

# EFFECTOS DE UN ARANCEL *AD VALOREM* SOBRE IMPORTACIONES DE CARNE DE CERDO EN MÉXICO

## EFFECTS OF AN *AD VALOREM* TARIFF ON PORK MEAT IMPORTS IN MEXICO

Samuel **Rebollar-Rebollar**<sup>1\*</sup>, Germán **Gómez-Tenorio**<sup>2</sup>, F. Ernesto **Martínez-Castañeda**<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de México-Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Km. 67.5, Carr. Toluca-Tejupilco. Col. Barrio de Santiago S/N. Temascaltepec, Estado de México. 51300. (srebollarr@uaemex.mx). <sup>2</sup>Universidad Autónoma del Estado de México-Centro Universitario UAEM Temascaltepec Km. 67.5, Carr. Toluca-Tejupilco. Col. Barrio de Santiago S/N. Temascaltepec, Estado de México. 51300. (gomte61@yahoo.com). <sup>3</sup>Universidad Autónoma del Estado de México-Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. (femartinez@uaemex.mx)

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de un arancel de 20% aprobado por México en junio de 2018, a importaciones de carne de cerdo en canal procedentes de Estados Unidos, mediante un modelo de programación no lineal con datos de 2017. El país se dividió en ocho regiones productoras y consumidoras: Noroeste, Norte, Noreste, Centro-Oeste, Centro-Este, Sur, Oriente, Península y dos puntos de internación de importaciones, Punto de internación uno, Punto de internación dos. El análisis se realizó en producción, importaciones y consumo. Bajo condiciones óptimas el modelo subestimó la producción nacional en 3.7%, sobreestimó a importaciones y consumo en 2.4 y 0.8% con un Valor Social Neto de 4635 miles de millones de pesos. El arancel de 20% habría de incrementar producción nacional en 0.4% (4774 t), disminuir importaciones en 18.9% (19 141 t), reducir consumo en 0.6% (14 367 t) y el Valor Social Neto en 0.1% (6 mil millones de pesos). El mercado porcino mexicano, es sensible al efecto del arancel; tal política protege a productores nacionales, perjudica tanto a importadores como a consumidores y, se considera como viable a favor de la producción, si es que el objetivo gubernamental se orienta hacia ese sector.

**Palabras clave:** arancel, carne de cerdo, programación, Valor Social Neto.

### INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo es una de las más producidas a nivel mundial, según el PORCIMEX en 2013, la producción fue 108.4 millones

\* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: julio, 2018. Aprobado: diciembre, 2018.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 17: 697-712. 2020.

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the application of a 20% tariff approved by Mexico in June 2018, on imports of pork carcass from the United States, through a non-linear programming model with data from 2017. The country was divided into eight producing and consuming regions: Northwest, North, Northeast, Center-West, Center-East, South, East, Peninsula, and two admissions points for imports, Admissions Point One and Admissions Point Two. The analysis was performed in production, imports and consumption. Under optimal conditions the model underestimated domestic production in 3.7%, overestimated imports and consumption in 2.4% and 0.8% with a Net Social Value of 4,635 billion pesos. The 20% tariff ought to have increased national production in 0.4% (4774 t), decreased imports in 18.9% (19.141 t), and reduced consumption in 0.6% (14 367 t) and the Net Social Value in 0.1% (6 billion pesos). The Mexican pork market is sensitive to the tariff effect; such a policy protects national producers, is detrimental to both importers and consumers, and is considered as viable in favor of production if the government objective is directed at this sector.

**Key words:** pork meat, tariff, programming, Net Social Value.

### INTRODUCTION

Pork meat is one of the meats with highest production worldwide; according to PORCIMEX, in 2013 the production was 108.4 million tons (Mt) and in 2017 it was 111.0 Mt, which meant an average increase of 0.6% compared to 2013. In 2017, the principal global

de toneladas (Mt) y en 2017 de 111.0 Mt, lo que significó un aumento promedio de 0.6% con respecto a 2013. En 2017, el principal productor mundial de carne de cerdo fue China, con 53.5 Mt (51%), la Unión Europea con 21.4% y en tercer lugar, USA con un 10.5%. En consumo, la carne de cerdo se reporta como la más demandada en el mundo, la medición de esta variable se realiza a través del consumo *per cápita*, en el que, para 2017, Hong Kong y China, sobresalen en el mundo con 67.7 y 42.5 kg por persona por año (PORCIMEX, 2018a).

En 1988 las compras externas mexicanas de carne de cerdo fueron de 31 mil t, en 2013 aumentaron a 573 mil y en 2017 el volumen fue 990 mil t; es decir, en 29 años las importaciones de esta carne crecieron, 13.2% en promedio (PORCIMEX, 2018a). Sin duda, tal disparidad obedeció al crecimiento en el número de consumidores, cambios en patrones de consumo, gustos y preferencias, movimientos en el ingreso *per cápita*, entre otros (Sosa *et al.*, 2017).

De acuerdo con PORCIMEX (2018a), México, es el tercer mayor importador mundial de carne de cerdo, sólo después de China y Japón, del total de las importaciones mundiales de 2017 (7.8 Mt), México compró 14.1% (0.9 Mt) (El Economista, 2018a), por lo que se considera un país grande en términos de comercio internacional (Krugman *et al.*, 2016).

En México, la producción de carne de cerdo se realiza por 5800 productores y ha ocupado siempre una posición importante dentro las carnes de especies pecuarias de interés económico; reportes oficiales señalaron un incremento promedio en su volumen de 4.5% entre 2013 y 2017, crecimiento inferior al del Producto Interno Bruto (PIB), al pasar de un millón 200 mil toneladas en 2013 a un millón 440 mil en 2017. En 2017, México aportó 1.4 Mt a la producción mundial (1.3%), posicionándose en el lugar noveno. Por entidad federativa, en 2017, Jalisco, Sonora, Puebla, Yucatán, Veracruz, Guanajuato y Michoacán aportaron 1.2 millones de t (80%) (SIAP, 2018a).

En 2017, el consumo nacional aparente (CNA) de carne de cerdo fue 2.3 millones de toneladas (Mt), equivalente a un consumo por habitante de 18.7 kg (PORCIMEX, 2018a); las principales entidades consumidoras de esta carne fueron la Ciudad de México (CDMX) y el Estado de México, debido a que son estados en donde existe la mayor concentración de la población. El Consumo Nacional Aparente (CNA),

producer of pork meat was China, with 53.5 Mt (51%), then the European Union with 21.4%, and in the third place, the USA with 10.5%. In consumption, pork meat is reported as the one with highest demand in the world; measuring this variable is done through *per capita* consumption, in which for 2017, Hong Kong and China stood out in the world with 67.7 and 42.5 kilograms (kg) per person per year (PORCIMEX, 2018a).

In 1988, foreign Mexican purchases of pork meat were 31 thousand t, in 2014 they increased to 573 thousand t and in 2017 the volume was 990 thousand t; that is, in 29 years the imports of this meat increased in average 13.2% (PORCIMEX, 2018a). Without a doubt, this disparity responded to the growth in the number of consumers, changes in consumption patterns, tastes and preferences, movements in the *per capita* income, among others (Sosa *et al.*, 2017).

According to PORCIMEX (2018a), Mexico is the third largest importer of pork meat worldwide, only after China and Japan; of the total global imports in 2017 (7.8 Mt), Mexico purchased 14.1% (0.9 Mt) (El Economista, 2018a), which is why it is considered a large country in terms of international trade (Krugman *et al.*, 2016).

