

EL SACRIFICIO DE GANADO EN COLOMBIA:
UNA CARACTERIZACION DESDE LAS SERIES DE TIEMPO

Presentado por:

SEBASTIAN ESCOBAR PORRAS
ANDRES EDUARDO ROJO ZAPATA

ASESORES:

ALVARO ARTURO HURTADO RENDON
HERMILSON VELASQUEZ CEBALLOS

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ECONOMIA Y FINANZAS
MAESTRIA EN ECONOMIA
COLOMBIA
2014

Tabla de Contenido

1. Introduccion.....	4
2. Caracteristicas de la ganaderia y sus ciclos en Colombia.....	6
2.1. Demanda.....	9
2.2. Oferta	13
2.2.1. Ciclos Ganaderos.....	14
3. Algunos estudios previos realizados	18
4. Metodologia y aplicaci3n empirica.....	22
4.1 Metodologia.....	22
4.2 Estimacion Modelo ARIMA.....	25
4.3 Estimacion de los ciclos	28
5. Conclusiones.....	34
6. Referencias bibliograficas	36

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Martínez', written over a horizontal line.

Resumen

El principal aporte de este trabajo es lograr una caracterización del sacrificio de ganado en Colombia utilizando datos recientes, comprendidos entre el año 2000 y el año 2012. Para ello se utilizaron procedimientos asociados a las series de tiempo que permitieron construir modelos que recojan esa dinámica, y que logran además, una adecuada estimación de los parámetros. De igual forma se logra filtrar las series de datos por diferentes métodos para estimar los ciclos ganaderos. Se analizó la historia reciente del sector considerando choques aleatorios. A diferencia de otros trabajos sobre la ganadería en Colombia, la presente investigación toma la variable sacrificio de ganado como objeto de estudio para explicar el funcionamiento de los ciclos.

Las cifras arrojadas por los modelos utilizados evidenciaron la importancia del sacrificio de ganado en el sector así como las consecuencias que pueden tener las decisiones de los agentes ganaderos a futuro, que sugieren que esas decisiones sobre el género hembras tienen un efecto mucho más trascendental en el sector.

1. INTRODUCCION

Mucho se ha estudiado el sector de la ganadería en Colombia, sus ciclos y las diferencias que existen entre el sacrificio de machos y hembras. Siendo la ganadería un sector tan importante para la economía colombiana es conveniente una constante actualización de su información, para que los modelos a utilizar en las nuevas investigaciones utilicen los hechos más recientes con el fin de asegurar una mayor confiabilidad y pertinencia en sus resultados.

En el escenario de la economía colombiana es evidente que el sector agropecuario ha sido un participante activo de la historia en el frente social, político y sin lugar a dudas, económico. Tradicionalmente el país se ha destacado por su alta dependencia del sector rural: la geografía, la topografía, las condiciones climáticas, las oportunidades de trabajo y la educación de la población campesina, han dado vía a que este sea un sector que se destaque por su alto aporte al producto interno bruto de la nación (FEDEGAN, 2013)¹.

El desarrollo de la ganadería bovina está condicionado especialmente por cambios climáticos, políticas económicas y comerciales, enfermedades de los animales e inclusive el género de estos, los cuales en conjunto son fundamentales para identificar y comprender la importancia del sacrificio de animales en el ciclo ganadero. Diversos autores han realizado estudios sobre los ciclos ganaderos en Colombia y concretamente sobre el sacrificio de animales pero no tienen actualizaciones muy recientes, entre ellos: FEDEGAN (2005), “*Visión Colombia 2019*”; Cuenca N. et al. (2007), “*El sector de ganadería en Colombia, aplicación de modelos de series de tiempo al inventario ganadero*”; Pérez, G. (2004), “*Los ciclos ganaderos en Colombia, 1950 – 2001*” en Documentos de Trabajo sobre Economía

¹ Documento presentado en Expo frigorífico, Mayo 2013, compilado en la página web: <http://www.slideshare.net/PROYECTOSNAVARRA/colombia-situacin-actual-y-futura-sector-carne-bovina-fedegan>.

Regional, Banco de la Republica; Martínez C. (2004), "*Archivos de Economía: Modelos de pronóstico de la producción bovina*".

Resulta interesante el hecho de que autores como Kalmanovich, Martínez Ventura, o incluso los grupos de investigación de Fedegan y el Departamento Nacional de Planeación DNP, tengan investigaciones sectoriales sobre el sector ganadero que no hayan sido retomadas recientemente por otros autores con el fin de actualizar sus cifras y sus conclusiones. Las referencias enfocadas a los ciclos y al sacrificio bovino como tal, se presentan con información que data de los años 80 y 90, lo que deja al gremio con pocas posibilidades de analizar y tomar decisiones basados en análisis de datos contemporáneos.

Esta investigación presenta una actualización de datos del sacrificio de ganado en Colombia que amplía el panorama de conocimiento del sector ya que se analizan las series de estos datos mensuales pertenecientes al nuevo siglo, tomando del año 2000 al año 2012; esto constituye un avance muy importante en la temática ganadera en cuanto a que se robustece su información, y de alguna forma reducir el riesgo en la toma de decisiones del sector por parte de sus agentes, llámese el ganadero, los gremios, e inclusive el estado como veedor y participe en muchos casos.

Se espera que la caracterización aquí realizada, sea una mejor evidencia de lo que sucede cíclicamente en el sector ganadero, tomando como variable de estudio el sacrificio de animales tanto machos como hembras, utilizando métodos que no habían sido aplicados y lograr así, cumplir los objetivos propuestos identificando su dinámica, mostrando características de la demanda en el mercado ganadero en Colombia, y además describiendo el comportamiento de la oferta de ganado bovino en el periodo estudiado.

La variable a tomar como referente en el presente trabajo es el sacrificio de ganado; su análisis contribuirá a identificar características generales asociadas al sector como la tendencia, el ciclo y los choques aleatorios.

La investigación consta de una primera parte donde se presenta una visión de las características del mercado ganadero bovino en Colombia, haciendo énfasis en los ciclos y el sacrificio de ganado con el fin de lograr una visión macro. En la siguiente sección se hace una revisión a la literatura sobre el sacrificio de ganado bovino en Colombia y sobre los ciclos ganaderos, ilustrando con los resultados de otros trabajos realizados por entidades involucradas como Fedegan y El Dane. Una tercera parte en la cual se presenta la metodología, los datos y la especificación de los modelos econométricos, así como los resultados de las estimaciones. Por último las conclusiones y logros obtenidos con esta investigación.

2. CARACTERISTICAS DE LA GANADERIA Y SUS CICLOS EN COLOMBIA:

La industria de la carne bovina en Colombia se encuentra constituida principalmente por cuatro eslabones²:

- La producción de ganado en fincas a lo largo y ancho del territorio nacional.
- Comercialización de ganado en pie.
- Industrialización por parte de las plantas de sacrificio y procesadoras de alimentos.
- Canales de distribución de carne fresca y sus derivados y transformación de productos cárnicos.

Con cifras a 2009, el área dedicada a esta actividad es 9 veces mayor que el área dedicada a la agricultura; aproximadamente dos terceras partes de la producción pecuaria corresponde a la ganadería, Ministerio de Agricultura (2009).

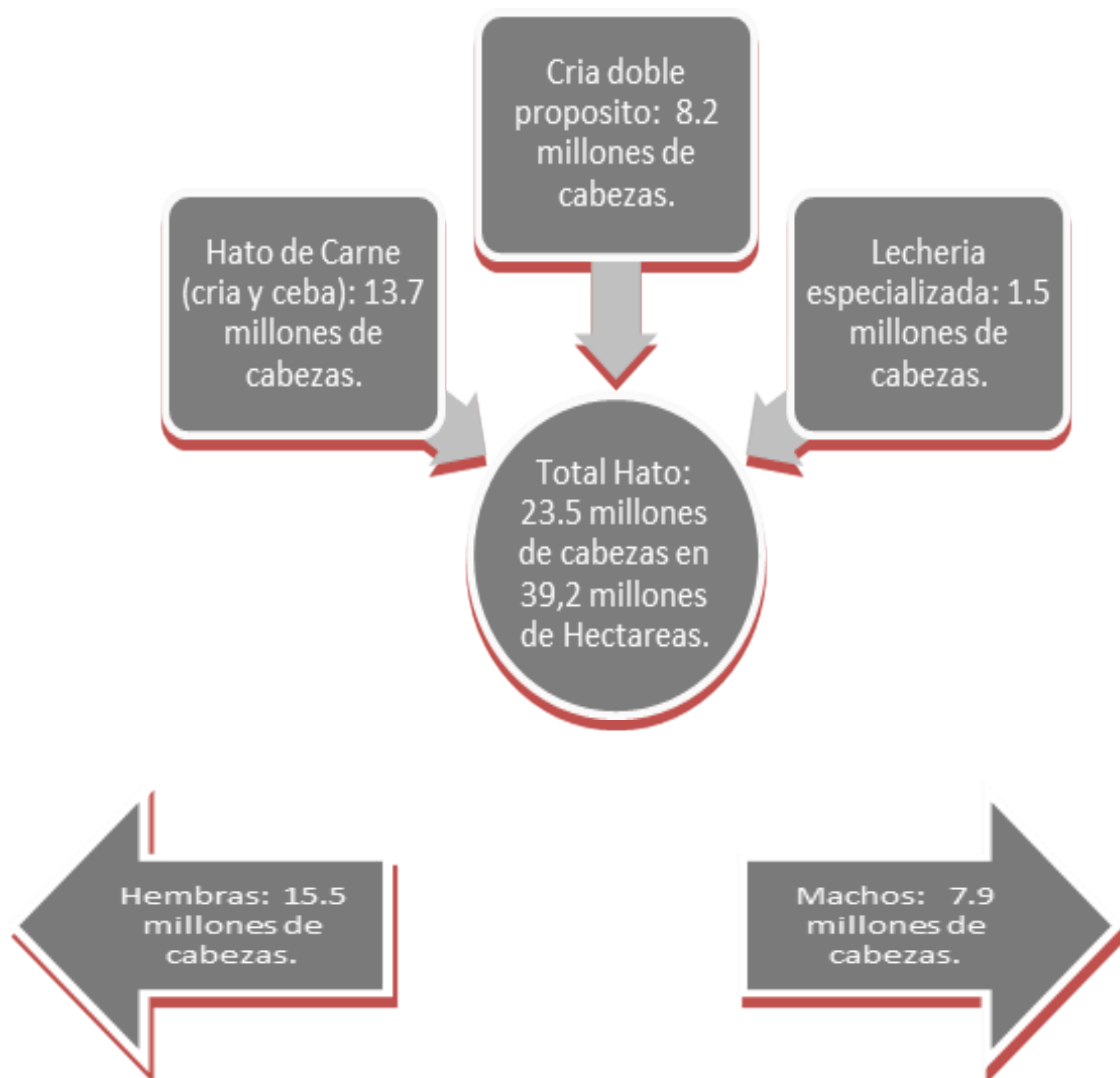
En Colombia con cifras del DANE para finales del año 2007, la producción de ganado bovino, según la utilización de la tierra, se dedicaba en un 60% a la producción de carne la cual incluía cría, levante y ceba; otro 38% para el doble propósito: carne y

