

DETERMINANTES DEL PRECIO DEL GANADO GORDO BOVINO EN PIE
DE MEDELLÍN Y BOGOTÁ: 2009-2019

SEBASTIÁN LÓPEZ NIETO

Asesores:

José Vicente Cadavid Herrera

Alejandro Puerta

Trabajo de grado

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
MEDELLÍN

2019

Tabla de contenidos

1. Introducción	2
2. Marco teórico y antecedentes de la literatura.	5
3. Descripción de datos	12
4. Metodología	15
5. Resultados	17
6. Conclusiones	26
7. Referencias	2

1. Introducción

En la alimentación de los Colombianos, la carne de res es una de las principales fuentes de proteína, según Guarín (2008) representa el 9.2% del gasto total en alimentos en la ciudad de Bogotá. De acuerdo con la Federación Colombiana de Ganaderos FEDEGÁN (2006) en el Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana, la ganadería en el 2006 ocupó el décimo primer lugar en producción nacional. Netamente la ganadería, de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018) ocupó el 1.56% del PIB nacional. Además, el sector de la ganadería es uno de los principales generadores de empleo en Colombia, con un aporte de 950.000 empleos directos, ocupando 7% del empleo nacional, y 25% del empleo rural. (Federación Colombiana de Ganaderos, 2006)

La industria de la carne bovina en Colombia se divide principalmente en dos segmentos, que se componen de las etapas agropecuarias (cría, levante y ceba) y las etapas agroindustriales (sacrificio, transporte y distribución). En Colombia, la franja principal ganadera de ceba, según Bonet (2005), se inicia en Arboletes, Antioquia y se va de largo hasta la zona del Magdalena Medio en el Municipio de la Dorada, Caldas. Por otro lado, los Llanos Orientales han tenido un mayor protagonismo en la ceba de bovinos surtiendo de carne a Bogotá.

El proceso del productor ganadero nace desde las vacas para cría, las cuales pueden ser vacas de vocación cárnica o vocación lechera. Su diferencia radica en las aptitudes y preferencias de los productores de semovientes y sus razas. Unos productores ganaderos se dedican principalmente a la producción de carne con razas *Bos Indicus* (cebú) (ya que son muy resistentes a altas temperaturas y humedad, además representan el 72% del hato nacional) y otros se dedican a las razas *Bos Taurus* y cruces criollos que son de mejor vocación lechera. A la final, para cebar ganado, se trabaja principalmente con razas de vocación cárnica o doble propósito. (FEDEGÁN, 2006)

De acuerdo con Coronado, Ricardo y Núñez (2018), la primera fase del crecimiento del ganado para carne es la cría, mediante la cual una vaca produce un ternero con un peso aproximado de 200 kg (40% de su peso final para frigorífico). Posteriormente, se desteta y pasa a ser vendido como macho de levante, mediante subastas, negociaciones personales o comercializadores. Durante el proceso de levante, un macho llega hasta un peso de 400 kg (80% de su peso final) y 32 meses aproximadamente, y es vendido como materia prima principal a los productores ganaderos de ceba. Los productores de ceba adquieren el semoviente y lo engordan a través del pastoreo los últimos kilos, para llevarlos hasta los 550 kg aproximadamente, para que, incluyendo la disminución de peso en el transporte y la cuarentena (aproximadamente del 10%) lleguen a su peso final en el frigorífico de 450 kg a 500kg.

Sin embargo, los productores ganaderos producen kilos de manera distinta: mezclan los procesos con respecto a sus preferencias y necesidades de manera tal que pueden producir teniendo solo uno de los procesos (cría, levante o ceba) o el ciclo completo que incluye las tres etapas, con solo vocación lechera, cárnica o doble propósito. (Coronado, Ricardo y Núñez, 2018)

En Colombia para la ceba bovina se maneja principalmente un sistema de pastoreo extensivo mejorado (Arias, Balcázar y Hurtado, 1990) en el cual los semovientes se les asegura que pastoreen en praderas de pastos mejorados naturales y reciban suplementos básicos como sal bovina y suministro de agua.

FEDEGÁN (2017) señala que el consumo de carne de res promedio registró 18.6 kilos por persona en el año 2016, y ha marcado una clara tendencia decreciente desde el 2012. Baena & Montoya (2010) junto con Guarín (2008) atribuyen esto al alto precio de la carne bovina (al consumidor), y a su vez se atribuye a el precio del bovino en pie en canal, explicando hasta en un 95% de las variaciones del precio al consumidor.

La actividad de la ceba, de acuerdo con FEDEGÁN (2019), la ganadería bovina durante el segundo semestre del 2018 tuvo una desestabilización de los precios del ganado bovino en pie en un 15.47% desde junio de 2018 hasta febrero de 2019. Por consiguiente, en el presente estudio se analiza los factores que determinan estos cambios en la oferta final en pie de carne bovina, con el fin de que se pueda entender qué paso en este tiempo, y tener mejor información para poder ser incluida en la toma de decisiones de los productores y comerciantes en la cadena.

Este trabajo se hace específicamente para Bogotá y Medellín, ya que cuenta con los más importantes frigoríficos, mayor capacidad adquisitiva y sus precios son referentes a nivel nacional. En las dos ciudades junto con el área metropolitana, se cuenta con aproximadamente el 25% de la población nacional (DANE, 2018a).

La literatura toma como determinantes, por ejemplo, los rezagos y expectativas dentro de los precios (Bessler & Davis, 2004) (Coronado, Ricardo, & Núñez, 2018), los cambios en las políticas (Martínez, Mora, & Téllez, 2015), la calidad de los bovinos (Mitchell, Peel, & Brorsen, 2018), el poder de mercado, la interacción con otros mercados (Bizimana, Angerer, Bessler, & Keita, 2015), los precios de los demás bienes sustitutos (Ramírez Hassan, 2012), el ajuste de precios dentro de la cadena (Rossini & Depetris Guiguet, 2008), el precio al consumidor final (Guarín, 2008), el ciclo ganadero (Perez, 2005), los costos medios y su productividad (Fafchamps, 1998), el transporte (Coffey, Tonsor, & Schroeder, 2018), el precio del maíz (Mitchell et al., 2018), enfermedades epidémicas y fenómenos climáticos que afectan la temperatura y la precipitación (Coronado et al., 2018) (Barrett, Chabari, Bailey, Little, & Coppock, 2003) (Fafchamps & Gavian, 1997).

Para el estudio de los precios, se toma principalmente la información suministrada por las empresas Central Ganadera S.A y Frigorífico Guadalupe S.A, principales frigoríficos de ambas ciudades que negocian ganado bovino en pie como oferta final, tanto macho como hembra. Además se realiza el estudio de las variables exógenas de nivel de precipitación en las ciudades de Montería,

Bucaramanga y Villavicencio, recopilado del Boletín Climatológico Mensual del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2019).

El documento se divide en 6 secciones principales. La primera sección es la introducción. En segundo lugar, el marco teórico y antecedentes de la literatura, donde se explican los diferentes estudios a nivel nacional e internacional. En tercer lugar, una descripción de los datos, en los cuales se da un acercamiento a la estadística descriptiva de estos. En cuarto lugar, la metodología que contiene el estudio y los diferentes manejos de datos. En quinto lugar, los resultados junto con el análisis y en sexto lugar, se encuentran las conclusiones del trabajo. Por último, las referencias bibliográficas.