In Mexico, pork meat production is carried out by 5800 producers and has always occupied an important position in the meats of livestock species of economic interest; official reports pointed to an average increase in its volume of 4.5% between 2013 and 2017, a growth lower than the Gross Domestic Product (GDP), by going from 1 million 200 thousand tons in 2013 to 1 million 440 thousand in 2017. In 2017, Mexico contributed 1.4 Mt to global production (1.3%), becoming positioned in the ninth place. By state, in 2017, Jalisco, Sonora, Puebla, Yucatán, Veracruz, Guanajuato and Michoacán contributed 1.2 million t (80%) (SIAP, 2018a).

In 2017, the National Apparent Consumption (NAC) of pork meat was 2.3 million tons (Mt), equivalent to consumption per inhabitant of 18.7 kg (PORCIMEX, 2018a); the main consuming states of this meat were Mexico City (CDMX) and Estado de México, because they are the states with the highest population concentration. The National Apparent Consumption (NAC), to which internal production imports are added and exports or foreign

a cuya producción interna, se le agregan las importaciones y se le restan las exportaciones o ventas externas, ha mantenido un ritmo permanente y alineado a la producción nacional, sobre todo en los últimos 10 años, después de la apertura comercial en 1988; la producción interna casi se desmorona, dando paso a excesivas importaciones, mismas que han representado una fracción importante del consumo nacional.

En 2010, México autorizó un arancel de 5% *ad valorem* a las importaciones de carne de cerdo provenientes de USA (DOF, 2010). En ese año, las importaciones mexicanas de esta carne fueron 837 mil t, la producción fue 1174.6 miles de t. Para 2011, por efectos del arancel, el volumen importado fue 719 mil t, una reducción de 14.1% (118 mil t) con relación a 2010 y la producción nacional de 1,202 miles de t, 2.3% (27 400 t) superior a 2010 (SIAP, 2018a). Al respecto, Gómez *et al.* (2011), realizaron el efecto del arancel de 5% y pronosticaron una caída de las importaciones en 22 945 t y aumento en la producción nacional en 7080 t, que fue realmente contrastante con lo observado.

Desde 2017 México comenzó las renegociaciones del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con Estados Unidos (USA) inicio del Gobierno del presidente Donald Trump y Canadá. La política comercial del presidente Trump se ha encaminado a proteger tanto la producción e importaciones que ese país realiza con el resto del mundo a través de un esquema agresivo de imposición de aranceles a productos estratégicos y, China fue la nación con quien USA comenzó la guerra comercial con aranceles a varios productos, entre ellos la carne de cerdo (PORCIMEX, 2018b).

Por su parte, en 2018, durante los primeros seis meses de renegociación del TLCAN, USA impuso aranceles al acero y aluminio originarios de México (El Financiero, 2018), como respuesta a ello, el Gobierno Mexicano, a través de la Secretaría de Economía, puso en marcha un arancel de 20% a las importaciones de carne de cerdo (paleta y pierna) procedentes de USA (DOF, 2018), debido a que del total de importaciones mexicanas de este producto pecuario, 90% provienen de ese país (El Financiero, 2018). Con base en lo anterior, el problema consiste en evaluar el efecto del arancel *ad valorem* de 20% aprobado por México a las importaciones de carne de cerdo procedentes de Estados Unidos (USA), sobre producción nacional y regional, importaciones,

sales are subtracted, has maintained a permanent rhythm and aligned to national production, particularly in the last 10 years; after the trade openness in 1988, the domestic production nearly failed, giving rise to excessive imports, which have represented an important fraction of the national consumption.

In 2010, Mexico authorized an *ad valorem* tariff of 5% on pork meat imports from the USA (DOF, 2010). In that year, the Mexican imports of this meat were 837 thousand t, the production was 1174.6 thousand t. By 2011, from the effects of the tariff, the volume imported was 719 thousand t, a reduction of 14.1% (118 thousand t) compared to 2010 and the national production of 1202 thousand t, 2.3% (27 400 t) higher than 2010 (SIAP, 2018a). Concerning this, Gómez *et al.* (2011) studied the tariff effect of 5% and predicted a fall of imports of 22 945 t and an increase in the national production of 7080 t, which was really different from what was observed.

Since 2017, Mexico began renegotiations of the North American Free Trade Agreement (NAFTA) with the United States (USA) and Canada, at the beginning of the administration of President Donald Trump. President Trump's trade policy has been directed at protecting both the production and the imports that this country performs with the rest of the world through an aggressive scheme of tariff imposition on strategic products, and China was the nation with whom the USA began the trade war with tariffs on several products, among them pork meat (PORCIMEX, 2018b).

For their part, in 2018, during the first six months of NAFTA renegotiations, the USA imposed tariffs on steel and aluminum from Mexico (El Financiero, 2018), and as a response to this, the Mexican Government, through the Ministry of Economy implemented a tariff of 20% on pork meat imports (shoulder and leg) from the USA (DOF, 2018), because from the total of Mexican imports of this livestock product, 90% come from this country (El Financiero, 2018). Based on this, the problem consists in evaluating the effect of the *ad valorem* tariff of 20 % approved by Mexico on pork meat imports from the United States (USA) on the national and regional production, imports, consumption, prices to the producer and the consumer, as well as the welfare measure known as Net Social Value (NSV).

consumo, precios al productor y al consumidor, así como en la medida de bienestar conocida como Valor Social Neto (VSN).

Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de un arancel *ad valorem* sobre producción, importaciones, consumo, precios al productor y precios al consumidor de carne de cerdo en canal en México de forma regional. La hipótesis central, supone que con demandas y ofertas inelásticas un arancel o un impuesto no causa efectos severos en el mercado, pero reduce importaciones, incrementa producción nacional y regional, reduce consumo nacional y regional, incrementa el precio recibido por el productor y el pagado por consumidor; además reduce el VSN, con relación al que se obtendría bajo condiciones óptimas (lo que ocurriría sin distorsión).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar los efectos del arancel *ad valorem* de 20%, se utilizó un modelo de equilibrio parcial, con programación no lineal (programación cuadrática), sin almacenamiento; cuya función objetivo (función de Valor Social Neto) fue maximizar el área bajo las curvas de demanda, menos el área bajo las curvas de oferta, menos los costos de comercialización, tanto de la carne de cerdo en canal nacional como de la importada, sujeta a un conjunto de restricciones de oferta y demanda.

El modelo se aplicó al mercado nacional y regional de la carne de cerdo en canal (Velázquez *et al.*, 2016), con datos observados de 2017. El análisis se realizó por regiones, debido a que tanto la producción como el consumo en cada una de ellas, se realiza de forma diferente; por ejemplo, la producción de la región Oriente (OR) de México es diferente a la producción de la región Norte (NR) y Centro-Occidente (CO) de México, asimismo, el consumo en cada una de ellas.

Para ello, el país se dividió en ocho regiones productoras y consumidoras (Bassols, 1992) (Cuadro 1) y dos puntos de internación de las importaciones, mismos que se agregaron a la matriz o cuadro de regiones productoras, para asignar un total de 10.

El punto de entrada de importaciones 1 o punto de internación 1 (PI1), incluyó las aduanas de Colombia en el estado de Nuevo León, Nuevo Laredo y Reynosa en el estado de Tamaulipas y Piedras Negras en el estado de Coahuila. Por este punto de internación, se

Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of the application of an *ad valorem* tariff on production, imports, consumption, prices to the producer and prices to the consumer of pork carcass in Mexico, regionally. The central hypothesis assumes that with inelastic demands and offers, a tariff or tax does not cause severe effects on the market, but it does reduce imports, increases national and regional production, reduces national and regional consumption, increases the price received by the producer and paid by the consumer; and in addition, it reduces the NSV compared to the one that would be obtained under optimal conditions (which would happen without distortion).

## MATERIALS AND METHODS

To evaluate the effects of the *ad valorem* tariff of 20%, a partial equilibrium model was used, with non-linear programming (quadratic programming), without storage, whose target function (Net Social Value function) was to maximize the area under the demand curves; with less area under the offer curves, the commercialization costs are lower, both of national pork carcass and of the imported meat, subject to a set of offer and demand restrictions.

