



Ciclo Ganadero y Oferta de Carne Bovina en Chile, 1980-2018: implicancias de política

Jorge Ortega, Alberto Valdés, William Foster y Romina Aguirre



www.odepa.gob.cl

Ciclo Ganadero y Oferta de Carne Bovina en Chile, 1980-2018: implicancias de política

Julio 2020

Autores:

Jorge Ortega, Alberto Valdés, William Foster y Romina Aguirre.

Los autores agradecen la información proporcionada por el Departamento de Política Sectorial y Análisis de Mercado de ODEPA. También agradecen los comentarios de Claus Kóbrich y Rafael Larraín a una versión anterior presentada al Congreso de Economistas Agrarios (Santiago, 12 y 13 de diciembre, 2019).

Estudio producido y editado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – Odepa. Ministerio de Agricultura

Directora Nacional y Representante Legal: María Emilia Undurraga Marimón

Informaciones:

Centro de Información Silvoagropecuaria, CIS

Valentín Letelier 1339. Código postal 6501970

Teléfono: (56-2) 2397 3000

www.odepa.gob.cl

e-mail: odepa@odepa.gob.cl

ÍNDICE

Resumen	4
1. Introducción.....	6
2. Objetivo general y específicos.....	9
3. Tendencias en la producción y consumo de carne bovina.....	10
4. Predicción de Stocks Anuales utilizando el Ciclo Ganadero.....	14
5. Estimación de funciones de oferta, de stocks, consumo e importaciones	17
6. Consideraciones finales	23
7. Bibliografía.....	26
8. Anexos	28

Resumen

En base a un modelo analítico, este estudio presenta estimaciones para documentar las tendencias de largo plazo del consumo y la producción de carne vacuna, y explicar el ciclo ganadero en Chile durante el periodo 1980-2018. Para este análisis se utilizan datos de faenamiento, existencias observadas por tipo de ganado (sexo y edad) y parámetros de natalidad y mortalidad. Luego para dar una estimación cuantitativa del impacto de cambios en precios internos y externos se estiman funciones de faenamiento o producción, consumo, importaciones, exportaciones y stock o existencias de ganado de corto y largo plazo, usando como variables explicativas los precios internos e internacionales, el precio de soya, precio de la tierra y el stock o existencias de ganado predichas por el ciclo ganadero.

El análisis indica la existencia de un ciclo ganadero de entre 7 y 10 años de duración, y un aumento en la producción hasta el año 2000 y luego una reducción a partir de ese año. Los novillos representan más del 50% del ganado faenado y la tendencia es más o menos estable. Sin embargo, importante como determinante del crecimiento del stock, la participación de vaquillas en faenamiento es creciente, mientras que la de vacas y otros (terneros y terneras, toros/torunos y bueyes) es decreciente. Este faenamiento creciente el vaquillas podría reflejar un estancamiento del stock de largo plazo.

El consumo per cápita de carne de vacuno aumentó fuertemente a principio de los años '90, impulsado principalmente por las importaciones de carne. Antes de los '90, las importaciones representaban menos del 5% del total del consumo, mientras que actualmente supera el 50%. Las exportaciones de carne de vacuno alcanzaron su máximo valor en 2005 (80 millones US\$ 2010), reduciéndose hasta el 2011 y luego se observa un ligero aumento. En el caso de las exportaciones de ganado vivo, estas empezaron en el 2012 y alcanzaron su máximo valor en el 2015 (40 millones US\$ 2010). El análisis de la tendencia de existencias (stock) de ganado muestra una reducción desde 4,1 millones de cabezas en el Censo Agropecuario del 2007 a 2,9 millones en la encuesta ganadera del 2017, principalmente en vacas y vaquillas, lo que reduce la posibilidad de expansión del stock y faenamiento en el corto y mediano plazo. Esta reducción del stock estaría reflejando las menores

ventajas comparativas y reducción de la rentabilidad, debido a mayores costos de producción, de producción de carne en relación a otras actividades económicas.

