

COMUNICACIÓN CORTA

ÓPTIMOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS EN CORTES DE CARNE DE CERDO EN DOS REGIONES DE MÉXICO¹

Samuel Rebollar-Rebollar², Germán Gómez-Tenorio², Nicolás Callejas-Juárez³, Eugenio Guzmán-Soria⁴, Juvencio Hernández-Martínez²

RESUMEN

Óptimos técnicos y económicos en cortes de carne de cerdo en dos regiones de México. El objetivo de este trabajo fue determinar el peso óptimo de venta de la canal de cerdo (*S. scrofa* ssp), en función del rendimiento en cortes primarios, secundarios y terciarios. La información se obtuvo de febrero a junio de 2012 y provino de 50 cerdos (PV $98,6 \pm 7,2$ kg, edad 150 ± 5 d), sacrificados en el Rastro Municipal, distribuidos en diez carnicerías, seleccionadas por intención, localizadas en dos regiones del Estado de México; cinco de ellas en Valle de Bravo y cinco en Tejupilco, ambos municipios limítrofes del Estado de México. Los datos se procesaron mediante tres modelos estadísticos no lineales y se ajustaron a funciones de producción con rendimientos decrecientes. Para el modelo de cortes primarios, los niveles óptimos técnicos (NOT) y niveles óptimos económicos (NOE) se obtuvieron con un peso en canal de 94,47 y 90,96 kg, con una ganancia de US\$ 162,1 y US\$ 173,0. En cortes secundarios los NOT y NOE se alcanzaron en 85,4 y 85,3 kg de peso de la canal, con una ganancia de US\$ 236,7 y US\$ 236,9. Con base en el modelo de cortes terciarios, se logró un NOT y NOE de 82,38 y 82,26 kg, equivalente a una ganancia de US\$ 217,6 y US\$ 217,9. Un mayor peso de la canal de cerdo no necesariamente implicó una mejor ganancia en dinero, la cual se percibe en la venta de cortes secundarios, con un menor peso de la canal.

Palabras clave: función de producción, carnicerías, rendimiento de canales, ganancia monetaria.

ABSTRACT

Technical and economic optimums in pork meat cuts in two regions of Mexico. The aim of this study was to determine the optimal selling weight per pig carcass (*S. scrofa* ssp), based on performance in primary, secondary and tertiary cuts. The field data was obtained from February to June 2012 and came from 10 butcheries selected by intention. These butcheries located in the state of Mexico, and more specifically in Valle de Bravo (5) and Tejupilco (5), and slaughtered 50 pigs ($98,6 \pm 7,2$ kg PV, age 150 ± 5 d) each one, at the Municipal Abattoir in each municipality. The data were processed using three univariate nonlinear statistical models (for dressing cuts vs. primary, secondary and tertiary), adjusted to production functions with diminishing marginal returns. The results indicated that for the model of primal cuts, the technical optimum level (NOT) and the optimum economical level (NOE) were obtained with a carcass weight of 94,47 kg and 90,96 kg, respectively, with corresponding monetary gains of US\$ 162,1 and US\$ 173,0. For the model of minor cuts, the NOT and NOE were reached at 85,40 and 85,36 kg of carcass weight, and the corresponding monetary gains were US\$ 236,7 and US\$ 236,9. Based on the model of tertiary cuts the NOT and NOE were 82,38 and 82,26 kg, equivalent to a profit of US\$ 217,6 and US\$ 217,9. We conclude that the sale of carcasses at maximum weight did not necessarily lead to the most profit, and that the most profit was actually derived from the sale of minor cuts.

Keywords: production function, butcheries, carcass performance, monetary gain.

¹ Recibido: 14 de marzo, 2013. Aceptado: 18 de marzo, 2014. Parte de la propuesta del proyecto de investigación del Programa Nacional de Retención de Investigadores Mexicanos del CONACyT-México, 2012, de Germán Gómez Tenorio, coautor del artículo.

