

**DETERMINANTES DE LA OFERTA DE GANADO VACUNO EN PIE PARA CEBA EN  
EL DEPARTAMENTO DE SUCRE,**

**2007-2014**

**ERIKA MARGARITA ARRIETA CORONADO**

**JESSICA BRACAMONTE RICARDO**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES**

**PROGRAMA DE ECONOMÍA**

**SINCELEJO-SUCRE**

**2016**

**DETERMINANTES DE LA OFERTA DE GANADO VACUNO EN PIE PARA CEBA EN  
EL DEPARTAMENTO DE SUCRE,  
2007-2014**

**ERIKA MARGARITA ARRIETA CORONADO**

**JESSICA BRACAMONTE RICARDO**

**Trabajo de grado para obtener el título de Economista**

Director:

**OMAR CASTILLO NÚÑEZ  
ECONOMISTA**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES  
PROGRAMA DE ECONOMÍA  
SINCELEJO – SUCRE  
2016**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

Firma del director

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

SINCELEJO, \_\_\_\_\_ DE 2016.

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer a Dios por su inmenso e inquebrantable amor, que me ha permitido alcanzar una meta más en mi vida. Por ese mismo amor, me ha dado una familia maravillosa y ha puesto en mi camino personas que me acercan más a él. A mis padres: Gladis y Luis, por educarme y creer en mí en todo momento; a la que siempre está presente, mi amiga y hermana, Kelly -mi Chinchin- mil gracias por confiar en mí.*

*A mis hermanos: Karen, Jorge y Katya por las experiencias vividas y por su apoyo. A mi compañera Jessica por su esfuerzo y ser mi acompañante en este viaje. A nuestro director Omar Castillo, por su guía, sus valiosos aportes, ampliar mi perspectiva y ser un gran ejemplo.*

ERIKA MARGARITA ARRIETA CORONADO.

*Mis agradecimientos van dirigidos a Dios, por permitirme concluir este trabajo; a mi madre, Leonidas Ricardo, quien se ha convertido en el pilar incondicional para la consecución de mis logros; a mi amiga, Erika Arrieta, por no desfallecer y contribuir con su dedicación al desarrollo de esta tesis. Al doctor Omar Castillo Núñez, nuestro director, le manifiesto un profundo reconocimiento por aportar parte de su preciado tiempo y conocimiento, aquí plasmados; además por sus grandes cualidades humanas y profesionales, las cuales son dignas de admirar.*

JESSICA BRACAMONTE RICARDO.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
Resumen.....	10
Abstract.....	11
1. Introducción.....	12
2. Marco referencial.....	17
2.1 Marco teórico conceptual.....	17
2.2 Marco de antecedentes.....	21
3. Metodología.....	24
4. Resultados y análisis.....	35
4.1 Análisis gráfico de las variables: cantidades (qm, qh, s), precios (pm, ph, pl) y riesgo climático (rc), 2007-2014.....	35
4.2 Prueba dickey-fuller aumentado (DFA).....	39
4.3 Prueba de causalidad de Granger.....	41
4.4 Resultados del modelo de la oferta del ganado vacuno macho en pie comercializado para ceba en subastas.....	43
4.4.1 Estructura del modelo ARDL para el ganado macho.....	43
4.4.2 Prueba LM de Breusch-Godfrey para el ganado macho.....	43
4.4.3 Prueba límites (Bounds Test) para el ganado macho.....	44
4.4.4 Relación de cointegración de largo plazo para el ganado macho.....	45
4.4.5 Relación de corto plazo para el ganado macho.....	46

4.5 Resultados del modelo de la oferta del ganado vacuno hembra en pie comercializado para ceba en las subastas.....	48
4.5.1 Estructura del modelo ARDL para el ganado hembra. ....	48
4.5.2 Prueba LM de Breusch-Godfrey para el ganado hembra.....	48
4.5.3 Prueba limites (Bounds Test) para el ganado hembra. ....	49
4.5.4 Relación de cointegración de largo plazo para el ganado hembra.....	50
4.5.5 Relación de corto plazo para el ganado hembra. ....	51
5. Conclusiones.....	53
6. Recomendaciones .....	55
6. Bibliografía .....	57
7. Anexos .....	60

## GRÁFICOS

pág.

Gráfico 1: Departamento de Sucre, Colombia. Cantidades comercializadas (Macho y Hembra) y sacrificadas de ganado vacuno, 2007-2014. ....	35
Gráfico 2: Departamento de Sucre, Colombia, evolución del Riesgo Climático, 2007-2014. ....	36
Gráfico 3: Departamento de Sucre, Colombia. Precio del ganado vacuno (Macho y Hembra) comercializado en las subastas y precio de la leche cruda, 2007-2014. ....	38

## TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Resultados de la prueba Dickey-Fuller Aumentado (DFA) .....	39
Tabla 2: Resultados prueba de causalidad de Granger, ganado macho.....	40
Tabla 3: Resultados de la prueba de causalidad de Granger para el ganado hembra. ....	42
Tabla 4: Resultados de la prueba LM para el ganado macho.....	43
Tabla 5: Resultados de la prueba limites (Bounds Test) para el ganado macho.....	44
Tabla 6: Elasticidad de la relación de largo plazo para el ganado macho. ....	45
Tabla 7: Elasticidades de la relación de corto plazo para el ganado macho. ....	46
Tabla 8: Resultados de la prueba LM para el ganado hembra.....	48
Tabla 9: Resultados de la prueba limites (Bounds Test) para el ganado hembra.....	49
Tabla 10: Elasticidades de la relación de largo plazo para el ganado hembra.....	50
Tabla 11: Elasticidades de la relación de corto plazo para el ganado hembra.....	51



## ANEXOS

pág

Anexo 1: Modelo estimado de oferta en el ganado vacuno macho en pie comercializado para ceba en las subastas del departamento de Sucre. ....	60
Anexo 2: Modelo estimado de oferta en el ganado vacuno hembra en pie comercializado para ceba en las subastas del departamento de Sucre.....	62
Anexo 3: Base de datos.....	63

## **Resumen**

En este trabajo investigativo se identifican los factores determinantes de la oferta de ganado vacuno en pie comercializado para ceba en el departamento de Sucre, durante el periodo 2007-2014, empleando un modelo autorregresivo con retardos distribuidos. Los resultados del modelo estimado para el ganado macho, indican que la oferta responde en el largo plazo de manera negativa al riesgo climático; en el corto plazo reacciona en sentido positivo a las variaciones en el número de cabezas sacrificadas en el periodo actual y en el mes anterior, al precio de la leche y al precio del producto en el mercado del mes anterior; en sentido inverso, está influenciada por el riesgo climático del mes que transcurre y del tercer mes anterior. Para el modelo de ganado hembra, se concluye que la oferta reacciona en el largo plazo a las variaciones del número cabezas sacrificadas y al riesgo climático; en el corto plazo solo es afectada por los cambios en el precio de la leche del mes anterior.

### **Palabras claves**

Ganado vacuno en pie, precio, riesgo climático, elasticidad, modelo autorregresivo con retardos distribuidos.

**Clasificación JEL:** C22; Q11; Q13

### **Abstract**

In this research paper the determinants of the supply of beef cattle marketed for fattening in the department of Sucre, during the period 2007-2014 using an autoregressive model with distributed delays are identified. The results of the estimated model for male cattle indicate that supply responds over the long term climate risk negative way; in the short term in a positive sense it reacts to variations in the number of cattle slaughtered in the current period and the previous price of milk and the price of the product on the market month previous month; conversely, it is influenced by climate risk month lag and the third preceding month. For the model of female cattle, it is concluded that the supply in the long term reacts to changes in the number slaughtered heads and climate risk; and in the short term it affects changes in the price of milk in the previous month.

### **Keywords**

Live cattle, price, climate risk, elasticity, autoregressive model with distributed lags.

**JEL Classification:** C22; Q11; Q13

## 1. Introducción

El territorio del departamento de Sucre presenta fortalezas que favorecen el desarrollo de actividades agropecuarias. De acuerdo con un estudio de suelos realizado en 1995 por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en el que se examinó la geomorfología y se hizo un análisis físico-químico y mineralógico de la tierra, se obtuvo como conclusión que aproximadamente la mitad del suelo es apto para la agricultura comercial y la otra mitad para la ganadería (Gobernación de Sucre, 2010, p.41).

Este gran potencial del territorio Sucreño se manifiesta en la importancia que representa el sector agropecuario (cultivo de plantas más la cría de animales) para el departamento, evidenciándose en el producto que genera, los empleos, los ingresos y las exportaciones que de él se derivan. En particular, la actividad ganadera vacuna sobresale si se toma en cuenta que posee, según el Inventario Poblacional Ganado Bovino (ICA 2015) un inventario total de 836.615 cabezas, un inventario de predios bovinos de 13.671 y que de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2014): “la participación porcentual de la actividad agropecuaria dentro del PIB departamental fue de 14% para el 2014”. (DANE, 2014)

La industria de la carne bovina comprende las actividades relacionadas con el desarrollo biológico del ganado vacuno, que van desde la cría del ternero amamantado por la vaca, el levante, la ceba, el sacrificio hasta la obtención de la carne propiamente. El departamento ha sido históricamente un exportador neto de carne, y principalmente de ganado vivo, en pie, hacia otras

regiones de Colombia, pero se ha indagado poco por los factores económicos que inciden en la producción y la oferta de ganado en pie.

El engorde de ganado se conoce como ceba, esta actividad se describe como un sistema de producción bovino en el que se ofrecen animales para el sacrificio, ya sean macho o hembras de 450-460kg, o vacas de desecho que han cumplido su ciclo productivo; dicha actividad ya sea de novillos o de vacas, es la actividad productora de carne de mayor rotación de capital y que al mismo tiempo requiere de mayores recursos para la compra de animales flacos aptos para engorde. (Corpoica, 2002, p.56)

Los animales que se consideran insumo para cebar se identifican principalmente como los que se encuentran entre las edades 1, 1  $\frac{1}{4}$ , 1  $\frac{1}{2}$ , 1  $\frac{3}{4}$  llamados de levante, y de 2, 2  $\frac{1}{4}$ , 2  $\frac{1}{2}$ , y 2  $\frac{3}{4}$  años, llamados de preceba. En términos de la Economía agraria, la cantidad conjunta de estos animales se considera como la oferta primaria, formada en el eslabón del productor o comercializador, muy relacionada, pero distinta a la oferta derivada u oferta de consumo que es la que se forma en el eslabón del sacrificio con el animal cebado y la que llega al mercado posteriormente como carne.

En este trabajo de investigación, se analiza los determinantes de la oferta primaria de ganado vacuno en pie de ambos sexos, considerado potencialmente insumo para la actividad de ceba, tomando como variables de estudio, el precio, el precio de la leche, el riesgo climático y la cantidad de cabezas de ganado sacrificadas en beneficiaderos.

El precio pagado al productor de ganado vacuno en pie influye la oferta del mismo, pues es de esperar, si otros factores permanecen constantes, que entre mayor sea el precio mayor es la disposición del productor a producir más ganado.

El precio de los coproductos es otro factor determinante de la oferta, puesto que la ganadería de Sucre, principalmente es de doble propósito. Siendo así, si el precio de la leche aumenta será un incentivo para invertir en este sector y al mismo tiempo se estaría afectando la oferta primaria de ganado bovino, mediante la producción de más terneros.

El riesgo climático, asociado a la variabilidad climática, ha sido destacado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (como se citó en Fontalvo, 2015), al evidenciar que los suelos de la región encabezan el ranquin de los más expuestos a sufrir las consecuencias de los fenómenos climáticos. Esto es fundamental en el caso de la ganadería vacuna del departamento, cuya técnica de producción predominante es el pastoreo, que implica defoliación por parte de los animales de la parte aérea de plantas enraizadas (Barioglio, 2001, p.230), lo que significa que la fuente principal de alimentos del ganado son los pastos naturales; sin embargo, estos pueden no ser suficientes ya que se ven afectados por la variabilidad climática. Esta se refiere a la fluctuación en el tiempo de los diferentes elementos meteorológicos sobre una región. Por tanto, entre mayor sea el riesgo climático menor será la oferta primaria.