² Esta definición de eslabones en la industria productiva bovina es, si se quiere la más estándar, tomada de: Espinal, C. et al.(2005), "La cadena de la Carne Bovina en Colombia 1991-2005".

leche; dejando un 2% aproximadamente para la lechería especializada únicamente, Cuenca N. *et al.* (2008).

Según la oficina de investigaciones de FEDEGAN, con cifras del año 2011, la distribución del hato ganadero se presenta en el cuadro 1:

Cuadro 1: Hato Ganadero Colombiano



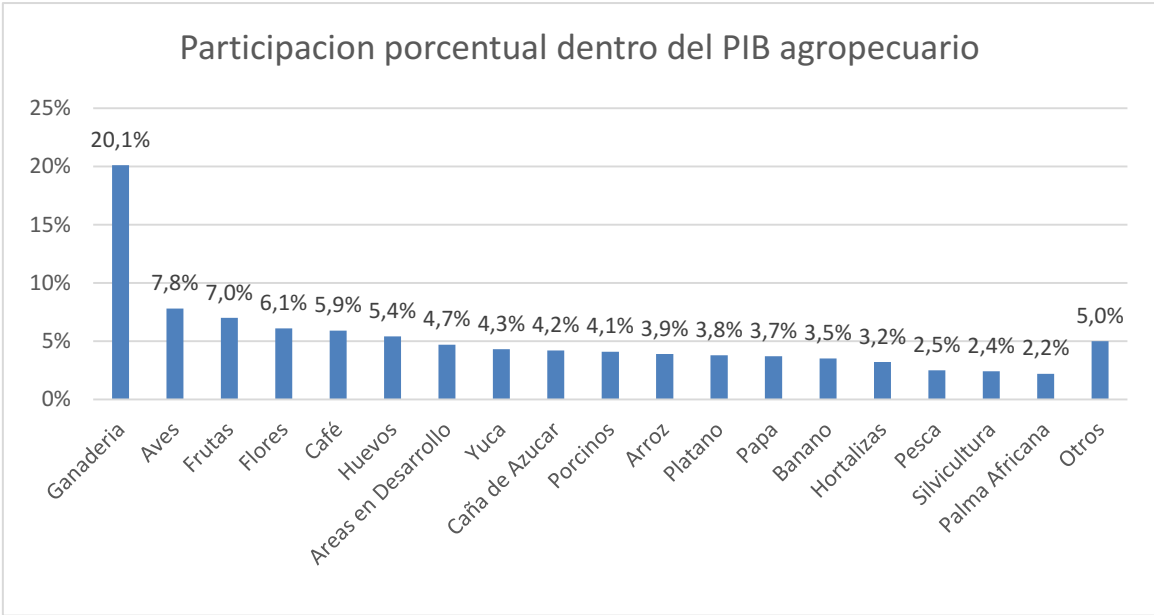
Fuente: Elaboración propia con datos de FEDEGAN - Oficina de investigaciones económicas 2011.

Según datos del DANE con corte año 2012, el sector agropecuario contribuye con un 7% del PIB nacional; la ganadería con el 1.6% del PIB nacional y con el 20,1% del

PIB agropecuario como se muestra en el grafico 1; adicionalmente y según la más reciente investigación de FEDEGAN en 2012 aporta 950.000 empleos directos lo que representa un 7% del total de empleos de la nación y un 20% del total del agro.

Grafico 1: Participación ganadera dentro del PIB agropecuario.

Porcentaje vs tipo de actividad



Fuente: FEDEGAN 2012.

La producción de carne se comercializa como ganado en pie y como ganado en canal. El ganado en pie se refiere al animal vivo que se vende bien sea para engorde o para sacrificio, pero técnicamente no llega aun al consumidor final; el ganado en canal si lo hace, e implica la comercialización de una parte del cuerpo del animal después de ser sacrificado y retirársele algunas partes como: cabeza, viseras, y piel. Por esta razón cuando se analiza el consumo de carne bovina en un territorio, se toman los datos de carne en canal por ser la variable que muestra las tendencias del mercado gracias a las decisiones del consumidor final, FEDEGAN, (2012).

Al igual que existen varios tipos de ganado, existen diferentes tipos de ganadería como actividad económica: la ganadería estabulada es una de ellas y ha venido

tomando fuerza en el territorio colombiano; aun así continua mostrándose como la más común la ganadería extensiva, desarrollada en territorios suficientemente amplios en los cuales los animales viven con cierta libertad para buscar su alimento y desplazarse; esta actividad ganadera predomina en 27 departamentos de Colombia, mostrando una alta tendencia hacia la modalidad de ganadería extensiva como lo muestra Vergara (2010). En el país es muy frecuente esta actividad debido a los bajos costos de producción en que debe incurrir el ganadero, partiendo de la premisa que posee suficientes terrenos para ello, y además por que las condiciones de estos terrenos son propicios dada su extensión, su clima y porque en la mayoría de estos, existe una baja fertilidad para explotar otras actividades agropecuarias³.

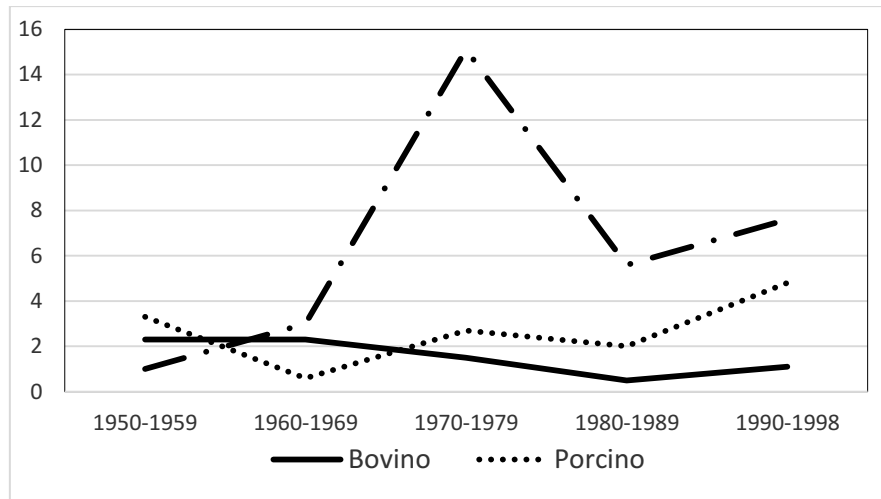
2.1 Demanda

La demanda del ganado bovino está condicionada por la capacidad de compra y las necesidades de consumo de carne, leche y los diversos usos que tiene la piel y otras partes que se pueden utilizar del animal. En esta sección se presenta información relacionada con la demanda de carne según su procedencia.

Por varias décadas la actividad ganadera ha sido la principal fuente de alimento proteínico en Colombia y entre las décadas del 50 y el 60 represento en promedio un 70% del gasto real de carnes, cifra que para la década de los 90 llego a reducirse a un 40%. Una de las razones de esta disminución fue principalmente el crecimiento vertiginoso de otros sectores como el avícola, Galvis (2000).

³ Véase: Vergara W. (2010) *“La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia”*.

Grafico 2: Tasa de crecimiento porcentual del consumo de carnes *per cápita* en Colombia. Porcentaje vs periodo



Fuente: Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO.

El grafico 2, muestra cómo ha sido la tasa de crecimiento porcentual en el consumo *per cápita* de las principales fuentes de proteína en Colombia desde mediados del siglo pasado hasta finales de este. Se observa cómo el mercado de bovinos para consumo humano presenta una tendencia negativa durante casi el total del tiempo observado. Ya en la primera década del siglo XXI, el consumo per cápita muestra el siguiente comportamiento.