² Centro Universitario UAEM Temascaltepec-Universidad Autónoma del Estado de México. Km. 67,5. Carretera Toluca-Tejupilco. Barrio de San Antonio S/N. 51300. Tel/Fax: 01716 26 652 09. samrere@hotmail.com (autor para correspondencia), gomte61@yahoo.com, jh_martinez1214@yahoo.com.mx

³ Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada. Km. 1. Chihuahua, Chih. México. C. P. 31031. Tel. 614 434 03 03. Fax. 614 4340345. Fax 614 434 0345. ncallejas@uach.mx

⁴ Posgrado en Administración. Instituto Tecnológico de Celaya, México. eugenio@itc.mx



INTRODUCCIÓN

En México, de 2003 a 2012 la producción nacional de carne de cerdo (*Sus scrofa ssp*) no presentó cambios significativos, pues la tasa media anual de crecimiento (TMAC) fue tan solo de 1,9%, porcentaje superior a 2012, año en que el crecimiento (1,8%) fue menor que el promedio del periodo. En 2012, el volumen de producción porcícola fue 1,2 millones t y, Jalisco (19,3%), Sonora (18,7%), Puebla (10,0%), Guanajuato (8,8%) y Veracruz (8,6%), aportaron 65,3% del total nacional (SIAP, 2013). Además, de 2003 a 2012, las importaciones de carne en canal pasaron de 503,5 a 761,2 miles t, con una TMAC de 4,7%, y representaron 39,7% del consumo nacional aparente (CNA) del 2012; en tanto, las exportaciones aumentaron de 23,2 en 2003 a 71,3 miles de t en 2012, a una TMAC de 13,3% (SIAP, 2013).

En el periodo que se menciona (2003-2012), el CNA creció a una TMAC de 2,6% y presentó mayor dinamismo que la producción nacional (1,9%). En 2003 el volumen nacional de carne de cerdo (*S. scrofa ssp*) representó 66,8% del CNA y en 2012 de 60,3%, lo que significó mayor dependencia de importaciones debido, principalmente, a un estancamiento en la producción nacional en el periodo analizado (SIAP, 2013).

Por otra parte, del 2002 a 2009, el sector porcícola presentó importantes cambios en su estructura productiva, lo cual significó la consolidación de su oferta que se basó en su alto nivel nutritivo y estándares de calidad. Con respecto a lo anterior, consecuencia del avance tecnológico en la producción de carne de cerdo, se redujo 31% el contenido de grasa, 14% las calorías y 10% el colesterol. De los lípidos en la carne de cerdo, 70% son deseables; es decir, son ácidos grasos no saturados y la proteína es rica en ácido linoleico, que neutraliza efectos negativos de grasas saturadas o indeseables (Cabello, 2009b).

De 2000 a 2009 la estructura de la actividad porcícola, ha cambiado en varios países. En México, granjas pequeñas y diversificadas que utilizaban subproductos agrícolas para alimentación del ganado porcino, se concentraron en unidades especializadas en producción de alto rendimiento. En estas empresas, se generaron nuevas competencias para cría, desarrollo y engorda para cumplir con estándares de calidad y pericia logística requeridos para exportar a Japón (Cabello, 2009a).

Durante 2005-2012, el consumo *per cápita* mostró un crecimiento de 10% para carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*), 2% en cerdo (*S. scrofa ssp*) y una disminución de 11% para la de res (*Bos taurus*). En 2012, el consumo *per cápita* de carne de pollo (*G. gallus domesticus*), cerdo (*S. scrofa ssp*) y res (*B. taurus*) fue 29,6, 16,4 y 15,0 kg, respectivamente; mientras que el CNA de carne de pollo, cerdo y res fue 3,3, 1,9 y 2,0 millones de t, de las que 15% correspondieron a importaciones de carne de pollo, 39,7% a carne de cerdo y 13,5% a carne de res (Almanza, 2010; Téllez *et al.*, 2012; SIAP, 2013).

Varios autores han abordado el estudio del cerdo con la utilización de métodos econométricos basados en funciones no lineales. Por ejemplo, Rebollar *et al.* (2008a) utilizaron funciones de producción cuadráticas para determinar el peso óptimo en pie en una región del Estado de México, que implicó la obtención de la máxima ganancia en dinero, basadas en la teoría de modelos de regresión no lineales (Wooldridge, 2010; Gujarati, 2004). Por su parte, Rebollar *et al.* (2011), determinaron el peso óptimo a la venta y tiempo óptimo de engorda de bovinos carne en corral, mediante modelos de regresión no lineal con más de una variable.