Otro factor que se considera influyente en la oferta de ganado primaria es el sacrificio de ganado. Debido a que el ganado cebado se destina principalmente al sacrificio y que el ganado entre las edades de levante y preceba constituye el principal insumo para dicha actividad, se toman las cabezas sacrificadas como un elemento de demanda. Un aumento de los sacrificios induce a un aumento de la demanda de ganado cebado, y esto aumenta la demanda de ganado para cebar, lo que producirá un exceso de demanda sobre oferta, induciendo los precios al alza y por consiguiente, las cantidades ofrecidas aumentarán.

La presente investigación tiene relevancia práctica, pues proporciona evidencia empírica adicional sobre la relación teórica entre dichas variables y la oferta primaria de ganado vacuno en pie para ceba. El conocimiento de esto es crucial para comprender el comportamiento de este mercado a nivel regional y de esta manera poder evaluar, con mayor certeza, los posibles impactos que podrían generarlos cambios de estas variables y del contexto en general en la oferta de ganado que se comercializa en las subastas.

También tiene relevancia metodológica y practica ya que utiliza econometría de series de tiempo para modelar la relación entre las distintas variables en un modelo autorregresivo con retardos distribuidos, ARDL (por su sigla en inglés), siguiendo de cerca la propuesta planteada por Pesaran, Shin y Smith (2001), que es relativamente reciente, lo que contribuye a construir una herramienta para medir impactos y predecir comportamientos futuros de la oferta en cuestión. En este sentido, la investigación puede tener implicaciones de política relacionadas con el sector ganadero regional.

Por las razones antes expuestas, las cuales precisan el planteamiento del problema, el alcance y la relevancia de la investigación el presente estudio e se plantea el siguiente interrogante: ¿Cuál es la relación existente en el departamento de Sucre, Colombia, entre la oferta primaria de ganado bovino en pie y las variables descritas anteriormente, en un modelo econométrico de series de tiempo, durante el periodo 2007-2014?

Con el propósito de resolver dicho interrogante, el presente trabajo investigativo se estructura de la siguiente manera: primeramente, se describe el comportamiento de las variables durante el periodo de estudio. Seguidamente, se examinan las características de estacionariedad o no estacionariedad de las series de tiempo a utilizar. Posteriormente, se establece estadísticamente la

dirección de la causalidad entre las cantidades de ganado macho y hembra con las demás variables, consideradas como determinantes de la oferta. Luego, se prueba la presencia de relaciones de largo plazo y se modelan los datos adecuadamente para extraer relaciones tanto a largo plazo como a corto plazo. Finalmente, se expondrán las conclusiones y recomendaciones pertinentes.



## 2. Marco referencial

### 2.1 Marco teórico conceptual

En general, la función de oferta-precio parcial se define como la relación analítica existente entre las distintas cantidades de un producto que se ofrecen en el mercado, y que se está dispuesto a intercambiar, según unas determinadas condiciones, y los distintos precios, si otros factores que también la afectan permanecen constantes. La función de oferta total se refiere a la relación analítica existente entre la oferta de un producto y los factores determinantes de la misma. Los factores considerados teóricamente como determinantes de la oferta son: el precio de los factores productivos o insumos de producción, los cambios en la rentabilidad de los productos competentes, el precio de los productos conjuntos o co-productos, el riesgo- precio, el riesgo- rendimiento y los factores institucionales. (Castillo, 2015, p.172)

En términos físicos, la producción u oferta interna ganadera final según Kalmanovitz, Hertford y Nores (1982), se define como la suma del consumo interno (medido por el sacrificio) menos las importaciones, más las exportaciones, más los cambios de inventario, medidas en toneladas de carne.

La aplicación del concepto y su medición a nivel departamental presenta dificultades: primero, porque no se conoce cuál es la proporción de ganado bovino que se sacrifica en otros departamentos del país procedente del departamento de Sucre; segundo, no se tiene desagregado a nivel departamental las exportaciones en pie o carne hacia otros países, tercero, la información estadística acerca de los cambios en el tamaño del hato departamental son muy variables de acuerdo con las fuentes y no existen de manera continua.

En esta investigación se considera que una aproximación más realista a la oferta primaria de ganado para cebar, definida como aquella que se genera en la unidad productiva originalmente (Castillo, 2015), está representada por la que se contabiliza en las subastas comerciales de ganado vacuno realizadas en el departamento de Sucre, por lo siguiente: primero, algunos productores venden su producto directamente en ellas, especialmente el de edades de 1 a 2 años; segundo, los comercializadores compran directamente en las unidades productivas y luego lo comercializan en las subastas para ganarse la diferencia de precio, cuando ello es posible; posteriormente, los animales permanecen dentro del departamento, o son movilizado a otros departamentos para el engorde y producto final para sacrificio, que es la oferta derivada o de consumo, convertida en carne.

Por tanto, en este trabajo se mide la oferta de ganado vacuno en pie para cebar (oferta primaria) como las cantidades de ganado vivo que se comercializan en las subastas comerciales de ambos sexos (macho y hembra) correspondientes a las edades de levante y preceba (1, 1 ¼, 1 ½, 1 ¾, 2, 2 ¼, 2 ½, 2 ¾). Para analizar el comportamiento de esta oferta teniendo en cuenta la teoría económica, se toman como factores determinantes de la misma: el precio del producto, el precio del coproducto o producto conjunto que para este caso es la leche, el riesgo climático y las cantidades de cabezas de ganado sacrificadas. La función de la oferta se describe como sigue:

$$Q_t = f(P_t, Pl_t, Rc_t, S_t, \varepsilon_t) \quad (1)$$

Donde:  $Q$  = cantidad ofrecida de ganado en las subastas comerciales por unidad de tiempo;  $P$  = precio del kilo de ganado en pie en las subastas;  $Pl$  = precio de la leche;  $Rc$  = riesgo climático;  $S$  = Cantidad de cabezas sacrificadas;  $\varepsilon_t$  = término aleatorio.

El precio es la expresión monetaria del valor, y se considera que es la cantidad de dinero pagada al productor por un bien o servicio. La relación entre estas dos variables se rige por “la ley de oferta”, la cual expone que es directa, así cuanto más se eleven los precios de un producto, mayores serán las cantidades que los productores estarían dispuestos a ofrecer, si los demás factores permanecen constantes.

Siguiendo con las definiciones de los determinantes, “Cuando de un mismo proceso productivo emanan otros productos de igual o similar importancia dado el valor de cada uno de ellos, estos productos reciben el nombre de coproductos” (Hargadon & Múnera, 2005, p.214). En la ganadería regional Sucreña, predomina el sistema de producción de doble propósito, que es un sistema de manejo mediante el cual un hato tiene tanto el carácter de productor de carne como de leche, siendo la leche un coproducto de la carne de ganado porque son creados en el mismo proceso y al mismo tiempo. (CIID, 1981)

La teoría económica sugiere que el precio del coproducto influencia la oferta del otro producto en sentido directo: el aumento del precio de la leche representa un gran estímulo para los agentes que optarían por aumentar su inventario o mejorar la nutrición de las reses, lo cual se traduciría al mismo tiempo en aumento del número de terneros. (Carrera, 1996)

El factor climático influencia las decisiones y las determinaciones de los ganaderos, puesto que este es un factor de riesgo, este término se refiere a una situación de aleatoriedad peligrosa para el ganadero ocasionada por una sequía intensa, una inundación, un ataque de plagas, enfermedades de plantas y animales, inestabilidad en los precios, etc, los cuales pueden alterar la producción y la productividad. (Castillo, 2015)

El riesgo climático, (como se citó en Herrera, 1995, p.3) tiene su efecto en el ganado en tres aspectos básicos, los cuales determinan a su vez la oferta del mismo: el primero, es el efecto directo de la lluvia sobre el cuerpo del animal en relación al intercambio calórico con el ambiente la ausencia de precipitación acentúa los efectos de la temperatura ambiente sobre la fisiología de los animales al hacer variar el porcentaje de humedad del aire y maximizar las demandas evaporativas del cuerpo. Además, afecta la predisposición del animal al contagio o ataque de enfermedades y/o plagas. (Renata y Herrera, 1995)

En segundo término, la precipitación afecta la distribución y cantidad de pasto, los déficits hídricos disminuyen la oferta de alimento, alterando las distancias que los animales deben de recorrer entre la fuente de agua, pastos y sombra, esto se traduce en un gasto energético adicional al gasto normal de mantenimiento y productos, así como en un aumento en el tiempo de exposición a la radiación solar. (Turner, 1989)

El tercer aspecto, se refiere a la alteración de la cobertura vegetal por falta de agua, el color de la cobertura vegetal cambia, haciéndose más pálida y amarilla o bien dejando la superficie del suelo desnuda; esto provoca un cambio en el albedo y la temperatura del suelo, así como en la cantidad de radiación reflejada y absorbida por el cuerpo del animal, de esta forma, la demanda evaporativa del ambiente aumenta por efectos radiactivos y térmicos. (Turner, 1989)

En relación a las cantidades de cabezas sacrificadas, se incluye esta variable por representar un elemento que influye la oferta primaria indirectamente. El aumento de los sacrificios producirá un aumento de la demanda de ganado cebado, causando a su vez incrementos en la demanda de los factores productivos que se utilizan para cebar ganado, entre ellos el ganado flaco apto para engorde. En el modelo de equilibrio de demanda y oferta, este aumento de la

demanda de ganado flaco provoca un desplazamiento hacia la derecha de la curva de demanda, puesto que no hay cambios en la curva de oferta, se presionarán los precios al alza, hecho que permite el crecimiento de las cantidades ofrecidas. En resumen, la oferta primaria y las cantidades sacrificadas de ganado mantienen una relación directa.

## **2.2 Marco de antecedentes**

Aunque no relacionadas con la oferta de ganado, se destaca el trabajo de Ogundari y Nanseki titulado “Maize Supply Response to prices in Nigeria”: Application of ARDL and Co-integration Analyses en 2011, en el que se estimó la respuesta de la oferta de maíz a los precios en Nigeria, durante el período 1961-2008 por medio de estimadores de Mínimos Cuadrados Ordinarios Completamente Modificados (FMOLS) y Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). El estudio utiliza el análisis de cointegración ARDL. Los resultados revelan que la oferta de maíz responde significativa y positivamente en el largo plazo al precio de la yuca y negativamente al precio del ñame; además, en el largo plazo la elasticidad de la oferta de maíz al precio es inelástica y significativamente diferente de cero; por el contrario, en el corto plazo la oferta de maíz no respondió de manera significativa a los cambios en todos los precios y la velocidad estimada de ajuste es negativa y muy baja en el nivel 10% de significación, indicando que el mecanismo de reacción es muy lenta. (Ogundari&Nanseki, 2011)

A nivel nacional, Quintero y López, presentaron el trabajo: “Respuesta de la oferta de arroz en Colombia 1992-2008”, el documento tiene como objetivo analizar la respuesta de la oferta de arroz paddy verde en Colombia para el periodo 1992-2009. A partir de frecuencias semestrales

en el área cultivada, los precios del arroz paddy verde y los costos totales se pretendió construir las estimaciones de elasticidades para dicha oferta. Se partió del modelo de ajuste parcial, desarrollado por Nerlove, para llegar al enfoque superador, representado por el modelo de Corrección de Errores. Como conclusión se obtuvo que la oferta de arroz paddy verde es elástica tanto en el corto (1,007) como en largo plazo (1,056) respecto del área cultivada, e inelástica respecto a los precios, siendo esta elasticidad de 0,13 en el corto plazo y 0,18 en el largo plazo, en cuanto a los costos de producción se encontró que es inelástica con valores de -0,071 y 0,042 en el corto y largo plazo, respectivamente. (Quintero & López, 2011)