2. Marco teórico y antecedentes de la literatura.

Son numerosos los enfoques y estudios acerca del mercado del bovino en pie, y qué puede afectar su precio en su venta. A nivel nacional, uno de los artículos de investigación que se destacan es el de Coronado et al. (2018) titulado “La oferta de ganado vacuno para ceba en el departamento de Sucre, Colombia: Un enfoque ARDL”, en donde se hace una descripción de la industria de la carne bovina, y posteriormente se plantea una investigación mediante el modelo autorregresivo con retardos distribuidos acerca de la oferta de ganado vacuno macho de levante, y como este bovino de levante afecta el precio de oferta final para el sacrificio. Este modelo se considera apropiado para investigar la existencia de relaciones de largo plazo en muestras pequeñas, y consiste en tomar los rezagos de la variable dependiente, que es la oferta de ganado macho para ceba. Cabe recordar que, uno de los principales insumos en la oferta final de sacrificio es el ganado de levante, el cual se ceba para su sacrificio.

Dentro de los factores principales que afectan la oferta de ganado macho de levante, están el riesgo por el precio y el riesgo por el clima. El riesgo por el precio se refiere a la inestabilidad de los precios en el ganado, el ciclo ganadero, cambios en las políticas y demás agentes que intermedian en el sector. El riesgo clima se

refiere a todo lo que biológicamente puede afectar los bovinos, tales como la sequía por la disminución de pasto (alimento), las inundaciones (afectación del pasto), las enfermedades que pueden padecer los animales o las pasturas (Coronado et al, 2018).

La oferta de ganado de levante para cebar es afectada por el ciclo ganadero y por el diferencial entre el precio de la carne al mayorista y el precio del ganado bovino en pie para sacrificio. Con respecto al ciclo, se refiere a cuando el ganadero de levante considera que no es conveniente el precio y decide retener sus bovinos hembra y machos jóvenes, con el fin de hacer escasear la oferta de ganado para cebar y con esto hacer que los bovinos se valoricen en el mercado y así hacer escasear la materia prima de la ceba para sacrificio. De forma similar lo hacen los ganaderos en la ceba, cuando consideran que el precio no es llamativo, retienen sus animales durante determinado tiempo, si pueden, para poder negociar con mejores condiciones después, ya que el animal en virtud se puede seguir capitalizando. Es decir, el novillo o novilla puede seguir ganando incluso más kilos, aunque sea no más por un tiempo dada la restricción de disponibilidad de pasto y porque biológicamente llegan a un punto que no aumentan peso en comparación con el alimento que consumen.

Esto afecta el mercado vía precio y hace que se valorice el ganado macho de ceba. Sin embargo, al ser un mercado con tantos oferentes (Ningún agente tiene poder de mercado suficiente para afectar el precio) y en realidad pocos demandantes (frigoríficos) no pueden tener todos los animales para capitalización y necesitan vender para cubrir los gastos de producción. (Coronado et al., 2018)

Acerca del ciclo ganadero, Perez (2005) en su artículo de investigación “ Los ciclos ganaderos en Colombia 1950-2001” destaca que no solo productores ganaderos influyen en el ciclo, sino que también características biológicas de los animales influyen en este. El ganadero toma la decisión de criar un animal dependiendo de su precio esperado, basado en los precios actuales. Por lo tanto, escoge o decide dejar más vacas para la crianza y no para cebar, lo que ocasiona que haya más

terneros disponibles. Ocasionalmente, en el futuro provocará un incremento en la oferta de bovinos, y siendo lo demás constante, provocará una reducción en sus precios y ganancias, lo que hará que tenga que vender también hembras para sacrificio. Por lo tanto, la cantidad de hembras sacrificadas y su precio son señales del ciclo ganadero. El ciclo ocasiona que cuando se aumente el sacrificio (incrementa la oferta) los precios disminuyan.

Además, en épocas en donde afecta el riesgo del clima (una disminución drástica en los insumos como el pasto, o muerte del pasto por inundación), deben vender el ganado a precio como esté el mercado de subastas, ya que corren con el riesgo de disminuir su capital (disminución de kilos) o extinción del capital (muerte de los semovientes). Con respecto al diferencial entre el precio de la carne al mayorista y el precio del bovino en pie, se espera que entre más grande sea la diferencia, mayor será la demanda por el ganado bovino cebado. Respecto a este ciclo y la retención de animales, dentro de los resultados que se obtuvieron en el estudio de Coronado et al (2018), se destacan que una variación del 5% en el precio por kilo bovino del mes anterior varía en la misma forma 9.2% la oferta del mes siguiente, y un aumento del 10% en el ganado sacrificado incrementa 6.5% la oferta de ganado de levante. Es decir que el ganado de levante va de la mano con el de sacrificio, y los rezagos en los precios del bovino en pie pueden dar señales de variabilidad de precios (Coronado et al., 2018).

Guarín (2008) estudia el comercio de carne en Bogotá, del cual arrojó como resultados dos fenómenos en el mercado que son el de la informalidad y la incorporación de carne de mala calidad. Pero, además, explicó la importancia de la carne bovina en Colombia, y las razones de su alto precio. Se destaca que la carne es el rubro más importante en la canasta básica alimentaria, por su alto costo y aporte de proteína animal, y representa un 9.2% del gasto total en alimentos. Una de las conclusiones a la que le llegan los autores, es que el alto precio de la carne al consumidor es explicado por el alto costo del ganado en pie, el cual, comparativamente es más costoso que el de Argentina, Brasil y Uruguay.

Cabe aclarar que entre el 2004 y el 2006 se presentó un incremento súbito en exportación de ganado bovino hacia Venezuela, lo que hizo incrementar la venta real al público hasta en un 30%. A pesar de ello, lo que más explica el alto costo del ganado del precio en pie, es la baja productividad y el largo tiempo que demora el ganado en cebarse.

Otra de las razones que señala Guarín (2008) es la baja productividad en el sector y la alta duración de los animales en levante. Sostiene que esto se debe a la poca integración de las etapas del ganado ya que pasan en varias ocasiones de manos, la poca “profesionalización” de los ganaderos ya que relegan el levante a un segundo plano. Argumenta que el levante una res debería ganar un kilogramo diario de peso (como ocurre actualmente en otros países más tecnificados como Argentina), en Colombia sólo gana 300 g al día.

De acuerdo con Bonet (2005) y Viloría-de-la-hoz (2005), en trabajos realizados por parte del Banco de la República, se evidencia que la Feria de Ganados de Medellín ha sido el principal mercado del ganado de la Costa Norte de Colombia (32% del total), pero que durante los últimos años ha ido perdiendo significancia, siendo similar a la situación de Bogotá.

Esto es debido a que a lo largo de la historia el transporte ha ido mejorando, y se han abierto más frigoríficos en las zonas ganaderas, haciendo que se transporte la carne en frío y sea más productivo. En los últimos años se sacrifica más ganado cebado macho, y las hembras se dejan para las ciudades que no son principales. (Viloría-de-la-hoz, 2005)

Ramírez (2012) elabora un estudio de las elasticidades de la demanda de carne de res en Colombia, tomando un sistema de ecuaciones de demanda de carne de pollo, cerdos, res, huevos y el PIB real. Mediante el modelo casi ideal de demanda obtiene resultados de la elasticidad en el largo plazo de la demanda de carne de res con respecto al gasto total, y señala que es de 1.78; Asimismo, en el largo

plazo indica que la elasticidad con respecto al gasto en cárnicos es de 1.07, sosteniendo que hay una preferencia de los consumidores por la carne de res.