En un estudio sobre óptimos económicos en ovinos Pelibuey en corral, Rebollar *et al.* (2008b) utilizaron funciones de producción no lineales, mediante modelos econométricos, para determinar el peso de los ovinos *in vivo* que implicó obtener la máxima ganancia en dinero. En sí, debido a que en muchas regiones del país y del mundo, quienes se dedican a este tipo de actividades, desconocen los puntos de optimización donde podrían mejorar sus ganancias monetarias (Rebollar *et al.*, 2011); por lo que se justifica la aplicación de estas técnicas. La ventaja radica en generar recomendaciones técnico económicas, como herramienta econométrica, que podría beneficiar a empresarios agropecuarios vinculados a tales actividades.

Una posible desventaja, radica en la operatividad metodológica cuando no se tiene experiencia suficiente de ello; sin embargo, puede utilizarse solo parte de resultados y recomendaciones derivadas de los estudios en cuestión. Desde el punto de vista académico, experiencias de este tipo se transforman en casos de estudios favorables para la enseñanza de la econometría tanto en pregrado como a nivel posgrado.

En el proceso de venta de cerdos hay variables que pueden afectar la utilidad de las canales, y es necesario

cuantificar, analizar y evaluar estas en cortes primarios, secundarios y terciarios. El objetivo de este trabajo fue determinar el peso óptimo de venta de la canal de cerdo (*S. scrofa* ssp), en función del rendimiento en cortes primarios, secundarios y terciarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó información del peso de canales calientes de cerdo (*S. scrofa* ssp) y del peso (en kilogramos) de cortes primarios, secundarios y terciarios de esas mismas canales, proveniente de diez carnicerías seleccionadas de forma selectiva o intencional (Cochran, 1984). Cinco de ellas localizadas en Valle de Bravo y las otras cinco en Tejupilco, ambos municipios pertenecientes al Estado de México.

Los datos se obtuvieron de 50 cerdos híbridos (PIC 406 x 23) (PV $98,6 \pm 7,2$ kg, edad 150 ± 5 d) sacrificados en el Rastro Municipal de cada municipio distribuidos en las diez carnicerías, de febrero a junio de 2012. El valor del peso de la canal y de los tres cortes se obtuvo por animal sacrificado.

El peso de cortes primarios incluyó el promedio de la suma del peso (en kilogramos) del lomo, costillas, piernas y espaldillas; los cortes secundarios, espinazo y codillo o chamorro y, los cortes terciarios, cabeza, patas y cuero, por cada cerdo. Para lo anterior, se utilizó una báscula de precisión electrónica, marca Torrey, serie EQB-1, con error de 20 g.

Canal de cerdo

El canal de cerdo es el cuerpo entero del animal sacrificado tal y como se presenta después de las operaciones de sangrado, eviscerado y desollado, entero o seccionado por la mitad, sin lengua, cerdas, pezuñas, órganos genitales, manteca, riñones ni diafragma. Esta definición es también la de la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) en México, a través de la Norma Oficial Mexicana: NMX-FF 081, 2003 (DOF, 2011).

Rendimiento de la canal

El rendimiento de la canal es la relación entre el peso de la canal y el peso vivo expresado en porcentaje. La NMX 081 menciona que el rendimiento en

canal es la proporción del peso de esta expresada en porcentaje, respecto al peso vivo (PV). Se puede calcular en referencia a la canal caliente o en frío (determinando el porcentaje de la merma de la canal en frío); el rendimiento en frío se realizará cuando se hagan los cortes primarios y se aplique la fórmula inscrita en la presente norma.

Cortes primarios: piernas, espaldillas, lomos, cabezas de lomo, costillas, falda o tocino.

Cortes secundarios: espinazo y codillo o chamorro.

Cortes terciarios: cabeza, patas y cuero (DOF, 2011).