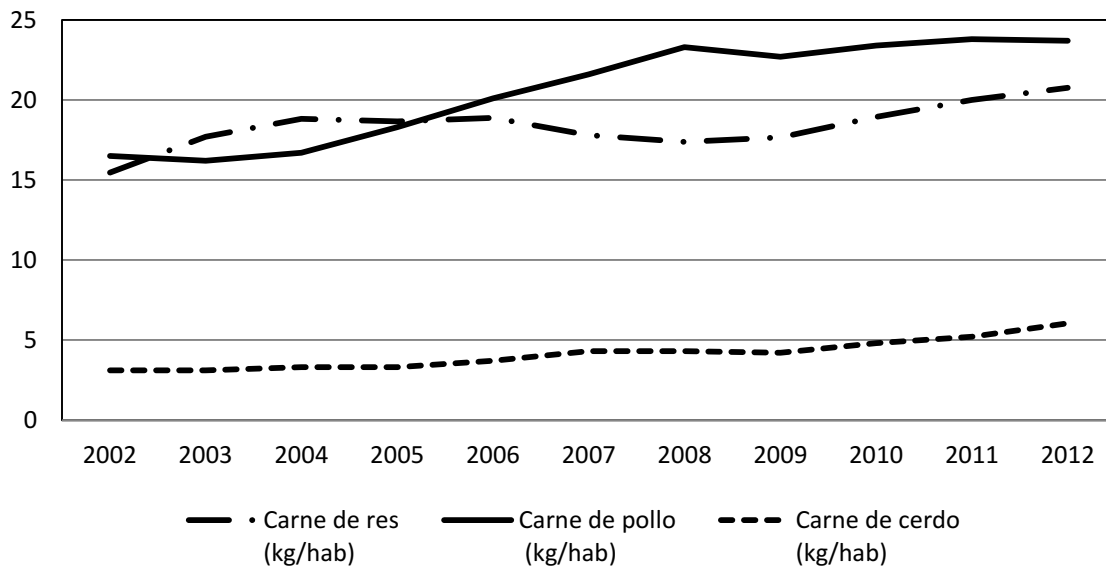
Tabla 1: Consumo per cápita de carne de res, de pollo y de cerdo, del 2002 al 2012 en Colombia, medido por habitante y kilogramo consumido:

Año	Carne de res (kg/hab)	Carne de pollo (kg/hab)	Carne de cerdo (kg/hab)
2002	15,47	16,5	3,1
2003	17,7	16,2	3,1
2004	18,82	16,7	3,3
2005	18,67	18,3	3,3
2006	18,88	20,1	3,7
2007	17,81	21,6	4,3
2008	17,38	23,3	4,3
2009	17,67	22,7	4,2
2010	18,94	23,4	4,8
2011	20,01	23,8	5,2
2012	20,76	23,7	6,04

Fuente: DANE, 2012

Grafico 3: Consumo per cápita de carne de res, de pollo y de cerdo del año 2002 al 2012 en Colombia. Cifras de la tabla 1 representadas gráficamente.

Kg /Habitante vs periodo



Fuente: DANE, 2012

Las cifras de la primera década del siglo XXI reflejan una tendencia creciente en relación con los últimos años del siglo XX del consumo de carne de res en el mercado colombiano.

La tendencia mundial en la demanda de carnes no dista de los resultados observados en el mercado colombiano. Las últimas décadas del siglo pasado y la primera del presente dan una idea de cómo se ha comportado el consumidor global hacia los tres principales proveedores proteínicos, a saber, la carne bovina, la porcina y el pollo; nuevamente la industria avícola es la que ha mostrado un crecimiento más vertiginoso en cuanto a su producción y sacrificio, además ha logrado disminuir comparativamente su precio con respecto a la carne bovina en especial, logrando que en términos relativos, esta última se encarezca (Galvis, 2000)⁴. No hay claridad sobre los motivos de estas tendencias de mercado en la demanda de carne ya que aunque varios autores han investigado el sector, han utilizado diferentes métodos lo cual los hace difíciles de comparar; se puede mencionar que la cadena productiva de la industria avícola ha realizado bien su tarea logrando integrar todos los eslabones de la cadena productiva desde el productor hasta el consumidor final pasando por todas sus etapas; esto no lo logra la industria bovina. Algunos trabajos empíricos en Estados Unidos para la última década del siglo XX, otorgan parte de la explicación en la disminución de la demanda de carne bovina a factores de salud, pues se ha establecido las consecuencias negativas que tienen los altos niveles de consumo de carne bovina en la salud de una persona⁵.

La ganadería en Colombia no es una actividad que dependa en gran medida de las exportaciones; el mayor porcentaje de su producción se destina a satisfacer la demanda interna y esto es evidente considerando que, según cifras del DANE

⁴ Véase: BEJARANO, Edgar; ANDRADE, Constanza; AVENDAÑO, Hernán, "Evolución reciente del mercado mundial de carne y productos lácteos", Coyuntura agropecuaria, CEGA, Bogotá, 1985; LAMB, R.

Op.Cit.

⁵ KINNUCAN, Henry, et.al. "Effects of Health Information and Generic Advertising on U.S. Meat Demand", American Journal of Agricultural Economics, 79(1), February, 1997.

(2012), el valor total de las exportaciones colombianas de animales vivos y carne vacuna en todas sus formas correspondió aproximadamente a 116.659 toneladas a Noviembre 2012, y a su vez, la cifra de sacrificio de ganado para el mismo año fue de 707.808 toneladas. Aun así, considerando que Colombia se encuentra entre los primeros 11 productores mundiales de carne, existe un crecimiento importante en las exportaciones entre los años 2000 y 2010, a excepción de 2009, año en el cual se congeló el comercio con Venezuela. Aunque las importaciones también aumentaron un poco en el mismo periodo, las cifras evidencian una balanza comercial muy positiva en el mercado de carne bovina para los años mencionados, Superintendencia de Industria y Comercio (2012)⁶.

2.2 Oferta

La cadena de la carne bovina está definida como un conjunto de actividades que se articulan técnica y económicamente desde el inicio de la producción y procesamiento, hasta su comercialización y colocación al consumidor final (ley 811 de 2003).

La cadena productiva de la carne bovina incluye toda aquella actividad relacionada con el beneficio económico que resulta del aprovechamiento del ganado bovino en cuanto a su carne, su leche, y según un estudio de Agrocadenas (2003), está conformada por los siguientes eslabones: Producción de ganado, especializado y doble propósito, beneficio de ganado, carne y subproductos de bovino, materia prima para la industria de cueros, pieles, despojos, grasa y sebos; el procesamiento de algunos cortes y subproductos, salchichas y preparados, Espinal (2005).

La oferta ganadera está estrechamente relacionada con el concepto del ciclo ganadero y el sacrificio de animales.

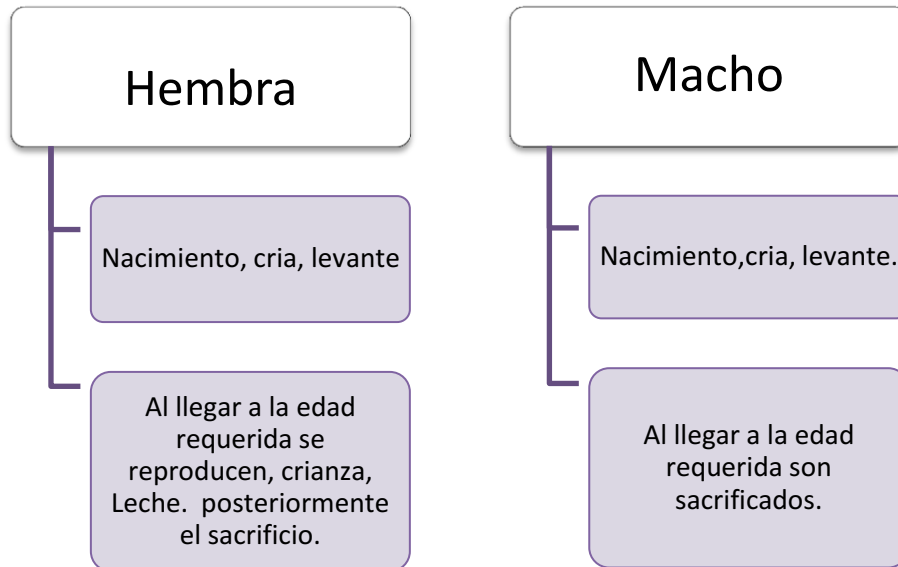
⁶ Véase el Estudio Sectorial Carne Bovina, Diagnostico de Libre competencia del año 2012. Los autores toman cifras de importaciones CFI y Exportaciones FOB del Dane, con cálculos de la oficina de Planeación de FEDEGAN.

2.2.1 Ciclos ganaderos:

El bovino nace y tiene un ciclo como todo ser vivo, pero dentro de ese ciclo ocurren sucesos determinantes que dan a la producción ganadera un comportamiento diferente según las circunstancias. Ese ciclo entonces, comienza desde el momento mismo de la gestación, en el cual el ganadero se crea unas expectativas futuras de rentabilidad que se generan con el nacimiento del animal: Pérez (2004). Aspectos como el género, las condiciones del precio de la carne en el mercado, la coyuntura con la competencia de bienes sustitutos y/o complementarios, y la tecnología, por mencionar solo algunos, determinan la decisión de sacrificio a futuro por parte del productor.

En una economía abierta, sin más restricciones o beneficios que las que brinda el mismo mercado, existe un comportamiento de precios determinado por la oferta y demanda; el ganadero condiciona su decisión de sacrificar el ganado según las características del mercado en ese momento, y así mismo condiciona el sacrificio del animal a las características de la demanda, favorables o desfavorables para el sector. El ganadero tiene en sus manos la decisión de mantener al animal en el hatillo para conservarlo como una inversión a mediano plazo. En el momento en que los precios de la carne sean rentables para su actividad, tomara la decisión de sacrificarlo. En el caso de que los precios no estén dentro de sus expectativas de costos y ganancias, lo más usual es esperar y no sacrificar aun al animal hasta que el mercado reaccione de manera positiva y los precios mejoren. Se presenta en el siguiente esquema el funcionamiento general del ciclo ganadero en Colombia, determinado por el sacrificio de ganado, considerando aspectos climáticos y tecnológicos en un estado normal, es decir sin ningún tipo de funcionamiento fuera de lo común y sin tener en cuenta aspectos estacionales.

Cuadro 2: Esquema del ciclo ganadero



Fuente: Elaboración propia con base en artículos relacionados.

