

# MODELO CONTRAFACTUAL APLICADO AL SECTOR CÁRNICO COLOMBIANO<sup>a</sup>

## COUNTERFACTUAL MODEL APPLIED TO THE COLOMBIAN MEAT SECTOR

JUAN CARLOS SALAZAR URIBE<sup>b</sup>, MARISOL VALENCIA<sup>c</sup>, JOHANNA TROCHEZ<sup>d</sup>,  
VERÓNICA GUARÍN ESCUDERO<sup>b</sup>

Recibido 20-03-2015, aceptado 22-10-2015, versión final 27-10-2015.  
Artículo Investigación

**RESUMEN:** Existen diferentes métodos cualitativos y cuantitativos para la evaluación de efectos de una política económica, entre ellos el modelo contrafactual, el cual permite realizar comparaciones antes y después de haber ejecutado una medida económica. Para el caso colombiano la apertura comercial ha representado cambios estructurales en diferentes sectores económicos, en especial el sector cárnico bovino, en el cual se han hecho trabajos de tipo cualitativo más no cuantitativo, analizando series de tiempo. En este trabajo se realiza una comparación cuantitativa entre la serie de precios del ganado, comercializados en dos importantes frigoríficos del país, con el fin de diagnosticar un efecto en la tendencia de los precios, luego de la entrada en vigencia del tratado de libre comercio con Estados Unidos. Se parte de la pregunta: ¿Qué hubiera sucedido con la serie de precios del ganado bovino si no hubiese ninguna intervención económica?, para lo cual se realiza una comparación a través del tiempo, delimitado por el consumo de contingentes arancelarios en el último año, si se encuentran diferencias significativas, se diría que las importaciones han tenido efectos sobre la variable de interés.

**PALABRAS CLAVE:** Apertura económica, series de tiempo, econometría.

**ABSTRACT:** There are different qualitative and quantitative methods for evaluating the effects of economic policies, including the so called counterfactual model, which allows for comparisons before and after performing an economic intervention. In the particular case of Colombia, trade liberalization has shown structural changes in different economic sectors, especially in the bovine meat sector, where academic approaches have become more qualitative than quantitative, mostly based on time series. This paper aims to make a quantitative comparison between the numbers of livestock prices associated to different regions, in order to evaluate the effect of free trade on these time series. The research question is: What would happen to the prices of bovine meat if there were no economic intervention?. To answer this important question we

<sup>a</sup>Salazar, J. C.; Valencia, M.; Trochez, J. & Guarín, V. (2015). Modelo contrafactual aplicado al sector cárnico colombiano. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 4 (2), 43–53.

<sup>b</sup>Profesor Asociado, Escuela de Estadística. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

<sup>c</sup>M. Sc. en Ciencias-Estadística. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

<sup>d</sup>Estudiante Maestría en Ciencias-Estadística. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

perform a statistical comparison (using longitudinal data) before and after the signature of the Free Trade Agreement with the European Union. If there are substantial statistical differences before and after the agreement, they could be attributable to this important economic intervention.

**KEYWORDS:** Economic opening, time series, econometric.

## 1. INTRODUCCIÓN

La apertura comercial promueve el libre canje de productos competitivos entre los mercados de los países miembros, lo que incentiva el crecimiento económico del país y la reducción de los niveles de pobreza (Ariza *et al.*, 2012). Es importante notar las características de sectores industriales como el primario, entre ellos el sector cárnico, uno de los sectores más vulnerables a los acuerdos de libre comercio, debido a la falta de tecnología, los altos costos de insumos agrícolas y de mano de obra, además de la problemática social. De otro lado se ve que del total de las exportaciones colombianas, solo el 11% corresponde a exportaciones del sector agrícola colombiano, constituidas principalmente por plátano, café, flores, pescado y azúcar (OCDE, 2015). Lo anterior hace imperativo hacer un seguimiento de lo que ocurre con la economía del sector cárnico colombiano, a raíz de estos tratados comerciales.