En relación a modelos de oferta ganadera, en particular, se destaca a nivel nacional el realizado por García (2006), con la investigación: “Las políticas económicas y el sector ganadero en Colombia, 1950-1977”, En lo referente a la relación oferta-precio, se calculó la elasticidad de la oferta de ventas de machos y hembras. Los resultados indican, que para el corto plazo existe elasticidad negativa con relación a los precios; además, la venta de hembras responde más que la de machos a la variación de estos, y la elasticidad de ventas respecto del tamaño del hato es cercana a la unidad. Los estimativos de elasticidad indican que un incremento del 10% en el precio promedio de ganado reduce la venta de machos en 2% y la de hembras en 5%. También señalan que un incremento del 10% en los precios de hoy aumenta la venta de machos y la de hembras en 3% y 10% dentro de tres años; la elasticidad de ventas frente al precio de cultivos no es significativo. Para el largo plazo se muestra que un aumento del 10% en el precio de la carne de res aumenta la venta de machos en un 13% y la de hembras en un 12% en seis años, lo que sugiere que los ganaderos responden a variaciones de precios y de rentabilidad con relativa rapidez, en forma contundente. (García, 2006)

Otra investigación enfocada a la oferta de ganado en pie es: “Microeconomía de la producción de ganado vacuno de carne en el valle medio del río Sinú (Montería - Colombia): un estudio de caso”, realizado por Castillo, Guzmán, & Kerguelen en 2015. En dicho trabajo se construye la curva de oferta- precio de la producción de carne de ganado vacuno en pie en una unidad empresarial, igualando la función de costo marginal con el precio real prevaleciente en el mercado. La función de oferta parcial obtenida, indica que un incremento (disminución) de una unidad monetaria en el precio del ganado cebado vacuno en pie provoca un aumento (disminución) de 23,42 kilogramos de carne de ganado vivo en la empresa. (Castillo, Guzmán, & Kerguelen, 2015)

### 3. Metodología

Esta investigación es de tipo explicativo, debido a que se orienta a identificar los factores capaces de explicar la oferta primaria de ganado vacuno (macho y hembra entre las edades de levante y preceba) en pie comercializado para ceba en el departamento de Sucre, por medio de un modelo econométrico de series de tiempo. La periodicidad de las variables utilizadas: oferta del ganado vacuno en pie, cabezas sacrificadas de ganado vacuno, precio del producto en el mercado, precio de la leche como coproducto y el riesgo climático, es mensual durante el periodo 2007-2014.

Los datos de las precipitaciones, con la que se mide el riesgo climático, fueron adquiridos por medio de los registros en 29 estaciones pluviométricas del departamento de Sucre, por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2015, página [webwww.ideam.go.co](http://webwww.ideam.go.co)), tomando los valores totales mensuales de las precipitaciones expresados en milímetros por segundo (mms), por cada estación; seguidamente, se realizó un promedio mensual entre todas las estaciones, para obtener la serie de las precipitaciones de todo el departamento de Sucre.

Posteriormente, a esta serie se le aplicó una transformación para convertirla en coeficientes de variación mensual. Esto debido a que teóricamente se considera como un factor determinante de la oferta agropecuaria al riesgo climático. En este sentido, el cálculo de este coeficiente es una medida que se asocia a la volatilidad y esta a su vez con el riesgo; por lo que, permite conocer el



nivel de desviación de una serie de datos con respecto al valor promedio o su media aritmética. Este coeficiente se obtiene mediante la siguiente relación numérica:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{\text{Desviacionestandarotipica}}{\text{Media}}$$

El cálculo del coeficiente de variación mensual para medir el riesgo climático, corresponde a la división entre la desviación estándar de las 29 estaciones por mes y su promedio mensual.

La información de las demás variables: la oferta primaria, se midió como las cantidades mensuales comercializadas de ganado vacuno macho y hembra en pie entre las edades de 1 a 2<sup>3/4</sup> de años; la información proviene del observatorio de precios y costos agrarios del noroccidente del Caribe colombiano, OPCA, de la Universidad de Córdoba, Colombia, elaborado con base en información de las subastas ganaderas del departamento de Sucre.

El precio del producto es un promedio ponderado por las cantidades, desde la edad de 1 hasta 2<sup>3/4</sup> año del ganado macho y hembra, se elaboró con base en OPCA; la unidad de medición es pesos corrientes por kilogramo de ganado vivo o en pie.

Las cabezas sacrificadas de vacunos en el Caribe se obtuvieron de la base de datos del OPCA, 2015 página web de la Universidad de Córdoba, con base en la encuestas de sacrificio de ganado del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE.

El precio del coproducto, representado por el precio de compra de leche cruda al productor para el departamento de Sucre, se obtuvo de la página web del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2015), expresado en pesos corrientes por litro de leche cruda.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, inicialmente, se examinan las características estocásticas de estacionariedad en las series de tiempo a utilizar porque cuando se empieza a desarrollar modelos para series de tiempo, se desea saber si es posible suponer que el proceso estocástico (aleatorio) subyacente que generó la serie es invariable con respecto al tiempo.

Si las características del proceso estocástico cambian en el tiempo; es decir, el proceso es no estacionario, en general será difícil representar la serie de tiempo durante intervalos de tiempo pasados y futuros con un modelo algebraico simple. Por el contrario, si el proceso estocástico está fijo en el tiempo; es decir, es estacionario, entonces se puede modelar el proceso a través de una ecuación con coeficientes fijos que pueden estimarse a partir de datos pasados. No obstante, una serie no estacionaria puede transformarse en estacionaria al ser diferenciada una o más veces. El número de veces que debe diferenciarse una serie original antes de que resulte estacionaria determina el orden de integración de la misma, denotándose así  $I(1)$ . (Pindick & Rubinfeld, 2001)

Desde esta perspectiva, se define entonces a una serie de tiempo estacionaria como aquella que su media, su varianza y su autocovarianza (en los diferentes rezagos) permanecen iguales sin importar el momento en el cual se midan; es decir, son invariantes respecto del tiempo. Tal serie de tiempo tenderá a regresar a su media (llamada reversión media) y las fluctuaciones alrededor de esta media (medida por su varianza) tendrán una amplitud constante. En términos generales, para decirlo de otro modo, un proceso estacionario no se desvía demasiado de su valor medio debido a la varianza finita. (Gujarati & Porter, 2010)

Además, “es importante probar si las series a emplear son estacionarias por lo que ejecutar una regresión de una serie no estacionaria contra otra conduce al fenómeno de una regresión espuria o regresión sin sentido”, planteada por Yule (1926, citado por Pindick & Rubinfeld, 2001). En el cual las pruebas de significancia convencionales tenderán a indicar una relación entre las variables cuando de hecho no existe ninguna.

Para probar si una serie es estacionaria o no, se emplean las pruebas de raíces unitarias introducidas por David Dickey y Wayne Fuller (1976, 1979 y 1981; citado por Pindick & Rubinfeld, 2001). Dentro de éstas, el test a utilizar es el Dickey-Fuller Aumentado (DFA) siguiendo el procedimiento que sugieren Doldado, Jenkinson Y Sosvilla-Rivero (1990), para identificar la presencia de raíces unitarias cuando no se conoce el proceso generador de los datos. Este parte con la estimación, para cada una de las variables, del siguiente modelo:

$$(\Delta Q_t = \beta_1 + \beta_2 t + (1 - \rho)Q_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha Q_{i-1} + \varepsilon_i)(2)$$

Donde:  $\Delta Q_t$ , son las variaciones de la oferta de ganado;  $\beta_1$ , es el término constante;  $\beta_2$ , es el término tendencia y  $Q_{t-1}$ , son los valores pasados de la variable oferta.

Este modelo inicial, incluye el término constante conjuntamente con el término tendencia y se emplea el estadístico  $\tau_\tau$  para el test. La hipótesis nula es  $(1 - \rho) = 0$ ; es decir, existe una raíz unitaria o la serie de tiempo es no estacionaria. Si la hipótesis nula es rechazada no es necesario proseguir, se concluye que la serie es estacionaria; de lo contrario, se estima el modelo sin término de tendencia, como aparece a continuación:

$$(\Delta Q_t = \beta_1 + (1 - \rho)Q_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha Q_{i-1} + \varepsilon_i)(3)$$

Usando para este caso el estadístico  $\tau_{\mu}$  en el test de la presencia de raíz unitaria, de igual forma, si la hipótesis nula es rechazada se concluye que la serie es estacionaria (Enders, 2003). De llegar, por medio de esta prueba, a la conclusión de estar ante la presencia de una serie no estacionaria, se procede a diferenciarla una o más veces hasta convertirla en estacionaria, siendo de esta manera una serie integrada de orden I(1).

Seguidamente, se realiza la prueba de causalidad de Granger (1969), la cual se aplica bajo el supuesto de que las series son estacionarias. Este test, se lleva a cabo para detectar estadísticamente la dirección de la causalidad entre las distintas variables: los cambios en la oferta de ganado macho y hembra con las variaciones en cada una de las demás variables, tomadas como determinantes de esta. “Si se establece la causalidad, ésta sugeriría que puede utilizarse una variable para predecir la otra variable mejor de lo que se haría si se usara simplemente el pasado histórico de esta última” (Gujarati & Porter, 2010).

Introducida por Granger y Sims (1969 y 1972, citado por Gujarati & Porter, 2009). Esta prueba, parte de la idea de que el futuro no puede predecir al pasado; de este modo, si una variable por ejemplo, Rc (riesgo climático) causa a una variable Q (cantidades), los cambios en Rc deben preceder a los cambios en Q. Por consiguiente, en una regresión de Q sobre otras variables (con sus propios valores pasados), si incluimos valores pasados o rezagados de Rc y esto mejora significativamente la predicción de Q, podemos decir que Rc (a la manera de Granger) causa Q. Aplica una definición similar si Q (a la manera de Granger) causa a Rc.

Los pasos comprendidos en la prueba de causalidad de Granger son: se establecen las hipótesis, la nula señala que la variable en consideración no causa “a la manera de Granger”, después se efectúa la estimación de las regresiones, una de las cuales sería:

$$Q_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i RC_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j Q_{t-j} + \mu_{1t} \quad (4)$$

Dónde:  $Q_t$ , es la cantidad actual de ganado vacuno macho o hembra en pie (oferta);  $RC_{t-i}$ , son los valores pasados de la variable riesgo climático y  $Q_{t-j}$ , corresponden a los valores pasados de la oferta;  $\alpha_i$  y  $\beta_j$  son los coeficientes a estimar.

Luego, se observa si los coeficientes estimados son estadísticamente diferentes de cero, por medio del p-valor o el valor  $F$  calculado. Si para el caso de la ecuación (4) el valor  $F$  calculado excede al valor  $F$  crítico en el nivel seleccionado de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que RP causa a Q. El procedimiento se realiza de igual forma con los demás factores determinantes de la oferta de ganado macho y hembra.

Después de haber realizado los procedimientos anteriores, consecutivamente, se modela la relación existente entre estas variables, utilizando el modelo autorregresivo con retardos distribuidos (ARDL por su sigla en inglés: "Autoregressive-DistributedLag"), inicialmente sugerido por L.M. Koyck (1954, citado en Gujarati & Porter, 2009), para investigar la existencia de una relación de cointegración y a partir de allí poder extraer relaciones tanto a largo como a corto plazo.

Este concepto de cointegración, reproduce en un modelo estadístico la noción de una relación de equilibrio. Ejemplos de este tipo de relaciones son las que se dan entre los precios de mercancías más o menos homogéneas, en diferentes localidades (ley del precio único); entre los gastos de consumo y el ingreso, etc. (Obando, 2003)

Se utiliza el modelo ARDL porque este ofrece una prueba denominada prueba límites (Bounds Test), para determinar la existencia de una relación de largo plazo en muestras

pequeñas, especialmente cuando el tamaño de la muestra es de menos de 80 observaciones. Además, porque aunque durante la última década las pruebas sobre la existencia de relaciones en niveles entre variables se han basado en el uso de técnicas de cointegración, “adoptado dos enfoques principales: Engle y Granger(1987) y el método de regresión de rango reducido por Johansen (1991, 1995), todos estos métodos se concentran en los casos en que las variables subyacentes son integradas de orden uno I(1)” (Pesaran, Shin, & Smith, 2001).