The model was applied to the national and regional market of pork carcass (Velázquez *et al.*, 2016), with data observed from 2017. The analysis was carried out by regions, because both the production and the consumption in each of these takes place differently; for example, the production of the East region (ER) in Mexico is different from the production in the North region (NR) and Center-West (CW) of Mexico, and also the consumption in each of them.

For this purpose, the country was divided into eight producing and consuming regions (Bassols, 1992) (Table 1) and two admissions points of imports, which were added to the matrix or table of producing regions, to assign a total of 10.

The admissions point of imports 1 or Admissions Point 1 (AP1) included the customs offices of Colombia in the state of Nuevo León, Nuevo Laredo and Reynosa in the state of Tamaulipas, and Piedras Negras in the state of Coahuila. An influx of 90.1% of imported pork meat that reaches the consuming centers in Mexico was through this admissions point.

**Cuadro 1.** Regiones y entidades de México.**Table 1.** Regions and states in Mexico.

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

Fuente: Bassols, 1992:43. ♦ Bassols, 1992:43.

registró el ingreso de 90.1% de la carne importada de carne de cerdo que llega a los centros consumidores de México.

El Punto de Internación 2 (PI2), se integró por las aduanas de Mexicali y Tijuana en el estado de Baja California; Nogales y San Luis Río Colorado en el estado de Sonora y Ciudad Juárez en el estado de Chihuahua; por este segundo punto de ingreso de las importaciones de carne de cerdo, ingresó 9.9% de la carne de cerdo (SIAP, 2018b). Así, se conformaron 10 regiones productoras, de ese total, ocho fueron internas o nacionales y dos que fueron los puntos de internación.

El modelo de equilibrio espacial de precios utilizó ofertas y demandas inelásticas, funcionalmente, dependientes del precio y que en la literatura se conocen como funciones inversas de demanda y funciones inversas de la oferta. La función inversa de la demanda (es decir, donde el precio, funge como variable dependiente, fue una función de la cantidad demandada; en este caso, esta última fue la variable independiente) para la región  $i$  fue:

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

donde  $P_{di}$ : precio de demanda en la región  $i$ , en pesos por tonelada;  $Y_{di}$ : cantidad demandada en la región  $i$ , en toneladas;  $\lambda$ : intercepto de la función de demanda para la región  $i$ ;  $\omega$ : pendiente de la función de demanda para la región  $i$ .

Para la misma región, la función inversa de la oferta, fue:

The Admissions Point 2 (AP2) was integrated by customs offices in Mexicali and Tijuana in the state of Baja California, Nogales and San Luis Río Colorado in the state of Sonora, and Ciudad Juárez in the state of Chihuahua; 9.9% of the pork meat entered through this second admissions point of pork meat imports (SIAP, 2018b). Thus, 10 producing regions were established; of this total, eight were internal or national and two were admissions points.

The spatial equilibrium model of prices used functionally inelastic offers and demands, dependent on the price and which in the literature are known as inverse demand functions and inverse offer functions. The inverse demand function (that is, where the price functions as dependent variable, was a function of the amount demanded; in this case, the latter was the independent variable) for region  $i$  was:

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

where  $P_{di}$ : demand price in region  $i$ , in pesos per ton;  $Y_{di}$ : amount demanded in region  $i$ , in tons;  $\lambda$ : intercept of the demand function for region  $i$ ;  $\omega$ : slope of the demand function for region  $i$ .

For the same region, the inverse offer function was:

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

where  $P_{si}$ : offer price in region  $i$ , in pesos per ton;  $X_{si}$ : amount offered in region  $i$ , in tons;  $v$ : intercept

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

donde  $P_{si}$ : precio de oferta en la región  $i$ , en pesos por tonelada;  $X_{si}$ : cantidad ofrecida en la región  $i$ , en toneladas;  $v$ : intercepto de la función de oferta en la región  $i$ ;  $\eta$ : pendiente de la función de oferta en la región  $i$ .

La función de cuasi bienestar social para cada región, se definió por el área entre la curva de demanda y por el área entre la curva de oferta de carne de cerdo en canal (Velázquez *et al.*, 2016):

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

Al incorporar los costos de transporte de entre regiones, la función de bienestar social para las  $n$ -regiones, fue:

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

donde  $C_{ij}$ : Costo de transporte de la región  $i$  a la región  $j$ , en pesos por tonelada de carne transportada;  $T_{ij}$ : es la cantidad transportada de la región  $i$  a la región  $j$ , en toneladas de carne de cerdo.

Otros componentes del modelo, fueron las restricciones de demanda y las restricciones de oferta. Las primeras, requieren que la suma de la cantidad transportada de carne de cerdo a la región  $i$  sea mayor o igual que la demanda de dicha región. Esto es:

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

Las segundas, requirieron que la suma de la cantidad transportada de carne de cerdo, fuera de la región  $i$ , sea menor o igual a la producción total de carne de cerdo de dicha región:

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

of the offer function for region  $i$ ;  $\eta$ : slope of the offer function for region  $i$ .

The quasi social welfare function for each region was defined by the area between the demand curve and the area between the offer curve of pork carcass (Velázquez *et al.*, 2016):

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

When incorporating the transport costs between regions, the social welfare function for  $n$ -regions, was:

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

where  $C_{ij}$ : cost of transport of region  $i$  to region  $j$ , in pesos per ton of transported meat;  $T_{ij}$ : amount transported from region  $i$  to region  $j$ , in tons of pork meat.

Other components of the model were the restrictions on demand and the restrictions on offer. The first require for the sum of the amount transported of pork meat to region  $i$  to be higher or equal to the demand of that region. That is:

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

The second required for the sum of pork meat transported outside region  $i$  to be lower or equal to the total production of pork meat from that region:

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

The model (Takayama and Judge, 1964) assumes the existence of producing and consuming regions that trade a homogeneous good that, for this case, is pork meat, which are separated by the transport costs of the product, but not isolated between them.

El modelo (Takayama y Judge, 1964), supone la existencia de regiones productoras y consumidoras que comercian un bien homogéneo que, para este caso, es la carne de cerdo, mismas que se encuentran separadas por los costos de transporte del producto, pero no aisladas entre sí.

De forma regional, el resultado de la integral de (1), es decir, el modelo matemático, quedó como sigue:

$$\begin{aligned}
 MaxVSN = & \sum_{i=1}^8 \left[ \lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \omega d Y_d^2 \right] \text{Área bajo la} \\
 & \text{curva de demanda} \\
 & - \sum_{s=1}^{10} \left[ V_s X_s + \frac{1}{2} \eta_s X_s^2 \right] \text{Área bajo la curva de} \\
 & \text{oferta} \\
 & - \sum_{s=1}^8 [t_{sd} X_{sd}] \text{Costo de transporte regional-nacio-} \\
 & \text{nal} \\
 & - \sum_{s=1}^{10} t_{sd} + a \text{Costo de transporte de importaciones} \\
 & \text{más el arancel de 20\%.}
 \end{aligned}$$

**Datos**

La información sobre producción y exportaciones de carne en canal de cerdo, se obtuvo por entidad federativa y provino del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017); después, se restó la exportación a la producción de los estados que reportaron y, se sumó la producción de los estados que integran cada una de las regiones para obtener el dato del volumen regional. La información sobre volúmenes importados, se obtuvo según claves arancelarias y puntos de acceso al país (aduanas) (SIAP, 2018b).

Para saber el consumo (demanda) de cada una de las ocho regiones de México, primero, se obtuvo la población de cada Entidad Federativa del año 2017 (CONAPO, 2017). Esta población, se multiplicó por el consumo *per cápita* reportado para la zona por la Confederación de Porcicultores Mexicanos y, fue: Norte 5.8 kg, Centro 17.4 kg, y sur 29.5 kg (PORCIMEX, 2017); después, se sumó el consumo de cada uno de los estados que integraron cada región.