Sin embargo, determina que en el corto plazo la elasticidad de la demanda de carnes con respecto al gasto es de tan solo 0.03. Se indica que un incremento en un 10% de la carne de res para el consumidor disminuye su demanda en un 2.4%, pero a su vez un incremento en el gasto no tiene mayores efectos en la demanda por carne de res. También aduce que en Colombia los consumidores sustituyen la carne de res por el pollo, pero no por la carne de res por la de cerdo; sosteniendo que la carne de res es un bien elástico y que su consumo ha disminuido en Colombia.

En el panorama internacional, de acuerdo con Mitchell, Peel, & Brorsen (2018) investigan cómo las características físicas y temporales en el mercado influyen el precio de las vacas de producción vendidas en 7 subastas de Oklahoma, Estados Unidos. Este documento evidencia que uno de los determinantes de la oferta final de ganado es el ciclo ganadero, mencionado anteriormente, del cual el precio de las hembras puede determinar el ciclo. La investigación se hace mediante un modelo hedónico por características de entrada. Conforme al artículo, en el mercado de Estados Unidos las vacas más pequeñas son más deseables (razas como el jersey, que son alrededor de un 30% más livianas) ya que comen menos, entre más edad tengan menos cuestan por libra (por la vida útil de la vaca o capital) y que pueden costar más cuando están en gestación. Además, en su trabajo toman los datos de los precios de los suplementos, en este caso del maíz (principal dieta en ganado estabulado) y del precio de los futuros del maíz, como proxy para saber la estructura de costos y las expectativas del mercado, en donde se espera que a mayor precio del maíz mayor es el precio de las vacas en las subastas. Uno de los resultados más destacados de Mitchell et al. (2018) es la calidad del ganado bovino, donde las vacas de alta calidad tenían un precio mayor (8.67% a 14.81% más) y las de mala calidad un descuento (13.78% menos), no diferente a como ocurre en Colombia,

que se maneja una discriminación similar tanto para los bovinos machos y bovinos hembras. (Bonet, 2005)

Otro trabajo en subastas de Estados Unidos (Coffey et al., 2018), señalan que el transporte es uno de los determinantes del precio de los bovinos. Es decir, si los bovinos vienen desde muy lejos, esto influye en el precio final, y puede variar de unas zonas a otras ya que la distancia de donde lo embarcan al frigorífico influye en los pesos del bovino. Además, el aspecto de la infraestructura en cuanto al tiempo en que se toma el transporte y el estado de las vías influye igualmente en la merma de los bovinos, y con esto influye en el precio de estos.

Morales (2018) examina los efectos de la volatilidad de los precios del bovino de exportación en 12 países, entre desarrollados y en vía de desarrollo e incluyendo Colombia, entre 1970 al 2013, mediante un mark-up model. Los resultados indicaron que los precios rezagados de los bovinos, el precio del maíz, las primeras diferencias en precios del maíz y el Producto Interno Bruto per cápita son explicativos y tienen efectos positivos en el precio pagado a los ganaderos y con éste a los márgenes de ganancia. Este análisis sugiere que los márgenes del ganado rezagados en un periodo, las exportaciones y la volatilidad de exportaciones, tienen un efecto positivo en los márgenes del mercado. Además, sostiene que en países menos desarrollados y con bajo PIB per cápita, los exportadores de ganado capturan ganancias mayores en comparación con los países desarrollados. Sin embargo, al ser mayoritaria la producción en Colombia de ganado por medio de pastoreo extensivo y pastoreo extensivo mejorado, el precio del maíz no puede ser tomado como explicativo a la hora de determinar el precio (Arias et al, 1990).

Bizimana, Angerer, Bessler, & Keita (2015) analizan la interdependencia limitada que tienen 10 mercados de ganado en diferentes lugares de Mali (África occidental), y cómo en más del 70% de las variaciones son explicadas por choques internos en el precio mediante el modelo de VAR. Es importante destacar que, por lo general, hay un mercado que tiene grandes niveles de interacción con otros

mercados, como lo es en este caso Segou, que está a 235 km de la capital Bamako. Dentro de los factores que afectan la interdependencia se encuentran los altos costos de transacción, la información asimétrica, los problemas de comunicación por la precaria infraestructura y la cantidad de precipitación del área que afecta directamente el riesgo del ganado.

En otras regiones de África, como lo es el norte de Kenia (Barrett et al., 2003), y en Nigeria (Fafchamps & Gavian, 1997), se encontró que los precios del ganado responden fuertemente a la cantidad de lluvias de la zona, y que además se ven reflejados directamente en el estado de salud de los animales.

Martínez, Mora, & Téllez (2015) miden el efecto que tiene el precio del ganado en pie y los precios de los insumos mediante el modelo de desplazamiento de equilibrio, con el fin de analizar su tendencia en el mercado de México. En el estudio encontraron que cada vez los insumos suben más y los precios del bovino en pie siguen bajando. Por lo tanto, se espera una paulatina reducción en carne bovina y un incremento por sustitución de proteína animal o importación de carne de res.

Rossini & Depetris Guiguet (2008) prueban mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios, chequeados por el TAR y M-TAR, la transmisión de los precios en la cadena de oferta cárnica bovina en Argentina, y sostienen que los incrementos en los costos se transmiten de manera más rápida a los consumidores que las caídas en precios. Esto ayuda a entender que hay cierta rigidez y asimetría en los ajustes de precios de la cadena, los cuales pueden dar señales de falta de eficiencia y poder de mercado por parte de frigoríficos.

Bessler & Davis (2004) toman la variable dependiente el vector de precios del ganado y como controles los rezagos del mismo precio, los niveles de precios y niveles de innovaciones mediante un modelo de Corrección de Errores (VEC). Como resultados, obtuvieron el vector de precios del ganado en 10 clases diferentes de ganado bovino de Texas por medio de ejercicios de impulsos-

respuesta y añadieron que las innovaciones contemporáneas en los precios dan efectos diferentes entre clases de ganado, y resaltan la importancia de la hembra adulta en la formación de precios.

En síntesis, se busca establecer cuáles son los factores de largo plazo que han determinado la relación del precio del ganado gordo bovino en pie en la ciudad de Medellín y Bogotá. Además, se plantea investigar cómo chocan las precipitaciones de distintas ciudades ganaderas en los precios, con la fuerte creencia que la sequía en la costa colombiana y la interacción entre los mercados son sumamente explicativos en el precio del bovino en pie. Cabe resaltar que dichos efectos de precipitaciones son de corto plazo y no tienen una relación de largo plazo con las variables a explicar, de forma que dichas variables se modelan como exógenas.

3. Descripción de datos.

De acuerdo con el DANE, 2012 en el “Boletín mensual de insumos y factores asociados a la producción agropecuaria”, los actores en la comercialización y procesamiento de la carne bovina como oferta final son los productores ganaderos y los comercializadores mediante las subastas (subastas por lo general de tipo inglesa ascendente), comisionistas y acopiadores (conectan al ganadero con la plaza de ferias) y los colocadores (compran los animales en las ferias y luego los venden en frigorífico) y mediante negociaciones directas con el frigorífico, quienes posteriormente se encargan del embalaje de la carne.