De este modo, en tiempos recientes se ha demostrado que estos modelos proporcionan un vehículo muy valioso para probar la presencia de relaciones de largo plazo entre series de tiempos cuando las variables en cuestión pueden incluir una mezcla de series estacionarias y no estacionarias; es decir, las variables pueden no ser integradas del mismo orden; sin embargo, es necesario que ninguna de estas sean integradas de orden dos I(2), ya que estos datos anulan la metodología. (Giles, 2013)

En este sentido, la metodología a desarrollar es: ARDL / Pruebas límites de Pesaran y Shin (1999) y Pesaran et al. (2001). Para su aplicación, se formula el modelo ARDL a utilizar en este estudio:

$$\Delta \ln Q_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j \ln Q_{t-j} + \sum_{k=0}^p \varphi_k \ln P_{t-k} + \sum_{l=0}^q \vartheta_l \ln S_{t-l} + \sum_{i=0}^m \gamma_i \ln RC_{t-i} + \sum_{h=0}^n \omega_h \ln Pl_{t-h} + \theta_1 \ln Q_{t-1} + \theta_2 \ln P_{t-1} + \theta_3 S_{t-1} + \theta_4 \ln RC_{t-1} + \theta_5 \ln Pl_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (5)$$

Donde  $\varepsilon_{1t}$ , es el término de error<sup>1</sup>;  $\ln$ , es el logaritmo natural; los símbolos:  $t - j$ ,  $t - k$ ,  $t - l$ ,  $t - i$ ,  $t - h$  representan los valores pasados de cada una de las variables. Siendo:  $\Delta Q_t$ , las variaciones de la oferta de ganado (macho o hembra);  $P$ , el precio del producto en el mercado;  $S$ , las cabezas sacrificadas de vacuno;  $Rc$ , el riesgo climático (coeficiente de variación de las precipitaciones) y  $PL$ , el precio del coproducto leche;  $\beta_j$ ,  $\varphi_k$ ,  $\vartheta_l$ ,  $\gamma_i$ ,  $\omega_h$  son, según Pesaran et al. (2001), los parámetros de corto plazo a estimar y  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5$  los coeficientes de largo plazo. De igual forma, todos constituyen las elasticidades a interpretar en este modelo.

Estos modelos se caracterizan por incluir la variable dependiente del lado derecho retardada; es decir, toma uno o más valores pasados de esta variable entre sus variables explicativas, de allí su denominación como autorregresivo. También, son modelos con retardos distribuidos porque incluyen no sólo valores actuales sino además valores rezagados de las otras variables tomadas como regresoras. (Gujarati & Porter, 2010)

La estimación del modelo ARDL requiere, en primer lugar, especificar el largo del número de retardos apropiados para cada una de las variables. Estos representan los rangos de la suma de los diferentes términos en la ecuación (5) ( $r, p, q, m, n$ ). Para lo cual, se utiliza el criterio de información Akaike (AIC), propuesto por quien lleva su mismo nombre (1973, 1974).

---

<sup>1</sup>Se supone que en este modelo, el término de error está distribuido de forma normal, independiente de las variables explicativas, y no está correlacionado serialmente, ni es heterocedástico; es decir, se comporta con media cero y varianza constante ( $0, \sigma^2$ ).

Este criterio se basa en imponer un castigo o una pena por incluir un número creciente de regresoras, estableciendo que cuanto más bajo es su valor mejor es el modelo, así al comparar dos o más modelos se preferirá el que tenga el menor valor de AIC. (Gujarati & Porter, 2010)

Una vez que se tiene una estructura seleccionada, aparentemente adecuada del modelo ARDL, se aplica la prueba LM de Breusch-Godfrey (1978, citado por Gujarati & Porter, 2009), debido a que un supuesto fundamental en la metodología ARDL / Pruebas límites de Pesaran et al. (2001), señalado por sus mismos autores, es que los errores de la ecuación (5) deben ser serialmente independientes, con media cero y varianza constante; en otras palabras, no debe haber autocorrelación.

En consecuencia, la prueba LM permite validar este supuesto. Para lo cual se ejecuta el siguiente contraste: la hipótesis nula señala que “no existe correlación serial de ningún orden” ( $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = \mathbf{0}$ ), frente a la hipótesis alternativa de que “hay presencia de autocorrelación en el modelo” ( $H_A: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_p \neq \mathbf{0}$ ). (Giles, 2013)

Después de haber desarrollado los pasos anteriores, ahora se procede a realizar la Prueba de Límites (Bounds Test), propuesta por M.H. Pesaran (2001). Este test es una prueba de cointegración, el cual contrasta la ausencia de una relación de largo plazo entre las variables de este estudio. Esta ausencia, según M.H. Pesaran, coincide con coeficientes cero para  $\theta_1 \ln Q_{t-1} + \theta_2 \ln P_{t-1} + \theta_3 S_{t-1} + \theta_4 \ln RC_{t-1} + \theta_5 \ln Pl_{t-1}$

en la ecuación (5); de esta manera, la hipótesis nula es:  $H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = \mathbf{0}$ ; contra la alternativa  $H_A$ : no es cierto, un rechazo de  $H_0$  implica que se tiene una relación de cointegración de largo plazo.



La prueba límites se basa en el estadístico F, pero los valores exactos críticos para la prueba F no están disponibles para una mezcla arbitraria de I (0) y I (1) variables; sin embargo, Pesaran et al. Límites (2001) suministró estos dos conjuntos de valores críticos para los dos casos polares: (i) cuando se asume que todos los regresores son puramente I (1) y (ii) cuando son puramente I (0). Estos dos conjuntos de valores críticos proporcionan una banda que cubre todas las posibles clasificaciones de los regresores. (Pesaran, Shin, & Smith, 2001)

En cada caso, el límite inferior de la banda se basa en la suposición de que todas las variables son I (0), y el límite superior se basa en la suposición de que todas las variables son I (1). De hecho, la verdad puede estar en algún lugar entre estos dos extremos polares. Si el estadístico F-calculado cae por debajo del límite inferior se llega a la conclusión de que las variables son I (0), por lo que la cointegración no es posible, por definición; si el estadístico F-calculado excede el límite superior, llegamos a la conclusión de que se tiene cointegración; por último, si el estadístico F se encuentra entre los límites, la prueba no es concluyente. (Pesaran, Shin, & Smith, 2001)

Suponiendo que los resultados dan evidencia de una relación de largo plazo, se estima en niveles de manera significativa, con las variables expresadas en logaritmos, una regresión de cointegración de largo plazo, la cual se denota así:

$$\ln Q_t = \alpha_0 + \theta_1 \ln P_t + \theta_2 S_t + \theta_3 \ln RC_t + \theta_4 \ln Pl_t + \mu_t \quad (6)$$

*Dónde:  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ ; son los coeficientes y las elasticidades de la relación de cointegración de largo plazo.*

De igual forma se estima también, con las variables expresadas en logaritmos y tomando sus primeras diferencias, la relación de corto plazo propuesta por M. H. Pesaran (2001) y definida así:

$$\Delta \ln Q_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j \ln Q_{t-j} + \sum_{k=0}^p \varphi_k \ln P_{t-k} + \sum_{l=0}^q \vartheta_l \ln S_{t-l} + \sum_{i=0}^m \gamma_i \ln RC_{t-i} + \sum_{h=0}^n \omega_h \ln PL_{t-h} + \delta z_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (7)$$

Esta representación de la relación del corto plazo es una modificación del modelo ARDL inicial (ver ecuación 5), realizada por M. H. Pesaran, donde incluye el valor retardado de los errores de la estimación de relación de cointegración de largo plazo (ecuación 6); de esta manera  $z_{t-1} = \mu_{t-1}$ .

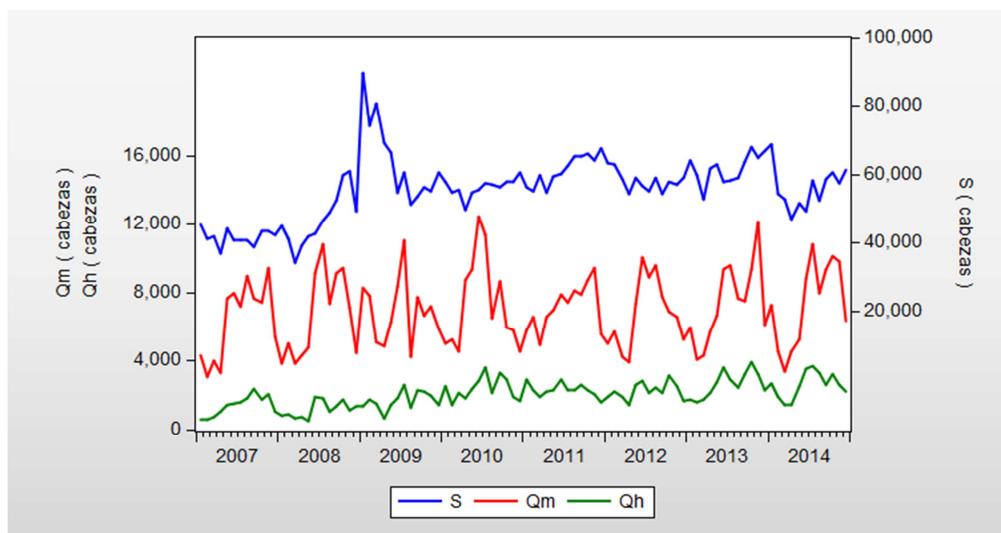
En este modelo estimado, el coeficiente de  $z_{t-1}(\delta)$ , indica la velocidad del ajuste hacia el equilibrio de largo plazo o la rapidez en que se corrigen los errores de largo plazo en el corto plazo para llegar a un equilibrio en el largo plazo. Se espera que este término,  $\delta$ , sea significativo y negativo porque esto corrobora la relación de cointegración de largo plazo al señalar, para este caso particular, que los comerciantes de ganado vacuno en pie para ceba tienen en cuenta los errores cometidos en el pasado para ajustarlos a sus decisiones futuras. En otros términos, si  $\delta$  es diferente de cero, esto quiere decir que el modelo no está en equilibrio y para retornar a un equilibrio el error debe comenzar a disminuir en el periodo siguiente a fin de corregir el error de equilibrio.

Para el desarrollo de esta metodología se emplea el software econométrico E-views, versión 9.5.

#### 4. Resultados y análisis

##### 4.1 Análisis gráfico de las variables: cantidades (qm, qh, s), precios (pm, ph, pl) y riesgo climático (rc), 2007-2014

*Gráfico 1: Departamento de Sucre, Colombia. Cantidades comercializadas (Macho y Hembra) y sacrificadas de ganado vacuno, 2007-2014.*



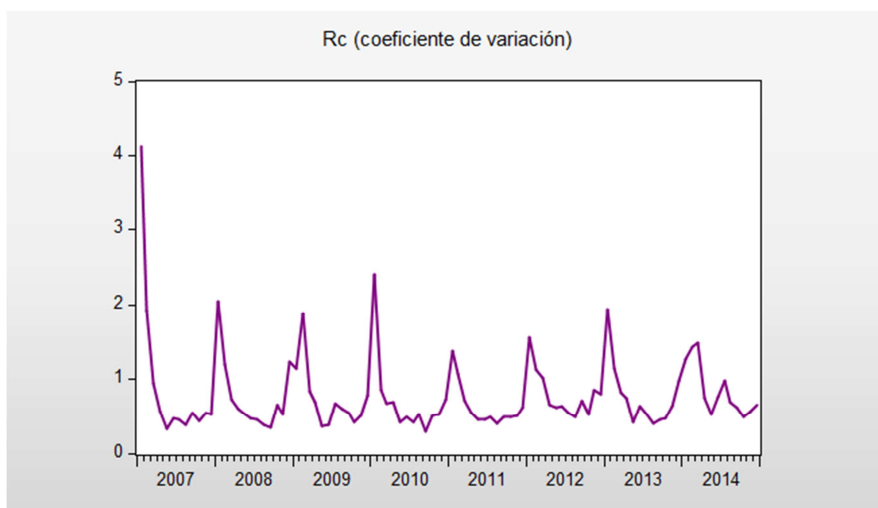
Fuente: Elaboración propia con base en información de OPCA y el DANE.

