a la región j (\$/t) de carne de pollo en canal.

T_{ij} = costo de transporte de la región i a la región j (\$/t) de carne de pollo en canal.

Componentes adicionales del modelo fueron las restricciones de demanda y de oferta. Las de demanda (3) implican

$$Y_{di} \leq \sum_{j=1}^n T_{ij}, \text{ para toda } i \quad (3)$$

que la suma de la cantidad transportada a la región i debe ser mayor o igual que la demanda de esa región. Esto es:

Las restricciones de oferta (4) implican que la suma de la cantidad transportada fuera de la región i debe ser menor

$$X_{si} \geq \sum_{j=1}^n T_{ij}, \text{ para toda } i \quad (4)$$

o igual a la producción total de carne de pollo de esa región:

Takayama y Judge (1964) y Rebollar-Rebollar et al. (2019b) afirman que en el modelo se asume la existencia de regiones productoras y consumidoras que comercian un bien homogéneo; en este caso, ese bien homogéneo es la carne de pollo en canal. Tales regiones se hallan separadas por los costos de transporte, pero no aisladas entre sí.

$$Max VSN = \sum_{i=1}^8 \left[\lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \omega d Y_d^2 \right] - \sum_{s=1}^{10} \left[V_s X_s + \frac{1}{2} \eta_s X_s^2 \right] - \sum_{s=1}^8 [t_{sd} X_{sd}] - \sum_{s=1}^2 t_{sd} + cuota$$

En su representación matemática, el resultado de la integral de [1] es el modelo matemático como sigue:

La palabra *cuota* en esta última ecuación significa que la cuota compensatoria *ad valorem* se agregó a los costos de transporte relacionados con los puntos de internación o con las importaciones de carne de pollo en canal.

Datos

La información sobre consumo (demanda) de cada una de las ocho regiones del país provino de utilizar el dato de la población de cada estado durante 2018, registrada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO 2018). Después, el dato de población se multiplicó por el consumo per cápita de carne de pollo de 2018, reportado por la Unión Nacional de Avicultores (UNA) (UNA 2018) y se sumó el consumo de cada uno de los estados que integran cada región para generar

el total regional referente a dicho consumo. Por el lado de la oferta, el precio de carne de pollo regional se obtuvo mediante el precio de cada entidad federativa que integró la región, ponderado con la producción de esa misma región; la información provino del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). El precio de la carne de pollo proveniente de Estados Unidos hacia los dos puntos de internación se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIM 2018).

Por su parte, el dato referente al costo de transporte dentro y entre las regiones se calculó al multiplicar la distancia (en kilómetros), por el costo por kilómetro; las distancias se obtuvieron con la herramienta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT 2019); se consideraron las capitales de las entidades federativas como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. En México, la carne de pollo se transporta al movilizar el ave *in vivo*; no se

trasladan canales frías ni canales calientes; por ello, este transporte es especial, en el sentido de que se utilizan cajas específicas donde se colocan las aves. El costo por kilómetro fue de 44 pesos mexicanos en el momento de la investigación, y se obtuvo al consultar los índices de precios en el transporte por carretera de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte; asimismo, se consiguió el dato correspondiente al costo del diésel en la composición porcentual del gasto, para lo cual se consideró la inflación del mismo año. Para estimar las funciones inversas de demanda y oferta de carne de pollo para cada región de México, se utilizó la elasticidad precio de la demanda y elasticidad precio de la oferta regional estimadas por Rebollar-Rebollar et al. (2019), y para los puntos de internación se consideraron las elasticidades estimadas por Vázquez-Alvarado y Martínez-Damián (2011). Las funciones inversas de demanda y oferta de carne de pollo se estimaron de acuerdo con Alston et al. (1995) y Kawaguchi et al. (1997). Dispuesta toda la información oficial sobre carne de pollo en canal, elasticidades, ecuaciones de demanda y oferta, precios al productor, al consumidor, etc., se procedió a estimar el modelo de programación no lineal, conocido como modelo base o modelo óptimo, y los resultados, tanto por región como nacional, sobre producción, importaciones, consumo y en el VSN.

El modelo base u óptimo es aquel estimado sin distorsiones de mercado o aquel al que no se le ha aplicado el análisis de algún tipo de política o escenario (Rebollar-Rebollar et al. 2019b).

Una diferencia porcentual de estimación de la producción, importaciones y consumo entre el modelo base y los datos observados en el año de análisis menor a 10% significa que el modelo estimado es aceptable para llevar a cabo el análisis de escenarios de política. Si tal diferencia en el resultado de la estimación es negativa/positiva, se dice que el modelo ha subestimado o sobreestimado los resultados (Rebollar-Rebollar et al. 2019c). El porcentaje de la cuota compensatoria *ad valorem* de 25.7% (DOF 2018) se aplicó en la matriz del costo por tonelada transportada de las importaciones o sobre el costo de transporte del producto de los dos puntos de internación de la carne de pollo hacia cada una de las regiones del país. Como ejemplo, en el esquema del modelo base, el costo de la carne de pollo importada que se consideró fue de 44.3 pesos,

el cual se sumó al costo de transporte de los puntos de internación uno y dos, y, al agregarle 25.7% como cuota compensatoria, representó un aumento de 11.4 pesos por kilogramo, y un nuevo precio de 55.7 pesos por kilogramo, que se suman (se le agregaron 11.4 pesos por kilogramo) al costo de transporte de la carne de pollo importada de los dos puntos de internación.

Asimismo, el modelo base consideró un costo de transporte del PII a la región NO, en 2018, de 6,949 pesos mexicanos por tonelada; por tanto, con el escenario, ahora el dato que se consideró fue $\$6,949 + \$8,892 = \$15,841$ por tonelada, y así sucesivamente para las regiones Norte, Noreste, Centro-Occidente, Centro-Este, Sur, Oriente y Península. El análisis de resultados del modelo de programación no lineal con el escenario de la cuota compensatoria de 25.7% se hizo sobre producción, importaciones, consumo, precios al productor, precios al consumidor y VSN; éstos se contrastaron con los del modelo base (modelo óptimo), con el objetivo de visualizar e interpretar los efectos del escenario (cuota compensatoria) sobre el mercado de la carne de pollo en México.