Los datos recopilados son los precios del ganado bovino macho de Bogotá (bmb) y hembra de Bogotá (bhb), suministrados por Frigorífico Guadalupe Bogotá. En Medellín, los precios del ganado bovino macho (pmm) y bovino hembra (phm) son suministrados por Central Ganadera S.A. En Medellín, se toman los precios máximos promedios mensuales a los cuales se han negociado los bovinos en la ciudad, que corresponden al Macho Extra en pie y a la Hembra en Pie de Primera (Central Ganadera S.A, 2019; Frigorífico Guadalupe EFEGE, 2019). En Bogotá,

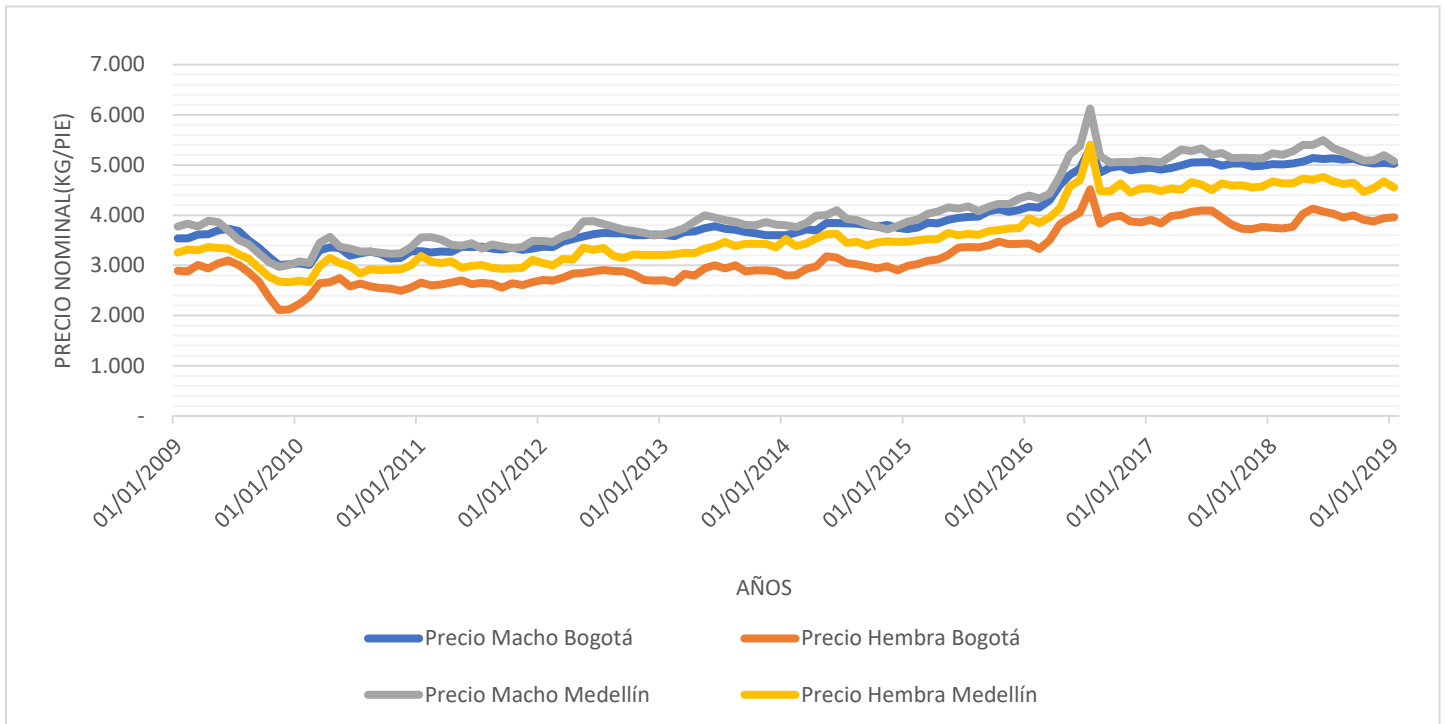
se toman Los precios del ganado en Frigorífico Guadalupe Vacuno Macho en pie Extra y Vacuno Hembra de 1ra (Frigorífico Guadalupe EFEGE, 2019). Se toman estos precios de acuerdo con la disponibilidad de datos que se tuvo acceso por parte de ambos frigoríficos, siendo la medida más similar que se obtuvo.

Además, se tomaron los niveles de precipitación en milímetros mensual promedio de las ciudades de Montería, Córdoba (Monprec); Villavicencio, Meta (Villaprec); y Lebrija, que presta servicio de aeropuerto a Bucaramanga, Santander (Bleprec) del Boletín Climatológico Mensual del IDEAM (2019). La precipitación se tomó en niveles, mediante una tabla por rangos: 0-50mm toma el valor de 1; 50-100mm toma el valor de 2; 100-150mm toma el valor de 3; 150-200mm toma el valor de 4; 200-250mm toma el valor 5; 250-300mm toma el valor de 6; 300-350mm toma el valor de 7; 350-400mm toma el valor de 8; 400-450mm toma el valor de 9 y de 450-500mm toma el valor de 10; 500-550 mm toma el valor de 11; 550-600mm toma el valor de 12; 600-650mm toma el valor de 13; 650-700mm toma el valor de 14; 700-750 toma el valor de 15; 750-800 toma el valor de 16. La medición es realizada en los aeropuertos de las ciudades.

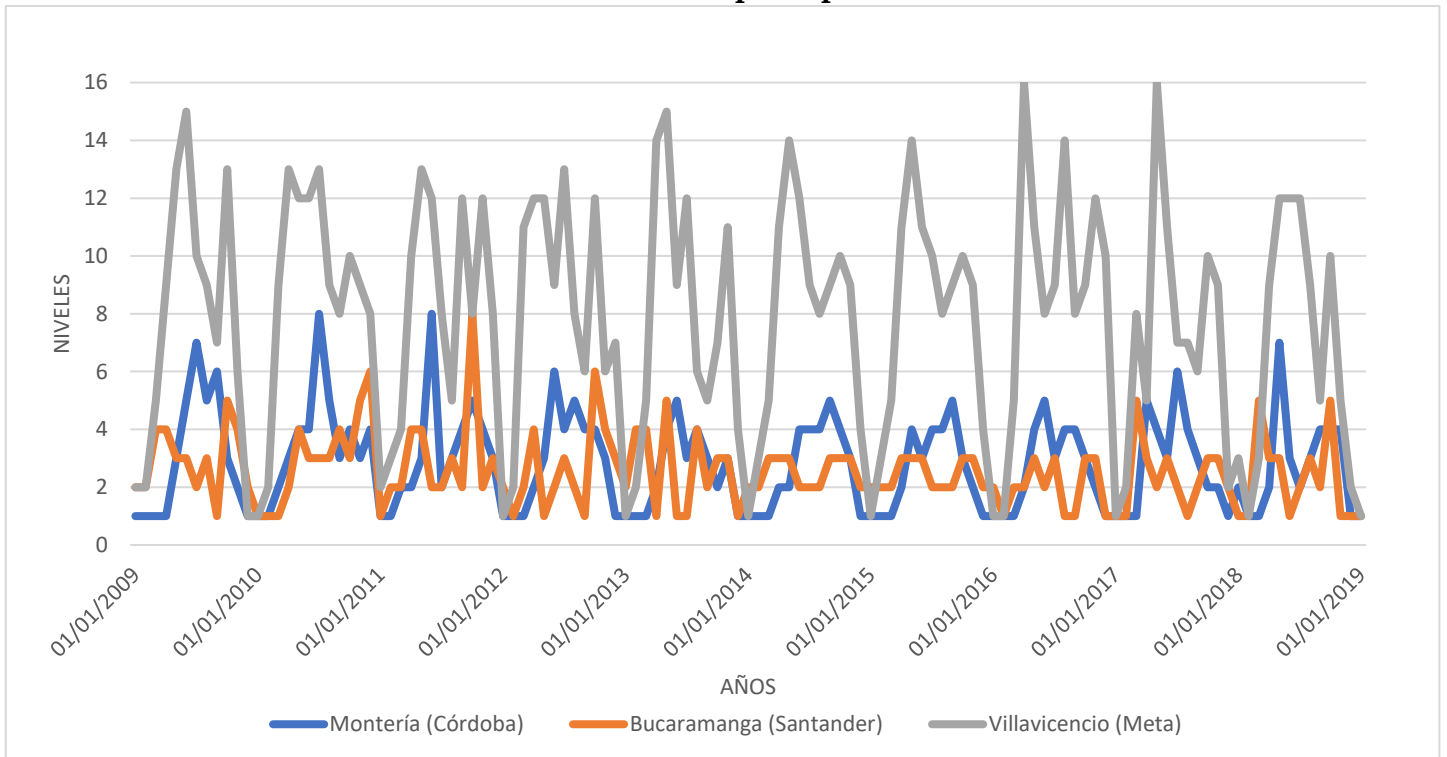
Se tomaron estas ciudades debido a que de acuerdo con el inventario nacional de bovinos de Fedegan (2019) el país cuenta con 22.698.420 de cabezas de ganado bovino, de las cuales Córdoba cuenta una participación importante del 11.6%, Meta con el 7.3% y Santander con 6.2%. Además, de acuerdo con Bonet (2005) y Vilorio-de-la-hoz (2005) los bovinos de las zonas de Córdoba surten en gran parte a Medellín, y el Meta a Bogotá. Bucaramanga al encontrarse cercana al Magdalena Medio, destina su oferta final de bovinos a las distintas ciudades, por lo cual puede determinar, junto con las otras dos ciudades, los precios de los bovinos como oferta final.