Los músculos del cerdo de donde provinieron los cortes, se presentan en el Cuadro 1. Se aclara que el nombre científico de cada uno de ellos no fue posible presentarlo, debido a su inexistencia como tal.

Los datos de cortes primarios, secundarios y terciarios se ajustaron, por separado, a modelos estadísticos o econométricos con grado de la variable distinto (modelos uniecuacionales, no lineales) (Gujarati, 2004; Wooldridge, 2010) y conformaron la respectiva variable independiente en cada uno de ellos (Gujarati, 2004). La variable dependiente en cada uno de los modelos (el de cortes primarios, secundarios y el de terciarios) fue el peso de la canal. Si bien, para este caso, la variable independiente no fungió como tal como un insumo variable productivo, según la teoría de la producción (Nicholson, 2008), su utilización para evaluar el efecto en la variable de respuesta (esto es, la variable dependiente) es completamente válida; por tanto, también se acepta la efectividad de los datos mediante la aplicación y análisis de todos los conceptos inherentes a ello.

Por lo anterior, es posible encontrar dos niveles óptimos (Rebollar *et al.*, 2011): el técnico o punto de máximo peso de la canal y el económico o nivel de máxima ganancia en dinero, a través de funciones de respuesta o de producción. Así, la meta fue encontrar aquel modelo que mejor se ajustara a una función de producción con rendimientos marginales decrecientes y, determinar el nivel óptimo técnico (NOT) y nivel óptimo económico (NOE) a nivel de cortes primarios, secundarios y terciarios. Los modelos propuestos fueron:

$$Y = \alpha + \beta_0 X + \beta_1 X^2 + \beta_2 X^3 + \varepsilon_i$$

$$Y = \alpha + \beta_0 X_1 + \beta_1 X_1^2 + \varepsilon_i$$

$$Y = \alpha + \beta_0 X_2 + \beta_1 X_2^2 + \varepsilon_i$$

Cuadro 1. Principales músculos de procedencia de cortes de carne de cerdo en canal. Valle de Bravo y Tejupilco, municipio del Estado de México, México. 2012.

Concepto	Corte	Músculos según el corte
Cortes primarios	Pierna	Tensor de la fascia lata, glúteo superficial, medio y profundo, bíceps femoral, semimembranoso, semitendoso, sartorio, recto interno, pectíneo, aductor, obturador, obturador externo e interno, gemelo, cuádriceps, femoral, psoa mayor y menor, iliaco y cuadrado lumbar.
	Espaldilla	Romboides, deltoides, dorsal ancho, supra espinoso, infra espinoso, redondo mayor y menor, subescapular, coracobraquial, capsular, tríceps, omotransverso, trapecio, pectoral, esternocéfálico, braquiocefálico, pectorales profundo y superficial.
	Lomo	Largo dorsal, largo costal, músculo transverso torácico, serrato dorsal.
	Costilla	Músculos intercostales, oblicuo abdominal externo e interno, recto abdominal y transverso abdominal.
Cortes secundarios	Codillo	Bíceps braquial, braquial, tensor de la fascia ante braquial y extensores carpo radial, oblicuo, digital largo, digital lateral, tibial anterior, peroneo y grastocnemio.
	Espinazo	Espinal, multifido, inter espinales e inter transversales.
Cortes terciarios	Cabeza	Cutáneo facial, orbicular, elevador naso labial, cigomático, depresor del labio, dilatador lateral de la nariz, transversal de la nariz, depresor del rostro, malar, masetero, partes de cutáneo, braquiocefálico, esplenio, omotransverso y escalenos.
	Patas	Partes de músculos extensores y flexores, así como tendones de falanges.
	Cuero	Músculo subcutáneo.

Fuente: Sisson y Grossman (1978).

Donde Y = peso de la canal; β_i = parámetros del modelo; X = peso promedio de cortes primarios; X_1 = peso promedio de cortes secundarios; X_2 = peso promedio de cortes terciarios; α = intercepto; ε = error estadístico, estocástico, aleatorio.