Toda la información se procesó con el software Solver MINOS, escrito en el lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2, para Windows, Office 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la información oficial de México, observada durante 2018, el modelo de programación no lineal estimado —conocido como modelo base o modelo óptimo (Rebollar-Rebollar et al. 2019b)— sobreestimó la producción mexicana de carne de pollo en 0.01%; esto es, la maximización del VSN mostró que la producción nacional del modelo óptimo (3,338,824) se ubicó en 451 t de carne de pollo superior al volumen observado (3,338,373 t) de dicha carne en ese año (Cuadro 1).

La sobreestimación en el volumen de producción de ese subproducto pecuario se presentó solamente en tres de las ocho regiones de México, con predominancia en la Centro-Este (CE) (3.2%). Adicionalmente, el modelo subestimó la producción de esa carne en la Península de Yucatán (PE) (-6%), en la Norte (NR) (-1.4%), Centro-Occidente (CO) (-1%), Oriente (OR) (-0.03%) y Noroeste (NO) (-0.04%), cuyos volúmenes reportados fueron menores a los que se observaron

(Cuadro 1). La expresión *subestimó* significa que el resultado del modelo base o modelo óptimo fue menor al dato observado en el año de análisis. En relación con los puntos de internación, el modelo óptimo subestimó el total de importaciones que entraron por el punto de internación uno (PI1) y por el punto de internación dos (PI2) en 3,656 (0.7%) y 3,021 t (1.2%); esto es, para maximizar el VSN, la cantidad de carne de pollo que ingresó por esos dos puntos fue menor a lo que se observó en ese año, es decir, una subestimación total equivalente a 0.9%.

En cuanto al consumo, el modelo base subestimó el total óptimo nacional al observar una diferencia de 8,470 t (0.2%) menos entre el valor estimado por el modelo y el observado en el año de análisis; sin embargo, en cuatro de las ocho regiones, hubo sobreestimación en el consumo, y, en términos relativos,

destacaron la NO (1.4%), CO (0.2%), PE (0.1%) y la NR (0.03%) (Cuadro 1). El VSN óptimo del mercado de carne de pollo en México (el del modelo base) fue mayor al observado en 10%; esto significa que, a nivel nacional, el modelo sobreestimó producción nacional y subestimó tanto las importaciones como el consumo, aunque no fue así a nivel región (Cuadro 1).

Para maximizar el VSN, la estimación del modelo de programación (modelo óptimo) sugirió que el abasto y la distribución óptima de carne de pollo en México, entre regiones, debió efectuarse de acuerdo con lo que se observa en el Cuadro 2. En las filas se ubicaron el volumen de producción y los envíos óptimos de carne de pollo de cada región, y, en las columnas, lo que cada región consumió de esa carne, de tal forma que la suma total de las filas fue igual a la suma total de las columnas.

Cuadro 1. México. Carne de pollo en canal. Modelo base u óptimo. 2018.

Región	Observado	Modelo base	Cambio	Cambio %
Producción (t)				
Noroeste (NO)	203,313	203,241	-72	-0.04
Norte (NR)	471,390	465,039	-6,351	-1.37
Noreste (NE)	68,843	70,701	1,858	2.63
Centro-Occidente (CO)	1,044,478	1,034,013	-10,465	-1.01
Centro-Este (CE)	757,180	782,018	24,838	3.18
Sur (SU)	210,117	210,530	413	0.20
Oriente (OR)	413,467	413,347	-120	-0.03
Península de Yucatán (PE)	169,585	159,935	-9,650	-6.03
Importaciones (t)				
Punto de internación 1	528,174	524,518	-3,656	-0.70
Punto de internación 2	248,553	245,532	-3,021	-1.23
Consumo (t)				
Noroeste (NO)	391,710	397,236	5,526	1.39
Norte (NR)	433,290	433,424	134	0.03
Noreste (NE)	295,680	295,233	-447	-0.15
Centro-Occidente (CO)	691,020	692,101	1,081	0.16
Centro-Este (CE)	1,357,290	1,349,942	-7,348	-0.54
Sur (SU)	433,950	430,814	-3,136	-0.73
Oriente (OR)	352,440	350,187	-2,253	-0.64
Península de Yucatán (PE)	159,720	159,935	215	0.13
VSN (MMDP)	2,242	2,491	249	10.00

Fuente: elaboración propia con resultados del modelo base. MMDP: Miles de millones de pesos. Nota: en este cuadro se utilizaron dos decimales en la última columna para valorar la diferencia del cambio.

El modelo óptimo maximizó el VSN, en contraste con el observado en el año de análisis; así, el VSN óptimo fue superior al observado en 10%, equivalente a 249 billones de pesos. El volumen producido de carne de pollo nacional otorgado por el modelo fue superior al observado en 0.01% (Cuadro 1); el incremento se dio sólo en tres de las ocho regiones de México (CE, NE y SU), con predominancia en la NE. Aquéllas en las que se observó un descenso mayor en la producción de carne de pollo fueron la PE, NR y CO.

El total de importaciones de esta carne asignadas por el modelo base decreció en 0.9% (6,677 t), en relación con el volumen observado durante el año de análisis. El modelo reasignó un volumen menor de carne de pollo por el PII, equivalente a 3,656 (0.7%), y de 3,021 t (1.2%), por el PI2, que no ingresó al país por esas aduanas, debido tanto a las distancias como a costos de transporte del producto hacia los centros de consumo de México (Cuadro 1). De forma similar, la maximización del VSN redujo el consumo óptimo nacional de carne de pollo en 0.2% (8,470 t); esa disminución se observó en las regiones CE, SU, OR y NE (quienes recibieron 100% de las importaciones de carne de pollo que ingresaron por el PII); en tanto que en NO, CO, PE y la NR, el consumo de este producto aumentó. Todas las importaciones de carne de pollo que ingresaron por el PI2 se consumieron solamente en las regiones NE y NR (Cuadro 2).

