

DESCRIPCIÓN Y PRONÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE BOVINO EN EL ESTADO DE TABASCO

DESCRIPTION AND FORECAST OF THE PRODUCTION OF BEEF IN THE STATE OF TABASCO

Espinosa J.A.^{1*}, Vélez A.¹, Quiroz J.², Granados L.², Moctezuma G.³, Casanova E.⁴

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP. Ajuchitlán, Qro., México.

*espinosa.antonio57@gmail.com.

²Campo Experimental Huimanguillo. INIFAP. Huimanguillo, Tab., México.

³Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, INIFAP. Cd. de México, México.

⁴Universidad Popular de la Chontalpa. Cárdenas, Tab., México.

Keywords: Trend; Seasonality; ARIMA; Livestock of the tropics; Forecast.

Palabras clave: Tendencia; Estacionalidad; ARIMA; Ganadería del trópico; Proyección.

ABSTRACT

Seasonal data on production of whole carcasses (PCaCa), numbers of slaughtered animals (ASac) and weight of carcasses (PeCa) of ASac was investigated in the 17 municipalities of Tabasco state for the period 2006-2015. The objective was to analyse beef production in Tabasco and to find a time series model capable of producing a reliable production forecast that was close to the actual values of the series, and whose correlation is statistically significant. A monthly series of PCaCa was integrated into the study, with data from January 2003 to March 2017. From the annual information the mean annual growth (TMCA) was estimated to analyse the behavior of the variables by municipality, rural development district (DDR) and state. With the monthly information, time series models were adjusted to predict the trends of PCaCa in the state. It was found that Tabasco produces on average 65,338 tons of meat per year with 310,564 ASac with an average weight of 211 kg. It was also found that both PCaCa and ASac presented positive TMAC for the state, with Villahermosa DDR being the most dynamic, with an average growth rate of 2 %; and the municipality of Teapa the largest TCMA, with 4.4 %. The model of time series that best predicts the PCaCa was the integrated autoregressive of moving average, ARIMA (p, d, q) (P, D, Q) k, of order 1, therefore, meat production in Tabasco has a seasonal behavior. The selected model allows a close prognosis with significant statistical reliability.

RESUMEN

Con el objetivo de analizar el comportamiento y productividad de la producción de carne de bovino en Tabasco y encontrar un modelo de series de tiempo capaz de realizar un pronóstico de la producción, confiable, cercano a los valores de la serie, cuya correlación sea estadísticamente significativa, se integró una serie de tiempo anual de producción de carne en canal (PCaCa), animales sacrificados (ASac) y peso en canal (PeCa) de los ASac en los 17 municipios del estado para el periodo 2006-2015. También se integró una serie mensual de PCaCa de enero de 2003 a marzo de 2017. Con la información anual se estimaron tasas medias de crecimiento anual

(TMCA) para analizar el comportamiento de las variables por municipio, distrito de desarrollo rural (DDR) y estado. Asimismo, con la información mensual se ajustaron modelos de series de tiempo para predecir el comportamiento de la PCaCa en el estado. Se encontró que Tabasco produce en promedio por año 65 338 ton de carne con 310 564 ASac con un peso promedio de 211 kg. También se encontró que tanto la PCaCa, como los ASac presentaron TMAC positivas para el estado, siendo el DDR de Villahermosa el de mayor dinamismo, con una tasa de crecimiento promedio de 2 %; y el municipio de Teapa el de a mayor TCMA, con 4,4 %. El modelo de serie de tiempo que mejor predice la PCaCa fue el autorregresivo integrado de promedio móvil, ARIMA (p, d, q) (P, D, Q) k, de orden 1, por tanto, la producción de carne en Tabasco tiene un comportamiento estacional. Se concluye que el modelo seleccionado permite hacer un pronóstico cercano a la realidad con una confiabilidad estadística significativa.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Tabasco, la ganadería bovina ocupa más de un millón 617 mil hectáreas (dos terceras partes de la extensión territorial); en ellas pastorean aproximadamente un millón 727 mil animales (apenas un poco más de un animal por hectárea), lo que se traduce en una baja unidad animal por superficie, muy por debajo de lo recomendado para áreas de pastoreo en el trópico húmedo. Igualmente, el número de productores se estima en 43 mil y el número de cabezas de ganado por productor en 39,7, poco más de 9 cabezas de ganado por productor, lo que implica que para una familia resulta muy difícil vivir de dicha actividad. Eso ha ocasionado que actualmente Tabasco solo aporte el 1,2 % de la producción de carne para el mercado nacional y la exportación (Villanueva 2015).