El ciclo ganadero está ligado al sacrificio de los animales, evidentemente porque la decisión de este último es determinante del primero. La tasa de sacrificio de ganado no es más que la relación del número de cabezas sacrificadas con respecto al inventario total de ganado en cabezas: sacrificio de cabezas/inventario total, DANE (2012).

Las cifras en número de cerdos, pollos y reses sacrificados a nivel mundial mostraron una tendencia desfavorable para el sector ganadero en la segunda mitad del siglo XX, según se observa en los reportes anuales de la FAO⁷:

⁷ Food and Agriculture Organization, por sus siglas en inglés: la Organización de las Naciones unidas para la alimentación y la agricultura.

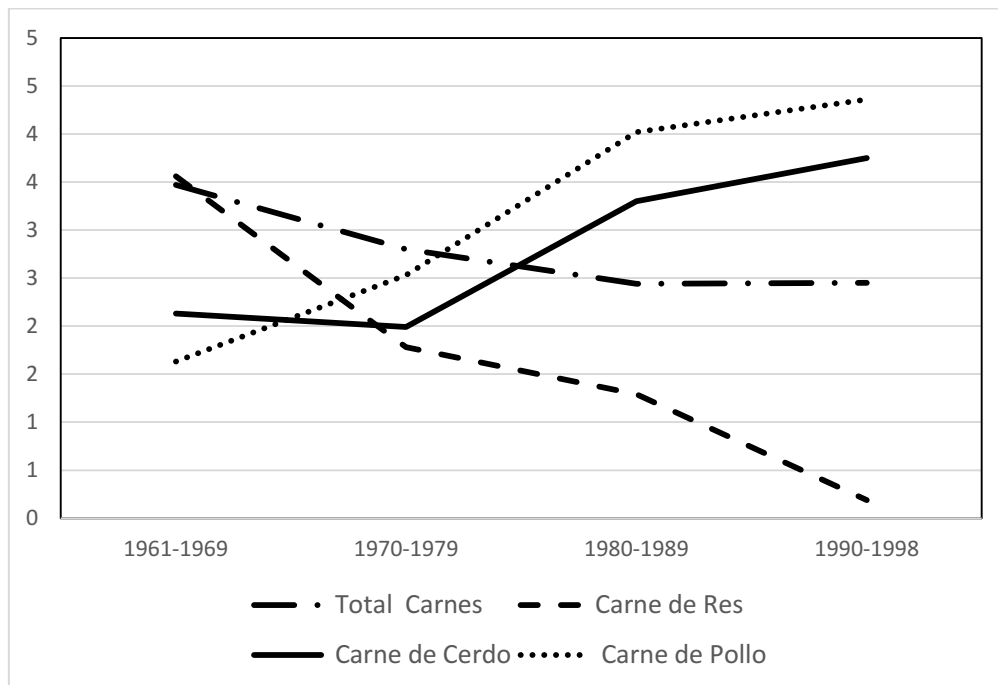
Tabla 2: Tasa de crecimiento porcentual promedio anual de sacrificio mundial de pollo, cerdo y res en toneladas.

Período	Total Carnes	Carne de Res	Carne de Cerdo	Carne de Pollo
1961-1969	3.47	3.56	2.13	1.63
1970-1979	2.80	1.78	1.99	2.53
1980-1989	2.44	1.29	3.30	4.02
1990-1998	2.45	0.19	3.75	4.36

Fuente: Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.

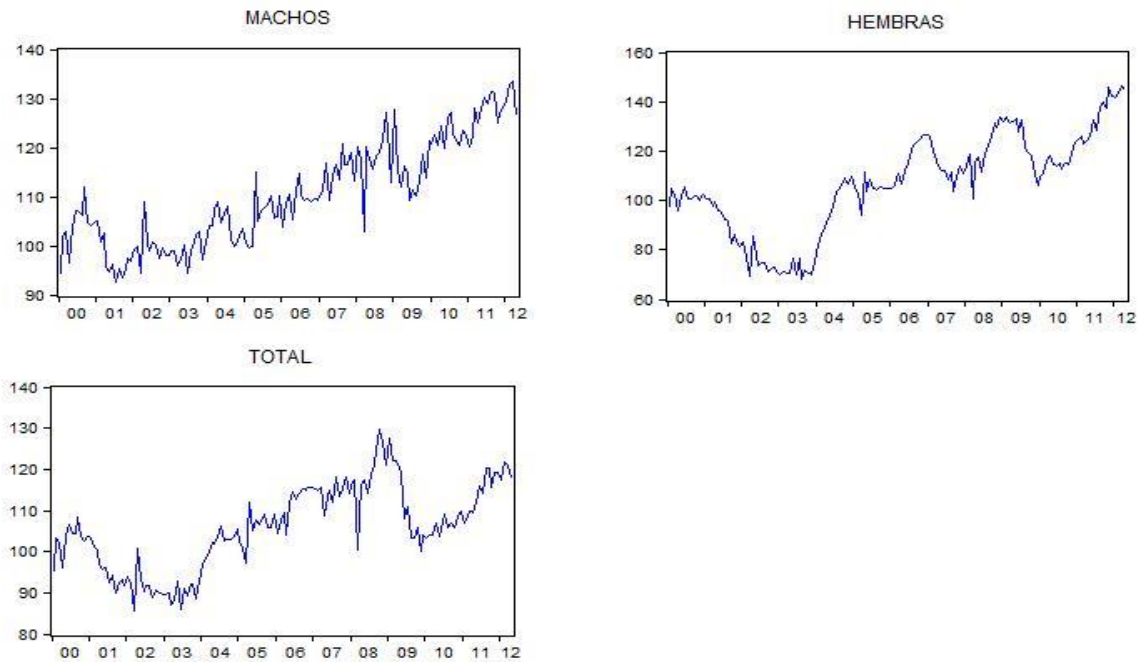
Grafico 4: Tasa de crecimiento porcentual promedio anual de sacrificio mundial de pollo, cerdo y res en toneladas.

Porcentaje vs periodos



Fuente: Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.

Grafico 5: Sacrificio de Ganado bovino 2000 – 2012, machos, hembras y total.



Fuente: Cálculos del autor, a partir de cifras DANE de sacrificio de ganado vacuno año 2000 al 2012.

El grafico 5 muestra la tendencia en el sacrificio de ganado bovino en Colombia para la primera década del siglo XXI. De igual forma deja ver las diferencias tan marcadas entre el sacrificio del macho y el de la hembra. En el año 2009 se da un cambio metodológico por parte del estado para recolectar la información de las encuestas ganaderas, lo que hizo que se diera un movimiento abrupto entre los años 2008 y 2009. Dichos cambios se tuvieron en cuenta para organizar y presentar la información.

Hay diferencia en funcionalidad del animal cuando es hembra y cuando es macho, ya que fisiológicamente, la hembra tiene condiciones adicionales que pueden aportar al ganadero un valor agregado a su negocio y es el hecho de la reproducción y cría del mismo ganado. Por el contrario, el macho tiene un ciclo, si se quiere, predeterminado, ya que su sacrificio no está condicionado más que al tiempo en el cual es apto para el consumo. Esto implica que las variaciones determinantes en el ciclo ganadero se presentan dadas las condiciones de las hembras.

Los ciclos ganaderos en Colombia han oscilado históricamente entre 6 y 8 años, tiempo en el cual el animal nace, crece y se convierte en un bien para el consumo humano. En algunos casos se sacrifica rápidamente, pero en otros, se utiliza un tiempo adicional como inversión para el ganadero. Es por esto que el sacrificio es tan determinante en el rubro pecuario.

Se nota además una tendencia consecuente entre el aumento del sacrificio de ganado y el aumento, o mejor, la recuperación en la tendencia de consumo de carne bovina para los años observados.

3. ALGUNOS ESTUDIOS PREVIOS REALIZADOS:

El sector ganadero colombiano ha sido objeto de estudio para diferentes autores a lo largo del siglo XX y lo corrido del siglo XXI. A nivel nacional e internacional su análisis se ha enfocado desde los ciclos ganaderos, para los cuales se han tenido en cuenta diferentes variables explicativas: el precio, la capacidad de convertir el ganado en un bien de doble finalidad, pasando por el sacrificio de animales, la demanda de carnes, la elasticidad precio de la demanda de la carne de res y la relación de esta con otros productos sustitutos. El sacrificio de ganado bovino poco se ha abordado como tema principal de investigación, aunque si ha sido tratado como parte fundamental de otros estudios relacionados. Rivas y Valdés (1978), estudiaron la variable ventas de ganado basándose en el volumen de sacrificio de animales; Hertford y Nores et al. (1982) estudian también el fenómeno de la demanda de carnes en Colombia obteniendo interesantes resultados sobre su elasticidad, e igualmente tomando el sacrificio de ganado como una de las variables claves del estudio; Llorente (1996) investiga también el fenómeno de demanda de carnes y su efecto en los bienes sustitutos; Galvis (2000) propone un análisis econométrico para evaluar la demanda de carnes en Colombia y realiza una radiografía de cómo se comporta el consumo de carne de res, de pollo y de cerdo en Colombia y en el extranjero, cuando hay cambios en precio, sacrificio, e incluso en desarrollo tecnológico de cada sector; Martínez (2004) utiliza la información

disponible del sacrificio de ganado como variable para aplicar un modelo de pronóstico de la producción bovina; de igual manera Pérez (2004) presenta un trabajo en el cual describe el proceso que lleva al ganadero a sacrificar al animal o a criarlo para una mayor capitalización, dando lugar al comportamiento cíclico del sector, todo esto considerando información de la segunda mitad del siglo XX. Más recientemente, Ramírez (2013) presenta un modelo de demanda con el que se buscó evidenciar las elasticidades de demanda de carne de res en Colombia para un periodo determinado.