En relación con el abasto y consumo de carne de pollo (Cuadro 2), el modelo base indicó que la región

NO consumió 401,859 t de carne de pollo; de ese total, consumió todo lo que produjo y recibió producto (49.4%), por medio de importaciones que entraron por el PI2. La región CE fue deficitaria en producción de carne de pollo, pero fue la que más consumió esa carne (33.9 % del total nacional); sin embargo, para solventar su consumo interno (1,407,303 t), la maximización del VSN indicó que esta región tuvo que enviar 20.1% de su producción hacia la región SU de México y, a su vez, recibió carne de pollo de las regiones CO (24.3%), NR (5.9%) y NE (5%) e importaciones que ingresaron por el PII (20.4% de su consumo total) (Cuadro 2). Por su parte, de acuerdo con el modelo base, la región de la PE fue autosuficiente en consumo de carne de pollo, pues todo lo que produjo se consumió en la misma región, no recibió producto de ninguna otra región de México y tampoco hubo importaciones.

Análisis del efecto de la cuota compensatoria *ad valorem*

Como se mencionó, una cuota compensatoria se establece cuando el país que importa demuestra evidencia de que la mercancía ingresó a precios *dumping* o mediante subvenciones (Núñez et al. 1999; Witker y Hernández 2005). Al respecto, México, nunca ha hecho efectiva una cuota compensatoria a importaciones de pierna y muslo de pollo procedentes de los Estados Unidos, Brasil o de cualquier otro país (SR 2019); equivocadamente, impuso una medida de

Cuadro 2. Matriz de abasto y distribución de carne de pollo en México, 2018, cifras en toneladas.

Región	NO	NR	NE	CO	CE	SU	OR	PE	Total
NO	200,406								200,406
NR		433,475			33,901				467,376
NE					71,076				71,076
CO				687,126	342,144				1,029,270
CE					614,054	172,549			786,603
SU						210,032			210,032
OR						49,125	349,495		398,620
PE								159,942	159,942
PII			295,173		287,047				582,220
PI2	198,623	27,655							226,273
Total	399,029	461,130	295,173	687,126	1,348,222	431,706	349,495	159,942	4,131,823

Fuente: elaboración propia, con resultados del modelo base.

salvaguardia bilateral a las importaciones de pollo estadounidense, para tratar de resolver un problema que en el fondo fue de discriminación de precios o de *dumping* (Saldaña-Pérez 2011); por ello, sólo ha publicado resoluciones de exámenes de vigencia (DOF 2002, 2018) en los que determinó no aplicarlas para no sobredimensionar su efecto en el mercado (principalmente en los precios al consumidor), en tanto no se regularicen situaciones derivadas de la contingencia sobre el virus de la Influenza Aviar tipo A, subtipo H7N3, en algunos estados de la nación norteamericana (TIGGIE 2007; DOF 2018).

Con base en las condiciones en las que se planteó esta investigación, si México en algún momento decidiera hacer efectiva la cuota compensatoria de

25.7%, los efectos esperados en el mercado de la carne de pollo son los que se describen a continuación. Con una cuota compensatoria de 25.7%, se estimó que la producción de carne de pollo, tanto nacional como por regiones, aumentaría 0.3%, equivalente a 8,446 t de carne (Cuadro 3).

Sin embargo, las regiones de México que recibieron el mayor impacto debido a la cuota compensatoria fueron la Centro-Este (CE) y la Centro-Occidente (CO), mismas que han tenido más dinamismo en esta actividad pecuaria en México (Rebollar-Rebollar et al. 2019a; Rebollar-Rebollar et al. 2019b). En relación con el modelo base, la cuota compensatoria de 25.7% redujo el volumen nacional de importaciones de carne de pollo en 1.4%, equivalente a 10,755 t; de las cuales,

Cuadro 3. Cuota compensatoria de 25.7% y sus efectos sobre el mercado de la carne de pollo en México, 2018.

Región	Modelo base	Cuota compensatoria 25.7%	Cambio (t)	Cambio %
Producción (t)				
Noroeste (NO)	203,241	203,242	1	0.000
Norte (NR)	465,039	465,487	448	0.001
Noreste (NE)	70,701	71,584	883	0.012
Centro-Occidente (CO)	1,034,013	1,036,849	2,836	0.003
Centro-Este (CE)	782,018	786,010	3,992	0.005
Sur (SU)	210,530	210,596	66	0.000
Oriente (OR)	413,347	413,567	220	0.001
Península de Yucatán (PE)	159,935	159,935	0	0.000
Importaciones (t)				
Punto de internación 1	524,518	517,204	-7,314	-0.014
Punto de internación 2	245,532	242,091	-3,441	-0.014
Consumo (t)				
Noroeste (NO)	397,236	396,965	-271	-0.001
Norte (NR)	433,424	433,114	-310	-0.001
Noreste (NE)	295,233	295,124	-109	0.000
Centro-Occidente (CO)	692,101	691,471	-630	-0.001
Centro-Este (CE)	1,349,942	1,349,394	-548	0.000
Sur (SU)	430,814	430,667	-147	0.000
Oriente (OR)	350,187	349,895	-292	-0.001
Península de Yucatán (PE)	159,935	159,935	0	0.000
VSN (MMDP)	2,491	2,484	-7	-0.003

Fuente: elaboración propia, con resultados del modelo base y de la cuota compensatoria. Nota: se escribieron hasta tres decimales con el propósito de observar el cambio en porcentajes.

7,314 t (68%) dejaron de ingresar por el PI1 y el resto (32%) por el PI2 (Cuadro 3); este resultado es similar al de Trueta-Santiago y Heberth-Hernández (2004), enfocado a que una cuota compensatoria sobre importaciones mexicanas de carne bovina procedentes de EUA, reducen el volumen de las compras externas. Además, con la cuota compensatoria de 25.7%, el consumo total nacional se afectó con una reducción de 0.004% (177 t).