En la actualidad, Colombia tiene vigentes trece acuerdos de libre comercio, lo que hace que la competencia sea cada vez mayor por la entrada de más productos. Entre los países con acuerdos se encuentran: Chile, Canadá, la Unión Europea y Estados Unidos, los últimos han generado gran polémica en el país, debido a la desigualdad de las condiciones de los productores del sector primario colombiano, dado que no poseen subsidios estatales ni avances tecnológicos (Salcedo *et al.*, 2013). Frente a esta realidad económica se han hecho estudios de prospectiva de diferentes sectores agroindustriales, pero muy pocos trabajos cuantitativos que evalúen los posibles efectos del TLC (Martin & Ramírez, 2005).

Además de lo anterior, el comportamiento de los precios de muchos productos es determinante para valorar los ingresos y por tanto, la rentabilidad de las industrias. Existen entidades como la Organización Mundial del Comercio (OMC), que regula las relaciones comerciales entre sus estados miembros, haciendo frente a los aumentos repentinos de las importaciones, especialmente en aquellos países subdesarrollados y de bajos ingresos donde se aplican medidas de salvaguardia para estabilizar los precios del mercado (Grant & Meilke, K., 2006).

Todo lo anterior ha motivado la propuesta de investigación que se presenta en este artículo, en el cual se propone diagnosticar la tendencia de los precios mensuales del ganado gordo en pie pagados al productor, luego de los recientes tratados de apertura comercial en Colombia. Este análisis se realiza en dos importantes ferias del país: en Antioquia en la Feria de ganados de Medellín y en la planta de sacrificio FRIOGAN en Corozal, Sucre, ya que su participación dentro del sector es clave para la producción ganadera colombiana, teniendo en cuenta que Antioquia aporta un 11.26% y Sucre un 3.97% de la producción nacional de ganado de acuerdo al censo establecido durante los

ciclos de vacunación de 2014.

La fecha sobre la cual parte el análisis del modelo contrafactual es septiembre de 2013 hasta agosto de 2014, lo que permite elaborar diagnósticos, propuestas de mitigación y estrategias de protección ante un posible deterioro económico del sector cárnico.

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR CÁRNICO EN COLOMBIA

En el contexto del sector cárnico colombiano, el sacrificio de ganado es una actividad ligada a la salud pública y por tanto está bajo la vigilancia estatal, que es ejercida por el INVIMA (MinCIT, 2010), por esta razón se creó la ley 914 en el 2004, la cual trata acerca del sistema nacional de identificación e información de ganado bovino, en el que se recopilan diferentes variables de cada res como el sexo, el peso, el destino de la carne, el precio y el número de cabezas sacrificadas de ganado bovino y porcino, la anterior información se obtiene a través de la encuesta de sacrificio de ganado nacional recolectada por el DANE (2009).

Colombia tiene gran capacidad de producción bovina, en el último año el DANE reportó un inventario ganadero de 25 millones de cabezas de ganado, donde el 39% es de doble propósito, para carne y leche, 57% exclusivamente para carne, y el 4% restante para la producción de leche, lo que finalmente representa productos para consumo humano, como derivados lácteos y cárnicos (Espinosa, 2013).

De ese inventario ganadero, la tasa de extracción es equivalente a un 16%, es decir, de esas 25 millones de cabezas de ganado se sacrifican 4 millones, dando un consumo promedio per cápita anual de carne de 20 kilos, lo cual es relativamente bajo comparado con el promedio mundial del consumo de carne, el cual se encuentra en 42 kilos (Fedegan, 2011).

Por tal motivo en Colombia hay un gran potencial de exportar derivados cárnicos con valor agregado a otros países con los que se ha firmado acuerdos de libre comercio. Sin embargo, el sector ganadero ha mostrado dificultades como alta informalidad, bajas economías de escala, elevada intermediación, problemática invernal, poco desarrollo en innovación y deficiente manejo de la cadena de frío para transportar los derivados cárnicos (Fedegan, 2011). Además, Colombia no tiene admisibilidad sanitaria para exportar productos cárnicos hacia los países de la Unión Europea, quienes no aceptaron el ingreso de carne porcina, y desde la entrada en vigencia del tratado no han habido importaciones ni exportaciones cárnicas entre la Unión Europea y Colombia (Contexto ganadero, 2014). Por esta razón la federación ganadera FEDEGAN estableció un plan estratégico de la ganadería bovina colombiana para el año 2019, donde se establecen las metas y estrategias para mejorar la productividad y así garantizar una posición sólida en el mercado nacional e internacional de carne y leche (*Mojica et al., 2007*).