El nivel óptimo técnico (NOT) o punto de máxima producción, se obtuvo al igualar el producto marginal (PMg) a cero, e implicó el punto de máxima producción representado por la variable dependiente. En términos matemáticos, el PMg representa la primera derivada o condición de primer orden para obtener el máximo de la función de producto total (PT) (Doll y Orazem, 1984). Para el proceso de obtención del valor de X que genera la máxima ganancia, en dinero, o nivel óptimo económico (NOE), se persigue la igualdad entre el PMg dado por la derivada de la función de producción y la relación de precios: del insumo (variable independiente) y del producto (la canal) (Rebollar et al., 2008a; Rebollar et al., 2008b; Rebollar et al., 2011).

Para los cortes primarios, se utilizó un precio aproximado de 2,9 US\$/kg (de hecho, la cifra total de este precio fue US\$ 2,92885144), cortes secundarios y terciarios de 1,1 US\$/kg y 3,9 US\$/kg. Se buscó

el valor de X (en cada uno de los modelos) donde el PMg fuera igual a la relación de precios. Los modelos econométricos se estimaron por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y se ajustaron con el procedimiento GLM de SAS, versión para Windows (SAS Institute, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de las canales de carne de cerdo, que permitió hacer referencia a las variables de respuesta, esta fue de $79,2 \pm 7,9$ kg. Así, el modelo econométrico para cortes primarios, secundarios y terciarios de la canal en cerdos, se ajustó a la forma típica de una función de producción con rendimientos marginales decrecientes (Doll y Orazem, 1984).

El peso de cortes primarios, se ajustó a la función de producción siguiente:

$$Y = 177,92 - 7,6514X + 0,1663X^2 - 0,0010576X^3$$

(253,5) (15,6) (0,31) (0,0021)

El modelo de mejor ajuste para cortes primarios fue el cúbico. El nivel de significancia $p > 0,001$ ($R^2 = 0,789$) muestra la validez del modelo propuesto, donde la variable peso de cortes primarios (variable independiente) explica el peso de la canal (variable dependiente). Es decir, la variable independiente explica 78,9% del comportamiento de la variable dependiente; el resto lo explican las demás variables. Con base en la estimación del modelo econométrico para cortes primarios, fue posible obtener y demostrar la existencia de un punto máximo en el peso (en kg) de la canal de cerdo, donde el rendimiento en cortes primarios es más alto, pero no, necesariamente, da la mayor utilidad.

El procedimiento matemático (Rebollar *et al.*, 2008a; Rebollar *et al.*, 2008b; Rebollar *et al.*, 2011) para obtener el óptimo técnico (NOT) o máxima producción (es decir, el valor de Y) para cualquier función de producción, es por medio de la primera derivada (o función del producto marginal) o condición de primer orden, igualada a cero; esto es:

$$\frac{dY}{dX} = 0 ; PMg = 0$$

De forma similar, la condición matemática para obtener el óptimo económico (NOE), se obtiene al igualar el PMg a la relación de precios del insumo (P_x) y del producto (P_y):

$$\frac{dY}{dX} = \frac{P_x}{P_y}$$

o bien,

$$PMg = \frac{P_x}{P_y}$$

Para el modelo de cortes primarios el precio del producto, es decir, P_y fue 3,9 US\$/kg (el precio aproximado fue de US\$ 3,908/kg) de carne en canal y P_x de 2,9 US\$/kg para cortes primarios.

De la función de producción para cortes primarios, la expresión para obtener el valor del NOT y NOE, fue:

$$-7,6514 + 0,3326X - 0,0031728X^2 = 0$$

Nivel Óptimo Técnico (NOT)

$$-8,4014 + 0,3326X - 0,0031728X^2 = 0$$

Nivel Óptimo Económico (NOE)

La solución (para X) de estas dos funciones, se obtuvo por el método algebraico de la fórmula general. El valor de X para el NOT (Cuadro 2) fue como sigue:

$$X = \frac{-0,3326 \pm \sqrt{(0,3326)^2 - 4(-0,0031728)(-7,6514)}}{2(-0,0031728)}$$

$$X = \frac{-0,3326 \pm \sqrt{(0,01349)}}{-0,0063456}$$

$$X = \frac{-0,3326 \pm 0,1161}{-0,0063456} = \frac{-0,3326 - 0,1161}{-0,0063456} = \frac{-0,4487}{-0,0063456}$$

$$X = 70,71$$

$X = 70,71$ es el valor de utilidad, el anterior pertenece a la etapa I de la producción y se desecha.