A finales de los años 70, Rivas y Valdés aplicaron un modelo econométrico para el ciclo comprendido entre 1940-1970, con el cual se buscó relacionar las ventas de ganado, con los precios de este, de la leche y de las carnes sustitutas, partiendo del volumen de sacrificio de machos y hembras. De igual forma se incluyeron los cultivos típicos de la zona ganadera como posible sustituto del uso del suelo, dando como principal resultado que el sacrificio de animales era explicado por el precio promedio del ganado en pie, la población humana y el ingreso disponible y dejó sin mucho peso el precio de la leche y a los cultivos sustitutos.

En 1982, autores como Hertford y Nores, estudiaron el fenómeno de la demanda de carnes en Colombia utilizando un modelo doble logarítmico y lograron concluir que para el periodo 1953-1975 la carne de res se comportó como un bien normal⁸ aunque con baja elasticidad al ingreso. Además encontraron que había inelasticidad de la demanda de carne frente al precio de los sustitutos⁹.

En 1996 fue Lorente quien logró concluir que los patrones de consumo de carne de res en Colombia corresponden a “hábitos rígidos”, con poca influencia de bienes sustitutos. Planteo que la forma en que se sustituyen los diferentes tipos de carnes

⁸ *Aquel bien que tiene un comportamiento normal característico de la ley de la demanda: cuando aumenta el ingreso de los consumidores, aumenta la demanda de este.*

⁹ *(Hertford, Red, et al. Op. Cit). Characterization of the cattle sector in Colombia, 1953 to 1975]. [Spanish [1982].*

es poco sensible a la variación de los precios relativos basado en estudios que demostraron que la elasticidad de la demanda de pollo frente al precio de la carne de res se acercaba a cero. Por lo tanto el mayor crecimiento en la participación del pollo en la canasta de los colombianos se debía a otros factores como innovación, presentación, mercadeo, lo cual no se hizo en su momento con la carne de res.

En su trabajo sobre la demanda de Carnes en Colombia: un análisis econométrico, Galvis (2000), propone por primera vez la estimación de un sistema de ecuaciones para determinar simultáneamente las elasticidades precio-ingreso de la demanda de cada uno de los tipos de carne. El autor emplea el modelo “casi ideal de demanda” propuesto por Deaton y Muellbauer. Entre las principales conclusiones del estudio está el evidente desplazamiento que logro la carne de pollo sobre la carne de res, el cual se inició desde la década del 70 y se siguió manteniendo hasta la fecha de publicación de su trabajo.

Varios autores coinciden en que Lorente (1990) desarrollo un gran trabajo al acercarse al ciclo ganadero colombiano mediante un modelo que describe el comportamiento de la población ganadera para explicar la dinámica de los inventarios en cada momento a través de los nacimientos, muertes naturales y extracción histórica (Pérez, 2004). El autor tomo en cuenta para su modelo la estimación de la tasa de natalidad y mortalidad, además de los inventarios por edad y sexo. Logro obtener series coherentes de la población ganadera. En su trabajo sobre “Modelos de pronóstico de la producción Bovina”, Martínez (2004), desarrolla un estudio que busca modelar la producción bovina en Colombia utilizando el sacrificio de ganado como variable clave para caracterizar la oferta de animales para el periodo 1977-1997, utilizando la información disponible de los principales municipios ganaderos del país. Martínez argumenta que al haber diferencias en el comportamiento del sacrificio de animales por género, se debe contar con modelos de pronóstico diferentes para machos y hembras con el fin de lograr mayor precisión en los resultados. Se consideraron además unas variables determinantes en el sacrificio mensual de animales como los precios del ganado bovino para sacrificio, los precios de los bienes sustitutos y las exportaciones. Al no mostrar una respuesta

significativa del sacrificio de machos ante cambios en estas variables se utiliza un modelo de pronóstico ARIMA con dummies estacionales y se encuentra que este sacrificio responde solo a su comportamiento pasado, lo que a su vez implica que el mercado cuenta con una oferta estable de carne de machos y que no se presentan ciclos ganaderos para este género ya que el sacrificio de estos animales se da por el correr natural del tiempo que van cumpliendo estos en el hato, es decir, el costo de oportunidad que va representando para el ganadero, mantener bovinos adultos en el hato. Para el caso del sacrificio de hembras el pronóstico muestra otras tendencias ya que la variable precios, se hace importante y la variable exportaciones no es determinante luego de las pruebas efectuadas; por lo tanto se desarrolla un modelo ARIMAX para tener en cuenta no solo la evolución del sacrificio, sino también los precios en feria. Para este caso no se da un buen pronóstico de la serie pues los resultados obtenidos con la muestra distan mucho de los datos realmente observados y esto obliga a realizar pruebas adicionales con el fin de contrastar la existencia de ciclos ganaderos mediante una teoría desarrollada por Harvey (1985), mediante la cual el autor mostro que una serie se puede descomponer en tendencia, ciclo, estacionalidad, y un término de error. Se logró determinar un ciclo ganadero para las hembras bastante irregular con promedio de duración de 8 años y tres meses y una tendencia al sacrificio creciente. Martínez logra concluir que la oferta de machos para sacrificio es estable, mientras que con las hembras sucede lo contrario, pues su sacrificio está determinado por otras variables adicionales y su ciclo promedio es de 8 años aproximadamente.

En su artículo: "Sistema casi ideal de demanda multinivel: el caso de la demanda de carne de res en Colombia", Ramírez, A. (2013), presento una investigación con enfoque estadístico con la cual busco estimar las elasticidades de la demanda de res en Colombia para el corto y largo plazo basándose en información trimestral del consumo de carne de res, pollo y cerdo en el país desde el año 1998 hasta el año 2007, así como el índice de precios de estos productos para el mismo periodo. El autor utiliza un Sistema casi ideal de demanda multinivel con el cual quiso mostrar que existen grandes diferencias entre las elasticidades de la demanda de carne de res con respecto al gasto total y con respecto al gasto en cárnicos, todo esto mirando

el corto y largo plazo para ver las tendencias. La información que arrojo la investigación muestra que la canasta de alimentos tiene un comportamiento coherente con una elasticidad menor a uno, es decir, se comporta como bien normal; no así la carne en general que tiene una elasticidad gasto mayor a uno, lo cual la califica como bien de lujo. Así mismo Ramírez, concluye que al revisar los resultados de las elasticidades cruzadas en el modelo existe un marcado efecto de sustitución de la carne de res por el pollo, más que por el cerdo. Considerando que la elasticidad del gasto en carne de res para el largo plazo es de 1,78 para el largo plazo y de 0,034 para el corto plazo. Esta reacción de los consumidores está relacionada con las elasticidades precio de la carne de res, las cuales son -0,24 y -1,95 en el corto y largo plazo respectivamente. También se concluye en el estudio que dado que el gasto total per cápita en Colombia creció de 2000 a 2007 un 2.1% anual y que adicional a esto, la población creció a una tasa de 1.5% anual, se infiere que, dada la elasticidad del gasto total en carne de res, la demanda de res crece a una tasa de 5.3% anual. Sin embargo la producción de carne de res en Colombia ha decrecido a tasas de 0,51% anual en el mismo periodo, lo cual a su vez ha contribuido a que se presente un aumento en el precio de este bien, en un 14.7% anual. Esto para finalizar diciendo que el mercado de la carne de res en Colombia se enfrenta a interesantes cambios dados los tratados internacionales que recientemente se han firmado y que podrían abaratar el precio del producto, logrando que el sector productivo en cuanto a la ganadería local tenga retos importantes que asumir.

4. METODOLOGIA Y APLICACIÓN EMPIRICA

4.1 Metodología

Este trabajo presenta un estudio de tipo empírico-exploratorio, con el cual se pretende dar una revisión al ciclo ganadero colombiano tomando como base la variable sacrificio de ganado. La investigación realizada toma como material de estudio los datos de sacrificio de ganado bovino, discriminando machos y hembras

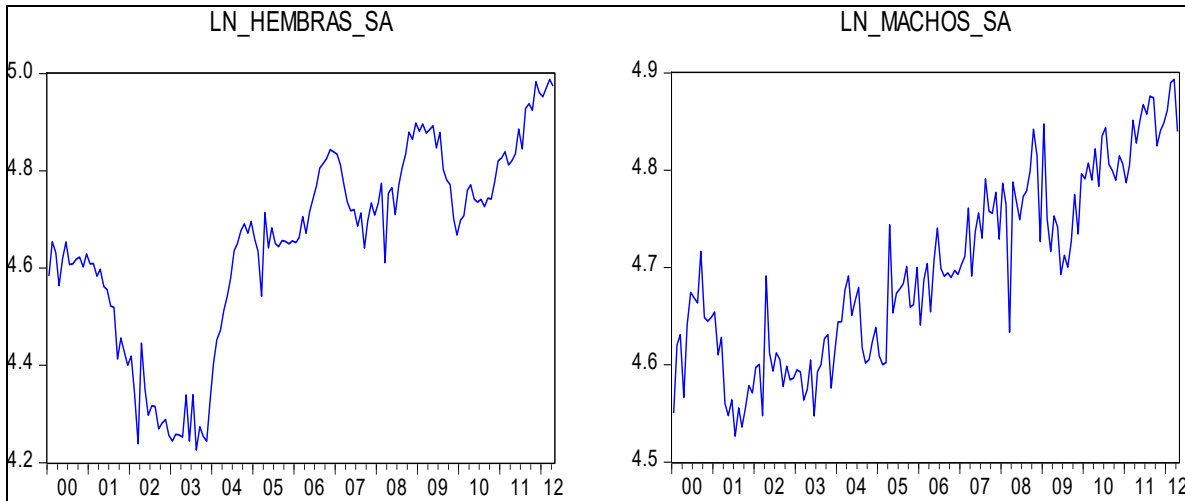
para el período 2000-2012 de Colombia. Estos datos se tomaron de los censos realizados en los principales municipios ganaderos de Colombia¹⁰, lo cual hace que sea esta una información cercana a la realidad. Dicha información es administrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, el Departamento Nacional de planeación, DNP y la Federación Colombiana de Ganaderos, FEDEGAN principalmente. Existe la limitante con respecto a la información de las encuestas ganaderas en Colombia que ha tenido cambios en su metodología, en lo que administración de los datos se refiere, sobre todo para el año 2009. Dado este cambio metodológico, se hizo un empalme en cuanto al manejo de los datos para sortear el inconveniente, construyendo una nueva serie a partir de los cambios porcentuales y además se desestacionalizó por el método de medias móviles.