El precio regional de cerdo en canal, se obtuvo con el precio de cada entidad que integró la región, mismo que se ponderó con la producción (PORCIMEX,

Regionally, the result of the integral of (1), that is, the mathematical model was the following:

$$\begin{aligned}
 MaxVSN = & \sum_{i=1}^8 \left[ \lambda_d Y_d + \frac{1}{2} \omega d Y_d^2 \right] \text{Area under} \\
 & \text{the demand curve} \\
 & - \sum_{s=1}^{10} \left[ V_s X_s + \frac{1}{2} \eta_s X_s^2 \right] \text{Area under the offer} \\
 & \text{curve} \\
 & - \sum_{s=1}^8 [t_{sd} X_{sd}] \text{Regional-national cost of transport} \\
 & - \sum_{s=1}^{10} t_{sd} + a \text{Cost of transport of imports plus the} \\
 & \text{20\% tariff}
 \end{aligned}$$

**Data**

The information about production and exports of pork carcass was obtained per state and it came from the Agrifood and Fishery Information Service (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*, SIAP, 2017); then, the exports were subtracted from the production of the states that were reported, and the production of the states that that make up each of the regions was added to obtain the data of regional volume. The information about imported volumes was obtained according to tariff codes and admissions points to the country (customs offices) (SIAP, 2018b).

To know the consumption (demand) of each of the eight regions in Mexico, first the population from 2017 of each state was obtained (CONAPO, 2017). This population was multiplied by the *per capita* consumption reported for the zone by the Confederation of Mexican Pork Producers, and it was: North 5.8 kg, Center 17.4 kg, and South 29.5 kg (PORCIMEX, 2017); then, the consumption of each of the states that made up each region was added.

The regional price of pork carcass was obtained with the price for each state that made up the region, which was analyzed with the production (PORCIMEX, 2018a). The price of the product from the USA toward admissions points was obtained from the National System of Information and Integration of Markets (*Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados*, SNIIM, 2018).

The cost of transport within and between regions was calculated by multiplying the distance (in kilometers) by the cost per kilometer; the distances

2018a). El precio del producto proveniente de USA hacia los puntos de internación, se obtuvo del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2018).

El costo de transporte dentro y entre 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 punto a punto (SCT, 2018), se consideró cada capital de la entidad federativa como punto de referencia y se ponderaron las distancias en cada región. El transporte de canales de cerdo es especializado y tuvo un costo por kilómetro de dos dólares (USD) el equivalente a 40 pesos en el momento de la investigación, el cual se obtuvo de forma directa mediante una entrevista que se aplicó a una empresa particular que realiza servicios de transporte de carga especializada.

En las ecuaciones de oferta y demanda regionales de carne de cerdo, se utilizaron elasticidades precio de la demanda y precio de la oferta regionales inelásticas publicadas por Rebollar *et al.* (2014) y para los puntos de internación de carne de cerdo, se consideraron los reportes de las elasticidades nacionales (Pérez *et al.*, 2010). Las funciones de demanda-precio para la carne de cerdo, se calcularon con base en lo indicado por Alston *et al.* (1995) y Kawaguchi *et al.* (1997).

Así, mediante la utilización de datos sobre carne de cerdo regional y en canal para México, proveniente de fuentes oficiales, primero se obtuvo el modelo base, conocido como modelo óptimo y sus resultados tanto por región a nivel regional como nacional sobre producción, consumo e importaciones de carne de cerdo, así también el VSN. Una diferencia porcentual de estimación entre el modelo y los datos observados menor a 10%, ya se considera como aceptable para realizar el análisis de la política.

Si tal diferencia resulta negativa/positiva, entonces el modelo subestima o sobreestima los resultados. Una vez que se obtuvo el modelo óptimo, se procedió a realizar la estimación del efecto de la aplicación de arancel de 20%, autorizado por el Gobierno Mexicano (5 de junio de 2018) (DOF, 2018) sobre dicho mercado. El porcentaje del arancel se aplicó al costo por tonelada transportada de las importaciones o sobre el costo de transporte del producto en los puntos de internación.

Para el modelo base, el costo de la carne de cerdo importada que se consideró, fue 30.2 \$/kg (obviando

were obtained with the tool from the Ministry of Communication and Transport (*Secretaría de Comunicaciones y Transportes*), point to point (SCT, 2018); each state capital was considered as reference point and the distances in each region were analyzed. The transport of pork carcasses is specialized and had a cost per kilometer of two dollars (USD), the equivalent of 40 pesos at the time of the study, which was obtained directly through an interview that was applied with a private company that performs specialized cargo transport.

In the regional offer and demand equations of pork meat, the inelastic regional elasticities of demand price and offer price published by Rebollar *et al.* (2014) were used, and the reports of national elasticities for the admissions points of pork meat were considered (Pérez *et al.*, 2010). The demand-price functions for pork meat were calculated based on what was indicated by Alston *et al.* (1995) and Kawaguchi *et al.* (1997).

Thus, through the use of regional data about pork meat and pork carcass for Mexico from official sources, the base model known as optimal model, was first obtained as well as its results both by region at regional and national level about pork meat production, consumption and imports, and the NSV. A percentage estimation difference between the model and the data observed under 10% was used, since it is considered as acceptable to perform the policy analysis.

If such a difference is negative/positive, then the model underestimates or overestimates the results. Once the optimal model was obtained, the estimation of the effect of the application of a 20% tariff was done, authorized by the Mexican Government (June 5, 2018) (DOF, 2018) about this market. The percentage of the tariff was applied to the cost per ton transported of imports or to the transport cost of the product in admissions points.

For the base model, the cost of imported pork meat considered was 30.2 \$/kg (leaving out projections of internal production costs increase, resulting from the increase in the price of inputs from Mexico's new economic situation in 2017: exchange rate and increase in gasoline price), which was added to the transport cost from admissions points AP1 and AP2.

Thus, the value of the tax (tariff) that was used was 20% (June 5, 2018) and the procedure was as



proyecciones de incremento en costos de producción internos, producto del aumento en el precio de los insumos por la nueva situación económica de México en 2017: tipo de cambio e incremento en el precio de la gasolina), mismo que se sumó al costo de transporte de los puntos de internación PI1 y PI2.

Así, el valor del impuesto (arancel) que se utilizó fue de 20% (5 de junio 2018) y el procedimiento fue como sigue: el costo de la carne de cerdo importada fue 30.2 \$/kg y, al agregarle 20%, representó un aumento de 6.1 \$/kg y un nuevo precio de 36.3 \$/kg, equivalente a 6100 \$/t que se le sumaron al costo de transporte de la carne importada de los dos puntos de internación. El modelo base consideró un costo de transporte del PI1 a la región NO de 8175 \$/t; por tanto, con este escenario, ahora el dato que se consideró fue  $\$8175 + \$6100 = 14\ 275$  \$/t y así sucesivamente para las regiones NR, NE, CO, CE, SU, OR y PE.

Toda la información secundaria se procesó y los resultados, tanto del modelo base como del análisis del escenario del arancel, se obtuvieron con el procedimiento MINOS (Rosenthal, 2008), contenido en el software del lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2 para Windows 8, Office 2013.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el contraste entre datos observados (Cuadro 2); es decir, la información oficial del Gobierno y los resultados de la salida del modelo de optimización, llamado modelo base o modelo óptimo; este último subestimó a la producción nacional y regional de carne de cerdo en canal en 3.7%, equivalente a 4870 t. Significa que la salida de resultados del modelo óptimo fue suficientemente cercano a lo observado en 2017, por lo que las conclusiones y escenarios que de él se deriven deben considerarse aceptables, así como recomendaciones sobre la aplicación de la política bajo estudio.