En términos absolutos, el impacto de la cuota compensatoria de 25.7% fue más notorio en las regiones mexicanas del Centro-Occidente (CO) y en la Centro-Este (CE), equivalente a una reducción en el consumo de 630 y 548 t, al considerar que el precio recibido por el productor con el efecto de la cuota compensatoria en esas regiones fue de \$31,881 y \$32,941 por tonelada, en relación con los del modelo base. Así, la pérdida de valor por este subproducto cárnico que se dejó de enviar hacia esas zonas fue cercano a los 40 millones de pesos; en tanto que, en la región de la Península (PE), el impacto de la cuota compensatoria fue nulo, debido a que esa región es autosuficiente en el mercado de la carne de pollo.

Con la cuota compensatoria de 25.7% sobre importaciones de carne de pollo procedentes de EUA, el modelo generó un VSN menor al que se obtuvo con el modelo óptimo, afirmación similar al estudio que efectuaron Núñez et al. (1999) sobre importaciones mexicanas de dos productos chinos. Al aplicarse la medida (la cuota compensatoria), el bienestar de la sociedad —medido por el VSN— fue menor en 0.3%, equivalente a 6.8 mil millones de pesos (Cuadro 3); el resultado concuerda con los hallazgos de Aaron y Pierce (2019) sobre pérdida de bienestar por efectos de cuotas de represalia impuestas por EUA a productos manufactureros chinos. Con referencia al Cuadro 4, con la cuota compensatoria de 25.7% a la carne de pollo en México, tanto los precios al consumidor como al productor se incrementaron, excepto en la región de la Península de Yucatán.

Los precios al productor fueron mayores debido al efecto de la cuota compensatoria sobre la producción nacional y en la producción por región de esta carne; esta afirmación es similar al hallazgo de Villa-Hernández et al. (2019), gracias al cual concluyeron que la aplicación de aranceles a productos agropecuarios provenientes de EUA generó

incrementos de precios en los tres sectores económicos de México, y convergente con Aaron y Pierce (2019), quienes han observado que los precios al productor de EUA aumentaron por efecto de este tipo de cuotas.

Con base en los resultados del modelo base, la cuota compensatoria de 25.7% redujo las importaciones y el consumo de carne de pollo en México, y, en consecuencia, su efecto se observó en un aumento de los precios que pagó el consumidor, por una aparente escasez relativa de esta carne en el mercado. Concordante con estos resultados, Amiti et al. (2019) concluyeron que la incidencia total de las políticas comerciales proteccionistas de EUA durante 2018, cayó sobre consumidores, importadores nacionales y provocó reducción en el ingreso disponible de ese país. A eso se refirió el Gobierno de México cuando decidió no hacer efectiva la aplicación de la cuota compensatoria de 25.7% a las importaciones de carne de pollo (TIGGIE 2007; DOF 2018).

Asimismo, esta cuota disminuyó los precios de la carne que ingresó por los puntos de internación, resultado similar al efecto esperado por la imposición de una cuota compensatoria de 17.5% sobre el consumidor estadounidense de tomate mexicano (Asci et al. 2016; USDC 2019; SE 2019). Así, con la cuota compensatoria de 25.7%, la variable precio al productor del PI1 experimentó una reducción de 29.6% (\$8,784 por t), al pasar de \$29,638 por tonelada sin la cuota compensatoria a \$20,854 con el efecto de la cuota, situación similar con el precio al productor referente al PI2 (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados, con la aplicación de la cuota compensatoria de 25.7% a importaciones de carne de pollo provenientes de Estados Unidos, los productores fueron los beneficiados por el incremento en el volumen de producción nacional y por el incremento de los precios recibidos. En los puntos de internación, la cuota compensatoria redujo los precios al productor, pero perjudicó a consumidores nacionales porque enfrentaron un incremento en los precios pagados por esa carne; lo anterior se tradujo en una pérdida del bienestar de la sociedad, porque, con la cuota compensatoria, el VSN se redujo. Finalmente, el análisis de la cuota compensatoria a importaciones de carne de pollo brinda elementos

Cuadro 4. Efectos de la cuota compensatoria en los precios al productor y al consumidor de carne de pollo en México.

Región	Precios óptimos (\$/t)			
	Modelo base		Cuota compensatoria	
	Consumidor	Productor	Consumidor	Productor
NO	30,510	27,013	30,620	27,121
NR	31,950	30,599	32,060	30,707
NE	30,990	30,759	31,090	30,867
CO	32,500	31,773	32,610	31,881
CE	33,410	32,833	33,520	32,941
SU	34,650	32,916	34,750	33,024
OR	33,590	32,664	33,700	32,772
PE	34,460	33,865	34,460	33,865
PI1		29,638		20,854
PI2		26,534		17,750

Fuente: elaboración propia con resultados del modelo base 2018 y del modelo con la cuota compensatoria en carne de pollo.

que México tendría que considerar si decidiera hacer efectiva la aplicación de dicha cuota.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue producto del proyecto de investigación "Comportamiento de la oferta y demanda regionales de carne de pollo en México", con clave de registro 4217/2016/SF", autorizado por la Universidad Autónoma del Estado de México.