Según los reportes de Agronet y el consumo de contingentes arancelarios de la DIAN, Colombia exporta ganado en pie y derivados cárnicos a países como Venezuela y las Antillas Holandesas,

países con los cuales Colombia no tiene firmado un tratado de libre comercio, mientras que al país ingresan derivados cárnicos provenientes de países con altas capacidades productivas como Canadá Argentina, Chile y Estados Unidos.

Desde el 15 de mayo de 2012, fecha de entrada en vigencia del TLC con Estados Unidos, hubo un incremento significativo en el ingreso de despojos y cortes finos de carne refrigerados y congelados. Debido a que Colombia le concedió para estos productos un contingente inicial de aproximadamente 6400 toneladas, que crecen al 5 % anual compuesto (Espinosa, 2013).

Este ingreso de carnes provenientes de otros países, aumentan la oferta de cárnicos, provocando una disminución en el precio del ganado gordo en pie, es por esto que esta variable a lo largo del tiempo, permite detectar cambios estructurales.

### 3. METODOLOGÍA

El enfoque en la causalidad y la atribución es la característica distintiva de las evaluaciones de impacto y determina las metodologías a usar, que en su mayoría corresponden a modelos econométricos y casi siempre se recurre al modelo contrafactual, el cual intenta responder a preguntas sobre causa y efecto, a través del contraste de las respuestas en ausencia de la intervención, con las respuestas reales de la intervención (Khandker *et al.*, 2010).

En este caso, es de interés saber cuál habría sido el comportamiento sobre dos series de tiempo, correspondientes a los precios promedios mensuales del ganado gordo macho comercializado en dos ferias de ganado representativas para Colombia, en el departamento de Antioquia (Feria de ganados de Medellín) y en el departamento de Sucre (FRIOGAN Corozal).

El precio del ganado gordo macho es un referente de competitividad del sector, además, es sensible a las importaciones y exportaciones de carne, a los productos sustitutos y a la oferta y la demanda, que hacen que el kilo de carne sea un bien elástico, es decir, por una caída del 1 % en el precio de la carne de res, lleva a un incremento más que proporcional en la cantidad demandada (1 % a 1.4 %) (DANE, 2009).

Para el análisis de efectos del TLC sobre el sector cárnico, se propone un modelo contrafactual, en el que se compara el precio del ganado gordo con el valor pronosticado de cada una de las series de tiempo, que inician en enero de 2002 y terminan en agosto de 2014, para un total de 152 datos, los pronósticos se realizan en los últimos 12 meses, desde septiembre de 2013 hasta agosto de 2014.

Una serie de tiempo es una sucesión de variables aleatorias ordenadas de acuerdo a una unidad de tiempo, esta se puede descomponer en tres componentes:

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

donde  $T_t$  es la tendencia,  $S_t$  es la componente estacional y  $\varepsilon_t$  es la componente de errores (Box & Jenkins, 1976). El análisis consiste en modelar y estimar  $T_t$  y  $S_t$ , para obtener una serie estimada

y caracterizar el comportamiento del precio del ganado gordo. La serie estimada está dada por:

$$\hat{Y}_t = \hat{T}_t + \hat{S}_t + \hat{\varepsilon}_t \quad (2)$$

El pronóstico en un periodo de tiempo  $h$ , está definido como:

$$\hat{Y}_{t+h} = \hat{T}_{t+h} + \hat{S}_{t+h} + \hat{\varepsilon}_{t+h} \quad (3)$$

### **Pruebas de hipótesis para muestras pareadas:**

Se comparan resultados de dos poblaciones (intervenida/sin intervenir) por lo cual se calculan las diferencias  $d_i$  de estas dos muestras; estas  $d_i$  deben distribuirse normal, con media y varianza constante, la hipótesis a probar es:

$$H_0 : d_i \text{ no es significativa} \quad vs \quad H_1 : d_i \text{ es significativa}$$

El estadístico de prueba es:

$$\frac{\bar{d} - \mu_0}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} \sim t_{n-1}$$

donde  $\bar{d}$  es la media muestral de las diferencias y  $S_d$  es la varianza muestral de las mismas. Se rechaza  $H_0$  si  $t_{n-1} > t_{1-\alpha/2, n-1}$ .