En Tabasco, el sistema de producción bovino predominante es el de doble propósito (SBDP), que se caracteriza por tener unidades de producción cuya finalidad es producir y vender, leche, queso artesanal, animales para rastro, becerros destetados y hembras de desecho (Urdaneta, *et al.*, 2008). En México, este sistema de producción se caracteriza por el tamaño mediano de las unidades de producción (UP), el pastoreo principalmente en praderas de gramíneas tropicales introducidas, la explotación de ganado cruzado de Cebú con Holsteín o Pardo Suizo, un uso limitado o nulo de suplementos y de inseminación artificial (Orantes *et al.*, 2014), lo que indica un bajo nivel tecnológico (Rangel *et al.*, 2017), y por lo tanto niveles de producción bajos y con una marcada estacionalidad, asociada las condiciones climáticas.

Las características que se plantearon previamente muestran la problemática de la producción de carne de bovino en el estado de Tabasco, aunque hay estudios que indican que existe tecnología disponible que muestran el potencial de mejora para la ganadería bovina (Castellanos *et al.*, 2016), principalmente, para la producción de carne, donde las variables atmosféricas luminosidad, humedad y de precipitación, favorecen el crecimiento de los forrajes; sin embargo, esas mismas variables climáticas propician estacionalidad en la producción de forraje, que repercute en la producción de carne para abasto, para ello se requiere conocer con mayor detalle el comportamiento de la producción de carne en el estado y sobre todo conocer la producción futura de este producto. Esta información es necesaria para hacer una planificación racional de la producción.

Existen métodos estadísticos apropiados para prever los sucesos que probablemente vayan a ocurrir en el futuro, de las técnicas más conocidas para hacer inferencias en el futuro con base en lo ocurrido en el pasado, es el análisis de series de tiempo. En el caso de la producción de carne de bovino en Tabasco están disponibles series de tiempo con periodicidad mensual (SIAP, 2017), información de utilidad para hacer pronósticos, como el realizado por Sánchez *et al.* (2013),

quienes aplicaron un modelo ARIMA para pronosticar la producción de leche de bovino en Baja California. También Barreras *et al.* (2014) aplicaron el método de series de tiempo para la predicción, en el corto plazo, del comportamiento de la producción de carne de bovino en Baja California. En Colombia, Tróchez y Valencia (2014) realizaron un análisis de series temporales en el sector lácteo de Antioquia para detectar efectos de la apertura comercial. En Cuba también utilizaron modelos ARIMA para la predicción de la producción de leche, en la cooperativa de “Maniabo”, en Las Tunas (Sánchez *et al.*, 2014).

Los estudios presentados previamente ajustan modelos de series de tiempo a las características específicas de los datos estudiados, por ello se planteó este trabajo, cuyo objetivo fue analizar la productividad y la producción de carne de bovino en el estado de Tabasco y en base a ello encontrar un modelo de series de tiempo, que sea capaz de realizar un pronóstico de su producción, confiable, cercano a los valores y, cuya correlación sea estadísticamente significativa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estado de Tabasco se sitúa en las siguientes coordenadas, al norte 18°39'03", al sur 17°15'03" de latitud norte; al este 90°59'15", al oeste 94°07'48" de longitud oeste, abarca una superficie de 24 578 km², que representa el 1,3 % de la superficie del país, colinda al norte con el Golfo de México y Campeche; al este con Campeche y la República de Guatemala; al sur con Chiapas; al oeste con Veracruz de Ignacio de la Llave. Predomina el clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con una temperatura promedio de 27 °C, la precipitación media es de 2 550 mm anuales (INEGI, 2015).

Se integró una serie histórica de producción mensual de carne en canal de bovino en el estado de Tabasco, de enero de 2003 a marzo de 2017, igualmente se integró información anual de producción, animales sacrificados y precios a nivel municipal de 2006 a 2015, la productividad se estimó, calculando el peso promedio en canal, dividiendo la producción entre los animales sacrificados. La fuente de información fue el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017).