LITERATURA CITADA

- Aaron F, Pierce J. 2019. Disentangling the effects of the 2018-2019 tariffs on a globally connected U.S. manufacturing sector. Finance and economics discussion series 2019-086. Board of Governors of the Federal Reserve System Washington, USA.
- Alston JM, Norton W, Prdey G. 1995. Science under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting. Cornell University Press. Ithaca, USA.
- Amiti M, Redding SJ, Weinstein DE. 2019. The Impact of the 2018 trade war on U.S. price and welfare. Journal of Economic Perspectives 33(4): 187-210. <https://doi.org/10.1257/jep.33.4.187>
- Asci S, Seal J, Onel G, VanSickle J. 2016. US and Mexican tomatoes: Perceptions and implications of the renegotiated suspension agreement. Journal of Agricultural and Resource Economics 42(1): 138-160.
- Avicultura. [internet]. 2018. ¿Se hará efectiva la aplicación de cuotas compensatorias por dumping del pollo? [cited 2019 Nov 3]. Disponible en: <https://www.avicultura.mx/destacado/%C2%BFSe-har%C3%A1-efectiva-la-aplicacion-de-las-cuotas-compensatorias-por-dumping-del-pollo>.
- Bassols BA. 1992. México: formación de regiones económicas. Primera reimpresión. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México, D. F.
- [CONAPO] Consejo Nacional de Población. [internet]. 2018. Proyecciones de la población de los municipios de México, 2015-2030. [cited 2019 Feb 20]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030>.
- Cruz-Barney O. 2007. Antecedentes del sistema contra prácticas desleales de comercio en México. La evolución de las disposiciones *antidumping*. Boletín Mexicano de Derecho Comparado 119: 439-465.
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. [internet]. 2002. Resolución por la que se acepta la solicitud de parte interesada y se declara el inicio de la investigación de medidas de salvaguarda bilateral sobre las importaciones de piernas y muslos de pollo, originarias de los Estados Unidos de América. [cited 2019 Oct 12]. Disponible en: <http://dof.gob.mx/index.php?year=2002&month=11&day=22>.
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. [internet]. 2018. Resolución final del examen de vigencia de la cuota compensatoria impuesta a las importaciones de pierna y muslo de pollo originarias de los Estados Unidos de América, independientemente del país de procedencia. [cited 2019 Oct 13]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5535960&fecha=27/08/2018.
- Huerta-Sanabria S, Arana-Coronado OA, Sagarnaga-Villegas LM, Matus-Gardea JA, Brambila-Paz JJ. 2018. Impacto del ingreso y carencias sociales sobre el consumo de carne en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9(6): 1245-1258.
- Kawaguchi T, Susuki N, Kaiser M. 1997. A Spatial equilibrium model for imperfectly competitive milk markets. American Journal of Agricultural Economics 79: 851-859. <https://doi.org/10.2307/1244426>
- Kerr AW, Loppacher JL. 2004. Anti-dumping in the Doha negotiations-Fairy Tales at the WTO. Journal of World Trade 38(2): 211-244.
- Núñez G, Rodríguez M del R, de la Cruz S. 1999. Cálculo del impacto de una cuota compensatoria en el bienestar de los consumidores: un caso ilustrativo. Estudios Económicos 11(1): 141-160.
- Rebollar-Rebollar E, Gómez-Tenorio G, Rebollar-Rebollar A, Mondragón-Ancelmo J. 2019. Oferta y demanda regional de carne de pollo en México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 10(4): 917-932.
- Rebollar-Rebollar E, Hernández-Martínez J, Rebollar-Rebollar S, Gómez-Tenorio G, Rebollar-Rebollar A. 2019a. Dinámica y especialización regional de la producción de carne de pollo en México, 2004-2017. Investigación y Ciencia 78: 14-22.
- Rebollar-Rebollar E, Rebollar-Rebollar S, Guzmán-Soria E, Gómez-Tenorio G. 2019b. Efecto de las importaciones en la oferta regional de carne de pollo en México, 1996-2016. Tropical and Subtropical Agroecosystems 22: 415-425.
- Rebollar-Rebollar S, Chiatchoua C, Gómez-Tenorio G. 2019c. Efectos de la aplicación de un impuesto en México: caso carne de cerdo. Análisis Económico 34(86): 245-261.
- Saldaña-Pérez JM. 2011. Importaciones de pollo de los Estados Unidos. Un caso de *dumping*, no de salvaguarda. Cultura Jurídica 1: 15-41.
- [SCT] Secretaría de Comunicaciones y Transportes. [internet]. 2019. Rutas punto a punto. [cited 2019 Feb 3]. Disponible en: http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdSolRutas.

- [SE] Secretaría de Economía. [internet]. 2018. Mercancías sujetas a cuotas compensatorias. [cited 2019 Oct 12]. Disponible en: [https://www.derecho.unam.mx/investigacion/publicaciones/revista-cultura/pdf/CJ\(Art_1\).pdf](https://www.derecho.unam.mx/investigacion/publicaciones/revista-cultura/pdf/CJ(Art_1).pdf).
- [SE] Secretaría de Economía. [internet]. 2019. Acuerdo de suspensión del tomate mexicano en Estados Unidos. [cited 2020 Jun 5]. Disponible en: <https://www.gob.mx/se/prensa/comunicado-de-prensa-sobre-el-acuerdo-de-suspension-del-tomate-mexicano-en-estados-unidos?idiom=es>.
- [SR] Senado de la República. [internet]. 2019. Cupo para importar con el arancel-cupo establecido carne de pollo. [cited 2020 May 17]. Disponible en: https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/2/2019-11-14-1/assets/documentos/PA_CAGPDR_Arancel_Cupo.pdf.
- [SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [internet]. 2019. Avance de la producción pecuaria por estado. [cited 2019 Feb 10]. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp.
- [SNIIM] Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. [internet]. 2018. Mercados nacionales pecuarios: Carne de ave. [cited 2019 Ene 20]. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/MenAve.asp>.
- Takayama T, Judge G. 1964. Spatial equilibrium and quadratic programming. *Journal of Farm Economics* 46(1): 67-93. <https://doi.org/10.2307/1236473>
- [TIGGIE] Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación. [internet]. 2007. Tarifa 2007 vigente. [cited 2019 Oct 25]. Disponible en: <http://www.siicex-caaarem.org.mx/Bases/TIGIE2007.nsf/4caa80bd19d9258006256b050078593c/5a3dd5f689a3cbaa862573020072a1ab?OpenDocument>.
- Trueta-Santiago R, Heberth-Hernández J. 2004. Los costos del aperturismo a ultranza: Consecuencias comparativas para los productores mexicanos y norteamericanos. *Revista Mexicana de Agronegocios* 8(14): 221-235.
- [UNA] Unión Nacional de Avicultores. [internet]. 2018. Indicadores económicos. [cited 2019 Feb 20]. Disponible en: <https://una.org.mx/indicadores-economicos/>.
- [USDC] US Department of Commerce. [internet]. 2019. U.S. Department of Commerce Announces a New Draft Suspension Agreement on Fresh Tomatoes from Mexico | U.S. Department of Commerce. [cited 2020 Jun 5]. Disponible en: <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2019/08/us-department-commerce-announces-new-draft-suspension-agreement-fresh>.
- Vázquez-Alvarado JMP, Martínez-Damián MA. [internet]. 2011. Elasticidades de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). [cited 2019 Oct 28]. Disponible en: <http://siafemor.inifap.gob.mx/anec/pdf/descargables/54/54.pdf>.
- Villa-Hernández YA, Kido-Cruz A, Hernández-Silva V, Madrigal-Moreno S. 2019. Efecto de la imposición de aranceles a productos agropecuarios de Estados Unidos en importaciones de México, TLCAN. *Paradigma Económico* 1(11): 163-182.
- Witker J, Hernández S. 2005. Resolución de controversias en materia de *antidumping* y cuotas compensatorias en el TLCAN. *Revista Latinoamericana de Derecho* 2(3): 273-314.