El modelo base sobreestimó al consumo nacional y regional en 0.8%, al pasar de 2306 miles de t como lo observado en 2017 a 2324.4 dadas por el modelo base. Adicionalmente, el modelo sobreestimó a la variable importaciones de carne en canal en 2.4%, el valor observado fue mayor que el del modelo, equivalente a 23.4 miles de t.

En ausencia de distorsiones y bajo condiciones óptimas, dadas por el modelo, una alternativa de

follows: the cost of imported pork meat was 30.2 \$/kg and by adding 20%, it represented an increase of 6.1 \$/kg and a new price of 36.3 \$/kg, equivalent to 6100 \$/t that were added to the transport cost of imported meat from the two admissions points. The base model considered a transport from the AP1 to the NW region of 8175 \$/t; therefore, with this scenario, now the datum considered was  $\$8175 + \$6100 = 14\ 275$  \$/t and thus in succession for regions NR, NE, CW, CE, SU, ER and PE.

All the secondary information was processed and the results, both of the base model and of the analysis of the tariff scenario, were obtained with the MINOS procedure (Rosenthal, 2008), contained in the software from the programming language GAMS (General Algebraic Modeling System), version 24.4.2 for Windows 8, Office 2013.

## RESULTS AND DISCUSSION

When performing the contrast between the data observed (Table 2), that is, the official information from the government and the exit results of the optimization model, called base model or optimal model, the latter underestimated the national and regional production of pork carcass in 3.7%, equivalent to 4870 t. This means that the exit of results from the optimal model was sufficiently close to what was observed in 2017, which is why the conclusions and scenarios derived from it must be considered acceptable, as well as the recommendations on the application of the policy under study.

The base model overestimated the national and regional consumption in 0.8%, going from 2306 thousand t as observed in 2017, to 2324.4 given by the base model. In addition, the model overestimated the variable of pork carcass imports in 2.4%, the value observed was higher than that from the model, equivalent to 23.4 thousand t.

In absence of distortions and under optimal conditions, given by the model, an alternative for livestock policy in favor of social welfare could suggest a regional reduction in the production of pork carcass and the maximization of the NSV, which would need the regions CW, CE and NW, specifically, to balance their production volumes, equivalent to a decrease of 388, 1039 and 196 t, respectively.

**Cuadro 2.** Producción, consumo e importaciones de carne de cerdo, en México, bajo condiciones óptimas, 2017.

**Table 2.** Production, consumption and imports of pork meat, in Mexico, under optimal conditions, 2017.

Región	Datos observados	Modelo base
Producción (t)		
Noroeste (NO)	203 458	203 262
Norte (NR)	34 682	34 426
Noreste (NE)	31 227	31 024
Centro-Occidente (CO)	475 913	475 525
Centro – Este (CE)	239 624	238 585
Sur (SU)	77 449	77 401
Oriente (OR)	141 595	139 700
Península de Yucatán (PE)	111 848	111 003
Nacional	1 315 796	1 310 926
Importaciones (t)		
Punto de internación 1	892 188	915 290
Punto de internación 2	97 812	98 136
Nacional	990 000	1 013 426
Consumo (t)		
Noroeste (NO)	88 261	88 290
Norte (NR)	136 657	138 662
Noreste (NE)	55 043	55 477
Centro-Occidente (CO)	389 541	398 898
Centro - Este	844 461	849 842
Sur (SU)	312 588	312 545
Oriente (OR)	332 670	333 565
Península de Yucatán (PE)	146 756	147 073
Nacional	2 305 977	2 324 352
VSN (MMDP)	4169	4635

Resultados de la salida del GAMS, con datos de 2017. MMDP: miles de millones de pesos. ♦ Exit results from GAMS, with data from 2017. MMDP: billion pesos (initials based on Spanish terms).

política pecuaria en favor del bienestar social, podría sugerir una reducción regional en la producción de carne de cerdo en canal, la maximización del VSN, necesitaría que, de forma específica, las regiones CO, CE y la NO, habrían de equilibrar sus volúmenes de producción, equivalentes a un decremento de 388, 1039 y 196 t respectivamente.

Tal política, habría de traducirse en un aumento del consumo nacional (producción más importaciones) de carne de cerdo en canal de 0.8% (18 375 t). En otras palabras, el modelo genera una redistribución de estas tres variables del mercado, interpretada como óptima, una vez que el VSN fue superior al que se observó en 466 MMDP. Esa redistribución geográfica, significa, menor producción nacional, incremento en el consumo total tanto nacional como en cada una de las regiones y ello se interpreta en un incremento en la magnitud de bienestar social regional, cuantificada por el VSN.

Such a policy would have to translate into an increase in national consumption (production plus imports) of pork carcass of 0.8% (18 375 t). In other words, the model generates a redistribution of these three market variables, interpreted as optimal, once the NSV was higher than that observed in 466 billion pesos. This geographic redistribution implies lower national production, an increase in total consumption both national and in each of the regions, and this is interpreted as an increase in the magnitude of regional social welfare, quantified by the NSV.

The reduction in national production of pork carcass could be resolved by increasing imports in 23.4 thousand tons, suggested by the model, with the aim of compensating the decrease in the production volume, because the model maximizes the price of imports and the price of the domestic product of the magnitude observed at an optimal level. The regions that would have a greater increase

La reducción en producción nacional de carne de cerdo en canal, podría resolverse al aumentar importaciones en 23.4 miles de toneladas, sugeridas por el modelo, con el fin de compensar el decremento en el volumen de producción; debido a que el modelo, lo que maximiza es el precio de las importaciones y precio del producto doméstico de la magnitud observada a un nivel óptimo. Las regiones que tendrían un incremento mayor en su consumo de carne de cerdo en canal, son la CO, NR y la CE (Cuadro 2).

### Efectos del arancel *ad valorem* de 20%

El arancel, se concibe como un impuesto o gravamen aduanero que se fija sobre la mercancía objeto de intercambio conforme cruza una frontera nacional; es un gravamen sobre la mercancía importada (Krugman *et al.*, 2016). Un arancel *ad valorem* se expresa como un porcentaje fijo del valor de la mercancía intercambiada, en este caso, la carne de cerdo en canal y actúa como un mecanismo de protección a la producción nacional y regional y como desprotección al consumo interno (El Economista, 2018b).

La simulación del arancel *ad valorem* de 20% autorizado por México el 5 de junio de 2018, significaría un aumento y protección (El Economista, 2018b) a la producción nacional de carne de cerdo en canal en 0.4%, equivalente a 4774 t (Cuadro 3) que se distribuyó entre todas las regiones (Cuadro 4); resultado que converge con el de Gómez *et al.* (2011), en el que la simulación de un arancel de 20% a importaciones de carne de cerdo en México, provenientes de USA, a través de un modelo Armington, habría aumentado la producción nacional de esta carne en 4.5% (54 mil t) y al de Velázquez *et al.* (2016) en el que un escenario de 15% de arancel sobre importaciones de carne de cerdo en canal, la producción aumentó 3,626 t.

Con relación al Cuadro 3, en México, el arancel de 20%, va a impactar positivamente, sobre los productores nacionales (Expansión, 2018), al brindar una oportunidad para crecer y fortalecer la planta productiva nacional (El Sitio Porcino, 2018), sobre todo, en regiones con dinamismo en la producción de carne de cerdo, como en la OR (Veracruz y Tabasco), CE (Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala) y PE (Campeche, Yucatán y Quintana Roo) y ante la política comercial, como la que se analiza, es más notorio el efecto (Bobadilla *et al.*, 2010; Rebollar *et al.*, 2014;

in their consumption of pork carcass are CW, NR and CE (Table 2).