Con la información descrita se pasara a aplicar el modelo que dará la sustentación técnica a la investigación y con el cual se pretende caracterizar y explicar la dinámica del ciclo ganadero en Colombia para los años mencionados. De igual manera, logrando determinar los efectos estacionales sobre el sacrificio de ganado, se puede entregar al sector información más concisa del mercado ganadero estudiado desde la teoría pero soportado con cifras reales y actualizadas.

El grafico 6 muestra el comportamiento del sacrificio de ganado bovino discriminando género. Las series serán expresadas como Logaritmo natural por la metodología utilizada.

¹⁰ *El DANE no garantiza el 100% de las encuestas por diferentes inconvenientes en la recolección de la información, el mal reporte de los mataderos, temas de inseguridad, entre otros, pero la falta de algunos no es tan significativa como para alterar las tendencias del resultado.*

Grafico 6: Series de sacrificio de ganado para hembras y machos expresadas como logaritmo natural.



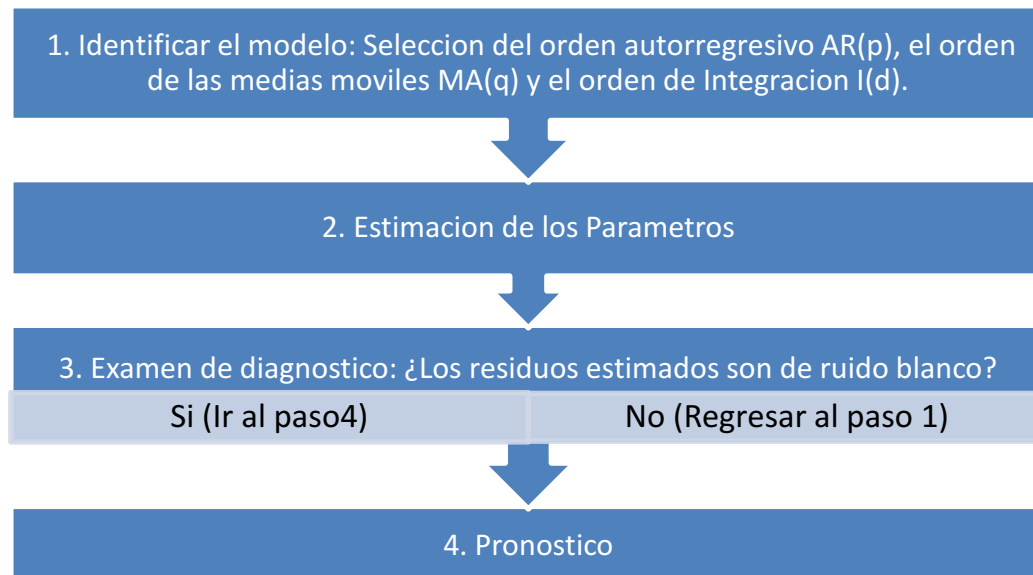
Fuente: Elaboración propia con datos del DANE 2012

El grafico 6 deja ver como el sacrificio de los machos evidencia cierta regularidad en su comportamiento donde no se ven ciclos pronunciados o muy abruptos. Caso contrario puede verse en el sacrificio de las hembras, donde se pueden observar ciclos más persistentes, pronunciados y asimétricos. Este comportamiento característico en el sacrificio de hembras se atribuye a su función reproductiva la cual hace de estas un activo importante para asegurar la oferta del ganado. Aunque la decisión de sacrificar una hembra compromete el inventario futuro, es lo que podría llamarse un activo líquido, dado que la comercialización de la carne de hembra y de macho no se diferencia en el mercado final, ofreciendo así al ganadero una opción para obtener liquidez en el corto plazo en una decisión inter-temporal donde se ven comprometidos sus inventarios futuros cada vez que decide sacrificar una hembra.

4.2 Estimación Modelo ARIMA:

Haciendo uso de la metodología propuesta por Box-Jenkins¹¹, podemos hacer una estimación de modelos ARIMA que sean capaces de recoger los efectos dinámicos de la serie y generar un modelo que se adapte al mercado colombiano. Entre los objetivos de este modelo esta caracterizar no solo el comportamiento del sacrificio de ganado en su conjunto, sino encontrar particularidades entre el sacrificio de machos y hembras que con argumentos se mostrara que tiene un comportamiento diferente.

Cuadro 3: Esquema de estimación del modelo.



El supuesto base de este modelo radica en su parametrización. La ecuación 1 describe el polinomio de rezagos de la variable dependiente y_t , sacrificio de ganado, en el tiempo t. Donde el operador de rezagos funciona así: $L^p y_t = y_{t-p}$. Según esta ecuación, y_t es el resultado de una combinación lineal de su historia (valores pasados) y de la historia de choques aleatorios representados por la variable ϵ_t .

¹¹ BOX, G.E.P. y JENKINS, G.M. (1976): *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day, San Francisco.

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)(1 - L)^d y_t = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \epsilon_t \quad (1)$$

Bajo este modelo se hace la estimación de los parámetros $\{\phi_p\}: P = 1, 2, \dots, p$ y $\{\theta_q\}: Q = 1, 2, \dots, q$ de tal manera que podamos explicar el comportamiento histórico de la variable dependiente. Para llevar a cabo la estimación debemos asegurar la estacionariedad de la serie, de lo contrario obtendremos resultados espurios. En caso de existir una raíz unitaria en la serie se debe diferenciar para obtener una serie estacionaria. El número de diferencias requeridas para asegurar la estacionariedad está representado por el exponente de la expresión $(1 - L)^d$ en el polinomio de rezagos, cada diferencia indica el nivel de integración del modelo.

Un análisis Grafico de las serie muestra una evidencia fuerte de no estacionariedad. La pruebas de hipótesis propuestas por Dickey-Fuller y Phillips-Perrón de la tabla 3 confirma este hecho, al no rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria para la serie en niveles. Sin embargo la primera diferencia es una serie estacionaria, lo cual indica que el modelo debe ser integrado de orden 1.

Tabla 3

Ho: Raíz Unitaria		Total		Machos		Hembras	
		t-stat	P-Valor	t-stat	P-Valor	t-stat	P-Valor
Dickey-Fuller	Niveles	-1.153	0.693	-0.533	0.880	-0.753	0.829
	1ra. Dif.	-7.460	0.000	-15.829	0.000	-17.582	0.000
Phillips-Perrón	Niveles	-2.049	0.266	-2.201	0.207	-0.896	0.787
	1ra. Dif.	-20.715	0.000	-22.669	0.000	-16.672	0.000

Una vez confirmado el nivel de integración de la serie se continúa con el procedimiento de Box-Jenkins para estimar los parámetros del modelo. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Entre los modelos hay diferencias no solo en los rezagos significativos sino en los signos. El modelo ARIMA para los machos muestra una fuerte señal de corrección en sus ciclos. En todos los parámetros significativos del modelo el signo negativo muestra que cuando hay una historia de fuertes incrementos en el sacrificio de machos este se reducirá en tiempos posteriores. Un aumento de un punto porcentual en el sacrificio de carne implica una reducción de 0.65 puntos porcentuales del sacrificio del siguiente mes, como lo indica el coeficiente del componente AR(1). Al contrario las hembras muestran efectos cruzados en diferentes periodos de tiempo, lo cual ayuda a acentuar los ciclos.

Tabla 4

Especificación ARIMA	Cabezas de ganado		
	Total	Machos	Hembras
Constante	0.001259 (0.001)	0.002** (0.0008)	0.003 (0.004)
AR(1)	-0.516*** Desv stan (0.083)	-0.658*** (0.077)	-0.362*** (0.082)
AR(2)	-0.172* (0.092)	-0.398*** (0.076)	0.071 (0.087)
AR(3)	0.161** (0.082)		0.224*** (0.082)
MA(6)			0.204*** (0.084)
MA(7)	-0.237*** (0.083)	-0.372*** (0.078)	
Durbin-Watson	2.032079	1.988689	2.03475 ¹²
Dickey-Fuller	-12.11432	-11.90442	-12.0908 ¹³

¹² El Durbin-Watson de los residuales se acerca a 2, su valor crítico, por lo tanto, no hay evidencia de auto correlación de orden 1.

¹³ El Dickey-Fuller de los residuales arroja un valor muchos más alto que su valor crítico en valor absoluto, evidencia también de que no presenta auto correlación de orden 1.

$$y_t = 0.001 - 0.5y_{t-1} - 0.17y_{t-2} + 0.17y_{t-3} - 0.24\epsilon_{t-7} + \epsilon_t \quad (\text{Total}) \quad (2)$$

$$y_t = 0.002 - 0.65y_{t-1} - 0.4y_{t-2} - 0.37\epsilon_{t-7} + \epsilon_t \quad (\text{Machos}) \quad (3)$$

$$y_t = 0.003 - 0.36y_{t-1} + 0.07y_{t-2} + 0.22y_{t-3} + 0.2\epsilon_{t-6} + \epsilon_t \quad (\text{Hembras}) \quad (4)$$

Esta es la representación de las ecuaciones para los valores estimados en la tabla 4.

Este modelo muestra las dependencias temporales de la serie actual. Es decir el efecto de eventos pasados sobre el valor actual de la serie que estamos analizando.