VIII. DISCUSIÓN

Al contrastar los datos observados; es decir, la información gubernamental, con los resultados de modelo óptimo; este último subestimó a la producción nacional y regional; pues el volumen nacional de producción óptima de carne de pollo en canal, fue menor al observado, significa que la salida del modelo óptimo fue suficientemente cercano a lo observado en ese año (2016), por lo que las conclusiones que de él se deriven deben considerarse aceptables, así como recomendaciones sobre aplicación del escenarios de política.

Las importaciones de carne de pollo en México, incrementan el volumen disponible de este producto en el país y perjudican la oferta (Salvatore, 1999:272; Rebollar *et al.*, 2018a); sin embargo, bajo un escenario con restricción de entradas de esta carne hacia México, el efecto es que tanto la producción nacional como regional se ven favorecidas al incrementarse (Salvatore, 1999:272), con relación al modelo base. Una política de restringir las importaciones de carne de pollo en México, beneficiaría a productores nacionales con precios más altos por el producto (Salvatore, 1999:272) y perjudicaría a los consumidores al pagar un precio más alto, con relación al del modelo base. En todas las regiones, los consumidores pagarían un mayor precio (Salvatore, 1999:272) por la carne de pollo por el efecto de la política.

El impacto mayor debido a la cuota compensatoria fueron la Centro-Este (CE) y la Centro-Occidente (CO), mismas que han tenido más dinamismo en esta actividad pecuaria en México (Rebollar *et al.* 2019a; Rebollar *et al.* 2019b). Con relación al modelo base, la cuota compensatoria de 25.7% redujo el volumen nacional de importaciones; resultado alineado con el de Trueta y Heberth (2004) enfocado a que una cuota compensatoria sobre importaciones mexicanas de carne bovina procedentes de EUA, reducen el volumen de las compras externas.

Con la cuota compensatoria de 25.7% sobre importaciones de carne de pollo procedentes de EUA, el modelo generó un VSN menor al que se obtuvo con el modelo óptimo, afirmación similar al estudio que realizaron Núñez *et al.* (1999) sobre importaciones mexicanas de dos productos chinos.

Por un lado, los precios al productor fueron mayores debido al efecto de la cuota compensatoria sobre la producción nacional y en la producción por región de esta carne; afirmación similar al hallazgo de Villa *et al.* (2018) en el que concluyeron que la aplicación de aranceles a productos agropecuarios provenientes de Estados Unidos a México, generó incrementos de precios en los tres sectores económicos de México y convergente con Aaron y Pierce (2019), quienes han observado que los precios al productor de EUA aumentaron por efecto de este tipo de cuotas.

IX. CONCLUSIONES

Diseñar modelos a través de la programación cuadrática, permite proyectar escenarios que son posibles al hacer una utilización óptima de los recursos pecuarios. En México el mercado de la carne de pollo en 2016 no funcionó de manera óptima, debido a que no maximizó el Valor Social Neto. Para maximizar el Valor Social Neto (VSN) el modelo sugirió un incremento de la producción de pollo en México, aunado a una disminución de las importaciones y consumo nacionales. Debido a que la diferencia, a favor, entre lo real (observado en 2016) y el modelo óptimo, estos resultados sirven para fundamentar estrategias de política comercial que permitan la optimización del mercado de la carne de pollo en México.

En las condiciones bajo las que se planteó y desarrolló esta investigación, se puede confirmar que las bondades del modelo y sus resultados sí se acercan y verifican la realidad tanto de la actividad avícola como el impacto monetario favorable para productores, desfavorable a consumidores y en el bienestar de la sociedad. De aplicarse una política de economía cerrada a las importaciones mexicanas de carne de pollo reduciría el bienestar de la sociedad a través de un menor VSN con referencia al modelo óptimo y al nivel observado en el periodo de análisis. Esa política comercial fungiría como mecanismo de protección en beneficio de la producción nacional y regional de carne de pollo y, se asume como viable en favor de ese sector, siempre y cuando, la política económica sea beneficiar a los productores.

Con base en los resultados, con la aplicación de la cuota a importaciones de carne de pollo provenientes de los Estados Unidos, los productores fueron los beneficiados por el incremento en el volumen de producción nacional y por el incremento de los precios recibidos.

En los puntos de internación, la cuota compensatoria redujo los precios al productor; pero perjudicó a consumidores nacionales porque enfrentaron un incremento en los precios pagados por esa carne; lo que se tradujo en una pérdida del bienestar de la sociedad, porque, con la cuota compensatoria, el VSN disminuyó. El análisis de la cuota compensatoria a importaciones de carne de pollo, brinda elementos que México tendría que considerar si decidiera hacer efectiva la aplicación de dicha cuota.

Finalmente, se concluye que una economía cerrada y la implementación de una cuota compensatoria a las importaciones de carne de pollo en México benefician principalmente a la producción nacional y sirven como una herramienta de protección a la actividad económica, es especial al mercado de la carne de pollo en México.