El gráfico anterior, presenta la evolución mensual desde el año 2007 hasta el 2014 de las variables: cantidades comercializadas de ganado vacuno macho (Qm) y hembra (Qh) para ceba (oferta primaria), conjuntamente con el sacrificio de ganado para el Caribe colombiano (S). En esta última, se observa una abrupta tendencia ascendente desde principio de 2008 producto del incremento en la producción de carne para la fecha, este excedente de carne generado en el mercado doméstico se compensó con el incremento de las exportaciones hacia Venezuela; sin embargo, es evidente una caída paulatina (ver gráfico 1) desde mediados del 2009, en el sacrificio de ganado vacuno, ocasionada por el cierre de la frontera con el vecino país que

congeló el comercio y redujo considerablemente la producción (FEDEGÁN, 2013). Posteriormente, a partir del 2010 se empieza a recuperar el crecimiento sostenido del sacrificio vacuno, pero con leves descensos intermitentes.

En cuanto a las cantidades comercializadas de ganado macho ( $Q_m$ ) y hembra ( $Q_h$ ) por mes, en promedio, han permanecido estables; por esta razón, no se observa tendencia alguna en estas series. No obstante, las notorias fluctuaciones periódicas para la oferta del ganado macho son mucho más marcadas en comparación a la oferta del ganado hembra, así la varianza de esta tiende a ser menos volátil y, de manera general, en el departamento de Sucre predomina la comercialización de ganado macho.

**Gráfico 2: Departamento de Sucre, Colombia, evolución del Riesgo Climático, 2007-2014.**



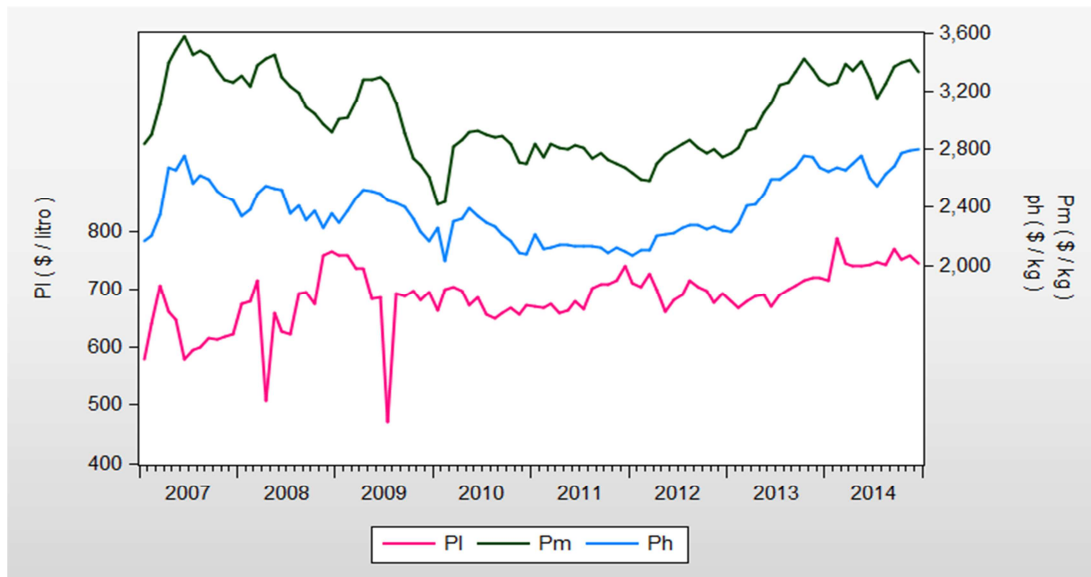
Fuente: Elaboración propia con base en información del IDEAM.

El coeficiente de variación calculado para las precipitaciones del departamento de Sucre, considerado como el riesgo climático que se muestra en el anterior gráfico, es una serie sin

tendencia, pero que presenta una variación estacional. Esto es, un comportamiento cíclico que se apoya en un calendario común, así se exhibe puntos mínimos de riesgo a mediados de cada año y un punto máximo en el riesgo a principio y finales de cada año. Esto significa, una significativa desviación de las precipitaciones con respecto a su media mensual.

Este comportamiento de la variable riesgo climático se relaciona de manera inversa con el patrón que revela la oferta primaria de ganado comercializado para ceba (macho y hembra); ya que, como se percibe en el gráfico 1, en los meses de diciembre hasta abril, por lo general, la oferta desciende; por el contrario, en el periodo de mayo hasta noviembre se presentan aumentos en las cantidades entradas a las subastas para ser comercializadas. Esto debido, según el IDEAM, a que en Sucre se presenta una temporada de sequía bien marcada a finales y principio de cada año, entre los meses de diciembre hasta abril, aproximadamente, y a partir de allí empieza la época de lluvias, la cual se extiende hasta noviembre y se caracteriza por no ser estable.

**Gráfico 3: Departamento de Sucre, Colombia. Precio del ganado vacuno (Macho y Hembra) comercializado en las subastas y precio de la leche cruda, 2007-2014.**



Fuente: Elaboración propia con base en información de OPCA y el MADR.

Como puede apreciarse en la gráfica 3, los precios del ganado macho y hembra se mueven en el mismo sentido. Inicialmente, se observa una caída vertiginosa de los mismos específicamente a partir del año 2009 atribuida al cierre de las exportaciones de carne y ganado cebado al mercado venezolano, lo que condujo a que los precios de ganado macho cebado descendieran en mayo, en los frigoríficos de Montería y Corozal respectivamente, a \$2.500/kilogramo en Noviembre, trascendiendo esta cotización del ganado cebado al precio de ganado de levante y preceba, siendo la disminución de estos últimos a un menor ritmo que la del primero. Esto ocasionó, durante este tiempo, que se mermara la rentabilidad de la ceba, principalmente la de los pequeños y medianos cebadores (DANE, 2009). Posteriormente, se revierte la tendencia de los precios a una alcista, la cual se mantiene hasta finales del 2014.

Entre tanto, el comportamiento del precio de la leche cruda pagado al productor en Sucre durante este tiempo es prácticamente estable, solo se observan dos estrepitosas caídas en abril de 2008 y julio de 2009. Esto, producto del recrudecimiento en la sobreoferta de leche fresca por la prolongación del invierno, disminución de las exportaciones, disminución de la demanda interna a raíz de la crisis de la economía. Ante esta acumulación de inventarios el Ministerio de Agricultura, con el apoyo de Fedegán, propuso una serie medidas alternativa como: una cesión del ganadero, de \$25 por litro con destino al Fondo de Estabilización de Precios (FEP), para compensar la compra de los excedentes con destino a los mercados asistenciales o a la exportación y así disminuirla baja del precio por parte de la industria.

#### 4.2 Prueba dickey-fuller aumentado (DFA)

**Tabla 1: Resultados de la prueba Dickey-Fuller Aumentado (DFA)**

Variables	Términos	Significancia de los términos (P- $\tau_{\text{lor}}$ )	Niveles estadístico calculado			Primeras Diferencias estadístico calculado			Serie integrada de orden		
			1%	5%	10%	1%	5%	10%			
Cabs	constante + tendencia	(0,016) (0,357)	<b>-2,4319</b>	-4,059	-3,458	-3,155	<b>-15,140</b>	-3,501	-2,893	-2,583	I(1)
	constante	0,023	<b>-2,3014</b>	-3,501	-2,893	-2,583					
L	constante + tendencia	(0,000) (0,001)	<b>-7,2408</b>	-4,058	-3,458	-3,155	<b>-6,8429</b>	-3,501	-2,893	-2,583	I(0)
	constante	0,023	<b>-2,3082</b>	-3,501	-2,893	-2,583					
PM	constante + tendencia	(0,000) (0,184)	<b>-7,4692</b>	-4,063	-3,461	-3,156	<b>-10,797</b>	-2,590	-1,944	-1,614	I(1)
	constante	0,1019	<b>-1,6436</b>	-3,501	-2,892	-2,583					
QM	constante + tendencia	(0,001) (0,273)	<b>-6,3301</b>	-4,060	-3,459	-3,155	<b>-10,797</b>	-2,590	-1,944	-1,614	I(0)
	constante	0,1019	<b>-1,6436</b>	-3,501	-2,892	-2,583					
RC	constante + tendencia	(0,000) (0,002)	<b>-5,6432</b>	-4,058	-3,458	-3,155	<b>-10,797</b>	-2,590	-1,944	-1,614	I(0)
	constante	0,1019	<b>-1,6436</b>	-3,501	-2,892	-2,583					
QH	constante + tendencia	(0,092) (0,556)	<b>-1,7037</b>	-4,058	-3,458	-3,155	<b>-10,797</b>	-2,590	-1,944	-1,614	I(1)
	constante	0,1019	<b>-1,6436</b>	-3,501	-2,892	-2,583					

*Elaboración de los autores con base en el software E-views, versión 9.5. Valores críticos de Mackinnon (1996). Las longitudes de los retardos para las regresiones auxiliares del contraste DFA fueron elegidos mediante el criterio de Schwarz, SC.*

La tabla anterior muestra el procedimiento de Dolado, Jenkinson y Sosvilla-Rivero (1990) aplicado en la prueba Dickey-Fuller Aumentado (DFA). Los resultados en niveles, con términos constante y tendencia, permiten rechazar la hipótesis nula de la existencia de raíz unitaria o la no estacionariedad de la serie en el precio de la leche cruda (Pl), las cantidades comercializadas del ganado macho (Qm), el riesgo climático (Rc), y las cantidades comercializadas del ganado hembra (Qh); en todos los niveles de significancia, 1%, 5% y 10%, debido a que el estadístico  $\tau_\tau$  calculado (-7,2408; -7,4692 ; -6,3301; -5,6432), en cada una de las series, es más negativo a todos los valores críticos tau de Mackinnon (1996). Por lo tanto, estas variables son estacionaria integrada de orden cero I(0).

No obstante, no se puede rechazar la hipótesis nula de la existencia de raíz unitaria o la no estacionariedad de la serie en niveles, con términos constante y tendencia, para las variables: cabezas sacrificadas de ganado vacuno (S), precio del ganado macho (Pm), y Precio del ganado hembra (Ph); puesto que, el estadístico  $\tau_\tau$  calculado para todas estas series es menos negativo (-2,4319;-2,2867; -1,7037) a todos los valores críticos tau de Mackinnon para los diferentes niveles de significancia, 1%, 5% y 10%.

Además, el término tendencia en esta prueba no es significativo (P-valor = 0,357; 0,902; 0,556), por lo que se procede a ejecutar nuevamente este test, pero sin este término; aun así, estos resultados corroboran que las series son no estacionarias. Sin embargo, la aplicación de la prueba en las primeras diferencias conduce a un claro rechazo de la presencia de raíz unitaria, el estadístico calculado de las respectivas series (-15,14; -6,843; -10,797) supera, en valor absoluto, a todos los valores críticos de Mackinnon en los diferentes niveles de significancia (1%, 5% y 10%). Por esta razón estas variables son integradas de orden uno I(1).



Este caso particular, donde se tiene una combinación de series integradas de orden cero  $I(0)$  y uno  $I(1)$ , pero no de orden dos  $I(2)$  es ideal para la aplicación de la metodología ARDL / Pruebas límites de Pesaran y Shin (1999) y Pesaran *et al.* (2001). Ya que, precisamente, fue diseñada para esta situación.