Con el fin de analizar el comportamiento de la productividad y la producción de carne en canal de bovino en cada municipio del estado de Tabasco, se estimó la tasa media de crecimiento anual (TMCA), aplicando la siguiente fórmula.

$$TMCA = ((VF/VI)^{1/n}) - 1 * 100$$

Donde:

VF=Productividad o Producción de carne en canal de bovino en el año 2015.

VI=Productividad o Producción de carne en canal de bovino en el año 2006.

n=Número de años que contempla la serie.

La serie de datos de producción de carne en canal de bovino se integraron en una hoja de cálculo de Excel, para poder definir el mejor modelo para hacer el pronóstico, los datos se procesaron como una serie temporal mensual, se graficó la variable y se estimó la media y la varianza, dado que ambos estadísticos tuvieron un comportamiento constante se determinó que era una serie estacional, por ello se aplicó el método ARIMA, que por sus iniciales en inglés significa, autoregressive integrated moving average (modelo autorregresivo integrado de promedio móvil), utilizado en otros estudios a series estacionarias, como lo hicieron Sánchez *et al.* (2013), lo cual permite descartar el uso de variables independientes adicionales para explicar o estimar los resultados, variables como tipo de sistema de producción o número de unidades productivas (Vogelbang, 2005).

La notación del modelo fue la siguiente: ARIMA (p, d, q) (P, D, Q) k, donde k es la longitud del período estacional; p y P es el orden del rezago no estacional y estacional; d y D, diferencias no estacionales y estacionales; q y Q es el orden de la media móvil no estaciona y estacional. La bondad de ajuste del modelo probado se realizó mediante los criterios estadísticos de errores clásicos: error medio (ME), error medio absoluto (MAE), error medio porcentual (MPE), error medio absoluto porcentual (MAPE) y error cuadrático medio (SME) (Torres *et al.*, 2012). Se validó el modelo mediante la comprobación de la aleatoriedad de los residuos con la prueba de rachas y la normalidad residual del mismo (Maté 2011). Los resultados se procesaron mediante los paquetes estadísticos: SAS, SPSS y Microsoft Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de la productividad y la producción de carne en canal de bovino a nivel municipal

Tabla I. Comportamiento de la producción de carne por distrito y municipio del estado de Tabasco (*Behavior of meat production by district and municipality of the state of Tabasco*).

Estado Distrito/municipio	Producción Ton ¹	Participación %	TMCA ²	Precio \$/kg ¹	Animales sacrificados ¹	TMCA ²	Peso Kg ¹	TMCA ²
Tabasco	65.338	100,0	0,89	52,96	310.564	0,09	211	0,83
Villahermosa	21.467	32,9	2,66	53,04	101.913	1,81	211	0,83
Centla	2.241	3,4	2,72	54,1	10.639	2,03	211	0,68
Centro	5.290	8,1	2,67	54,92	25.075	1,79	211	0,87
Jalapa	2.791	4,3	1,06	51,22	13.213	0,18	211	0,89
Macuspana	7.429	11,4	3,77	51,64	35.338	2,85	210	0,89
Tacotalpa	2.667	4,1	0,58	53,68	12.642	-0,46	211	1,05
Teapa	1.048	1,6	4,41	54,72	5.005	4,41	209	0,00
Cárdenas	20.940	32,0	0,05	52,26	99.600	-0,67	210	0,73
Cárdenas	4.607	7,1	-0,62	51,63	21.891	-1,20	211	0,58
Comalcalco	1.630	2,5	-0,59	51,59	7.808	-0,59	209	0,00
Cunduacán	1.788	2,7	-2,22	52,8	8.566	-2,23	209	0,00
Huimanguillo	10.096	15,5	0,77	52,47	47.853	-0,48	211	1,26
Jalpa de Méndez	927	1,4	0,06	51,95	4.432	0,06	209	0,00
Nacajuca	1.589	2,4	0,87	52,56	7.602	0,87	209	0,00
Paraiso	303	0,5	-0,36	54,21	1.447	-0,35	210	-0,02
Emiliano Zapata	22.931	35,1	0,06	53,53	109.051	-0,79	211	0,88
Balancán	10.611	16,2	0,28	53,5	50.449	-0,72	210	1,01
Emiliano Zapata	1.891	2,9	0,12	54,57	9.056	0,12	209	0,00
Jonuta	3.725	5,7	-0,47	53,05	17.628	-1,41	212	0,96
Tenosique	6.617	10,1	-0,02	53,53	31.497	-0,82	210	0,81

¹Promedio del periodo 2006-2015; ²Tasa media de crecimiento anual. Elaboración con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017).