X. REFERENCIAS

1. 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.
2. Aaron F, Pierce J. 2019. Disentangling the effects of the 2018-2019 tariffs on a globally connected U.S. manufacturing sector. Finance and economics discussion series 2019-086. Board of Governors of the Federal Reserve System Washington, USA.
3. 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.
4. Bivings, E. (1997). The seasonal and spatial dimensions of sorghum market liberalization in Mexico. American Journal of Agricultural Economics, 79, pp. 383-393. doi: 10.2307/1244137.
5. CONAPO. Consejo Nacional de Población. (2016). Consejo Nacional de Población. En: <http://www.conapo.gob.mx/>.
6. CONAPO. Consejo Nacional de Población. (2018). Consejo Nacional de Población. En: <http://www.conapo.gob.mx/>.
7. Crammer, G., Wailes, E., and Shui, S. (1993). Impacts of liberalization trade in the world rice market, American Journal of Agricultural Economics, 75, pp. 219-226. doi: 10.2307/1242970.

8. DOF [Diario Oficial de la Federación]. [internet] 2002. Resolución por la que se acepta la solicitud de parte interesada y se declara el inicio de la investigación de medidas de salvaguarda bilateral sobre las importaciones de piernas y muslos de pollo, originarias de los Estados Unidos de América [cited 2019 Oct 12]. Disponible en: <http://dof.gob.mx/index.php?year=2002&month=11&day=22>.
9. DOF [Diario Oficial de la Federación]. [internet]. 2018. Resolución final del examen de vigencia de la cuota compensatoria impuesta a las importaciones de pierna y muslo de pollo originarias de los Estados Unidos de América, independientemente del país de procedencia [cited 2019 Oct 13]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5535960&fecha=27/08/2018
10. FIRA. (2019): Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, Avicultura Carne: 2019 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200631/Panorama_Agroalimentario_Avicultura_Carne_2019.pdf
11. Fuller, S., and C. Hall. 1991. The U.S.-Mexico Free Agreement: Issues and Implications for the U.S. and Texas Fresh Vegetable/ Melon Industry. Texas Agricultural Markets Research Center. Texas A&M University. Research Report No. IM-2-91.

12. García S. J.A. 2006 Notas sobre modelos de equilibrio espacial e intertemporal. Colegio de Postgraduados. Instituto de enseñanza, investigación y extensión en ciencias agrícolas. Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.
13. Huerta-Sanabria S, Arana-Coronado OA, Sagarnaga-Villegas LM. Matus-Gardea JA, Brambila-Paz JJ. 2018. Impacto del ingreso y carencias sociales sobre el consumo de carne en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9 (6): 1245-1258.
14. INEGI. (2016): Población de México: Número de habitantes. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/default.aspx?tema=P>.
15. Kawaguchi, T., Susuki, N., and Kaiser M. (1997). A Spatial equilibrium model for imperfectly competitive milk markets. *American Journal of Agricultural Economics*, 79, pp. 851-859. doi: 10.4236/me.2011.22014.
16. Kerr AW, Loppacher JL. 2004. Anti-dumping in the Doha negotiations- Fairy Tales at the WTO. *Journal of World Trade* 38 (2): 211-244.
17. Krugman, P.R., Obstfeld, M., Melitz, M.J. (2012). *Economía Internacional, Teoría y política*. Novena edición. PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, 2012.
18. Medina, C.J.C., Rejón, Á.M.J. y Valencia, H.E.R. (2012): Análisis de rentabilidad de la producción y venta de pollo en canal en el municipio de Acanceh, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 30:909-919.

- 19.F. Nicholson, *Economic Liberalization, Free Trade and Structural Change: A Spatial Economic Analysis of Mexico's Dairy Sector*, tesis doctoral, Cornell University, 1996.
20. Núñez G, Rodríguez M del R, de la Cruz S. 1999. Cálculo del impacto de una cuota compensatoria en el bienestar de los consumidores: un caso ilustrativo. *Estudios Económicos* 11 (1): 141-160.
21. Rebollar, R.E., Rebollar, R.S., Guzmán, S.E., Gómez, T.G. (2018a): Efecto de las importaciones en la oferta regional de carne de pollo en México, 1996-2016. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.
22. Rebollar-Rebollar E, Rebollar-Rebollar S, Guzmán-Soria E, Gómez-Tenorio G. 2019b. Efecto de las importaciones en la oferta regional de carne de pollo en México, 1996-2016. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 22: 415-425.
23. Rebollar-Rebollar S, Chiatchoua C, Gómez-Tenorio G. 2019c. Efectos de la aplicación de un impuesto en México: caso carne de cerdo. *Análisis Económico* 34 (86): 245-261.
24. Rosenthal, E. R. *GAMS. A User's Guide*. GAMS Development Corporation. Washington, D. C., USA; 2008.
25. SAGARPA. (2016): *Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México*. (2016)
26. Salvatore, D. (1999): *Economía internacional*. 6ta Edición, Pearson, México, D. F.

27. Samuelson, Paul A. (1952), "Economic Theory and Mathematics – An Appraisal", *American Economic Review*, 42(2), pp. 56–66.
28. SCT. (2016): Rutas punto a punto. <http://www.sct.gob.mx/rutas punto a punto> (20 Ago. 2016).
29. SCT [Secretaría de Comunicaciones y Transportes]. [internet]. 2019. Rutas punto a punto [cited 2019 Feb 3]. Disponible en: http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdSolRutas.
30. SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2016.
31. SIAP [Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera]. [internet]. 2019. Avance de la producción pecuaria por estado [cited 2019 Feb 10]. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp.
32. SNIIM 2016. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Secretaría de Economía. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nurvo/mapa.asp>. Accesos el día 15 de Febrero 2017.
33. SNIIM [Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados]. [internet]. 2019. Mercados nacionales pecuarios: Carne de ave [cited 2019 Ene 20]. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/MenAve.asp>.
34. Takayama T, Judge G. 1964. Spatial equilibrium and quadratic programming. *Journal of Farm Economics* 46 (1): 67-93. <https://doi.org/10.2307/1236473>.