Para la estimación econométrica de los modelos de oferta o producción, stock o existencias, consumo, importaciones y exportaciones, se utilizó un modelo con rezagos distribuidos y de corrección de errores (ARDL). Las estimaciones de largo plazo en general son consistentes con los resultados esperados de la teoría de la oferta y demanda. La producción o faenamiento de ganado responde positivamente al precio en feria, debido principalmente a la respuesta positiva en novillos y vaquillas, y negativamente al precio de la leche en vacas y terneros, y negativamente al precio de la soya y precio de la tierra. El stock de ganado presenta una menor respuesta a los incentivos económicos pero en general responde positivamente al precio del ganado en feria (aunque en vacas es negativo y terneros es positivo), negativamente al precio de la leche (lo que es contrario a lo esperado, aunque en novillos y vaquillas es positivo), y finalmente se observa una respuesta negativa al precio de la soya, precio de la tierra y a la participación de las importaciones en el consumo total. El consumo responde negativamente al precio de la carne mayorista, negativamente al precio de pollo mayorista y positivamente al ingreso per cápita nacional. La demanda por importaciones responde negativamente a los precios internacionales, positivamente al ingreso per cápita nacional y negativamente al tipo de cambio.

Finalmente se entregan algunas observaciones acerca de políticas para el sector ganadero en Chile, tomando en cuenta que las expectativas los empresarios ganaderos de duplicar la masa ganadera en los próximos 7 años, es decir llegar a 6 millones de cabezas de ganado, de no haber cambios importantes en la productividad del sector, indican a 7 años la masa ganadera podría llegar solo a 4 millones de cabezas de ganado.

1. Introducción

De acuerdo con el Panorama de la Agricultura Chilena 2019 (ODEPA, 2019) el PIB del sector agrícola representa un promedio del 2,7% del PIB total para el periodo 2014-2018, y en cuatro regiones este supera el 10% (13,1% en el Maule, 12,5% en O'Higgins, 10,3% en los Ríos y 9,8% en la Araucanía). Si se considera una medición ampliada del PIB sectorial, para el 2015 el PIB del sector a nivel nacional sería del 14,4%. Al descomponer el PIB sectorial por rubros en el 2017, la fruticultura representa el 33%, seguido por cultivos y hortalizas (22%), ganadería (19%), silvicultura (19%) y servicios de apoyo (7%).

Para el 2017 la ganadería (carne y leche) constituye entonces, junto con la silvicultura, el tercer rubro principal de la actividad agrícola del país. Dentro de la carne, el principal consumo nacional es carne de ave (48%), luego carne de vacuno (30%), carne de cerdo (21%) y finalmente carne de ovino (1%). En la producción de carne, solo en la carne de vacuno se observa una disminución anual de alrededor de -1,7%, mientras que en aves y cerdos la producción ha aumentado. Esta reducción en la producción de carne es compensada por el aumento en las importaciones, poniendo nuevamente de manifiesto las ventajas comparativas de la producción de carne en relación a otros sectores.

A mediados de los años 90 el stock de ganado y el faenamiento de ganado vacuno se ha reducido considerablemente, y el aumento del consumo ha sido abastecido principalmente por importaciones. Desde entonces hay un interés en el sector ganadero y en las autoridades de gobierno a promover la reactivación del sector, aprovechando las ventajas sanitarias de Chile y los tratados comerciales de Chile, principalmente con la Unión Europea en el 2003 y con China en el 2006. Después del Acuerdo de Asociación con la Unión Europea en el 2003 el volumen de exportaciones aumentó hasta el 2006, luego se redujo, debido en parte a la crisis económica del 2008-2009, pero principalmente a la existencia de algunas restricciones específicas (barreras técnicas al comercio y medidas fitosanitarias) de las importaciones agrícolas de la Unión Europea desde Chile, dentro de los que se incluyen los productos lácteos, cárnicos, pesqueros y otros (De Frahan, Hartwell, & Valdés, 2020). Sin embargo, a partir del 2016 observa una tendencia creciente en las exportaciones, empujado principalmente por el mercado chino.