### Effect of the *ad valorem* tariff of 20%

The tariff is conceived as a tax or customs duty that is fixed on the target exchange merchandise as it crosses a national border; it is a duty on the imported merchandise (Krugman *et al.*, 2016). An *ad valorem* tariff is expressed as a fixed percentage of the value of the merchandise exchanged, in this case pork carcass, and it acts as a protection mechanism for the national and regional production and as vulnerability for the internal consumption (El Economista, 2018b).

The simulation of the *ad valorem* tariff of 20% authorized by Mexico on June 5, 2018, would mean an increase and protection (El Economista, 2018b) to the national pork carcass production in 0.4%, equivalent to 4774 t (Table 3) which was distributed between all the regions (Table 4); this result converges with those by Gómez *et al.* (2011), where the simulation of a tariff of 20% on pork meat imports in Mexico from the USA, through an Armington model, would have increased the national production of this meat in 4.5% (54 thousand t) and by Velázquez *et al.* (2016) where the scenario of a 15% tariff on imports of pork carcass increased production by 3626 t.

Concerning Table 3, in Mexico, the 20% tariff will have a positive impact on national producers (Expansión, 2018), by providing an opportunity to grow and strengthen the national productive plant (El Sitio Porcino, 2018), particularly in regions with dynamism in the production of pork meat, such as the ER (Veracruz and Tabasco), CE (Mexico City, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla and Tlaxcala) and PE (Campeche, Yucatán and Quintana Roo), and in face of the commercial policy, as the one analyzed, the effect is more notorious (Bobadilla *et al.*, 2010; Rebollar *et al.*, 2014; El Economista, 2018b). This finding is similar to those by other researchers for this livestock species (Velázquez *et al.*, 2016), except with effects of a 15% tariff, and convergent with the opinion by El Economista (2018b).

It is expected that with the 20% tariff, the volume of imports will be reduced in 18.9%, equivalent to 19,141 t of meat; of these, 90.1% (17

**Cuadro 3.** Efectos del arancel de 20% a importaciones de carne de cerdo en México, 2018.

**Table 3.** Effects of the 20% tariff on pork meat imports in Mexico, 2018.

Región	Modelo base	Arancel, 20%	%
Producción (t)			
Noroeste (NO)	203 262	203 364	0.05
Norte (NR)	34 426	34 509	0.24
Noreste (NE)	31 024	31 148	0.40
Centro-Occidente (CO)	475 525	475 652	0.03
Centro – Este (CE)	238 585	239 651	0.45
Sur (SU)	77 401	77 477	0.10
Oriente (OR)	139 700	142 374	1.91
Península de Yucatán (PE)	111 003	111 525	0.47
Nacional	1 310 926	1 315 700	0.36
Importaciones (t)			
Punto de internación 1	915 290	898 040	-1.89
Punto de internación 2	98 136	96 245	-1.93
Nacional	1 013 426	994 285	-1.88
Consumo (t)			
Noroeste (NO)	88 290	88 246	-0.05
Norte (NR)	138 662	137 882	-0.56
Noreste (NE)	55 477	55 537	0.11
Centro-Occidente (CO)	398 898	395 436	-0.87
Centro - Este	849 842	843 640	-0.73
Sur (SU)	312 545	311 292	-0.40
Oriente (OR)	333 565	331 111	-0.74
Península de Yucatán (PE)	147 073	146 841	-0.16
Nacional	2 324 352	2 309 985	-0.62
VSN (MMDP)	4635	4629	-0.13

Resultados de la salida del GAMS, con datos de 2017. MMDP: miles de millones de pesos. ♦ Exit results from GAMS, with data from 2017. MMDP: billion pesos (initials based on Spanish terms).

El Economista, 2018b). Este hallazgo es similar al de otros investigadores para esta especie pecuaria (Velázquez *et al.*, 2016) sólo que con efectos de un arancel de 15% y, convergente con la opinión de El Economista (2018b).

250 t) would have ceased to be imported through the AP1 (admissions point 1) and the rest (9.9%) through the AP2 (admissions point 2) (Table 3); this result converges with what Bobadilla *et al.* (2010) confirmed, who agree in that a tariff on the

**Cuadro 4.** Efectos del arancel de 20% sobre los precios al productor y al consumidor de carne de cerdo en canal, 2018. Cifras en pesos por tonelada.

**Table 4.** Effects of the 20% tariff on the prices to the producer and to the consumer of pork carcass, 2018. Figures in pesos per ton.

Regiones	Precios óptimos, modelo base		Precios óptimos, arancel 20%	
	Al productor	Al consumidor	Al productor	Al consumidor
NO	30 862	34 700	33 926	37 770
NR	35 569	37 230	38 633	40 300
NE	35 838	36 020	38 902	35 370
CO	36 950	37 780	40 014	40 850
CE	38 346	38 870	41 410	41 940
SU	38 560	40 480	41 624	43 540
OR	39 341	40 430	42 405	43 490
PE	41 648	42 360	44 712	45 420

Fuente: elaboración propia, con datos del modelo base, 2018. ♦ Prepared by authors with data from the base model, 2018.

Se espera que con el arancel de 20%, el volumen de importaciones se reduzca en 18.9%, equivalente a 19 141 t de carne, de éstas, 90.1% (17 250 t) se habrían dejado de importar por el PI1 (punto de internación 1) y el resto (9.9%) por el PI2 (punto de internación 2) (Cuadro 3); este resultado converge con lo que confirmaron Bobadilla *et al.* (2010), mismos que coinciden en que un arancel sobre el mercado porcino, reduce y encarece las importaciones, situación que favorece a las exportaciones al volverse atractivas para los mismos importadores; similar al de Gómez *et al.* (2011), quienes concluyeron 9.6% de reducción en importaciones, por efectos de 20% de arancel y al Velázquez *et al.* (2016), pero con 15% de arancel. Pese a los efectos del arancel, la Confederación de Porcicultores Mexicanos (PORCIMEX, 2018b), afirma que se continuará con el ingreso carne de USA hacia México, aunado a compras de esta carne procedentes de España, Alemania, Brasil, Chile, Canadá, entre otros países. Sin embargo, en 2010, México impuso 5% de arancel a las importaciones de esta misma carne y, el efecto estimado fue una reducción en el volumen de compras en 5.9% (Gómez *et al.*, 2011).

De acuerdo a los resultados del modelo base, la decisión de México de la carga impositiva de 20% a las importaciones de este subproducto pecuario, habría de reducir el consumo nacional de esta carne, en 14 367 t (0.6%), similar a lo que reportaron Gómez *et al.* (2011) y La Jornada (2018). De esta reducción, el efecto mayor lo podrían recibir los consumidores de la región CO, en tanto que los de la región NE (Nuevo León y Tamaulipas), habrán de recibir el menor efecto, debido a la cercanía mayor con los puntos de internación. En sí, el mercado de este producto, es más sensible en consumo que en producción nacional, va a vulnerar más a consumidores con relación al beneficio que provocará en productores.

Uno de los argumentos de teoría económica que ayuda a explicar el efecto del arancel *ad valorem*, para un país grande en términos de comercio internacional, tal es el caso de México como tercer importador de carne de cerdo en canal; se debe al uso de demandas y ofertas regionales inelásticas (Graue, 2006; Krugman *et al.*, 2016); cuando la elasticidad de la demanda y la oferta es inelástica (magnitudes de la elasticidad, menores a la unidad) (Krugman *et al.*, 2016), una política comercial, como el caso de una arancel *ad valorem*, los grandes perjudicados por

pork market reduces and makes more expensive the imports, situation that favors exports because they become attractive to the same importers. This is similar to what Gómez *et al.* (2011) exposed, who concluded that a 9.6% reduction in imports resulted from the effects of the 20% tariff, and Velázquez *et al.* (2016), except with 15% tariff. Despite the effects from the tariff, the Confederation of Mexican Pork Producers (PORCIMEX, 2018b) states that the imports of pork meat from the USA to Mexico will continue, in addition to purchases of this meat from Spain, Germany, Brazil, Chile, Canada, among other countries. However, in 2010, Mexico imposed a 5% tariff on imports of this same meat and the estimated effect was a reduction in the volume of purchases of 5.9% (Gómez *et al.*, 2011).