Por tanto, al sustituir $X = 70,71$ en la función de producción:

$$Y = 177,92 - 7,6514X + 0,1663X^2 - 0,0010576X^3$$

El valor de Y , es:

$$Y = 177,92 - 7,6514(70,71) + 0,1663(70,71)^2 - 0,0010576(70,71)^3$$

$Y = 94,47$ kg (Cuadro 2) en canal de carne de cerdo.

Así, $X = 70,71$ y $Y = 94,96$, representan el punto de máxima producción o nivel óptimo técnico (NOE).

Por su parte, el costo total (CT) correspondiente al NOT, se dedujo al multiplicar 2,92885144 por 70,71 kg, lo que dio como resultado US\$ 207,1 (Cuadro 2). El ingreso total (IT) se obtiene al multiplicar la cantidad producida y/vendida por el precio de venta; así, US\$ 3,908 multiplicado por 94,47 kg de carne en canal, el resultado es US\$ 369,2 (Cuadro 2). Los valores de la columna del nivel óptimo económico, del Cuadro 2, se obtienen de forma similar a los del nivel óptimo técnico.

Los valores de la variable dependiente (Y) e independiente (X), así como del costo total (CT), ingreso total (IT) y ganancia (G), esta última como la diferencia entre IT y CT (Harcourt, 1990), se presentan en el Cuadro 2.

Así, para la región donde se realizó el estudio, quienes se dedican a esta actividad, deben saber que si

comercializan canales con un peso aproximado de 91 kg podrían obtener más ganancia que si lo realizan a 94,5 kg de peso (Cuadro 2). Por tanto, queda demostrado que un mayor peso de la canal de carne de cerdo, no necesariamente implica mayor ganancia en dinero. Si la diferencia en dinero, a nivel de los dos óptimos, se multiplicara por miles de canales de carne que se comercializan en esa región, o bien en todo el estado o país, el dinero que se dejaría de percibir, podría ser de gran magnitud, por efecto del desconocimiento preciso de estos resultados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Desglose de costo, ingreso y ganancia para el nivel óptimo técnico (NOT) y nivel óptimo económico (NOE) en cortes primarios en cerdos. Tejupilco y Valle de Bravo, Estado de México. Febrero-junio 2012.

Concepto	Nivel óptimo técnico	Nivel óptimo económico
Valor de X	70,71	62,31
Valor de Y (kg en canal)	94,47	90,96
Costo total (CT) (US\$)	207,1	182,5
Ingreso total (IT) (US\$)	369,2	355,5
Ganancia (G)* (US\$/canal)	162,1	173,0

* Diferencia entre IT y CT (Harcourt, 1990).

En una investigación sobre óptimos económicos en cerdos, híbridos (PIC 406 x 23) de granjas semi-tecnificadas, para un municipio aledaño al de Valle de Bravo (Rebollar *et al.*, 2008a), al relacionar el peso *in vivo* del animal con la cantidad de alimento consumido, encontraron que los niveles óptimo técnico y óptimo económico se obtuvieron cuando el animal alcanzó 162,1 y 142,7 kg de peso. Al respecto, al realizar un análisis de sensibilidad, los animales deberían pesar, aproximadamente, 113,5 kg *in vivo* para alcanzar el NOE en canal y en cortes primarios, secundarios y terciarios.