Para el desarrollo del sector se ha establecido la Comisión Nacional de la Carne Bovina, que es una iniciativa de coordinación público-privada y asesora del Ministerio de Agricultura en materia de

políticas para el sector ganadero, cuyo objetivo estratégico es “generar las condiciones para el desarrollo competitivo de los sectores de producción, transformación y comercialización de carne bovina, con reglas claras, innovadora, sustentable y donde todos los eslabones de la cadena están articulados”¹. La Comisión ha impulsado varias iniciativas como el mejoramiento de la productividad y gestión, fortalecimiento del mercado interno y la certificación y tipificación de la carne. Para incrementar la masa ganadera la Comisión ha planteado lo siguiente: (a) el eslabón criancero es de los más sensibles a los incentivos económicos y el que más ha disminuido su participación del tiempo, por lo que es necesario apoyarlos para mejorar sus índices productivos y reproductivos²; (b) se propone incrementar la importación de vientres desde zonas libres de Fiebre Aftosa, no sólo para la engorda sino también para crianza, porque una de las restricciones más importantes en el comercio de carne es que los animales sean nacidos y criados en Chile³; (c) el Ministerio de Agricultura debe seguir apoyando a la industria exportadora en mejorar su inserción y diversificación en el mercado internacional, más allá del mercado asiático y en especial el mercado chino⁴.

La Federación Nacional de Productores de Ganado Bovino (FEDECARNE) también ha planteado varios temas dentro de la Comisión Nacional de la Carne Bovina⁵: (a) la necesidad de una mayor integración entre las plantas, ferias y productores, y traspaso de un margen de ganancia de las exportaciones a los productores; (b) una mayor capacitación en gestión a los productores, mayor acceso a crédito, mayor inversión y acceso a desarrollo tecnológicos en genética, alimentación, trazabilidad y praderas; (d) un mayor control a la carne importada, modificar la tipificación actual de la carne, monitorear los canales de comercialización de la carne nacional y estudiar la preferencia de los consumidores en comparación con la carne importada.

¹ <https://www.odepa.gob.cl/coordinacion-publico-privada/comision-nacional-de-la-carne-bovina>

² Algunas medidas de apoyo pueden incluir subsidios a la inversión en mejoramiento genético, asistencia técnica para manejo del ganado y acceso al crédito.

³ Normativa entraría en vigencia en abril de 2021

⁴ Una opción relevante de diversificación de los destinos de exportación es el Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico (TPP-11 o CPTPP, por sus siglas en inglés) que se encuentra estancado en el Congreso.

⁵ Los planteamientos de la Comisión Nacional de la Carne y de FEDECARNE se basa en presentaciones y actas de las reuniones de la Comisión y en comentarios por escrito de Romina Aguirre, analista de cadenas de ODEPA (24-05-2020).

Para el Presidente de la Corporación de la Carne, un ente privado de apoyo técnico al sector y que representa principalmente las regiones de Los Ríos y Los Lagos, los desafíos del sector son: (a) Fomentar el ingreso de animales con registro antes del año de vida, para facilitar el ingreso de animales a la oferta exportable; (b) Continuar con la prospección y penetración de mercados, en especial del bloque asiático, implicando acelerar acuerdos zoosanitarios y arancelarios; (c) Posicionar a la carne, en el marco de visitas internacionales, como un producto tan relevante como la fruta o el vino; (d) En materia sanitaria, creemos en la necesidad de impulsar un programa de compensaciones sanitarias para hacer de Chile un país libre de Brucelosis bovina (BB) y Tuberculosis bovina (TB).⁶