According to the results of the base model, Mexico's decision of the tax load of 20% on imports of this livestock sub-product would reduce the national consumption of this meat in 14 367 t (0.6%), similar to what Gómez *et al.* (2011) and La Jornada (2018) reported. From this reduction, the higher effect could be received by consumers of the CW region, while those in the NE region (Nuevo León and Tamaulipas) would receive the lower effect, because of greater proximity to the admissions points. In itself, the market for this product is more sensitive in consumption than in national production, it will make more consumers vulnerable in relation to the benefit that it will cause in producers.

One of the arguments of economic theory that helps to explain the effect of the *ad valorem* tariff for a large country in terms of international trade, as is the case of Mexico as third importer of pork carcass, is because of the use of inelastic regional demands and offers (Graue, 2006; Krugman *et al.*, 2016). When the elasticity of the demand and the offer is inelastic (magnitudes of elasticity lower than the unit) (Krugman *et al.*, 2016), with a trade policy such as an *ad valorem* tariff, those largely affected by the policy in this market are, to a large extent, national and regional consumers. With greater inelasticity of the offer and demand curves, the revenue from the tariff is higher, because the reduction of the imports is lower; therefore, it is the income effect of the tariff (Krugman *et al.*, 2016).

The regions where the magnitude of the reduction in consumption was observed were CW, ER, CE,

la política en este mercado son, en mayor medida, los consumidores nacionales y regionales. A mayor inelasticidad de las curvas de oferta y demanda, mayor es la recaudación del arancel, debido a que la reducción de las importaciones es menor; por tanto, es el efecto ingreso del arancel (Krugman *et al.*, 2016).

Las regiones, en las que se observó la magnitud de la reducción del consumo, fueron la CO, OR, CE, NR y SUR (Chiapas, Oaxaca, Guerrero), en tanto que la región NE (Nuevo León y Tamaulipas), NO y PE (Campeche, Yucatán y Quintana Roo), se espera que no se vean afectadas de forma significativa (Cuadro 3).

El efecto sobre el VSN (superávit al productor, más el superávit al consumidor), debido a la aplicación de esta política, es que se espera que la magnitud del bienestar sea menor en 0.1% (6 mil millones de pesos), propiciada por la reducción mayor en el consumo; esto es, el bienestar de la sociedad, tiene relación inversa con el efecto del arancel (Cuadro 3). A medida que la carga impositiva es mayor, se protege más a la producción nacional y regional de esta carne.

#### **Efectos del arancel sobre precios al productor y al consumidor**

Con relación al modelo base, puede observarse (Cuadro 4) que el arancel *ad valorem* del 20% sobre las importaciones de carne de cerdo provenientes de USA, incrementa el precio que habría de recibir el productor de carne de cerdo en todas las regiones productoras. Así, con el modelo base, sin arancel, el precio al productor en las regiones CO y NR, fue 36 950 y 35 569 \$/t, con el arancel, se espera que el precio sea 40 014 y 38 633 \$/t (Cuadro 4); esto es, 8.3 y 8.6% de incremento del precio por efectos del arancel; y de forma similar para el resto de las regiones.

Por el lado de los consumidores, el precio que habrían de pagar por cada tonelada de carne consumida, por el efecto del arancel, es mayor, con relación a los valores observados en el modelo base (Cuadro 4). Al contrastar los precios óptimos al consumidor de carne de cerdo, dados por el modelo base y los precios al consumidor de esa carne, con efecto del arancel de 20%, por región, se observa que el precio mayor que pagarían los consumidores, serían los de las regiones de la PE y la SU; por ejemplo, con el modelo base el precio al consumidor de carne de cerdo en canal, de la PE pagó 42 360 \$/t, con el arancel, se espera que el

NR and SU (Chiapas, Oaxaca, Guerrero), while in the NE region (Nuevo León and Tamaulipas), NW and PE (Campeche, Yucatán and Quintana Roo), it is expected that they will not be affected significantly (Table 3).

The effect on the NSV (surplus for the producer, plus surplus for the consumer), due to the application of this policy, is that the magnitude of the welfare is expected to be lower in 0.1% (6 billion pesos), fostered by the higher reduction in consumption; that is, the welfare of society has an inverse relationship with the effect of the tariff (Table 3). As the tax load is higher, the national and regional production of this meat is protected more.

#### **Effects of the tariff on prices to the producer and to the consumer**

With relation to the base model, it can be observed (Table 4) that the *ad valorem* tariff of 20% on the imports of pork meat from the USA increases the price that the producer of pork meat ought to receive in all the producing regions. Thus, with the base model, without tariff, the prices to the producer in the CW and NR regions were 40,014 and 38,633 \$/t (Table 4); that is, 8.3 and 8.6% of increase in the price from the effect of the tariff; this is similar for the rest of the regions.

On the side of the consumers, the price that they ought to pay per ton of meat consumed, from the effect of the tariff, is higher with relation to the values observed in the base model (Table 4). When contrasting the optimal prices to the pork meat consumer, given by the base model, and the prices to the consumer of that meat with the tariff effect of 20% per region, it is observed that the highest price that the consumers would pay would be those in the PE and SU regions. For example, with the base model the price to the consumer of pork carcass, in the PE region they paid 42 360 \$/t, and with the tariff it is expected that the price will increase in 7.2%, equivalent to 45 420 \$/t (Table 4), which converges with what was stated by specialists in the matter (El Economista, 2018b), who mentioned that the Mexican consumer of this meat would face a situation of high prices, although affordable, at the time of the purchase and comparable to the price in the national market. This is also similar to what Gómez *et al.* (2011) concluded, that with

precio se incrementa en 7.2%, equivalente a 45 420 \$/t (Cuadro 4), ello converge con lo afirmado por especialistas en la materia (El Economista, 2018b), quienes mencionan que el consumidor mexicano de esta carne, se enfrentará a una situación de precios altos, pero accesibles, al momento de la compra y equiparable al precio de mercado nacional y, similar a lo que afirmaron Gómez *et al.* (2011), al concluir que con 20% de arancel, los consumidores mexicanos habrían experimentado una situación de precios mayores con relación a lo observado en ese periodo de análisis.

En la realidad, de acuerdo con PORCIMEX (2018b), se espera que el efecto en el precio, producto del arancel, sea sólo en carne de pierna y espaldillas frescas; en tanto que el resto de las importaciones como canales y medias canales mantendrán sus flujos comerciales.

### CONCLUSIONES

El arancel de 20% a las importaciones de carne en canal de cerdo en México, con base en el análisis de este escenario, acortará el Valor Social Neto, disminuirá las importaciones y consumo tanto regional como nacional y aumentará la producción nacional de esta carne, con relación al modelo óptimo y a los datos observados en el periodo de análisis, aunque los responsables de la conducción de esta actividad, afirman que no habrá riesgo de desabasto, pues otros países presentan condiciones para vender esa carne a México, incluso, a precios menores. El mercado de carne de cerdo en canal es sensible al efecto del arancel aplicado por México, perjudica a consumidores nacionales debido al incremento interno del precio del producto y beneficia a productores nacionales por el aumento del precio recibido. La medida de política funge como mecanismo de protección en beneficio de la producción nacional y se espera que sea viable en favor de ese sector, siempre que el objetivo gubernamental se encamine hacia tal variable.