Todos los datos son de corte mensual, de enero de 2009 a enero del 2019.

Gráfica 1. Precio de los bovinos



Gráfica 2. Milímetros de precipitación en niveles



De acuerdo con la Gráfica 1 del precio de los bovinos, a partir de las series de los bovinos, se puede intuir que no son independientes de las demás ya que conforman la fase primaria del mismo bien. Cabe anotar que la caída en general del ganado bovino a finales de 2009 y principios de 2010 es causada por el cierre de fronteras con Venezuela, este choque exógeno hizo que se ofertara más bovinos en pie de lo normal dentro del territorio nacional. Respecto al incremento súbito a mediados de 2016, es ocasionado por el paro camionero que se extendió por 46 días e hizo incrementar por un pequeño periodo de tiempo los precios de los bovinos dada la escasez.

De acuerdo con la Gráfica 2 del nivel de precipitación, se puede notar que llueve en mayor cantidad en la ciudad de Villavicencio, y son muy similares las lluvias en Montería y Bucaramanga. Además, son notorias las temporadas de sequía e invierno a lo largo del país, siendo más atenuadas para la ciudad de Montería.

4. Metodología

Cuando se encuentra evidencia a favor de la estacionariedad de una serie esto implica que su media y varianza son constantes, y la relación de dicha serie con sus rezagos, solo depende de la distancia entre las mismas. Salta a la vista en la Gráfica 1 que los precios del ganado bovino probablemente no sigan un proceso estacionario, debido a que al parecer no hay una media constante en el tiempo.

De acuerdo con la teoría, Bessler & Davis (2004, pag 364) señalan acerca del proceso de las variables del precio del ganado que:

“Desde que se están estudiando cómo los precios se mueven a través del tiempo, nuestra expectativa es que individualmente se van a comportar como una caminata aleatoria, en la medida que nueva información llegue en la clase j en periodo t (llámese e_{jt}) se aleja del precio presente del más reciente nivel $P_{jt} = P_{jt-1} + e_{jt}$ y no como una perturbación de su media de largo plazo ($P_{jt} \neq \bar{P}_j + e_{jt}$), donde \bar{P}_j es

la media del precio para ganado en clase $j, j = 1, 2, \dots, 10$ observada durante T periodos históricos.”

De acuerdo con este postulado teórico, las series deberían ser integradas de orden 1, de forma que, en caso de que esto se cumpla y su combinación lineal sea estacionaria, se puede establecer al menos una relación de cointegración.

Si los ganaderos anticipan que el precio del ganado va a subir, simplemente compran en el periodo actual, lo retienen y lo venden cuando el precio está alto. De igual manera sucede al contrario, si los ganaderos anticipan que el precio del ganado va a bajar, venden el inventario para comprar después a un mejor precio. De acuerdo con los autores, esto hace que el precio en el presente se cierre a sus expectativas de un periodo futuro. Esto sugiere que el precio del ganado no tiene una media estacionaria.

De manera que, al parecer las series potencialmente comparten una tendencia estocástica común (ver Gráfica 1), lo que da indicios que las series deben modelarse por medio de un Vector de Corrección de Errores (VEC). Para aplicar un modelo VEC se procederá con pruebas estadísticas para encontrar cuál es el orden de integración que siguen las series. Para presentar evidencia a favor o en contra de esto, se implementa una prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller aumentado, con la intuición que en todas las series haya existencia de raíz unitaria y sea adecuado estimar dicho modelo.

Con este resultado (que las series tienen raíz unitaria), se debe saber cuál es el orden para estimar un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR), para tomar el modelo VEC con un orden menor al que se toma con el VAR.

Todo VAR(p) tiene una representación VEC(p-1).

Si se considera un modelo de Vector Autorregresivo (VAR) de orden p

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde y_t es un vector de k variables, ε_t es un vector de innovaciones y las matrices A_j son matrices con parámetros a estimar. Se puede reescribir la ecuación (1) de la forma

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Donde $\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I_k$ y $\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$

Para conocer la cantidad de rezagos a emplear en el VAR, se utiliza los Criterios de Información de Akaike (AIC) y el Criterio Forecast Prediction error (FPE) para un modelo VAR, especificando un máximo de 8 rezagos. Condicional a esto, se encuentra cuántas relaciones de cointegración se deben tomar para estimar el modelo VEC.

Sin embargo, aunque el VEC da cuenta de las relaciones de largo plazo, tiene la limitación de no poder incluir variables exógenas dentro del modelo. Por lo tanto, para medir los efectos que tienen los rangos de precipitación de las ciudades (variables exógenas), se estima mediante un modelo VAR en diferencias del mismo orden que el VEC. De esta manera se obtienen los coeficientes asociados a las precipitaciones y la magnitud en como estas afectan el precio del ganado.

5. Resultados

En la Tabla 1 se muestra la prueba de raíz unitaria de Dickey- Fuller aumentado para raíz unitaria con la hipótesis nula de que cada mercado tiene raíz unitaria (Dickey & Fuller, 1979). Cabe recordar que las variables son bovino macho de Bogotá (bmb), bovino hembra de Bogotá (bhb), bovino macho de Medellín (pmm) y bovino hembra de Medellín (phm)

Tabla 1. Prueba de raíz unitaria Dickey Fuller aumentado para los precios de los bovinos.

Variable	T -estadístico de prueba	Valor Crítico al 5%	p-valor
bmb	-0.094	-2.889	0.95
bhb	-0.820	-2.889	0.81
bmm	-0.798	-2.889	0.81
bhm	-0.889	-2.889	0.79

Fuente: Central Ganadera S.A y Frigorífico Guadalupe S.A; cálculos propios en stata.

Con un 95% de confianza, se encuentra evidencia a favor que todas las series tienen presencia de raíz unitaria, es decir, son no estacionarias (ver Tabla 1).