Para poder apoyar el desarrollo de políticas ganaderas es importante conocer la dinámica o ciclo ganadero de la producción y stock o existencia de ganado, así como el consumo, importaciones y exportaciones de carne. El estudio del ciclo ganadero ha sido ampliamente estudiado en países ganaderos como Argentina y Estados Unidos, motivado para diferenciar la respuesta a incentivos de la oferta en el corto, mediano y largo plazo. Esto es especialmente importante debido a las características de bien de consumo (novillos, por ejemplo) y bien de capital del ganado (vaquillas, por ejemplo), lo que hace la respuesta de la oferta a los precios esté conectada a decisiones de inversión y eso puede conducir a elasticidades precio negativas en el corto plazo, pero positivas en el largo plazo (Yver, 1972; Jarvis, 1974; Rosen, et. al., 1994 ; (Nerlove and Fornari, 1998 ; Chavas, 2000). En Colombia, también se destacan algunos estudios que siguen los enfoques teóricos y empíricos mencionados anteriormente (Rivas y Valdés, 1978; García García, 2006). En Chile solamente existe un estudio reciente sobre el comportamiento y caracterización de la producción ganado bovino, usando modelos univariados de series de tiempo para caracterizar el ciclo, estacionalidad y estacionariedad estadística de los datos (Rojas Cofré, 2019). Sin embargo, este estudio no incluye el análisis de los stocks, ni hace ningún análisis para explicar el comportamiento de la producción a los incentivos económicos.

En este contexto, el objetivo de este estudio es documentar las principales tendencias y estimar modelos econométricos de la producción, importaciones, exportaciones y stock de ganado bovino en Chile, y determinar el efecto de algunos factores económicos de corto y largo plazo. A partir de este

⁶ <https://www.corporaciondelacarne.cl/2019/01/23/los-desafios-para-la-ganaderia-en-2019/>

análisis se hacen algunas recomendaciones de política que contribuyan al desarrollo del sector de carne bovina.

2. Objetivo general

Estimar cuantitativamente el impacto de los cambios en precios internos y externos y otras variables sobre las funciones de faenamiento, consumo, importaciones, exportaciones y stock de ganado bovino a corto y largo plazo.

2.1. Objetivos específicos

- Documentar las tendencias de largo plazo del consumo y la producción de carne de vacuno
- Explicar el ciclo ganadero bovino en Chile durante el periodo 1980-2018
- Estimar funciones de faenamiento o producción, consumo, importaciones, exportaciones y stock de ganado en el corto y largo plazo.
- Analizar cuantitativamente el efecto de los precios internos y externos sobre las funciones de faenamiento, consumo, importaciones, exportaciones y stock de ganado en el corto y largo plazo.
- Estimar cuantitativamente el impacto de otras variables como el precio de la tierra, tipo de cambio, precios de la leche, entre otras, sobre las funciones de faenamiento, consumo, importaciones, exportaciones y stock de ganado en el corto y largo plazo.

3. Tendencias en la producción y consumo de carne bovina

La Figura 1 muestra la tendencia histórica del ganado faenado en Chile, resaltando un ciclo de entre 7 y 10 años, un aumento en la producción hasta el año 2000 y luego una reducción permanente (panel A). En valores absolutos los machos beneficiados son mayores que las hembras, pero están correlacionados positivamente y siguen el mismo ciclo total (panel B). Sin embargo, en términos relativos la correlación de hembras y machos es inversa respecto al total de faenados: el porcentaje de hembras se correlaciona positivamente con el total faenados, mientras que el porcentaje de machos lo hace en forma negativa (panel C). Es decir que en el largo plazo, cuando aumenta el faenamamiento, el porcentaje de hembras también aumenta, pero el porcentaje de machos se reduce, aun cuando los machos faenados son mayores a las hembras (un promedio de 57% vs. 43%). Una mayor desagregación de la composición (panel D) muestra que los novillos representan aproximadamente el 50% del ganado faenado, siguiendo inversamente el ciclo total y variando entre 42% y 62%. Sigue en importancia las vacas (26%) y vaquillas (16%), las cuales siguen en forma directa el ciclo total. Finalmente están los otros (terneros y terneras, toros/torunos y bueyes) con un promedio de participación del 7,5%. Es importante destacar una tendencia creciente en el porcentaje de las vaquillas hasta aproximadamente el año 2002 y luego se estabiliza, mientras en las vacas había sido decreciente hasta ese año, pero luego se observa una leve alza, lo que se explica por la modificación de la norma técnica Nch1306 que permitió la incorporación de la vaca joven en la categoría V; en los otros tipos de ganado la tendencia es decreciente durante todo el periodo.