Estas dependencias se representan de dos maneras:

- El efecto presente que tiene los choques aleatorios (ϵ) ocurridos en periodos anteriores (MA)
- El efecto que tiene la historia de esta variable sobre si misma (AR)

A manera de ejemplo observamos que la ecuación de los machos nos indica que el sacrificio de machos en el presente depende en cierta medida del sacrificio de machos de los 2 meses inmediatamente anteriores así como los eventos aleatorios ocurridos 7 meses atrás.

4.3 Estimación de los Ciclos:

El comportamiento cíclico del sacrificio de ganado como se argumentó en la sección anterior está sujeto a una gran variedad de factores que incluyen desde el factor reproductivo de los animales hasta el ciclo económico que obliga a los agentes a hacer uso de sus inventarios y activos para mantenerse en el mercado en el corto y largo plazo. Para obtener datos del ciclo es necesaria una estimación dado que este no es directamente observable. Existen diversas técnicas para filtrar cuyo objetivo principal es descomponer una serie de tiempo en 2 componentes claramente definidos, una tendencia (τ_t) y un ciclo (c_t), tal como lo muestra la ecuación 2. Estas técnicas de filtrado generalmente se valen de supuestos sobre alguno de sus componentes para estimarlo y definir el otro como el residuo entre la serie y el

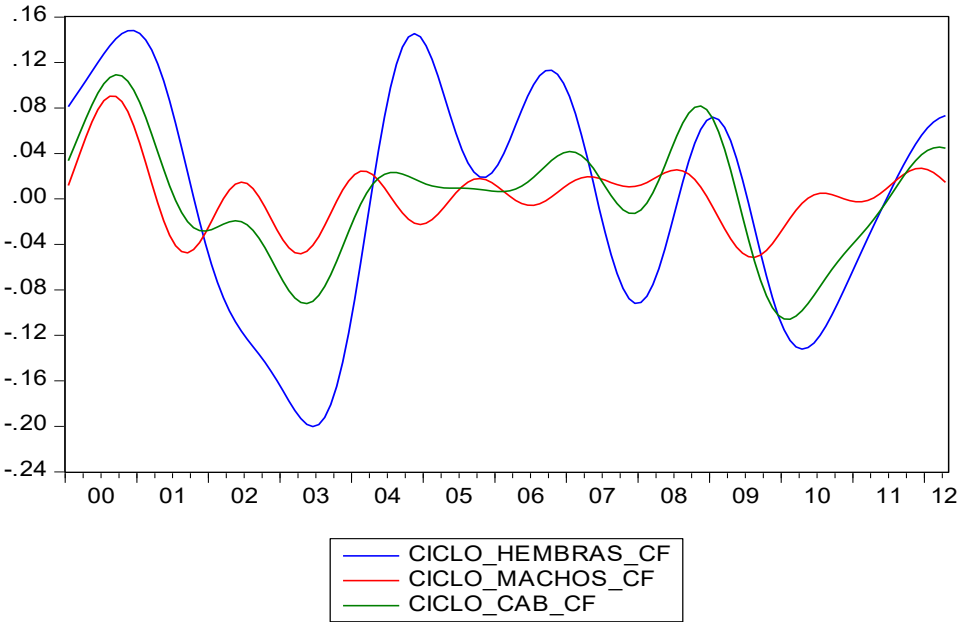
componente estimado. Para este estudio se utilizaran tres de las técnicas más usadas para la descomposición de la series de tiempo: los filtros de Hodrick & Prescott (HP), Baxter & King (BK) y Christiano & Fitzgerald

(CF).
$$y_t = \tau_t + c_t \quad (5)$$

El filtro de Hodrick & Prescott trabaja en el dominio del tiempo, mientras los dos restantes lo hacen en el dominio de la frecuencia. Estos filtros requieren de ciertos parámetros que generalmente se tienen calibrados dependiendo de la frecuencia de la serie de tiempo (para este caso es mensual).

Grafico 7 Componentes cíclicos según Christiano & Fitzgerald

Periodo año 2000 hasta 2012 tomando datos mensuales



Fuente: Elaboración propia con datos de sacrificio de ganado utilizando el filtro de Christiano & Fitzgerald.

Según estas estimaciones el componente cíclico de sacrificio de la hembra es mucho más volátil que el ciclo de los machos. Según la estadística descriptiva de la tabla 5 de los componentes cíclicos estimados, el ciclo de las hembras es aproximadamente

2 veces más volátil que el ciclo del total de sacrificios¹⁴, mientras que el ciclo de los machos es aproximadamente la mitad de volátil que el ciclo total.

Estos resultados son concordantes con las investigaciones realizadas años atrás con autores como Martínez (2004), en el cual se concluye que el ciclo de sacrificio de las hembras es mucho más irregular que el de los machos para un periodo estudiado y que de hecho, la oferta de ganado en Colombia es afectada por este suceso de manera trascendental. De igual forma, Cuenca (2008), aduce en que tanto la natalidad del ganado como su tasa de extracción, es decir el sacrificio de este, están en función de una tendencia y de sus propias desviaciones, además que el sacrificio está afectado por eventos aleatorios, tal y como lo muestran los resultados aquí presentados.

Tabla 5: Estadística descriptiva por cada tipo de filtro realizado

	Estadística Descriptiva, ciclos por BK.		
	Ciclo Hembras	Ciclo machos	Ciclo Total
Media	0.000	-0.001	0.010
Mediana	0.024	0.003	0.016
Max	0.133	0.027	0.095
Min	-0.219	-0.045	-0.094
Desv. Est.	0.104	0.019	0.046
Desv. Relativa	2.280	0.409	1.000
Observations	76	76	76

¹⁴ Esta cifra se obtiene de la desviación relativa, la cual es la división entre la desviación estándar de la variable y la desviación estándar del ciclo total.

Estadística Descriptiva, ciclos por CF.

	Ciclo		
	Ciclo Hembras	Ciclo machos	Total
Media	-0.001	0.003	0.001
Mediana	0.019	0.005	0.009
Max	0.148	0.090	0.109
Min	-0.200	-0.051	-0.106
Desv. Est.	0.099	0.029	0.052
Desv. Relativa	1.913	0.567	1.000
Observaciones	148	148	148

Estadística Descriptiva, ciclos por HP.

	Ciclo		
	Ciclo Hembras	Ciclo machos	Total
Media	0.000	0.000	0.000
Mediana	0.021	-0.004	0.011
Max	0.153	0.115	0.134
Min	-0.246	-0.109	-0.123
Desv. Est.	0.104	0.039	0.058
Desv. Relativa	1.798	0.672	1.000
Observaciones	148	148	148

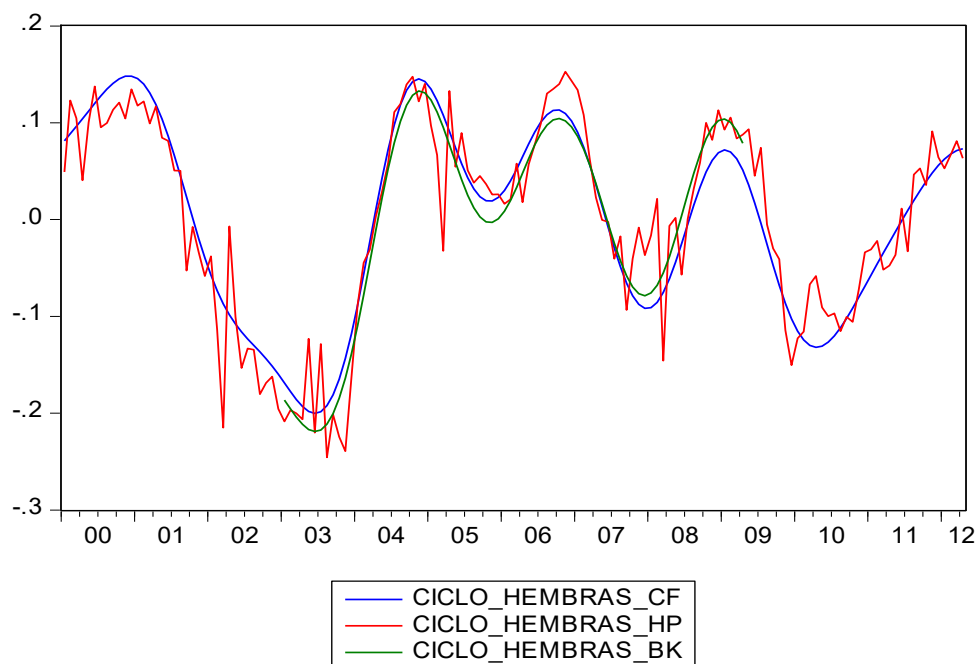
La estadística descriptiva por los tres métodos da evidencia de la diferencia en los ciclos de las hembras y los machos. Los valores máximos y mínimos son consecuentes con la realidad en cuanto a que los machos se acercan más a una tendencia central y las hembras dan cuenta de mayor volatilidad. Se observa en la tabla 5 que para el caso del filtro de HP las hembras alcanzan un máximo de 0,153 y un mínimo de -0,246, lo cual muestra que los ciclos de las hembras han alcanzado picos y valles más pronunciados que los machos que alcanzan un mínimo de -0.109 y un máximo de 0.115. Este análisis se puede replicar para el caso de CF y BK aunque con valores diferentes debido a la metodología.

La estimación del ciclo del sacrificio de hembras es robusto entre las 3 técnicas de filtrado, tal como lo muestra la siguiente gráfica. Con este respaldo podemos

encontrar la duración estimada del ciclo teniendo en cuenta que las técnicas de estimación muestran resultados similares.

Grafico 8 Series de datos de sacrificio de ganado hembra, utilizando los tres filtros.