El mejor modelo para cortes secundarios fue:

$$Y = -28,9601 + 19,1879X - 0,8048X^2$$

(64,30) (13,53) (-0,80)

El modelo de mejor ajuste para cortes secundarios fue el cuadrático. El nivel de significancia $Pr \leq 0,0001$

con una R^2 de 58,3% demuestra la validez del modelo, donde la variable peso de cortes secundarios, explica al peso de la canal (en kg). Es decir, la variable independiente explica, en promedio, 58,3% del comportamiento de la variable dependiente; el resto, las demás variables. En el NOT, interesa solo encontrar el punto o nivel de máxima producción, sin importar los precios del insumo y del producto (Portillo, *et al.*, 2013; Rebollar *et al.*, 2011; Doll y Orazem, 1984), debido al enfoque esencial de que una función de producción es una relación técnica insumo-producto. En tanto que en el NOE, interesa dicha relación, porque permite conocer el punto donde la ganancia (en dinero) es máxima y no corresponde necesariamente, con el punto de máxima producción (Posadas *et al.*, 2011; Rebollar *et al.*, 2011).

En la estimación del NOT y NOE, la relación de precios que se utilizó, para las dos regiones donde se hizo el estudio, fue 2,9 y 1,1 US\$/kg de carne en canal y cortes secundarios. Para la obtención de resultados del Cuadro 3, se utilizó el mismo procedimiento descrito en los del Cuadro 2. En el Cuadro 3 se presentan niveles de Y y X para los NOT y NOE relacionados a cortes secundarios de la canal de carne de cerdo.

Cuadro 3. Desglose de costo, ingreso y ganancia para el nivel óptimo técnico (NOT) y nivel óptimo económico (NOE) en corte secundarios en cerdos. Tejupilco y Valle de Bravo, Estado de México. Febrero-junio 2012.

Concepto	Nivel óptimo técnico	Nivel óptimo económico
Valor de X	11,92	11,68
Valor de Y (kg en canal)	85,40	85,36
Costo total (US\$)	13,4	13,2
Ingreso total (US\$)	250,1	250,0
Ganancia (US\$/canal)	236,7	236,8

Para cortes terciarios (cabeza, patas y cuero), el modelo estimado fue:

$$Y = -66,9915 + 14,2024X - 0,3376X^2$$

(63,49) (6,15) (0,14)

El nivel de significancia $Pr > 0,0923$ con una R^2 de 0,203 demuestra la validez del modelo propuesto,

donde la variable peso de cortes terciarios explica el peso de la canal. Esto es, la variable independiente, explica en promedio 20,3% del comportamiento de la variable dependiente; el resto, se explica por la utilización y efecto de la ractopamina, como β -adrenérgico permitido por la legislación mexicana, sin causa de efectos secundarios y nocivos para la salud humana (Shelver y Smith, 2006; Avendaño et al., 2006), pero que produce menor grasa en la canal del animal (Dunshea et al., 2005) y, por tanto, menor peso en cortes terciarios; además del efecto generado por el sexo del animal; esto es, las canales de machos castrados contienen más grasa que las hembras, tal situación no se consideró en este trabajo; tal deducción se enfatiza solo para las canales, de ese tipo de animales y de la región de estudio, de donde provino la información. No habiendo otra posible fuente de variación conocida.

El modelo de cortes terciarios indica que la diferencia entre el NOT y NOE fue de 430 y 120 g para el peso de la canal (Cuadro 4). De forma similar, los valores del Cuadro 4, se obtuvieron bajo el procedimiento descrito a los del Cuadro 2.

Cuadro 4. Desglose de costo, ingreso y ganancia para el nivel óptimo técnico (NOT) y nivel óptimo económico (NOE) en cortes terciarios en cerdos. Tejupilco y Valle de Bravo, Estado de México. Febrero-junio 2012.

Concepto	Nivel óptimo técnico	Nivel óptimo económico
Valor de X	21,03	20,46
Valor de Y (kg en canal)	82,38	82,26
Costo total (US\$)	23,7	23,0
Ingreso total (US\$)	241,3	240,9
Ganancia (US\$/canal)	217,6	217,9

En los tres modelos se corroboran conceptos de Teoría Microeconómica de la Producción, en el sentido de que siempre el valor de la variable independiente X del NOE, en cada uno de ellos, fue menor que el NOT. Por lo que en esta investigación y para la región de estudio, se valida la existencia de una ganancia en dinero, mayor al nivel óptimo económico, con relación al punto o nivel de máxima producción (NOT).