## **4. RESULTADOS**

En esta sección se realiza una comparación entre la serie de precios del ganado gordo macho, comercializados en dos frigoríficos de diferentes regiones, con el fin de evaluar el efecto de los tratados de libre comercio sobre las series temporales. Se parte de la pregunta “¿Qué hubiera sucedido con la serie de precios del ganado bovino si no se hubiese pactado el TLC con Estados Unidos?”, para lo cual se realiza una comparación del valor real del precio promedio mensual del ganado gordo con el valor pronosticado, delimitado por la fecha en la que se empezaron a consumir los contingentes arancelarios por parte de Estados Unidos (septiembre de 2013).

En la Figura 1 se observa el precio por kilo de ganado gordo. En la feria de ganados de Medellín (Antioquia) los precios promedio mensuales son ligeramente superiores a los de FRIOGAN del municipio de Corozal (Sucre), además, se observa que las dos series de tiempo conservan la misma tendencia al alza y estacionalidad, pues los precios son altos entre marzo y julio de cada año y bajos entre agosto y febrero, esta estacionalidad puede estar asociada a la condición climática y a los períodos de bajo consumo como semana santa (Agrocadenas, 2005), esto nos lleva a analizar las dos series de tiempo con la misma metodología.

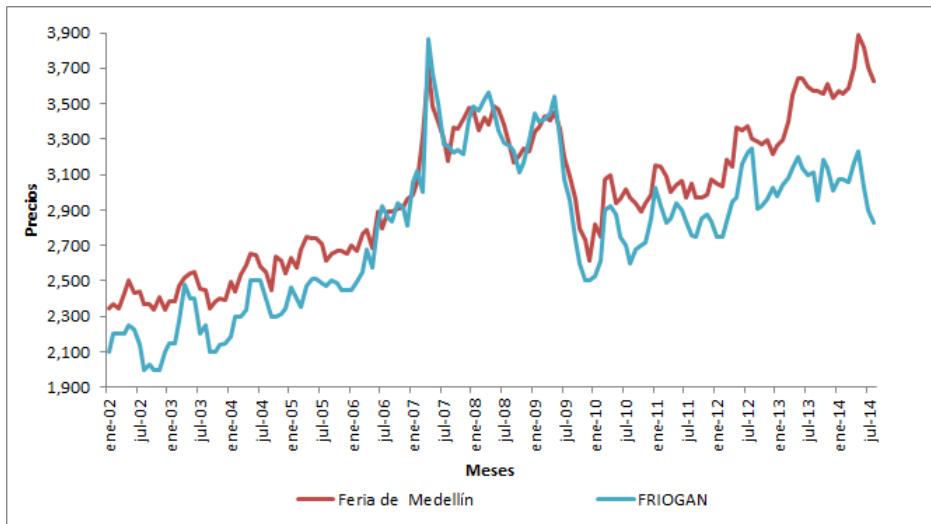


Figura 1: Serie de precios de ganado gordo en pie en la feria de ganados de Medellín y Friogan Sucre.

#### 4.1. Feria de Ganados de Medellín

Luego de realizar el ajuste de varios modelos, se obtuvo como resultado que el modelo con el mejor ajuste para los datos es un ARIMA(1,1,0), con un  $R^2$  de 93.82 %, un AIC de 9.12 y un error de pronóstico (MAPE) de 1.87 (Ver Figura 2).

$$\hat{Y} = 2429,8 + 7,2t + ARIMA(1,1,0) + \hat{\epsilon} \quad (4)$$

En la figura 2 la línea punteada representa el ajuste de la serie de precios del ganado gordo en la feria de ganados de Medellín hasta septiembre de 2013 (línea vertical), a partir de ahí se realiza el pronóstico como si no hubiese intervención en la serie (TLC con Estados Unidos).

Tabla 1: Validación de supuestos de los errores del modelo de la Feria de Ganados de Medellín.