Periodo año 2000 hasta 2012 tomando datos mensuales



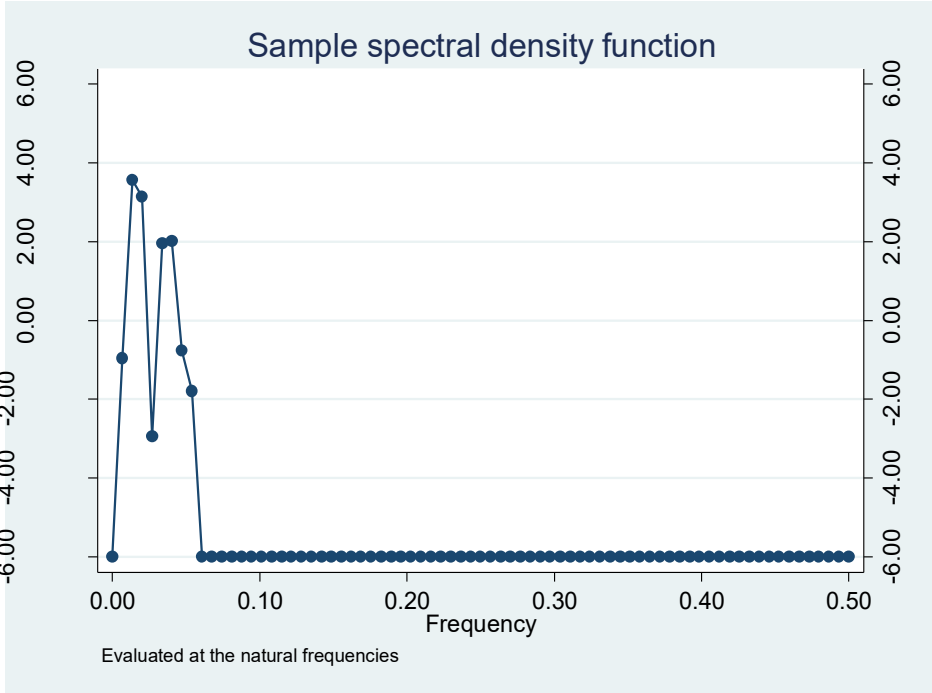
Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos.

El Periodograma en el grafico 9, es una herramienta para encontrar aquellas frecuencias que son más significativas para el ciclo. Para esto usamos la estimación cíclica por el método de Christiano & Fitzgerald. Según estas estimaciones, los picos más altos del periodograma se encuentran en las frecuencias 0.02 y 0.03. Esto significa un ciclo entre 2,7 y 4.2 años¹⁵.

¹⁵ El resultado de dividir 1 por cada uno de los dos picos más significativos: 0,02 y 0,03, cada resultado mostrara el número de meses y al dividir por 12 meses nos dará la aproximación en años de cada ciclo.

Esto refuerza las conclusiones de Pérez (2004), el cual hace un estudio de los ciclos ganaderos para la segunda mitad del siglo XX, donde se menciona la importancia que juega la hembra para el sector ganadero en Colombia.

Grafico 9: periodograma usando el método de Christiano & Fitzgerald



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos.

5. Conclusiones

En el presente trabajo se logró identificar el ciclo ganadero partiendo de la información de su sacrificio para años recientes, lo cual no se había hecho ya que los artículos e investigaciones relacionadas datan de finales del siglo pasado y no existen parámetros de comparación en escritos del sector ganadero ya que los métodos acá utilizados, no habían sido aplicados a series de datos de sacrificio de animales, lo cual genera más valor al procedimiento realizado. Se sortearon además, los cambios metodológicos ocurridos en las series de datos. Uno de los aspectos más importantes de conocer el ciclo ganadero es por la relación que tiene con factores como el tiempo de vida del animal, los periodos de gestación de las hembras y la renovación del hato que se podrían estudiar posteriormente y que pueden agregar al gremio mayor información relevante para la toma de decisiones.

Los ejercicios realizados así como la teoría recopilada muestran las marcadas diferencias que existen entre los bovinos machos y las hembras desde la óptica de su sacrificio. Las consecuencias que unos y otros tienen sobre el mercado de la carne de res en Colombia son por lo tanto, muy diferentes. El análisis de los coeficientes muestra signos alternados en los componentes autorregresivos que resultan estadísticamente significativos, aportando claridad en la formación del ciclo de las hembras

Cuando se da un incremento de un punto porcentual en el sacrificio de hembras en un momento específico en la serie, hay una fuerte tendencia a continuar y no corregir este comportamiento en uno, dos o hasta tres periodos siguientes según el modelo. Con los machos esta tendencia es más estable, ya que se corrige con mayor rapidez. Al haber un incremento de un punto porcentual en el sacrificio de estos, se da una disminución fuerte en periodos siguientes lo que hace que el ciclo se estabilice.

De igual forma cuando se da un choque aleatorio en un punto en la línea de tiempo, como por ejemplo una bonanza en la producción o una medida de política económica que pueda afectar el sector, las consecuencias en periodos posteriores son muy

diferentes para cada uno de los sexos; se recomienda por lo tanto a los actores en el gremio tener cuidado cuando se den movimientos que se salgan de la tendencia de una manera muy irregular, pues podrían estar enfrentándose a un choque aleatorio cuyas consecuencias a futuro afectarían significativamente sus resultados, en especial si se trata de hembras ya que la corrección de la tendencia se tardaría aún más. Adicionalmente al mirar MA(6) y MA(7) se constata que hay evidencia de cambios semestrales importantes dentro del hato ganadero lo que podría estar relacionado con periodos de gestación o con cambios a nivel socioeconómico que afectan en alguna medida las decisiones que se toman.

Se tiene también que el presente estudio de las series de sacrificio de ganado en el periodo analizado puede ser utilizado para revisar correlación entre sacrificio ganadero con respecto a precios de la carne, consumo de productos sustitutos, aumento de exportaciones, incidencia de los tratados comerciales, u otras variables que busquen identificar y explicar los movimientos de oferta y demanda de la carne en Colombia.

Valdría la pena en un futuro profundizar sobre los choques aleatorios que afectan el comportamiento cíclico del ganado en Colombia; será posible que el comercio internacional afecte de manera importante el sacrificio de ganado, o podría la tasa de cambio jugar un papel más importante del que se cree. Algún autor podría retomar estos datos presentados y enfocar su investigación hacia qué tipo de choque aleatorio es más significativo para el sector, o si por el contrario no hay uno solo que predomine sino más bien una combinación de hechos.

6. Referencias Bibliográficas

- Bejarano, Edgar/ Andrade, Constanza/ Avendaño, Hernán (1985). Evolución reciente del mercado mundial de carne y productos lácteos. *Coyuntura agropecuaria, CEGA, Bogotá*.
- Cuenca, Noel Jose / Chavarro, Fernando / Diaz, O. (2008). El sector de la ganadería en Colombia. Aplicación de Modelos de series de tiempo al inventario ganadero. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión. Universidad Militar Nueva Granada.*, XVI, 165–177.
- Caputi, Pablo/ Murgia, J. (2003). Análisis del crecimiento ganadero a través de un Modelo de Equilibrio. *Agrociencia, VII(2)*, 79–90.
- Caraballo, L. J. (2003). ¿Cómo estimar una función de demanda? Caso: demanda de carne de res en Colombia. *Geo enseñanza, Universidad de los Andes, Venezuela, 8(2)*, 95–104.
- Chavas, Jean /Klemme, R. (1983). *Aggregate Milk Supply Response and Investment Behavior on U. S. Dairy Farms*. University of Wisconsin-Madison.
- Espinal, C. *et al.*(2005). La cadena de la Carne Bovina en Colombia 1991-2005. *Agrocadenas, Bogotá*.
- Fernández, R. (2011). El Ciclo ganadero y el Modelo de Diaz Alejandro. Buenos Aires, Argentina.
- Galvis, L. (2000, January). La demanda de carnes en Colombia: Un análisis econométrico. *Documentos de Trabajo sobre economía Regional, Banco de la Republica.*, 13.
- Gujarati, Damodar / Porter, D. (2010). *Econometría, Quinta Edición*. (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, Ed.) (5th ed.). McGraw-Hill/Irwin, Inc.
- KINNUCAN, Henry, et.al. (1997). Effects of Health Information and Generic Advertising on U.S. Meat Demand. *American Journal of Agricultural Economics, 79(1)*, Febrero.
- Mahecha, Liliana / Gallego, Luis / Pelaez, F. (2002). Situación de la ganadería en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(2)*, 213–225.
- Martínez, C. (2004, Septiembre). Modelos de Pronostico de la producción bovina. *Archivos de Economía, Departamento Nacional de Planeación*.

- Omar, C. (2006). Estacionalidad, ciclos y volatilidad en los precios del ganado macho de levante de primera en Montería y Sincelejo. Montería, Córdoba.
- Perez, G. (2004, June). Los ciclos ganaderos en Colombia, 1950 - 2001. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional, Banco de la Republica*.
- Phillips, Peter / Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346.
- Pérez, G. (2004, June). Los ciclos ganaderos en Colombia, 1950 - 2001. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional, Banco de la Republica*.
- Ramírez, A. (2013, Junio). Sistema casi ideal de demanda multinivel: el caso de la demanda de carne de res en Colombia. *Revista Colombiana de Estadística*, n.º 36: 23-42
- RIVAS, Libardo/ VALDÉS Alberto, (1978) Variaciones de existencias y ventas de Ganado en Colombia durante 1940-1970: un enfoque econométrico. *Revista De Planeación y desarrollo, Departamento Nacional de Planeación, Vol. X n.º2*.
- Vergara W. (2010) La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia. *Revista cien. Anim. Universidad de la Salle*, n.º 3: 45-53.
- Zartha, Jhon / Vélez, Gloria / Herrera, J. (2007). Diseño de un modelo para la evaluación del comportamiento del consumo de carne bovina usando dinámica de sistemas. *Revista Facultad de ciencias Agropecuarias, UPB*, 5(2), 118–125.