El estado de Tabasco cuenta con 17 municipios, integrados en tres distritos de desarrollo rural (DDR), en la tabla I se observa que la producción de carne en canal en el periodo de 2006 al 2015, creció a una TMCA de 0,89, promedio menor al comportamiento nacional (SIAP, 2017), también se observa que los 65,3 miles de toneladas se distribuyen proporcionalmente en los tres

DDR, siendo el de DDR de Villahermosa el de mayor dinamismo al crecer a una TMCA de 2,66 %. El número de animales sacrificados presentó un crecimiento menor al comportamiento de la producción, por lo tanto, el peso promedio de cada uno de estos animales, mejoró durante el periodo, creciendo a una tasa promedio de 0,83 %, lo cual indica que la productividad ha mejorado comportamiento similar al promedio nacional (SIAP, 2017), siendo Huimanguillo el municipio que mostró el mayor incremento, con una TMCA de 1,26 %.

Al analizar el comportamiento de la producción de carne por municipio se observó que hay un municipio importante en cada Distrito, para el caso del Distrito de Villahermosa, el principal municipio productor de carne es Macuspana, que aporta en promedio el 11,4 % del total estatal, en el caso del Distrito de Cárdenas, el principal municipio es Huimanguillo con una participación del 15,5 %, siendo este municipio a la vez que ocupa el primer lugar en el estado. Finalmente, el Distrito de Emiliano Zapata, el municipio líder es Balancán, con el 16,2 %.

Pronóstico de la producción de carne en canal de bovino en el estado de Tabasco

Al analizar el comportamiento mensual de la producción de carne en canal en Tabasco, se observó un comportamiento estacional (figura 1), con picos superiores en los meses de mayo a agosto, cuando existe mayor disponibilidad de alimento y caídas en noviembre a febrero, que es cuando se presentan la época de nortes, situación que coincide con lo que reportan Rangel *et al.* (2017).

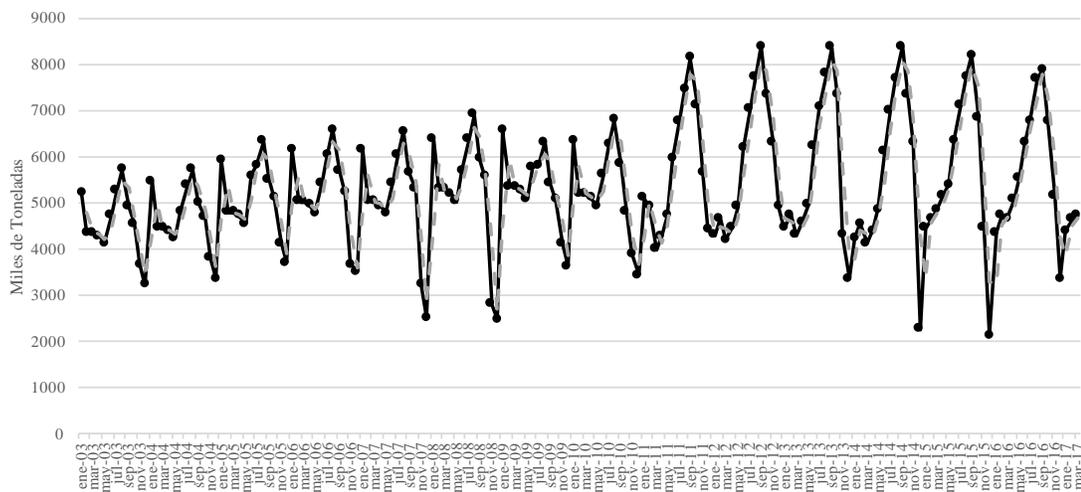


Figura 1. Evolución de la producción mensual de carne en canal de bovino en el estado de Tabasco, periodo de enero de 2003 a marzo de 2017 (*Evolution of the monthly meat chanenel production in the state of Tabasco, from January 2003 to March 2017*).