### LITERATURA CITADA

- Alston, M., Julian Norton, W. George, and Pardey P. G. 1995. *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*, New York, USA, Cornell University Press, Ithaca.
- Bobadilla Soto, Encarnación Ernesto, Espinoza Ortega Angélica, y Martínez Castañeda Francisco Ernesto. 2010. Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008. *Revista*

a 20% tariff, Mexican consumers ought to have experienced a situation of higher prices related to what was observed in this analysis period.

In reality, according to PORCIMEX (2018b), it is expected that the effect on the price, product of the tariff, would be only in fresh leg and shoulder meat, while the rest of the imports as carcasses and half carcasses would keep their commercial flows.

### CONCLUSIONS

Based on the analysis of this scenario, the 20% tariff on imports of pork carcass in Mexico will decrease the Net Social Value, the imports and the consumption, both regional and national, and will increase the national production of this meat compared with the optimal model and the data observed in the analysis period, although those responsible of conducting this activity state that there would not be a risk of shortage, since other countries have conditions to sell this meat to Mexico, even at lower prices. The pork carcass market is sensitive to the effect of the tariff applied by Mexico, is detrimental to national consumers because of the internal increase of the price of the product, and benefits national producers due to the increase in the price received. The policy measure serves as protection mechanism in benefit of national production and it is expected that it will be viable in favor of this sector, as long as the government objective is directed toward such a variable.

—End of the English version—



Mexicana de Ciencias Pecuarias, Vol. 1, Núm. 3. <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1506/1501>. pp: 251-268.

- Bassols, Batalla Ángel. 1992. Formación de regiones económicas. *Geografía Económica de México*, México, D. F., Trillas.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2017. Indicadores demográficos de México, periodo 1990-2030. (Consultado: Jun 2018): [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem/index.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem/index.html).
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2010. Decreto por el que se autoriza arancel de 5.0% a para subproductos del cerdo, provenientes de Estados Unidos. (Consultado: Jun 2018): [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5155834&fecha=19/08/2010](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5155834&fecha=19/08/2010).
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2018. Tarifa de la Ley de los impuestos a la importación y exportación. (Consultado:

- Jun 2018): <https://media.eleconomista.com.mx/contenido/infografias/201805/DOF-Diario%20Oficial%20de%20la%20Federaci%C3%B3n.pdf>.
- El Economista. 2018a. México tiene plantas autorizadas en 4 países para importar carne de cerdo. (Consultado: Jun 2018): <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-tiene-plantas-autorizadas-en-4-paises-para-importar-carne-de-cerdo-20180607-0073.html>.
- El Economista. 2018b. Productores jaliscienses de carne de cerdo, beneficiados por el arancel. (Consultado: Jun 2018): <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Productores-jaliscienses-de-carne-de-cerdo-beneficiados-por-arancel-20180604-0162.html>.
- El Financiero. 2018. (Consultado: jun 2018): <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-aplica-aranceles-del-20-a-carne-de-cerdo-de-eu>.
- El Sitio Porcino. 2018. Aranceles a Estados Unidos beneficia a industria de carne de cerdo en México. (Consultado dic 2018): <http://www.elsitioporcino.com/news/31483/aranceles-a-estados-unidos-beneficia-a-industria-de-carne-de-cerdo-en-maxico/>.
- Expansión. 2018. Los ganadores y perdedores de los aranceles de México, a la carne de cerdo de EU. (Consultado: dic 2018): <https://expansion.mx/economia/2018/06/05/los-ganadores-y-perdedores-de-los-aranceles-de-mexico-a-la-carne-de-cerdo-de-eu>.
- Graue Russek, Ana Luisa. 2006. Microeconomía, Enfoque de negocios, México, D. F., Pearson.
- Gómez Tenorio, Germán, Rebollar Rebollar Samuel, Hernández Martínez Juvencio, y Guzman Soria Eugenio. 2011. Efectos de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Vol. 14, Núm. 2. <http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/677/545>. pp: 537-542.
- Kawaguchi, Tsunemasa, Susuki Nobuhiro, and Kaiser Harry M. 1997. A Spatial equilibrium model for imperfectly competitive milk markets. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 79, Núm. 3. <https://academic.oup.com/ajae/article-abstract/79/3/851/68728?redirectedFrom=fulltext>. pp: 851-859.
- Krugman R., Paul, Obstfeld Maurice, y Meltz J. Marc. 2016. *Economía Internacional. Teoría y política*, México, D. F., Pearson.
- La Jornada. 2018. Aranceles alarman a la industria porcina y agropecuaria de EU. (Consultado: dic 2018): <https://www.jornada.com.mx/2018/06/03/economia/018n2eco>.
- Pérez Vera, Flor del Carmen, García Mata Roberto, Martínez Damián Miguel Ángel, Mora Flores José Saturnino, Vaquera Huerta Humberto, y González Estrada Adrián. 2010. Efecto de las importaciones de la carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 1, Núm. 2. <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1517/1512>. pp: 115-126.
- PORCIMEX (Porcicultores Mexicanos). 2017. Estadísticas. (Consultado: Ene 2017): [www.porcimex.org/estadisticas/analiticos/mcarne.htm](http://www.porcimex.org/estadisticas/analiticos/mcarne.htm).
- PORCIMEX (Porcicultores Mexicanos). 2018a. Estadísticas. (Consultado: Jun 2018): <http://www.porcimex.org/>.
- PORCIMEX (Porcicultores Mexicanos) 2018b. Estadísticas. [www.porcimex.org/estadisticas/analiticos/mcarne.htm](http://www.porcimex.org/estadisticas/analiticos/mcarne.htm). Consulta 21 jun 2018.
- Rebollar Rebollar, Alfredo, Gómez Tenorio Germán, Hernández Martínez Juvencio, Rebollar Rebollar Samuel, y González Razo Felipe de Jesús. 2014. Comportamiento de la oferta y demanda regional de carne de cerdo en canal en México, 1994-2012. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 5, Núm. 4, <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4008/3346>. pp: 377-392.
- Rosenthal, Rochard. 2008. *GAMS, A User's Guide*. Washington, D. C., USA, GAMS Development Corporation.
- S.C.T. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2018. Rutas punto a punto. (Consultado: Jun 2018): [http://app.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Avance por producto. (Consultado: Jun 2018) [http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance\\_siap\\_gb/pecAvanceProd.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018a. Avance por producto. (Consultado: Jun 2018): [http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance\\_siap\\_gb/pecAvanceProd.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018b. Fracciones arancelarias. (Consultado: Jun 2018): [http://w6.siap.gob.mx/comercio/muestra\\_fracciona.gobmx.php](http://w6.siap.gob.mx/comercio/muestra_fracciona.gobmx.php).
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2018. Secretaría de Economía. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/mapa.asp>. Consultado 21 jun, 2018.
- Sosa Urrutia, Manuel Ernesto, Martínez Castañeda Francisco Ernesto, Espinosa García José Antonio, y Buendía Rodríguez Germán. 2017. Contribución del sector pecuario a la economía mexicana. Un análisis desde la Matriz Insumo Producto. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, Vol. 8, Núm. 1. <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4308/3716>. pp: 31-41.
- Velázquez, Héctor Hugo, Germán Gómez, Samuel Rebollar, y Francisco Ernesto Martínez. 2016. Efectos regionales y nacionales sobre la producción y consumo de carne de cerdo con la aplicación de aranceles a carne importada. *In: Beatriz A. Cavalloti, Benito Ramírez, Alfredo Cesín (coords). Ganadería, sociedad y recursos naturales*. México. Universidad Autónoma Chapingo. pp: 215-228.
- Takayama, T., and Judge G. 1964. Spatial equilibrium and quadratic programming. *Journal of Farm Economics*, Vol. 46, Núm. 1. [https://www.jstor.org/stable/1236473?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/1236473?seq=1#page_scan_tab_contents). pp: 67-93.