Prueba	Df	Chi-Cuadrado	Valor-p	Decisión
Box-Ljung test	50	122.28	0.06448	Son ruido blanco
Jarque-Bera test	2	45.2293	1.509e-10	No hay normalidad

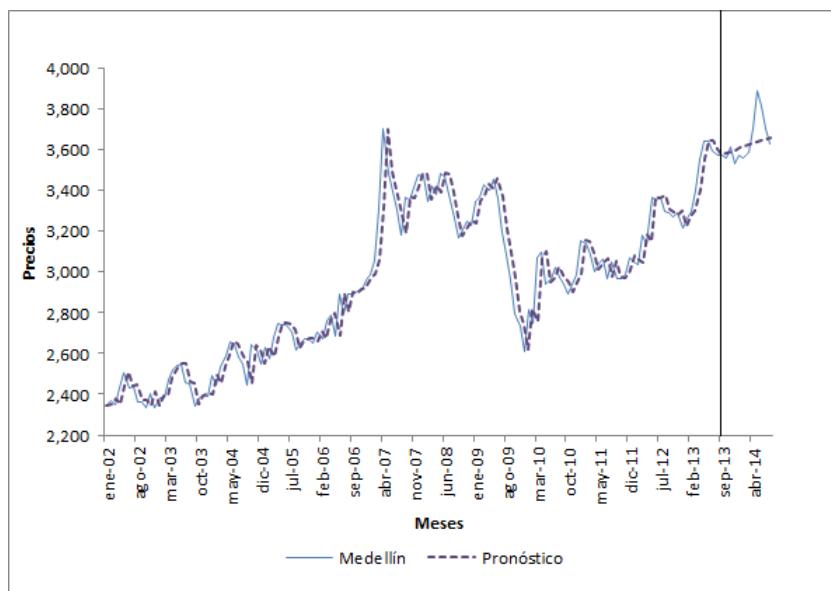


Figura 2: Modelo ARIMA(1,1,0) para la feria de ganados de Medellín.

Tabla 2: Modelo Contrafactual Feria de Ganados de Medellín.

Precio real	Precio estimado	Diferencia
3572	3579	-7
3557	3586	-29
3615	3593	22
3535	3601	-66
3575	3608	-32
3557	3615	-58
3586	3622	-36
3705	3629	75
3892	3636	255
3816	3644	172
3707	3651	56
3631	3658	-27
Promedio		27
Desviación		98.6

Al realizar la prueba de diferencias pareadas (Tabla 3), comparando el pronóstico estimado con el valor real del precio, se obtiene un valor-p de 0.3609, así a un nivel de significancia del 5%, la diferencia no es significativa lo que se traduce en que no hay diferencia en el precio promedio mensual pagado al productor de ganado gordo comercializado en la feria de ganado de Medellín y el pronóstico realizado suponiendo que no hay intervención sobre la serie (TLC con Estados Unidos).

Tabla 3: Prueba de diferencias pareadas para el precio real y el precio pronosticado.

Estadístico	Valor
Valor crítico de t	2.2
Estadístico de prueba	0.9533
Valor-P	0.3609

#### 4.2. Friogan Corozal

El subsector pecuario en Corozal se fundamenta en la explotación de bovinos de doble propósito, lechería especializada y sistema de cría y levante. El inventario de ganado del Municipio se estimó en 44.226 animales distribuidos en 9.089 vacas de ordeño, 7.890 machos y 27.247 hembras. La producción lechera se estimó para 1998 en 33.817.380 litros de leche, para una producción diaria de 18.178 litros. Luego de realizar el ajuste de varios modelos, se obtuvo como resultado que el modelo con el mejor ajuste para los datos es un ARIMA (1, 1, 0), con un  $R^2$  de 91.74 %, un AIC de 9.7 y un error de pronóstico (MAPE) de 4.14 (Ver Figura 3).