### 4.3 Prueba de causalidad de Granger

**Tabla 3: Resultados prueba de causalidad de Granger, ganado macho.**

Hipótesis nula	Prob. De rechazar $H_0$	Retardo (meses)
$\Delta PM$ no causa a $\Delta QM$	0.0127	1
$\Delta Cabs$ no Causa $\Delta QM$	0.0042	6
$\Delta L$ no Causa $\Delta QM$	0.0172	8
$\Delta RC$ no Causa $\Delta QM$	0.000005	1

*Elaboración de los autores con base en el software E-views, versión 9.5. Las variables: cabezas sacrificadas de ganado vacuno ( $S$ ) y precio del ganado macho ( $Pm$ ) son tomadas en diferencias debido a que son integradas de orden uno  $I(1)$ .*

Los resultados de la prueba de causalidad de Granger para las variables del modelo del ganado macho, presentados en la tabla anterior, indican que se rechaza la hipótesis nula: “las variaciones en las diferentes variables no causan las variaciones en las cantidades de ganado macho”, para todas las variables. Específicamente, entre las variaciones del sacrificio y del riesgo climático para con las variaciones de las cantidades ( $\Delta$ os resultados de la prueba de causalidad de Granger para las variables del modelo del ganado macho, presentados en la tabla anterior lo que se concluye que las variaciones en las cantidades ofrecidas de ganado vivo

macho dependen de las variaciones en el precio del mismo, el en riesgo climático con un mes de retardo, las cabezas sacrificadas con seis periodos y del precio de la leche con ocho meses anteriores.

**Tabla 4: Resultados de la prueba de causalidad de Granger para el ganado hembra.**

Hipótesis nula	Prob. De rechazar Ho	Retardo (meses)
$\Delta PM$ no causa a $\Delta QH$	0.0353	3
$\Delta Cabs$ no Causa $\Delta QH$	0.0043	3
$\Delta L$ no Causa $\Delta QH$	0.0037	1
$\Delta RC$ no Causa $\Delta QH$	0.0066	1

*Cálculo de los autores con base en el software E-views, versión 9.5. Las variables: cabezas sacrificadas de ganado vacuno (S) y precio del ganado hembra (Ph) son tomadas en diferencias debido a que son integradas de orden uno I(1).*

La tabla anterior, evidencia la prueba de causalidad de Granger para las variables del modelo hembra, rechazándose la hipótesis nula: “las variaciones en las diferentes variables no causan las variaciones en las cantidades de ganado hembra”, al 1% de especificación para todas las variables ( $\Delta S$ ,  $\Delta PI$ ,  $\Delta RC$ ), excepto para el precio del ganado hembra ( $\Delta Ph$ ) que se rechaza al 5%. Por tanto, se llega a la conclusión de que con un mes de retardo las variaciones de la oferta dependen de las variaciones del riesgo climático y el precio de la leche, así en primer lugar ocurre los cambios en estas variables y luego, un mes después, reaccionan las cantidades. También, esta oferta depende tanto de las variaciones de las cabezas sacrificadas ( $\Delta S$ ) como del

precio ( $\Delta Ph$ ), con tres periodos de retardo; de esta manera, primero varían los sacrificios, el precio, y tres periodos posteriores reacciona la oferta.

#### **4.4 Resultados del modelo de la oferta del ganado vacuno macho en pie comercializado para ceba en subastas**

##### 4.4.1 Estructura del modelo ARDL para el ganado macho.

La especificación en el largo del número de retardos máximos apropiados para cada una de las distintas variables de este modelo ARDL, teniendo en cuenta el establecimiento de 3 retardos máximos para la variable dependiente ( $Q_m$ = la oferta del ganado macho) y 4 para las demás regresoras, de acuerdo al criterio de información Akaike (AIC), es seleccionada la siguiente estructura del modelo ARDL: 1, 2, 2, 4, 2 (ver anexo 1); es decir, 1 retardo para las cantidades del ganado macho, 2 para las cabezas sacrificadas de ganado vacuno, 2 para el precio de la leche cruda, 2 para el precio del producto en el mercado y 4 para el riesgo climático. Se incluye el término constante porque este resultado ser significativo en la aplicación de la prueba DFA para cada una de las series.

##### 4.4.2 Prueba LM de Breusch-Godfrey para el ganado macho.

*Tabla 5: Resultados de la prueba LM para el ganado macho.*

<b>Hipótesis</b>	<b>P-valor</b>
$H_A: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_p \neq 0$	<b>0,3885</b>
$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$	

*Elaboración de los autores con base en el software E-views, versión 9.5*

En este modelo ARDL, la aplicación de la prueba LM sobre los errores retardados con un largo de 4 rezagos incluidos, evidencian un p-valor mayor al nivel de significancia del 5% (P-valor=0,3885). Por tanto, se acepta la hipótesis nula: “No correlación serial en los residuos” y se valida, de esta manera, el supuesto de que los errores deben ser serialmente independientes en el modelo.

#### 4.4.3 Prueba límites (Bounds Test) para el ganado macho.

*Tabla 6: Resultados de la prueba límites (Bounds Test) para el ganado macho.*

Hipótesis Nula	F- calculado	k	Valores críticos de los límites suministrados por Pesaran (2001) a los diferentes niveles de significancia.							
			10%		5%		2.5%		1%	
			I (0)	I (1)	I (0)	I (1)	I (0)	I (1)	I (0)	I (1)
$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0$	<b>10,62421</b>	4	2,2	3,09	2,56	3,49	2,88	3,87	3,29	4,37

*Cálculo de los autores con base en el software E-views, versión 9.5*

Los resultados permiten señalar que existe una fuerte evidencia para rechazar la hipótesis nula de que los coeficientes de largo plazo en el modelo ARDL son ceros ( $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0$ ); dado que, al obtener un F calculado de 10,62421 con 4 grados de libertad (k=4), este

supera a los valores críticos de los límites superiores, proporcionados por Pesaran et al. (2001), en todos los niveles de significancia (10%, 5%, 2,5% y 1%). Por consiguiente, se llega a la conclusión de que si existe relación de cointegración de largo plazo entre las cantidades de ganado macho comercializadas para ceba, las cabezas sacrificadas de ganado, el precio de la leche, el precio del producto en el mercado y el riesgo climático.

#### 4.4.4 Relación de cointegración de largo plazo para el ganado macho.

*Tabla 7: Elasticidad de la relación de largo plazo para el ganado macho.*

<b>Variable</b>	<b>Término independiente</b>	<b>Rc</b>	
<b>Coefficientes estimados</b>	<b>1,9722</b>	<b>-0,426</b>	(Ver anexo 1)
<b>t-estadístico</b>	-0,408	(-2,7928)	
<b>p-valor</b>	-0,6844	-0,0066	

*Elaboración de los autores con base en el software E-views, versión 9.5*

La estimación de la relación de cointegración de largo plazo con las variables en niveles, por medio de una regresión, indica que la oferta de ganado macho en pie, comercializado para ceba en el departamento de Sucre, responde o está determinada en el largo plazo de manera significativa y negativa por los cambios en el riesgo climático ( $t=-2,7928$ ). Esto es, un aumento

del 1% en las desviaciones de las precipitaciones con respecto a su media mensual genera una disminución de la oferta de ganado macho, en el largo plazo, del 0,43% (elasticidad inelástica), en promedio

#### 4.4.5 Relación de corto plazo para el ganado macho.

*Tabla 8: Elasticidades de la relación de corto plazo para el ganado macho.*

<i>Variable</i>	<i>Pm<sub>-1</sub></i>	<i>PL<sub>-1</sub></i>	<i>Rc</i>	<i>Rc<sub>-3</sub></i>	<i>S</i>	<i>S<sub>-1</sub></i>	<i>Z<sub>-1</sub></i>
<i>Coefficientes estimados</i>	<i>2,1981</i>	<i>0,6541</i>	<i>-0,2091</i>	<i>-0,173</i>	<i>0,7937</i>	<i>0,6702</i>	<i>-0,7317</i>
<i>t-estadístico</i>	<i>2,6939</i>	<i>2,0261</i>	<i>-3,7507</i>	<i>-3,2539</i>	<i>3,4873</i>	<i>2,9077</i>	<i>-8,2425</i>
<i>p-valor</i>	<i>0,0087</i>	<i>0,0463</i>	<i>0,0003</i>	<i>0,0017</i>	<i>0,0008</i>	<i>0,0008</i>	<i>0</i>

*Elaboración de los autores con base en el software E-views, versión 9.5*

La función de corto plazo estimada de acuerdo a Pesaran et al. (2001) con la variables en diferencias, señala que la oferta de ganado macho en pie, comercializado para ceba en el departamento de Sucre, está influenciada significativamente en el corto plazo por las cabezas sacrificadas de ganado vacuno en el periodo actual y en el mes anterior en sentido positivo ( $t=3,4873$ ,  $t=2,9077$ ), una variación del 1% en el sacrificio de ganado vacuno del mes que transcurre y del anterior, en promedio, produce un aumento de las cantidades ofertadas, respectivamente de 0,79% y 0,67% (elasticidades inelásticas), para el mes siguiente. De igual forma, la oferta responde de manera positiva, en el corto plazo, al precio del coproducto leche y

al precio del producto en el mercado del mes anterior ( $t=2,0261$ ,  $t=2,6939$ ), así un aumento del 1% en el precio de la leche cruda y en el precio que se estable en las subastas del departamento de sucre en mes pasado, en promedio, produce un crecimiento de la oferta del ganado macho destinado para ceba del 0,65% y del 2,20% , correspondientemente, para el mes siguiente, siendo esta última una elasticidad elástica.

En sentido inverso, la oferta de ganado macho en pie está determinada en el corto plazo por el riesgo climático del mes que transcurre y del tercer mes anterior, de manera significativa ( $t = -3,7507$ ,  $t=-3,2539$  ); por lo que, una variación del 1% en las desviaciones de las precipitaciones con respecto a su media en el mes en curso y en el tercer periodo anterior, aproximadamente en promedio, provoca una disminución de la oferta comercializada de ganado macho en pie del 0,21% y 0,17% (elasticidades inelásticas), para el periodo posterior.

El coeficiente del termino de corrección de errores (*-El coef*, el cual representa la velocidad de ajuste hacia el largo plazo en el corto plazo, tiene el signo esperado (negativo) y es muy significativo ( $t=-8,2425$ ), esto es lo que cabría esperar si existe relación de cointegración entre las variables de estudio. El resultado de este coeficiente indica que casi el 0,73% del error de largo plazo se corrige dentro de un periodo (un mes); por lo tanto, se deduce que existe para la oferta comercializada de ganado macho una lenta velocidad del ajuste (lenta reacción), que tal vez se puede deber al hecho de que en el corto plazo los ganaderos tienen algunas restricciones como el acceso limitado a los insumos o elevado coste de transporte, que limitan su capacidad de adaptarse rápidamente a los incentivos de precios y otros.

En general, los signos de las variables determinantes de la oferta de ganado macho en pie comercializado para ceba en el departamento de Sucre, en las funciones estimas, tanto en el largo

como en el corto plazo, son consistentes teóricamente; ya que, evidencian el sentido de la relación descrita en el marco teórico.

#### 4.5 Resultados del modelo de la oferta del ganado vacuno hembra en pie comercializado para ceba en las subastas

##### 4.5.1 Estructura del modelo ARDL para el ganado hembra.

La especificación del modelo ARDL para la oferta del ganado hembra, atendiendo al establecimiento de 2 retardos máximos para la variable dependiente ( $Q_h$  = oferta del ganado hembra) y 3 para las demás variables exógenas, según el criterio de Akaike (AIC) la estructura seleccionada en este modelo ARDL se define así: 1, 0, 2, 1, 0 (ver anexo 2); esto es, 1 retardo para las cantidades de ganado hembra, 0 para las cabezas sacrificadas de ganado vacuno, 2 para el precio de la leche cruda, 1 para el riesgo climático y 0 para el precio del producto en el mercado.

##### 4.5.2 Prueba LM de Breusch-Godfrey para el ganado hembra.

*Tabla 9: Resultados de la prueba LM para el ganado hembra.*

Hipótesis	P-valor
$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$	<b>0,3791</b>
$H_A: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_p \neq 0$	

*Cálculo de los autores con base en el software E-views, versión 9.5*



Para esta especificación del modelo ARDL, los resultados de la prueba LM sobre los errores retardados con un largo de 3 rezagos incluidos, muestran un p-valor mayor al nivel de significancia del 5% (P-valor=0,3791). Por lo que, se acepta la hipótesis nula: “No correlación serial en los residuos”, llegando así al cumplimiento del supuesto de independencia en el término de error.