35. Trueta-Santiago R, Heberth-Hernández J. 2004. Los costos del aperturismo a ultranza: Consecuencias comparativas para los productores mexicanos y norteamericanos. *Revista Mexicana de Agronegocios* 8 (14): 221-235.
36. UNA [Unión Nacional de Avicultores]. [internet]. 2018. Indicadores económicos [cited 2019 Feb 20]. Disponible en: <https://una.org.mx/indicadores-economicos/>
37. USDA 2016. United States Department of Agriculture <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>. Consultado 13 Noviembre 2017.
38. Villa-Hernández YA, Kido-Cruz A, Hernández-Silva V, Madrigal-Moreno S. 2019. Efecto de la imposición de aranceles a productos agropecuarios de Estados Unidos en importaciones de México, TLCAN. *Paradigma Económico* 1 (11): 163-182.
39. Wilson, W. and Johnson, D. (1995). North American malting barley trade: impacts of differences in quality and marketing costs. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 43(3), pp. 335-353. doi: 10.1111/j.1744-7976.1995.tb00127.x.

XI. ANEXOS

Evaluación del efecto regional y nacional de la aplicación de políticas comerciales a la producción de carne de pollo en México.

Cuadro 2. Precios ponderados por región, México, 2018.

REGIÓN	ESTADOS	PRODUCCIÓN ESTATAL (T)	PRODUCCIÓN REGIONAL (T)	PRECIO	VALOR DE LA PRODUCCIÓN ESTATAL	VALOR DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL	PRECIO PONDERADO
NOROESTE (NO)	Baja California	1,028.78	203,312.92	33.75	34721.325	6,651,689.57	32.7165119
	Baja California Sur	773.86		37.97	29383.4642		
	Sinaloa	132,743.08		35.06	4653972.39		
	Sonora	36,298.24		27.41	994934.758		
	Nayarit	32,468.96		28.91	938677.634		
NORTE (NR)	Chihuahua	2,833.80	471,389.89	29.47	83512.086	15087875.77	32.0072112
	Coahuila	93,479.58		31.06	2903475.76		
	Durango	278,849.50		32.66	9107224.67		
	San Luis Potosí	93,156.02		31.12	2899015.34		
	Zacatecas	3,070.99		30.82	94647.9118		
NORESTE (NE)	Nuevo León	68,503.53	68,843.26	30.53	2091412.77	2102752.958	30.5440643
	Tamaulipas	339.73		33.38	11340.1874		
CENTRO OCCIDENTE (CO)	Aguascalientes	373,666.52	1,044,478.23	33.75	12611245.1	34150712.42	32.696433
	Colima	11,783.57		37.61	443180.068		
	Guanajuato	215,410.71		34.27	7382125.03		
	Jalisco	389,517.61		30.99	12071150.7		
	Michoacán	54,099.82		30.37	1643011.53		
CENTRO ESTE (CE)	Ciudad de México / D.F.	57.95	757,179.92	32.43	1879.3185	24202897.76	31.9645267
	México	95,329.69		34.61	3299360.57		
	Hidalgo	73,459.09		36.10	2651873.15		
	Puebla	186,069.09		28.09	5226680.74		
	Morelos	55,340.09		30.72	1700047.57		
	Querétaro	346,147.92		32.64	11298268.1		
	Tlaxcala	776.09		31.94	24788.3146		
SUR (SU)	Chiapas	186,150.98	210,116.59	32.02	5960554.38	6791443.691	32.322263
	Guerrero	11,598.71		33.38	387164.94		
	Oaxaca	12,366.90		35.88	443724.372		
ORIENTE (OR)	Tabasco	21,642.69	413,466.82	37.98	821989.366	13548437.11	32.7678944
	Veracruz	391,824.13		32.48	12726447.7		
PENINSULA DE YUCATÁN (PE)	Campeche	22,488.66	169,585.38	28.72	645874.315	5942347.203	35.0404451
	Quintana Roo	5,456.41		43.45	237081.015		
	Yucatán	141,640.31		35.72	5059391.87		

Fuente: Elaboración propia con información del SIAP-2019.

Evaluación del efecto regional y nacional de la aplicación de políticas comerciales a la producción de carne de pollo en México.

Cuadro 3. Producción y consumo estatal y regional, México 2018.

REGIÓN	ESTADOS	PRODUCCIÓN ESTATAL (T)	PRODUCCIÓN REGIONAL (T)	CONSUMO ESTATAL (T)	CONSUMO REGIONAL (T)
NOROESTE (NO)	Baja California	1,029	203,313	119,790	391,710
	Baja California Sur	774		27,390	
	Sinaloa	132,743		100,980	
	Sonora	36,298		100,980	
	Nayarit	32,469		42,570	
NORTE (NR)	Chihuahua	2,834	471,390	126,060	433,290
	Coahuila	93,480		101,310	
	Durango	278,850		59,730	
	San Luis Potosí	93,156		93,060	
	Zacatecas	3,071		53,130	
NORESTE (NE)	Nuevo León	68,504	68,843	174,900	295,680
	Tamaulipas	340		120,780	
CENTRO OCCIDENTE (CO)	Aguascalientes	373,667	1,044,478	44,220	691,020
	Colima	11,784		25,080	
	Guanajuato	215,411		196,680	
	Jalisco	389,518		270,270	
	Michoacán	54,100		154,770	
CENTRO ESTE (CE)	Ciudad de México / D.F.	58	757,180	290,070	1,357,290
	México	95,330		580,800	
	Hidalgo	73,459		98,340	
	Puebla	186,069		210,210	
	Morelos	55,340		65,670	
	Querétaro	346,148		68,310	
	Tlaxcala	776		43,890	
SUR (SU)	Chiapas	186,151	210,117	179,520	433,950
	Guerrero	11,599		119,460	
	Oaxaca	12,367		134,970	
ORIENTE (OR)	Tabasco	21,643	413,467	81,180	352,440
	Veracruz	391,824		271,260	
PENINSULA DE YUCATÁN (PE)	Campeche	22,489	169,585	31,350	160
	Quintana Roo	5,456		56,430	
	Yucatán	141,640		71,940	

Fuente: Elaboración propia con información del SIAP-2019.