El primer requerimiento para que un conjunto de variables se encuentre cointegrado es que todas tengan el mismo orden de integración. No obstante, dicha condición es necesaria, más no suficiente. Cuando las series se encuentran cointegradas, todas tienen el mismo orden de integración, y su combinación lineal se encuentra integrada al menos de un orden menos. Ello implicaría una relación de largo plazo entre las series. La combinación lineal se denomina ecuación de cointegración, y se tiene que están en el vector y_t

$$y_t = (bmb_t, bhb_t, bmm_t, bhm_t) \quad (3)$$

En donde el equilibrio de largo plazo o ecuación de cointegración será

$$\beta' y_t = (\beta_1 bmb_t, \beta_2 bhb_t, \beta_3 bmm_t, \beta_4 bhm_t) = 0 \quad (4)$$

Donde $\beta_t = (\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4) \neq 0 \quad (5)$

De acuerdo con Lutkepohl (2005) si bien (4) puede no satisfacerse en un periodo particular, lo que sí se tendrá es que

$$\beta' y_t = z_t \quad (6)$$

Donde z_t es una variable estocástica que denota las desviaciones del equilibrio en el largo plazo, y por lo tanto sería de carácter estacionario.

De esta manera, de acuerdo con el test de Dickey Fuller Aumentado, se encuentra que las variables del vector y_t son integradas de orden 1, y sería necesario estimar una prueba de cointegración para ver si el vector β' es estadísticamente diferente de cero, y con esto encontrar evidencia a favor de cointegración. Pueden existir en este caso hasta 3 relaciones de cointegración; en tal caso, existirían r combinaciones lineales del vector y_t con las que se obtienen series estacionarias, en donde el rango de cointegración de $y_t = r$.

Para esto, es necesario cuantos rezagos va a incluir el VAR en diferencias. Para determinar esto, se utilizaron los criterios de selección en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios de Información para estimar Modelo VAR para los precios de los bovinos.

Criterio de Información	Rezagos			
	1	2	3	4
AIC	0.341	0.341*	0.342	0.343
HQ	0.344*	0.345	0.347	0.350
SC	0.347*	0.351	0.355	0.360
FPE	0.000	0.000*	0.000	0.000

Fuente: Central Ganadera S.A y Frigorífico Guadalupe S.A; cálculos propios en stata.

Se utilizó el criterio de selección de rezagos especificando un máximo de 8 rezagos. Como resultado, especifica que debía incluir 1 de acuerdo con HQ y SC, pero se tomarán 2 rezagos según el AIC y el FPE (Lutkepohl, 2005).

Asumiendo una tendencia lineal, e intercepto en las ecuaciones de cointegración, y especificando los 2 rezagos, se evaluó la prueba de Johansen.

Tabla 3. Test de Johansen para la cointegración de los precios de los bovinos.

Número de ecuaciones de cointegración bajo H_0	Eigenvalue	Estadístico de la traza	5% valor crítico	1% valor crítico
0		94.351	47.21	54.46
1	0.35	42.199	29.68	35.65
2	0.18	17.571	15.41	20.04
3	0.13	0.067	3.76	6.65

Fuente: Central Ganadera S.A y Frigorífico Guadalupe S.A; cálculos propios en stata.

La prueba indica con un 95% y 99% de confianza que existe una ecuación de cointegración $r=2$. Además, hay tendencia lineal en los datos y 1 rezago en los términos de VAR con diferencias.

La gran utilidad de los modelos VEC subyace en que son capaces de captar relaciones en series de tiempo en el largo plazo. De acuerdo con la intuición y con Bessler & Davis (2004) es muy probable que hayan relaciones de largo plazo entre los precios de los diferentes bovinos en el largo plazo. Así que junto con que las variables sean del mismo orden de integración y que hay una ecuación de cointegración, se puede concluir que hay una relación de largo plazo donde el modelo VEC es supremamente útil para determinarlo. (Lutkepohl, 2005)

Al estimar el modelo VEC, se supone intercepto en la ecuación de cointegración y tendencia en los datos, con rango de cointegración $r = 2$ de acuerdo con el test de Johansen, y con 1 rezago para el VAR en diferencias. Los resultados se muestran en la Tabla 4

Tabla 4. Resultados de Modelo VEC; Ecuaciones de cointegración.

	Beta	Coefficiente	Error estándar	Z	P> Z
	bmb	1	.	.	.
Componentes	bhb	1.39e-17	.	.	.
Vector $\bar{\beta}_1$	bmm	-1.17693	0.1991693*	-5.91	0.000
	bhm	0.2633	0.2267199	1.16	0.245
	_cons	-93.0693	.	.	.
	bmb	2.22e-16	.	.	.
Componentes	bhb	1	.	.	.
Vector $\bar{\beta}_2$	bmm	2.703903	0.603107*	4.48	0.000
	bhm	-3.87	0.6865*	-5.64	0.000
	_cons	-140.4066	.	.	.

* Significancia al 5%. Fuente: Central Ganadera S.A y Frigorífico Guadalupe S.A; cálculos propios en stata.

La ecuación está exactamente identificada y las restricciones de normalización de Johansen están impuestas. Los coeficientes demuestran que bmm y bhm son significativos con un 95% de confianza, exceptuando el coeficiente de la variable bhm en componentes del vector $\bar{\beta}_1$.

Se tiene que el equilibrio de largo plazo puede representarse como:

$$bmb_t = -1.3e-17 bhb_t + 1.176 bmm_t^* - 0.263 bhm_t$$

(0.199) (0.226)

$$bhb_t = -1.3e-16 bmb_t - 2.703 bmm_t^* + 3.871 bhm_t^*$$

(0.603) (0.686)

Así se podrían interpretar los coeficientes en los niveles en que están estimados. Es decir que las estimaciones señalan que existe una relación positiva en el largo plazo del precio bovino macho en Bogotá con el Bovino Macho de Medellín. Esto implica que si existe una desviación de la relación de largo plazo en el precio

bovino macho de Bogotá, el precio del Bovino Macho de Medellín cambia de valor en la misma dirección que la desviación del precio bovino macho Bogotá.

Este resultado es de gran significancia, ya que son la principal relacion que se estaba buscando. Los resultados de los bovinos machos de ambas ciudades son convincentes por la experiencia en el sector y de acuerdo con la literatura. En el segmento de mercado del ganado bovino macho como oferta final a los frigoríficos, tiende a crecer más el precio del ganado bovino en Bogotá, se cree esto por ser un mercado que demanda más carne de res por su tamaño de población.

Además de esto, los resultados señalan que el bovino hembra de Bogotá tiene una relación positiva en el largo plazo con el precio de la hembra en Medellín, pero la misma relación es negativa frente al precio del ganado macho en Medellín. Este resultado se encuentra acorde a la experiencia en el sector y es de esperarse que el precio de las hembras en ambas ciudades vaya en la misma dirección.

El precio de la hembra de Bogotá tiene una relación negativa con el precio del ganado macho de Medellín. De acuerdo con esto, se puede establecer que hay una relación negativa entre sexos en ambas ciudades. Es decir que, si incrementa el precio del bovino macho en general, disminuirá el precio del ganado bovino hembra en ambas ciudades en el largo plazo, y viceversa. Este resultado, es de gran importancia se cree que posiblemente puede ser por el ciclo ganadero, ya que en el precio de la hembra no todo es para sacrificio. Es decir que, si incrementa el precio del ganado bovino macho, los ganaderos se van a ver más interesados por comprar más ganado macho para cebar que hembra, disminuyendo así la demanda por ganado hembra. Por el otro lado, en el caso en donde el precio del ganado macho se disminuye, los ganaderos van a estar interesados en retener los animales para capitalización, y va a incrementar la demanda por las hembras, haciendo que incremente su precio.