#### 4.5.3 Prueba límites (Bounds Test) para el ganado hembra.

*Tabla 10: Resultados de la prueba límites (Bounds Test) para el ganado hembra.*

Hipótesis Nula	F- calculado	K	Valores críticos de los límites suministrados por Pesaran (2001) a los diferentes niveles de significancia.							
			10%		5%		2.5%		1%	
			I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0$	<b>4,39154</b>	4	2,2	3,09	2,56	3,49	2,88	3,87	3,29	4,37

*Cálculo de los autores con base en el software E-views, versión 9.5*

En la anterior tabla, donde se muestran los resultados de la prueba límites, se evidencia un F calculado de 4,39154 con 4 grados de libertad (k=4), el cual supera a los valores críticos de los límites superiores, proporcionados por Pesaran et al. (2001), hasta en el nivel de significancia del 1%; aunque por un valor mínimo. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula de que los coeficientes de largo plazo en este modelo ARDL son ceros ( $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0$ ) y

se concluye que si existe relación de cointegración de largo plazo entre las cantidades de ganado Hembra comercializadas para ceba y las demás variables tomadas como sus determinantes.

#### 4.5.4 Relación de cointegración de largo plazo para el ganado hembra.

*Tabla 11: Elasticidades de la relación de largo plazo para el ganado hembra.*

<b>Variab</b> les	<b>S</b>	<b>Rc</b>
<i>Coefficientes estimados</i>	<i>1,2641</i>	<i>-0,4781</i>
<b>t-estadístico</b>	-2,1082	(-2,3075)
<b>p-valor</b>	-0,038	-0,0235

*Cálculo de los autores con base en el software E-views, versión 9.5*

La relación de cointegración de largo plazo para la oferta del ganado hembra en pie, comercializado para ceba en el departamento de Sucre, indica que esta es determinada por las variaciones de las cabezas sacrificadas de ganado vacuno y el riesgo climático, significativamente ( $t=2,1082$  y  $t=-2,3075$ ). En específico, un aumento del 1% en las cabezas sacrificadas de ganado vacuno ocasiona, en el largo plazo, una reacción positiva de la oferta del 1,26% (elasticidad elástica), aproximadamente en promedio; por el contrario, un aumento del 1% en las desviaciones de las precipitaciones con respecto a su media mensual genera, en el largo

plazo, una respuesta negativa de la oferta de ganado hembra del 0,48% (elasticidad inelástica), en promedio.

#### 4.5.5 Relación de corto plazo para el ganado hembra.

*Tabla 12: Elasticidades de la relación de corto plazo para el ganado hembra.*

<b>Variable</b>	<b><math>Pl_{-1}</math></b>	<b><math>Z_{-1}</math></b>
<b><i>Coefficientes estimados</i></b>	<b><i>1,0888</i></b>	<b><i>-0,3711</i></b>
<b>t-estadístico</b>	<b>-2,8237</b>	<b>(-5,0780)</b>
<b>p-valor</b>	<b>-0,0059</b>	<b>0</b>

*Cálculo de los autores con base en el software E-views, versión 9.5*

La dinámica de corto plazo establece que las cantidades comercializadas de ganado hembra en pie para ceba, obedecen significativamente ( $t=2,8237$ ), en el corto plazo, a los cambios en el precio de la leche cruda del mes anterior. Así pues, una variación del 1% en el precio de la leche cruda del mes anterior permite una reacción positiva de la oferta del 1,09%, en promedio, aproximadamente, (elasticidad elástica), para el mes siguiente.

Por otro lado, el coeficiente del termino de corrección de errores (*–or otro*, de igual forma que en el modelo del ganado macho, presenta el signo esperado (negativo) y es muy

significativo ( $t=-5,0780$ ). Lo cual, corrobora la existencia de relación de cointegración de largo plazo entre las variables de estudio y señala que, aproximadamente, el 0,37% del error de largo plazo se corrige en el corto plazo (un mes). Este resultado es, sin embargo, mucho más bajo que el coeficiente del término corrección de errores en el modelo del ganado macho; por lo que, desde esta perspectiva, para el ganado hembra existe una mayor lentitud en la velocidad del ajuste hacia el equilibrio de largo plazo (lenta reacción), en comparación con la oferta comercializada de ganado macho para cebar. Esto, podría deberse al hecho de que en el corto plazo los ganaderos tienen restricciones más acentuadas para el ganado hembra que para el ganado macho, las cuales le limitan su capacidad de adaptarse rápidamente a los incentivos de precios y otros.

## 5. Conclusiones

En este trabajo investigativo se analizó el comportamiento de la oferta primaria de ganado macho y hembra en pie comercializado para ceba en Sucre y sus determinantes, durante el periodo 2007-2014; mediante la estimación de un modelo ARDL.

El examen de las características de estacionariedad en el sacrificio de ganado regional, el precio de la leche cruda, el riesgo climático, las cantidades comercializadas y el precio en el ganado macho y hembra para ceba, presento evidencia empírica para advertir la presencia de una combinación de series integradas de orden cero  $I(0)$  y uno  $I(1)$ , pero no de orden dos  $I(2)$ ; lo cual permitió corroborar la aplicabilidad de la metodología ARDL.

El establecimiento estadístico de la dirección de causalidad, entre las cantidades comercializadas de ganado macho y hembra para ceba con cada una de las variables, consideradas como determinantes de la misma, demostró que las variaciones en ambas ofertas son causadas por variaciones pasadas en el sacrificio de ganado regional, el precio del coproducto leche, el precio que se establece en el mercado de las subastas y el riesgo climático.

Los resultados del modelo estimado para el ganado macho, lograron identificar arriesgo climático como el factor determinante de esta oferta tanto en el largo como en el corto plazo. También las variables: cabezas sacrificadas de ganado vacuno, precio del coproducto leche y precio del producto en el mercado se identificaron como factores asociados a las variaciones de la oferta del ganado macho comercializadas para ceba, específicamente en el corto plazo. En particular la elasticidad-precio de la oferta es elástica.

Para el caso del modelo de oferta primaria del ganado vacuno hembra existe una relación elástica entre oferta-primaria y el sacrificio e inelástica con respecto al riesgo climático, siendo ambas variables determinantes de esta oferta en el largo plazo. En cuanto al corto plazo solo las variaciones del precio de la leche cruda producen reacciones de manera sensible (elástica) en dicha oferta.

En este sentido, una implicación de política derivada de este estudio es actuar sobre las variables que resultaron ser sensibles para los comerciantes ganaderos, estas son: el precio del producto en las subastas, precio de la leche y las cantidades sacrificadas de ganado vacuno. En particular se destaca la necesidad de tener una política pública que aminore los riesgos provenientes de la escasez de agua en determinadas épocas del año, pues esta escasez afecta todo el proceso productivo de ganado en pie en un sistema de pastoreo con pastura natural.

Sin embargo, es relevante puntualizar que las políticas encaminadas a influir en la oferta surtirán los efectos con retardo, debido a la lenta velocidad del ajuste (lenta reacción), en la cual los errores de largo plazo se corrigen en el corto plazo, observada por medio de los coeficientes del término de corrección de errores para ambos modelos (machos y hembras), lo cual dejó entrever que existen, posiblemente, algunas restricciones para los ganaderos, las cuales limitan su capacidad de adaptarse o ajustarse rápidamente a los incentivos en las variables sensibles para ellos (precio del producto en las subastas, precio de la leche y las cantidades sacrificadas de ganado vacuno). Razón por la cual, es probable que la oferta de ganado vacuno para ceba reaccione lentamente ante las variaciones en dichas variables.

## 6. Recomendaciones

Al término de esta investigación se considera que existe nula o insuficiente disponibilidad de datos para algunos determinantes de interés que pueden ser significativos y tener capacidad de explicar a la variable dependiente, en un modelo de oferta de ganado, tal es el caso del precio de los insumos: sales mineralizadas, melaza y pasto. Por lo tanto, en futuras investigaciones, se debe hacer énfasis en la aprehensión y recopilación de información histórica sobre estas y otras variables no consideradas en este trabajo, con el fin de lograr un modelo mejor especificado.

Para seguir generando conocimientos que permitan contribuir a una mejor comprensión del comportamiento del mercado ganadero a nivel regional, se requiere de un mayor esfuerzo de la academia y más apoyo por parte de la Universidad de Sucre a líneas de investigación aplicada en Economía agraria regional en interdisciplinariedad con los programas académicos relacionados con la actividad agraria.

Además, es necesario que este trabajo pueda considerarse como una base para las nuevas investigaciones que se realicen en este campo y una herramienta para evaluar el impacto que podrían generar las reformas económicas encaminadas o direccionadas a este mercado. Para que, de esta manera, se sirva en la formulación de políticas públicas que propendan por el desarrollo o crecimiento del mercado ganadero de las subastas.

Asimismo, se sugiere que en futuros trabajos se investigue acerca de las posibles restricciones a las que se enfrentan los ganaderos, las cuales les impiden reaccionar de manera rápida a los incentivos y limitan así su proceso de adaptación ante cambios en las diferentes variables. Esto

con el fin de construir bases más fuertes, capaces de ofrecer un panorama más claro con respecto a las reacciones de la oferta de ganado vacuno en las subastas del departamento de Sucre.



## 6. Bibliografía

Barioglio, Carlos (2001). *Diccionario de Producción animal*. Argentina: Córdoba.

Castillo, Omar (2009). *Mercado y precios del ganado en el noroccidente del caribe colombiano*. Montería: Córdoba.

Castillo, Omar (2015). *Economía Agraria: Apuntes de Clase*. Córdoba: Montería.

Castillo, Omar; Guzmán, María & Kerguelen, María (2015). “Microeconomía de la Producción de Ganado Vacuno de Carne en el Valle Medio del río Sinú (Montería - Colombia): Un Estudio de Caso”. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, Volúmen XXII, No. 2, 123-135.

Carrera, Hernán (1996). *Elaboración y presentación de proyectos de reasentamientos campesinos*. Bogotá.

Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), (1981). *Sistemas de producción Bovina de doble propósito para pequeños productores del Istmo Centroamericano*. Costa Rica: Turrialba.

Corpoica, (2002). *Atlas de los sistemas de producción bovina módulo región Caribe*. Bogotá.

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), (2014). PIB por departamentos 2000-2013 preliminar. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/>

FEDEGAN and FNG (2013). “Análisis del inventario ganadero colombiano”. FEDEGÁN. Octubre. Recuperado en <http://www.fedegan.org.co/>

Fontalvo, Yanitza (2015). Región Caribe, una de las zonas que más sufre por fenómenos climáticos. El Tiempo. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/>

- García, Jorge (2006). Las políticas económicas y el sector ganadero en Colombia: 1950-1977. Banco de la República. Cuadernos de historia económica y empresarial No. 19. Diciembre. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/>
- Giles, Dave (2013). "ARDL Models - Part II - Bounds Tests", *Econometrics Beat: Dave Giles' Blog*. Recuperado de <http://davegiles.blogspot.com/>
- Gobernacion de Sucre (2010). Plan Vial Departamental De Sucre 2010-2019*. Sincelejo.
- Gujarati, Damodar N. & Porter, Dawn C (2010). *Econometría*. México. Mcgraw-hill/interamericana editores, S.A. de C.V.
- Hargadon, Bernard y Múnera, Armando (2005). *Contabilidad de costos*. Bogotá.
- Herrera Hugo y Renata José (1995). *La agrometeorología en la producción*. Costa Rica: San José.
- Obando, Hernando (2003). "Modelos de corrección de errores y cointegración: a propósito del premio Nobel de Economía". Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/>
- Ogundari, Kolawole & Nanseki, Teruaki (2011). *Maize Supply Response to prices in Nigeria: Application of ARDL and Cointegration Analyses*. Japan: Fukuoka.
- Pesaran, M. Hashem; Shin, Yong Cheol & Smith, Richard. J. (2001). "Bounds testing approaches to the analysis of level relationships". *Journal of Applied Econometrics*, No. 16: 289-326.
- Pindyck, Robert & Rubinfeld, Daniel (2001). *Econometria: Modelos y Pronosticos*. Mexico. Mcgraw-hill/interamericana editores, S.A. de C.