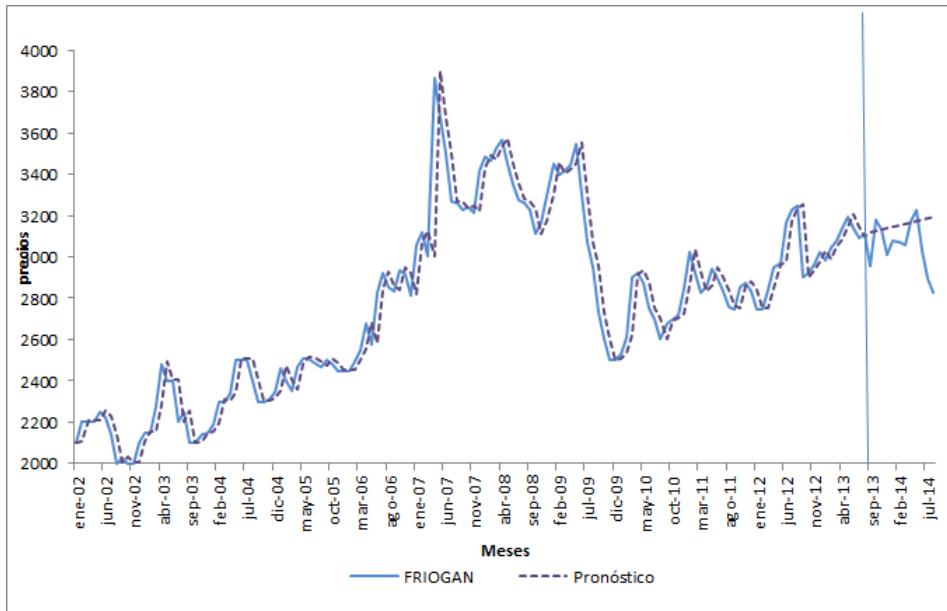


Figura 3: Modelo ARIMA(1,1,0) para Friogan Corozal

$$Y = 2281,01 + 6,9t + ARIMA(1, 1, 0) + \hat{\epsilon} \quad (5)$$

En la figura 3 la línea punteada representa el ajuste de la serie de precios promedio mensuales del ganado gordo en Friogan, Corozal hasta septiembre de 2013 (línea vertical), a partir de ahí se

realiza el pronóstico como si no hubiese intervención en la serie (TLC con Estados Unidos). En la Tabla 4 se muestra que los residuales del modelo son incorrelacionados y no son normales.

Tabla 4: Validación de supuestos de los errores del modelo Friogan Corozal.

Prueba	Df	Chi-Cuadrado	Valor-p	Decisión
Box-Ljung test	50	40.76	0.09084	Son ruido blanco
Jarque-Bera test	2	1510.36	2.2e-16	No hay normalidad

Tabla 5: Modelo Contrafactual Friogan Corozal.

Precio real	Precio estimado	Diferencia
2958	3117	-159
3180	3124	56
3135	3131	4
3010	3138	-128
3075	3145	-70
3072	3152	-80
3055	3159	-104
3172	3166	8
3230	3172	58
3029	3179	-150
2896	3186	-290
2825	3193	-368
Promedio		-102
Desviación		130.6

Al realizar la prueba de diferencias pareadas, comparando el pronóstico estimado con el valor real del precio, se obtiene un valor-p de 0.0203, es decir, a un nivel de significancia del 5% la diferencia es significativa lo que se traduce en que hay una reducción del precio de ganado gordo comercializado en Friogan, Corozal, comparado con el pronóstico hecho suponiendo que no hay intervención en la serie (TLC con Estados Unidos).

Tabla 6: Validación de supuestos de los residuales del modelo Friogan Corozal.

Estadístico	Valor
Valor crítico de t	2.2
Estadístico de prueba	-2.71
Valor-P	0.0203