Para concluir el estudio, con el fin de estimar el modelo junto con las variables exógenas, se corre el modelo VAR en diferencias, con un solo rezago como el modelo VEC descrito anteriormente. Se incluyen solamente las variables exógenas dentro de la tabla. Cabe recordar que se tomaron los niveles de precipitación en milímetros mensual promedio de las ciudades de Montería, Córdoba (Monprec); Villavicencio, Meta (Villaprec); y Lebrija, que presta servicio de aeropuerto a Bucaramanga, Santander (Bleprec). Boletín Climatológico Mensual del IDEAM (2019)

Tabla 5. Modelo VAR en diferencias de las variables exógenas de precipitación.

V.D	V.I	L1	Coefficiente	Error estándar	Z	P> Z
bmb	Monprec		-8.640	5.917	-1.46	0.144
	Bleprec		4.948	7.028	0.70	0.481
	Villaprec		1.462	2.642	0.55	0.580
	_cons		12.783	23.279	0.55	0.583
bhb	Monprec		-14.487	7.667	-1.89*	0.059
	Bleprec		13.247	9.107	1.45	0.146
	Villaprec		0.634	3.424	0.19	0.853
	_cons		12.539	30.163	0.42	0.678
bmm	Monprec		-22.523	9.239	-2.44**	0.015
	Bleprec		16.56927	10.974	1.51	0.131
	Villaprec		-1.518	4.126	-0.37	0.713
	_cons		43.064	36.348	1.18	0.236
bhm	Monprec		-16.099	8.60	-1.87*	0.061
	Bleprec		10.259	10.216	1.000	0.315
	Villaprec		-0.7035	3.841	-0.18	0.855
	_cons		34.080	33.836	1.01	0.314

** significancia al 5% ; * Significancia al 10%. Fuente: Boletín Climatológico Mensual del IDEAM (2019); cálculos propios en stata.

El análisis marginal se hace como si las variables dependientes estuvieran en nivel y no en diferencia. Esto, debido a que, al momento de incluir las variables de precipitaciones en su modelo, se incluyen en nivel y en el periodo t . Debido a que se quiere explicar Δy_t y para ello se incluye las precipitaciones en $t-1$, para ese momento la variable y_{t-1} ya es observada, de forma que cualquier efecto que tengan dichas variables solo puede darse en t .

En primer lugar, el bovino macho de Bogotá no muestra ninguna relación con las precipitaciones de las ciudades, y ninguna de éstas parece ser significativa para determinar el precio en Bogotá. Esto demuestra que el Bovino macho de Bogotá puede ser regido por otras dinámicas diferentes al clima.

De acuerdo con la estimación, si las precipitaciones en Montería aumentan, con un nivel de confianza al 90%, ésto hace que disminuya el precio del ganado bovino hembra de Bogotá en un mes posterior. Esto concuerda con la experiencia en el sector, ya que en los casos en donde por ejemplo hay una sequía en la Costa Atlántica, los productores al escasear el agua y las pasturas deciden vender el ganado para que no se retrase en su peso, haciendo incrementar la oferta de ganado y así su precio. Los bovinos hembras de Bogotá muestran que, aunque las lluvias en Bucaramanga parecen ser importantes, no son significativas a la hora de determinar el precio, así como Villavicencio.

En este caso, de acuerdo con la experiencia, lo que ocurre con la hembra es que, dada la escasez de precipitaciones, hace escasear el suministro de alimentos, provocando que la oferta bovina incremente y su precio disminuya. Esta relación sucede igualmente cuando incrementan las lluvias, ya que al saber los ganaderos que sus semovientes van a recuperar peso con el incremento de pasturas, retienen sus animales, esperando que incremente el precio que viene de un verano.

Observando el mercado de Medellín, con una confianza del 95%, las precipitaciones de Montería en un periodo influyen de manera negativa al precio

del ganado bovino macho de Medellín en un periodo posterior, también en una alta proporción que afianza la relación negativa entre las precipitaciones de Montería y el precio del ganado bovino. También se demuestra que las lluvias en la zona de Bucaramanga ni de Villavicencio muestran no ser significativas para el bovino macho de Medellín.

Con respecto al bovino hembra de Medellín, se deduce que también responde de manera negativa a las precipitaciones en un periodo o mes posteriores, y es significativo con una confianza del 90%. Similarmente, señala que las precipitaciones de Bucaramanga pueden explicar el precio, pero no es de gran significancia de acuerdo con los datos, que ocurre de manera similar con Villavicencio.

La relación negativa en general con Montería frente a los precios del ganado en un periodo posterior puede ser explicada por la gran proporción (cantidad) e importancia tanto de bovinos machos como hembras que tiene el departamento de Córdoba (11,2% del total nacional según FEDEGÁN (2019)). Además, las precipitaciones de Montería llegan a ser buen indicador de los fenómenos climáticos en la Costa Atlántica, ya que sus precipitaciones pueden reflejar las precipitaciones de otros departamentos como Sucre, Bolívar, Cesar y Magdalena.

Dentro de las relaciones de los distintos precios del ganado bovino, tanto macho como hembra de las diferentes ciudades, Bucaramanga muestra ser importante y tener relaciones positivas con el precio, pero no es significativo en ninguno de estos. Villavicencio muestra ser el menos significativo a la hora de determinar precios. Sin embargo, para Bogotá muestra una relación positiva y para Medellín una relación negativa, como es de esperarse.

Estos resultados son muy importantes a la hora de entender la dinámica del precio del ganado bovino de Bogotá y Medellín, ya que muestra ser un determinante para tomar en cuenta la cantidad de precipitación en la costa Cordobesa. Además de esto, se refleja lo que denotan los diferentes estudios

frente al tema a nivel nacional, (Coronado et al., 2018) y a nivel internacional (Barrett et al., 2003)(Fafchamps & Gavian, 1997), que las precipitaciones y las condiciones climáticas afectan el precio de los bovinos.

6. Conclusiones

Este trabajo deja en evidencia las dinámicas, entre 2009 y 2019, que rigen los precios del ganado bovino macho y hembra entre los principales mercados de carne en Colombia; ya que permite entender de mejor manera el mercado bovino como oferta final de los frigoríficos, lo cual afecta directamente las decisiones de gran cantidad de agentes que comercian en él. Entender la dinámica de este mercado, termina impactando positivamente los ganaderos y los frigoríficos.

Los ganaderos al tener más y mejor información, pueden mejorar su productividad, beneficiando su calidad de vida. Por parte de los frigoríficos, con mejor información se puede impulsar de mejor manera la competitividad del sector, que promete ser clave en los próximos años en materia de exportaciones. Además, con lo hablado con ambos frigoríficos, es de gran información estos estudios acerca de los precios y es una manera como estos puedan ayudarles a tomar mejores decisiones a los agentes.

Es claro que para determinar el precio del ganado bovino macho hay 3 aspectos claves para tomar, de acuerdo con la literatura y la experiencia. Estos son el factor del ciclo ganadero, tomando como índice el precio y la dinámica del ganado hembra y cómo este afecta el macho, que en últimas es el que va principalmente a conformar la carne suministrada a los consumidores. El segundo factor tiene que ver con lo asociado directamente al precio del ganado macho entre ciudades, por medio de periodos anteriores cómo estos pueden afectar el precio en el largo plazo. Por último, la forma en que las precipitaciones como factor exógeno afectan el precio del ganado en ambas ciudades.