En base al modelo de series de tiempo propuesto se estimó la producción de carne en canal en Tabasco, para los siguientes 12 meses, del último mes de la serie, los valores obtenidos se presentan en la figura 2, se observa un comportamiento polinomial, coincidente con el comportamiento previo, en cuanto a meses de mayor y menor producción, lo cual indica que el modelo ARIMA es útil para predecir el comportamiento futuro de la producción de carne. En la figura 2, se confirma la estacionalidad de la producción de carne, y muestra la utilidad de aplicar un modelo ARIMA, para el pronóstico, esta estacionalidad se comprueba con los estadísticos presentados en la tabla II, en donde se observa que el número de retraso que predomina es el 1, por ello el modelo aplicado fue autorregresivo de orden uno AR (1), e igualmente muestran la

confiabilidad del modelo propuesto, el cual coincide con los utilizados por Barreras *et al.* (2014), en un estudio similar donde hacen pronósticos de la producción de carne de bovino en Baja California, México, también Sánchez *et al.* (2013) lo aplica en Cuba y Tróchez y Valencia (2014) en Colombia.

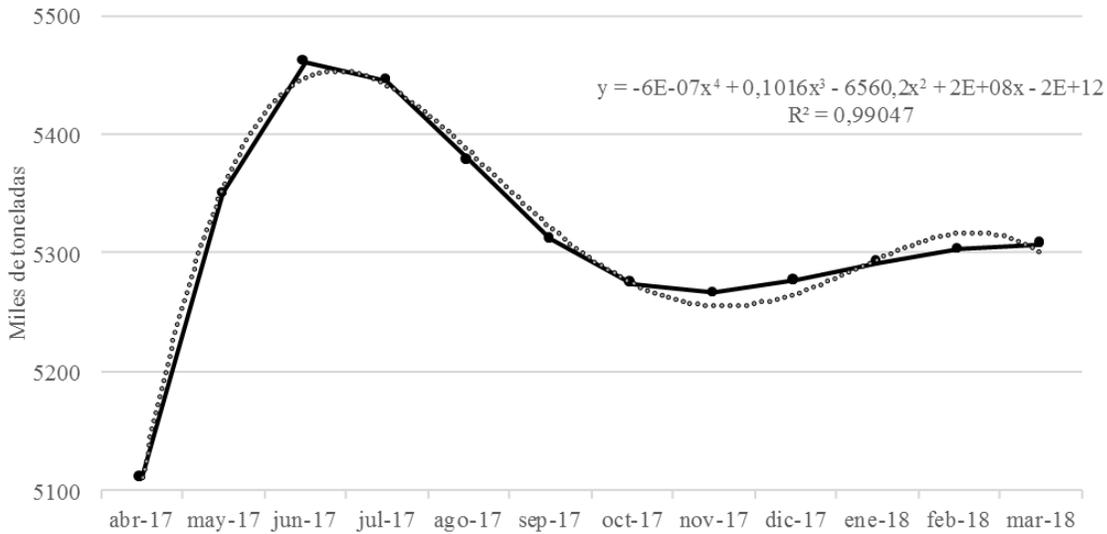


Figura 2. Pronóstico de la producción de carne de bovino en el estado de Tabasco, de abril 2017 a marzo de 2018 (*Forecast of meat production in the state of Tabasco, from april 2017 to march 2018*).

Tabla II. Parámetros y estadísticos del modelo ARIMA (1,1) de predicción de la producción de carne de bovino en el estado de Tabasco (*Parameters and statistics of the ARIMA model (1,1) for the prediction of meat production in the state of Tabasco*).