## 5. CONCLUSIONES

La variable analizada, precios de ganado gordo comercializados en las dos ferias de ganado, muestra que el precio comercializado en Corozal se está viendo afectada por las importaciones de diferentes derivados cárnicos, mientras que en Medellín el precio se mantiene estable. Al no encontrar evidencias de que el precio de ganado gordo para Medellín modificó su comportamiento por una intervención del TLC, ya que no se pudo observar diferencias significativas entre lo proyectado y lo real, vale la pena ahondar en otro tipo de investigaciones para determinar si hay algunos efectos positivos en otras variables cuantitativas o cualitativas, causados por estos tratados, con ayuda de expertos del sector, lo que permitiría probablemente fortalecer juicios más generalizados de los posibles efectos económicos que se estén dando. Los cambios mostrados para Corozal son una muestra de que en algunas regiones del país hay evidencias de problemas que realmente afectan al sector, por lo cual, las intervenciones de los TLC, ameritan más atención de los investigadores y empresarios. Finalmente, cabe resaltar que la metodología propuesta constituye un ejemplo para evaluar posibles efectos cuantitativos en otros sectores económicos, para determinar si se están cumpliendo los beneficios que se proponen con los acuerdos comerciales, o si de lo contrario, se hace crucial efectuar mejoras competitivas, o en los acuerdos como tal.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Colciencias, por su programa de joven investigador, el cual financió el proyecto: Evolución de Indicadores Económicos Colombianos para el Sector de Alimentos Cárnicos en la Apertura Comercial, código 21484, que tuvo como uno de sus productos el presente artículo.

## Referencias

- Ariza Bulla, D.; Camacho Amaya, M.; Correa Murcia, N. T. (2012), El impacto del TLC con la Unión Europea en el sector lácteo colombiano. Trabajo de grado, Universidad del Rosario.
- Agrocadenas, O. (2005), La competitividad de las cadenas agroproductivas en Colombia. Análisis de su estructura y dinámica (19912004). Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e IICA.
- Agronet. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/Paginas/estadisticas.aspx>. Entrar a: Cifras comercio exterior-Exportaciones del sector agropecuario-carne de bovino en canal-carne de animales de la especie bovina, fresca o refrigerada, en canales o medias canales-ver reporte.
- Box, G. E., & Jenkins, G. M. (1976), *Time series analysis: forecasting and control, revised ed.* Wiley. New York.

- Contexto ganadero. (2014), En 2014 Colombia buscará admisibilidad para exportar a la UE. Disponible en:<http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/en-2014-colombia-buscará-admisibilidad-para-exportar-la-ue>
- DANE. (2009), Metodología Encuesta de Sacrificio de Ganado. Disponible en:<http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/ESAG.pdf>
- Espinosa, A. (2013), Análisis del Acuerdo de Asociación entre Colombia y la Unión Europea: agricultura y medidas sanitarias y fitosanitarias. CEPAL Review, 3-54. Disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4823/S2013172\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4823/S2013172_es.pdf?sequence=1)
- Fedegan. (2011), Situación actual y perspectivas de la producción de carne de Res. Disponible en:<http://www.slideshare.net/PROYECTOSNAVARRA/colombia-situación-actual-y-futura-sector-carne-bovina-fedegan>
- Grant, J. H. & Meilke, K. D. (2006), The World Trade Organization special safeguard mechanism: a case study of wheat. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 28(1), 24-47.
- Khandker, S.; Koolwal, G. B. & Samad, H. A. (2010), Handbook on impact evaluation: *quantitative methods and practices*. World Bank Publications.
- Martin, C.; Ramírez, J. (2005), Impacto económico de un acuerdo parcial de libre comercio entre Colombia y Estados Unidos (Borradores de Economía, Banco de la República, 326). Bogotá: Banrep. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/es/el-impacto-económico-de-un-acuerdo-parcial-de-libre-comercio-entre-colombia-y>
- MinCIT. (2010), La negociación del TLC de Colombia con Estados Unidos. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:0Sv8DCQs6c0J:www.tlc.gov.co/descargar.php%3Fid%3D60490+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>
- Mojica, F., Trujillo, R., Castellanos, D. & Bernal, N. (2007), Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena láctea colombiana. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá*.
- OCDE. (2015), Revisión de la OCDE de las políticas agrícolas: Colombia 2015. Evaluación y recomendaciones de política. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Qkq5Phs7lakJ:www.oecd.org/countries/colombia/OECD-Review-Agriculture-Colombia-2015-Spanish-Summary.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>
- Salcedo, L.; Pinzón, R. & Duarte, C. (2013), El paro nacional agrario: Un análisis de los actores agrarios y los procesos organizativos del campesinado colombiano. Reporte *Centro de Estudios Interculturales*, Universidad Javeriana de Cali.