Los resultados señalan que existe una relación positiva en el largo plazo del precio bovino macho en Bogotá con el bovino macho de Medellín, y lo mismo

ocurre con el bovino hembra en Bogotá con el bovino hembra en Medellín. Por lo tanto, se puede interpretar como que, si sube alguno de los precios de los precios de los bovinos, se sabe que en la otra ciudad va a haber un efecto similar en el mismo sexo. Sintetizando, las series de precios de los bovinos machos y hembras en ambas ciudades, son dependientes las unas de las otras y se mueven con respecto a la información nueva que llegue.

De ahí que las series muestran claramente en el largo plazo convergen. Sin embargo, existe una relación negativa entre la hembra de Bogotá, frente al precio del ganado macho en Medellín; cosa que no ocurre entre el ganado macho de Bogotá con la hembra de Medellín. Esto quiere decir que, si se observa que el ganado macho de Medellín incrementa su precio, el precio de la hembra de Bogotá va a disminuir. Esta hipótesis plantea que entonces el indicador del precio de Medellín da señales de cuando vender la hembra en Bogotá, para así quizás tener un mayor margen de ganancia al vender los bovinos hembra.

Tomando el resultado de las precipitaciones, se destaca que el nivel de precipitaciones en la ciudad de Montería determina el precio del ganado hembra en Bogotá, de manera negativa. Es decir que, si llueve más en la zona de la costa cordobesa, es un buen indicador para que en el mes siguiente afecte negativamente el precio del ganado hembra y macho en Bogotá, aunque el macho con menos significancia ya que muestra ser más independiente de factores exógenos

De igual manera ocurre con el precio del ganado hembra y macho de Medellín, siendo ambos significativos. Esta relación negativa entre la lluvia cordobesa y el precio también llega a ser un indicador que debe ser tenido en cuenta por los agentes para tomar sus decisiones.

Las precipitaciones de Bucaramanga muestran ser importantes, pero no es significativo en ninguno de los precios, así como Villavicencio que muestra ser menos importante a la hora de determinar el precio del bovino en pie.

Esto quiere decir, que tanto el ganadero como el frigorífico que comercia en Bogotá o Medellín, deben saber la tendencia del precio de los bovinos en cuanto sepan una variación las precipitaciones de la Costa Atlántica previendo la relación negativa descrita. Además, deben prestar atención al propio mercado bovino. Además, se debe prestar atención a las señales del precio de la otra ciudad, ya que muestran una clara dependencia y que, junto a las relaciones ya descritas, prevean el precio de los bovinos.

Referencias

- Arias, J. H; Balcazar, A; Hurtado, R. (1990). Producción Bovina En Colombia. *Corporacion Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica*.
- Baena, L., & Montoya, L. (2010). *Determinantes del precio al consumidor de la carne bovina en la ciudad de Medellín - Antioquia: 1998 – 2008*. Universidad Eafit. Retrieved from <http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/551>
- Barrett, C. B., Chabari, F., Bailey, D., Little, P. D., & Coppock, D. L. (2003). Livestock Pricing in the Northern Kenyan Rangelands, *12*(2), 127–155.
- Bessler, D. A., & Davis, E. E. (2004). Price discovery in the Texas cash cattle market. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, *20*(4), 355–378. <https://doi.org/10.1002/asmb.546>
- Bizimana, J. C., Angerer, J. P., Bessler, D. A., & Keita, F. (2015). Cattle Markets Integration and Price Discovery: The Case of Mali. *Journal of Development Studies*, *51*(3), 319–334. <https://doi.org/10.1080/00220388.2014.963564>
- Bonet, J. (2005). *El ganado costeño en la feria de Medellín 1950-1997*. *Publicaciones del banco de la república* (Vol. 5). Retrieved from <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/339>
- Central Ganadera S.A. (2019). Feria de Ganado Gordo Comercial. Retrieved

March 10, 2019, from <http://centralganadera.co/cg/feria-de-ganado-gordo-comercial/>

Coffey, B. K., Tonsor, G. T., & Schroeder, T. C. (2018). Impacts of changes in market fundamentals and price momentum on hedging live cattle. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 43(1), 18–33.

Coronado, E. A., Ricardo, J. B., & Núñez, O. C. (2018). the supply of live cattle to ceba in the department Sucre , Colombia : An ardl approach. *Economía Del Caribe*, 2106(21), 57–75.

DANE. (2012). La estructura de la producción de carne bovina en Colombia. *Sipsa*, 4, 75. <https://doi.org/10.1007/s10551-010-0414-4>

DANE. (2018a). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. *Estadísticas Por Tema* . Retrieved from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>

DANE. (2018b). PIB trimestral a precios constantes por ramas económicas. Banco de la república.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427–431.
<https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>

Fafchamps, M. (1998). The tragedy of the commons, livestock cycles and sustainability. *Journal of African Economies*, 7(3), 384–423.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jae.a020957>

Fafchamps, M., & Gavian, S. (1997). The Determinants of Livestock Prices in Niger International Livestock Research Institute , Addis Ababa. *Journal of African Economies*, 6(2), 40.

FEDEGÁN. (2016). Inventario Ganadero | Fedegan. Retrieved April 29, 2019, from <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-ganadero>

- FEDEGÁN. (2017). Balance y perspectivas del sector ganadero colombiano 2016-2017. *Oficina de Planeacion Fedegán.*, 18.
<https://doi.org/www.fedegan.org.co>
- FEDEGÁN. (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019: por una ganadería moderna y solidaria*. Federación Colombiana de Ganaderos.
Retrieved from <https://www.fedegan.org.co/plan-estrategico-de-la-ganaderia-colombiana-2019>
- Frigorífico Guadalupe EFEGE. (2019). *Indicadores de precios de los bovinos*. Bogotá. Retrieved from <http://www.efege.com/indicadores.html>
- Guarín, A. (2008). Carne de cuarta para consumidores de cuarta. *Revista de Estudios Económicos Sociales.*, 196(29), 104–119.
- IDEAM. (2019). Boletín Climatológico Mensual. Retrieved April 29, 2019, from <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual>
- Lutkepohl, H. (2005). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin: Springer-Verlag.
- Martínez, M., Mora, J., & Téllez, R. (2015). Precio de ganado en pie y precio de insumos en la producción de carne bovino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(2015), 1689–1694.
- Mitchell, J. L., Peel, D. S., & Brorsen, B. W. (2018). Price determinants of bred cows. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 50(1), 64–80.
<https://doi.org/10.1017/aae.2017.20>
- Morales, L. E. (2018). The effects of international price volatility on farmer prices and marketing margins in cattle markets. *International Food and Agribusiness Management Review*, 21(3), 335–350.
<https://doi.org/10.22434/IFAMR2017.0020>
- Perez, G. (2005). Los ciclos ganaderos en Colombia 1950-2001. *Publicaciones Del Banco de La República*, 46, 31.

- Ramirez Hassan, A. (2012). *A Multi-Stage Almost Ideal Demand System: The Case of Beef Demand in Colombia*. *Revista Colombiana de Estadística*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2193822>
- Rossini, G., & Depetris Guiguet, E. (2008). Transmisión vertical de precios en el sector de la carne vacuna en Argentina. *Revista de Análisis Económico*, 23(Nº2), 3–19.
- Viloria-de-la-hoz, J. (2005). La economía ganadera en el Departamento de Córdoba. *Publicaciones Del Banco de La República*, 4, 56.