Parámetro	Coficiente	Error estándar	Estadístico t	Pr > t	Lag
AR1,1	0,74604	0,07608	9.81	<,0001	1
AR1,1	-0,13734	0,09481	-1.45	0,1482	2
AR1,1	-0,1681	0,0762	-2.21	0,0287	3
Varianza estimada	885962,6				
Error estándar estimado	941,2559				
Criterio de Akaike (AIC)	2829.998				
Criterio Schwartz Bayesian (SBC)	2839.423				

CONCLUSIONES

Durante el periodo de 2006 al 2015, la producción y la productividad de carne en canal en el estado de Tabasco presentó tasas medias de crecimiento anual positivas. Es una serie que presenta estacionalidad durante los meses del año, y que, en los últimos años, presenta una tasa de crecimiento creciente.

La producción de carne en canal presenta estacionalidad, siendo los meses de julio y agosto los de mayor producción, debido a la disponibilidad de alimentos para el ganado. En cambio, los meses de menor producción son de octubre a febrero, que coincide con la época de nortes en el estado.

El modelo ARIMA se puede utilizar para pronosticar la producción de carne a futuro en el estado, siempre y cuando los valores de la serie resulten significativos a los valores pronosticados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado del proyecto de investigación: “Factores que afectan la calidad sanitaria y fisicoquímica de la leche de vaca en la Chontalpa, Tabasco”, financiado con Recursos Fiscales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

BIBLIOGRAFÍA

- Barreras S. A., Sánchez L. E., Figueroa S. F., Olivas V. J.A. & Pérez L. C. 2014. Uso de un modelo univariado de series de tiempo para la predicción, en el corto plazo, del comportamiento de la producción de carne de bovino en Baja California, México. Número especial Vet. Méx., pp. 1-9.
- Castellanos G. L., Oliva H. J., Granados Z. L. & Quiroz V. J. 2016. Antecedentes de bovinos productores de leche en el estado de Tabasco: Ganado Pardo Suizo, Gyr y F1 Holstein x Gyr. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 20(60):3-12.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2015. Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2015/Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI.
- Martínez D. M.A. & Martínez G. A. 2000. Métodos econométricos intermedios. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 178 p.
- Maté, C. 2011. A multivariate analysis approach to forecasts combination. Application to Foreign Exchange (FX) markets. *Revista Colombiana de Estadística*, 34:347.
- Orantes Z. M.A., Platas R. D., Córdova A. V., De los Santos L. M.C. & Córdova A. A. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una Región de Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(1):49-58.
- Rangel Q. J., Espinosa G. J.A., de Pablos H.C., Cecilio Barba C., Vélez I. A., Rivas J. & García M., A. 2017. Adopción de innovaciones y prácticas organizativas de manejo, alimentación y reproducción en pequeñas unidades de producción de bovino de doble propósito en México. *Revista Científica, FCV-LUZ*. XXVII, (1)44-55.
- Sánchez L. E., Barreras S. A., Pérez L. C., Figueroa S. F. & Olivas V.J.A. 2013. Aplicación de un modelo ARIMA para pronosticar la producción de leche de bovino en Baja California, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(3):315-324.
- Sánchez L., Cabanas G., Abad Y. & Torres V. 2014. Utilización de modelos ARIMA para la predicción de la producción de leche. Estudio de caso en la UBPC “Maniabo”, Las Tunas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Tomo 48(3):2013-2018.
- SIAP-SAGARPA. 2017. Falta el título del artículo. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México.
- Torres V., Barbosa I., Meyer R., Noda A. & Sarduy L. 2012. Criteria of goodness of fit test in the selection of non-linear models for the description of biological performances. *Cuban J. Agric. Sci.* 46:345.
- Tróchez G.J. & Valencia C.M. 2014. Análisis de series temporales en el sector lácteo de Antioquia para detectar efectos de la apertura comercial. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 8(2):140 – 151.
- Urdaneta F., Peña M.A., Rincón R., Romero J., Rendón-Ortín, M. 2008. Gestión y tecnología en sistemas ganaderos de doble propósito (Taurus-Indicus). *Rev. Científ. FCV-LUZ*. XVIII, (6): 715–724.
- Villanueva L. G., Martínez Z.P. & Van der Wal, H. 2015. Árboles y arbustos en áreas ganaderas de Tabasco: un recurso prometedor. *Ecofronteras*, 19(54):14-18.
- Vogelvang, B. 2005. *Econometric theory and applications with Eviews*. Prentice Hall. Essex. England.