LITERATURA CITADA

- Almanza, C. 2010. El consumo de carne en México. En: Termómetro Financiero, Número 17. Sección Agronegocios. FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura). México, D.F. (Fecha: 19 de febrero de 2010). p. 17.
- Avendaño, L., R. Torres, F. Meraz, M. Pérez, F. Figueroa, y P. Robinson. 2006. Effects of two beta-adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *Journal of Animal Science* 84:3259-3265.
- Cabello, M.A. 2009a. Oportunidad en carne de puerco. En: Termómetro Financiero, Número 24. Sección Agronegocios. FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura). México, D.F. (Fecha: 20 de agosto de 2009). p. 24.
- Cabello, M.A. 2009b. El puerco a futuro. En: Termómetro Financiero, Número 20. Sección Agronegocios. Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA). México, D.F. (Fecha: 18 de septiembre de 2009). p. 20.
- Cochran, W. 1984. Técnicas de muestreo. Editorial C.E.C.S.A., México, D.F.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2011. Norma Oficial Mexicana NMX-FF 081, 2003. Productos pecuarios-carne de porcino en canal-calidad de la carne-clasificación. <http://cide.uach.mx/pdf/NORMAS%20MEXICANAS%20NMX/INDUSTRIA%20AGROPECUARIA/PRODUCTOS%20PECUARIOS.%20CARNE%20DE%20PORCINO%20EN%20CANAL.pdf> (Consultado 13 oct. 2011).
- Doll, J., y F. Orazem. 1984. Production economics. Theory with applications. 2 ed. Wiley, Canada.
- Dunshea, R., N. D'Souza, W. Pethic, S. Harper, y D. Warner. 2005. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science* 71:8-38.
- Gujarati, D. 2004. Econometría. 4 ed. Editorial Mc Graw Hill, México, DF.
- Harcourt, I. 1990. Principios de economía. Microeconomía. Teoría y práctica. SITESA, S.A., México, D.F.
- Nicholson, W. 2008. Teoría microeconómica. Principios básicos y ampliaciones. 9 ed. Editorial CENGAGE Learning, México, DF.
- Posadas, R.R., S. Rebollar, J. Hernández, F.J. González, A. Rebollar, y E. Guzmán, E. 2011. Niveles de

- optimización económica en bovinos engordados en corral. En: A.M. Arras-Vota, A.M. de Guadalupe, y O.A. Hernández-Rodríguez, editores, Administración, agrotecnología y redes de conocimiento. Pearson Naucalpan de Juárez, Estado de México. p. 55-62.
- Rebollar, S., G. Gómez, J. Hernández, R. Rojo, F.J. González, y F. Avilés. 2008a. Determinación del óptimo técnico y económico en una granja porcícola en Temascaltepec, Estado de México. *Ciencia Ergo Sum* 14(3):255-262.
- Rebollar, S., J. Hernández, F.J. González, P. Mejía, y D. Cardoso. 2008b. Óptimos económicos en corderos Pelibuey engordados en corral. *Universidad y Ciencia* 24(1):67-73.
- Rebollar, S., R.R. Posadas, J. Hernández, F.J. González, E. Guzmán, y R. Rojo. 2011. Technical and economics optimal in feedlot cattle. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14(2):413-420.
- SAS Institute. 2009. SAS/STAT® 9.2 User's guide, 2nd ed. SAS Inst., Cary, NC, USA.
- Shelver, W., y J. Smith. 2006. Tissue residues and urinary excretion of zilpaterol in sheep treated for 10 days with dietary zilpaterol. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 54:4155-4161.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Base de datos pecuario 2000-2012. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369 (Consultado 29 agosto 2013).
- Sisson, S., y J. Grossman. 1978. Anatomía de los animales domésticos. Reimpresión. 4 ed. Salvat Editores, Barcelona, España.
- Téllez, R., J.S. Mora, M.A. Martínez, R. García, y J.A. García. 2012. Caracterización del consumidor de carne bovina en la zona metropolitana del Valle de México. *Agrociencia* 46:75-86.
- Wooldridge, J. 2010. Introducción a la econometría. Un enfoque moderno. 4 ed. Editorial CENGAGE-Learning, México, DF.