Quintero, José & López, Héctor (2011). Respuesta de la Oferta de Arroz en Colombia 1994-2008. *Revista Mundo Económico y Empresarial*, No. 10, 2011.

## 7. Anexos

*Anexo 1: Modelo estimado de oferta en el ganado vacuno macho en pie comercializado para ceba en las subastas del departamento de Sucre.*

ARDL Cointegrating And Long Run Form

Dependent Variable: QM

Selected Model: ARDL(1, 2, 2, 4, 2)

Date: 04/13/16 Time: 19:47

Sample: 2007M01 2014M12

Included observations: 92

Cointegrating Form				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PM)	-0.201550	0.850068	-0.237099	0.8132
D(PM(-1))	2.198071	0.815935	2.693928	0.0087
D(PL)	-0.359036	0.325519	-1.102965	0.2735
D(PL(-1))	0.654082	0.322821	2.026149	0.0463
D(RC)	-0.209284	0.055799	-3.750678	0.0003
D(RC(-1))	0.096605	0.062126	1.554980	0.1241
D(RC(-2))	-0.065267	0.066706	-0.978427	0.3310
D(RC(-3))	-0.173007	0.053169	-3.253910	0.0017
D(S)	0.793748	0.227614	3.487255	0.0008
D(S(-1))	0.670245	0.230503	2.907742	0.0048
CointEq(-1)	-0.731674	0.088768	-8.242514	0.0000

$$\text{Cointeq} = \text{QM} - (0.0957 \cdot \text{PM} + 0.7573 \cdot \text{PL} - 0.4261 \cdot \text{RC} + 0.0869 \cdot \text{S} + 1.9722)$$

## Long Run Coefficients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PM	0.095652	0.378692	0.252584	0.8013
PL	0.757282	0.691521	1.095095	0.2769
RC	-0.426055	0.152553	-2.792829	0.0066
S	0.086927	0.286062	0.303873	0.7621
C	1.972198	4.833585	0.408020	0.6844

*Anexo 2: Modelo estimado de oferta en el ganado vacuno hembra en pie comercializado para ceba en las subastas del departamento de Sucre.*

ARDL Cointegrating And Long Run Form  
 Dependent Variable: QH  
 Selected Model: ARDL(1, 0, 2, 1, 0)  
 Date: 04/13/16 Time: 19:48  
 Sample: 2007M01 2014M12  
 Included observations: 94

Cointegrating Form				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PH)	1.491532	0.840765	1.774017	0.0796
D(PL)	-0.763772	0.391702	-1.949878	0.0545
D(PL(-1))	1.088844	0.385613	2.823670	0.0059
D(RC)	-0.042156	0.067686	-0.622815	0.5351
D(S)	0.519959	0.270848	1.919741	0.0582
CointEq(-1)	-0.371087	0.073078	-5.077970	0.0000

Cointeq = QH - (1.2065\*PH -0.5760\*PL -0.4781\*RC + 1.2641\*S -12.0391 )

Long Run Coefficients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PH	1.206508	0.963389	1.252357	0.2139
PL	-0.576048	1.694241	-0.340004	0.7347
RC	-0.478122	0.207205	-2.307481	0.0235
S	1.264083	0.599590	2.108247	0.0380
C	-12.039063	9.880350	-1.218485	0.2264

*Anexo 3: Base de datos.*

AÑOS	MESES	Qm	Pm	Qh	Ph	Rc	Pl	S
<b>2007</b>	enero	4283	2834,06794	594	2164,6044	4,1264124	580,7086	45402
	febrero	3077	2903,29542	566	2204,70141	1,931336	640,94138	40980
	marzo	4026	3106,71113	709	2352,07616	0,941873	705,41393	41973
	abril	3285	3396,43957	1054	2676,74288	0,5635564	660,60055	37025
	mayo	7645	3487,72165	1473	2659,82688	0,3394042	647,66317	44395
	junio	7931	3573,13769	1508	2750,77785	0,473513	580,7086	40857
	julio	7148	3450,97664	1573	2561,09409	0,4642133	594,77672	40946
	agosto	8953	3475,32592	1819	2621,39362	0,3798936	600,37265	40863
	septiembre	7682	3443,27766	2376	2593,04251	0,5559285	614,89915	39021
	octubre	7454	3346,67856	1733	2511,38892	0,4345669	614,6275	43311
	noviembre	9421	3281,19414	2033	2473,94097	0,5546248	617,58176	43549
	diciembre	5372	3260,21277	1083	2448,31025	0,5323513	622,38657	42451
<b>2008</b>	enero	3838	3307,92705	797	2335,86073	2,0429011	675	44984
	febrero	5018	3230,60363	917	2386,49291	1,1926811	679	41059
	marzo	3844	3376,62045	625	2496,0688	0,728124	716	34244
	abril	4324	3419,65264	745	2548,89799	0,6094045	506,21651	39318
	mayo	4798	3448,22259	539	2529,2115	0,5245707	659,81666	41879
	junio	9106	3297,75084	1868	2516,15953	0,4766801	626,32914	42690
	julio	10834	3235,96474	1798	2359,7386	0,4609183	623,43648	46485

	agosto	7352	3184,38017	1046	2415,17495	0,3932737	692,4315	48957
	septiembre	9128	3093,54152	1352	2310,70562	0,3498003	696	52354
	octubre	9406	3045,03243	1752	2379,56336	0,6638526	675,39598	59666
	noviembre	7104	2975,10445	1114	2256,22083	0,5292017	757,54238	61069
	diciembre	4454	2914,89021	1365	2360,17289	1,232757	765,12807	49291
<b>2009</b>	enero	8245	3004,7185	1364	2292,0044	1,15349	758,9042	89891
	febrero	7786	3015,80426	1717	2373,6756	1,8877657	758,16534	74335
	marzo	5099	3136,63679	1517	2464,58998	0,8359768	735,78295	80880
	abril	4846	3277,43914	646	2517,35139	0,694266	735,83464	68951
	mayo	6268	3282,16656	1428	2507,21779	0,3775886	683,31254	66438
	junio	8320	3296,45421	1797	2489,52365	0,3965196	686	54755
	julio	11104	3255,64355	2599	2446,35821	0,6688808	470,83836	60581
	agosto	4242	3118,8463	1287	2427,79254	0,610806	692,30249	51313
	septiembre	7764	2906,84815	2259	2404,36653	0,5488017	688,31458	53672
	octubre	6606	2736,37829	2187	2319,50526	0,4286482	697,72067	56370
	noviembre	7165	2690,85485	2017	2234,50719	0,5192393	682,24036	55275
	diciembre	5836	2611,41158	1413	2169,99222	0,7781923	694,68824	60724
<b>2010</b>	enero	4990	2419,96954	2488	2259,45096	2,4074747	662,46523	58021
	febrero	5269	2435,94648	1462	2027,37551	0,8619894	700,41498	54572
	marzo	4522	2816,02012	2104	2300,29278	0,6723117	704,56406	55403
	abril	8767	2867,37824	1831	2324,63572	0,7012212	697,32583	49613
	mayo	9349	2914,9047	2399	2394,67528	0,4219161	671,90513	54648



	junio	12468	2922,95765	2854	2338,03784	0,4942234	685,40017	55670
	julio	11356	2895,24428	3643	2296,96898	0,4284948	655,75659	57659
	agosto	6482	2879,91561	2148	2266,42272	0,5327377	649,41453	56935
	septiembre	8669	2892,95444	3331	2214,26629	0,3055309	659,65501	56495
	octubre	5943	2836,85782	2938	2163,22498	0,5060794	667,98615	58046
	noviembre	5777	2712,76268	1909	2087,4374	0,5304039	656,59761	58045
	diciembre	4559	2698,02193	1685	2080,70089	0,7348484	672,09014	60572
<b>2011</b>	enero	5783	2840,0683	2931	2212,69737	1,3887022	670,25301	56291
	febrero	6527	2741,25632	2257	2115,38325	1,0667367	667,12381	54976
	marzo	4970	2836,99759	1937	2119,51678	0,7063454	675,49015	59870
	abril	6535	2810,55241	2203	2144,50159	0,5495846	658,3647	54651
	mayo	6957	2803,36697	2280	2137,17982	0,4605844	662,34461	59249
	junio	7865	2828,64743	2947	2135,34272	0,4683118	678,43135	60290
	julio	7447	2805,953	2308	2127,82582	0,4977116	664,69481	62465
	agosto	8107	2738,09732	2297	2129,7488	0,4125588	701,16923	65107
	septiembre	7911	2771,54431	2580	2120,52209	0,5028829	707,77002	65315
	octubre	8758	2731,37337	2317	2085,70997	0,4951806	708,84003	65846
	noviembre	9402	2703,68305	2060	2118,46117	0,5164571	716,33002	64010
	diciembre	5518	2674,52682	1600	2097,09875	0,6235539	741,15	67665
<b>2012</b>	enero	5047	2639,43551	1912	2071,06538	1,5570628	711,46	63474
	febrero	5686	2592,95885	2193	2100,77702	1,1364254	703,82	63028
	marzo	4207	2582,98336	1893	2101,15689	1,0141176	725,76	58792

	abril	3947	2697,69192	1440	2202,35556	0,6619942	700,25	54415
	mayo	7378	2763,96042	2564	2216,13534	0,6309182	660	58867
	junio	10092	2796,90914	2797	2222,43833	0,6369906	682,17	56596
	julio	8925	2837,1079	2144	2253,46035	0,5513398	689,29	55245
	agosto	9561	2860,66363	2427	2278,92707	0,4948797	715,99	59101
	septiembre	7712	2806,90158	2122	2279,77757	0,7041623	704	54509
	octubre	6841	2773,3998	3122	2247,47438	0,5330619	697,4	57844
	noviembre	6551	2798,44299	2491	2264,29868	0,8618319	677,81	57044
	diciembre	5216	2746,57765	1639	2241,96705	0,7965728	691,55	59003
<b>2013</b>	enero	5965	2771,03806	1736	2229,37788	1,9489591	678,35	64265
	febrero	4111	2810,20676	1571	2283,14067	1,1540408	666,93	59699
	marzo	4322	2930,00347	1729	2411,46906	0,8141492	679,93	52867
	abril	5714	2943,62636	2164	2422,52033	0,7504845	687,7	61621
	mayo	6606	3049,89994	2782	2495,15744	0,4187269	691,48	62859
	junio	9352	3118,27	3584	2594,00474	0,642271	669,97	57680
	julio	9574	3243,58408	2935	2591,97922	0,5302133	691,17	58153
	agosto	7676	3261,60279	2456	2641,20969	0,4111146	700,01	58867
	septiembre	7524	3331,18222	3256	2674,83262	0,4685028	705,63	63761
	octubre	9386	3420,15715	3946	2755,45438	0,4810411	715,95	67917
	noviembre	12174	3348,69303	3231	2744,73383	0,6346848	720,27	64728
	diciembre	6109	3282,25945	2313	2675,72503	0,9806094	718,81	66906
<b>2014</b>	enero	7235	3246,098	2655	2643,03427	1,2786015	715,19	68621

	febrero	4551	3258,64272	1902	2677,16088	1,440409	788,37	54545
	marzo	3416	3383,92213	1449	2653,13043	1,4857223	743,75	52775
	abril	4509	3342,54469	1453	2698,48864	0,7507157	740,65	47017
	mayo	5235	3403,15759	2546	2753,00314	0,5410162	740,55	51657
	junio	8808	3285,44346	3559	2602,36162	0,762866	741,83	49177
	julio	10839	3152,49497	3711	2548,30881	0,9841112	747,12	58165
	agosto	7937	3255,78959	3265	2628,26401	0,6897837	743,22	52421
	septiembre	9362	3367,31767	2572	2683,07932	0,6310575	769,41	58762
	octubre	10105	3398,76794	3232	2768,89171	0,4973537	752,13	60475
	noviembre	9827	3415,7285	2602	2791,2917	0,5771738	759	57394
	diciembre	6294	3333,25548	2250	2796,96267	0,6593255	745,44	61244