La Figura 2 muestra la evolución de la producción y consumo de carne. La producción de carne sigue, como es esperado, el mismo ciclo y tendencia del ganado faenado (Panel A). En este mismo panel se muestra que las exportaciones de carne habían sido nulas o muy bajas hasta el año 2000, luego empieza a aumentar, llegando a un 5,5% del total de la producción nacional en el 2005, atribuido principalmente al Acuerdo de Libre Comercio con la Unión Europea que entró en vigor en el 2003; actualmente la participación de las exportaciones varía entre 1,5% a 2,3%, con una tendencia al alza en los últimos años. El consumo per cápita de carne de vacuno aumentó fuertemente a principio de los años 90, soportado principalmente por las importaciones de carne (Panel B) y aumento en el ingreso per cápita de la población. Antes de los '90, las importaciones representaban menos del 5% del total del consumo, mientras que actualmente superan el 50%.

Figura 1. Tendencia del ganado bovino beneficiado y su composición, 1975-2018

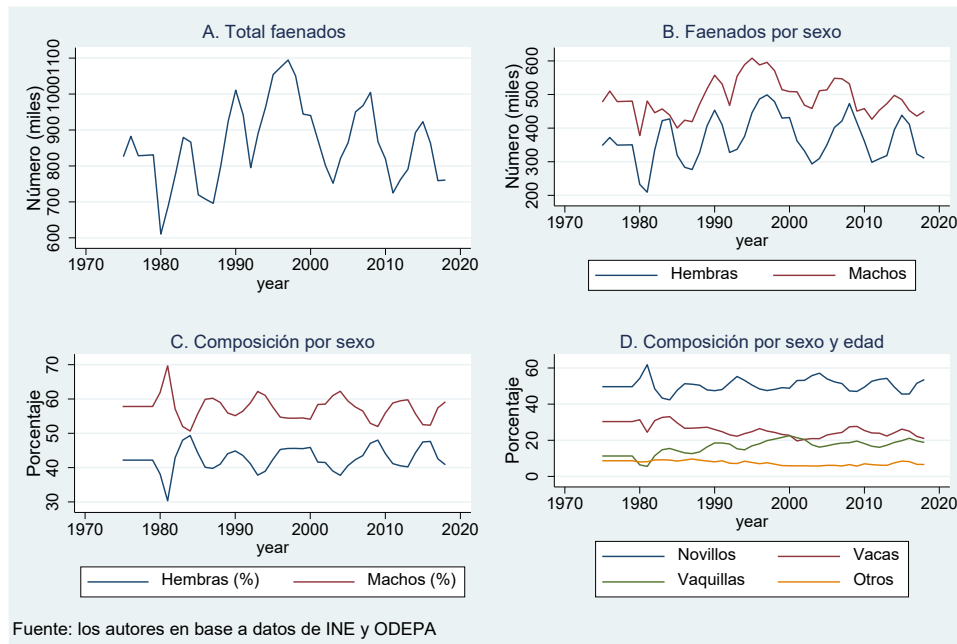
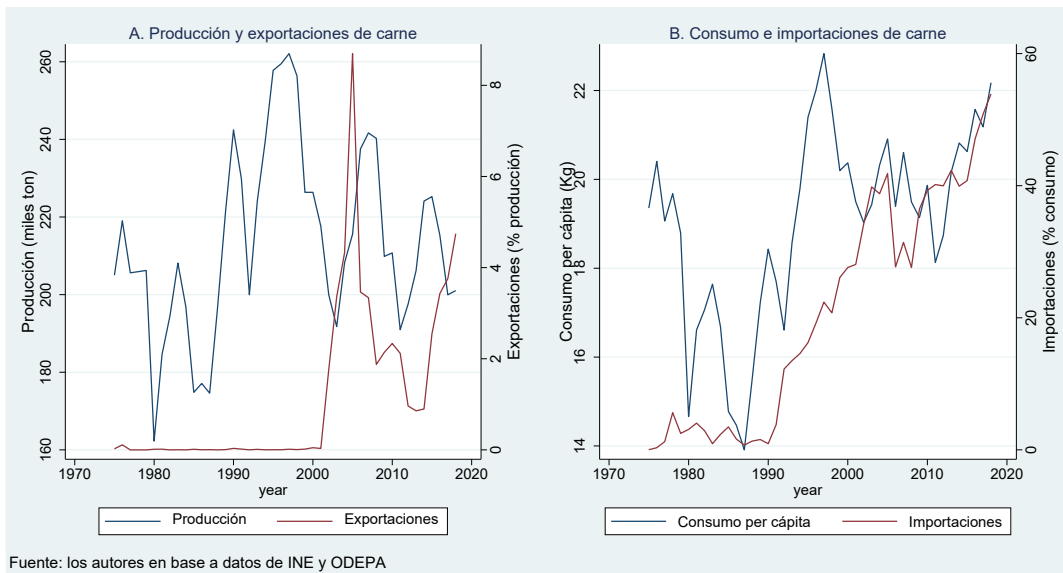
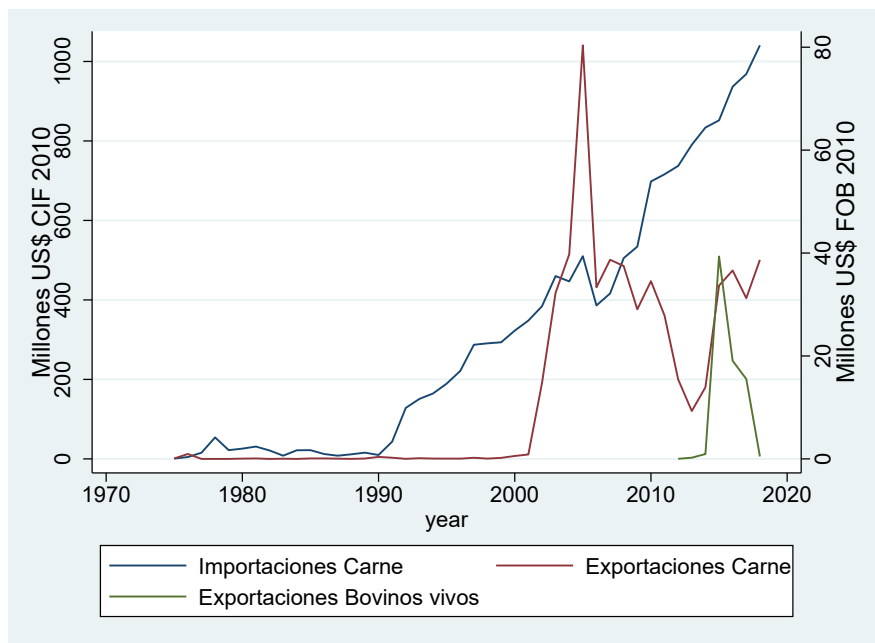


Figura 2. Tendencia en la producción y consumo de carne, 1975-2018



La Figura 3 muestra el valor de las importaciones y exportaciones bovinas. Como se indicó anteriormente, las importaciones han tenido un fuerte crecimiento desde los años 90 y la caída observada en el 2010 se debió a focos de fiebre aftosa en Paraguay y Brasil, que obligó al cierre del mercado (Panel B). En el caso de las exportaciones, con valores mucho menores que las importaciones, las de carne alcanzaron su máximo valor en 2005 (80 millones US\$ 2010), reduciéndose hasta el 2011 y luego se observa un ligero aumento. A partir del 2012 se registran exportaciones de ganado vivo, las que alcanzaron su máximo valor en el 2015 (40 millones US\$ 2010). Como se indicó anteriormente, en los últimos tres las exportaciones se han incrementado, principalmente por una mayor demanda China⁷.

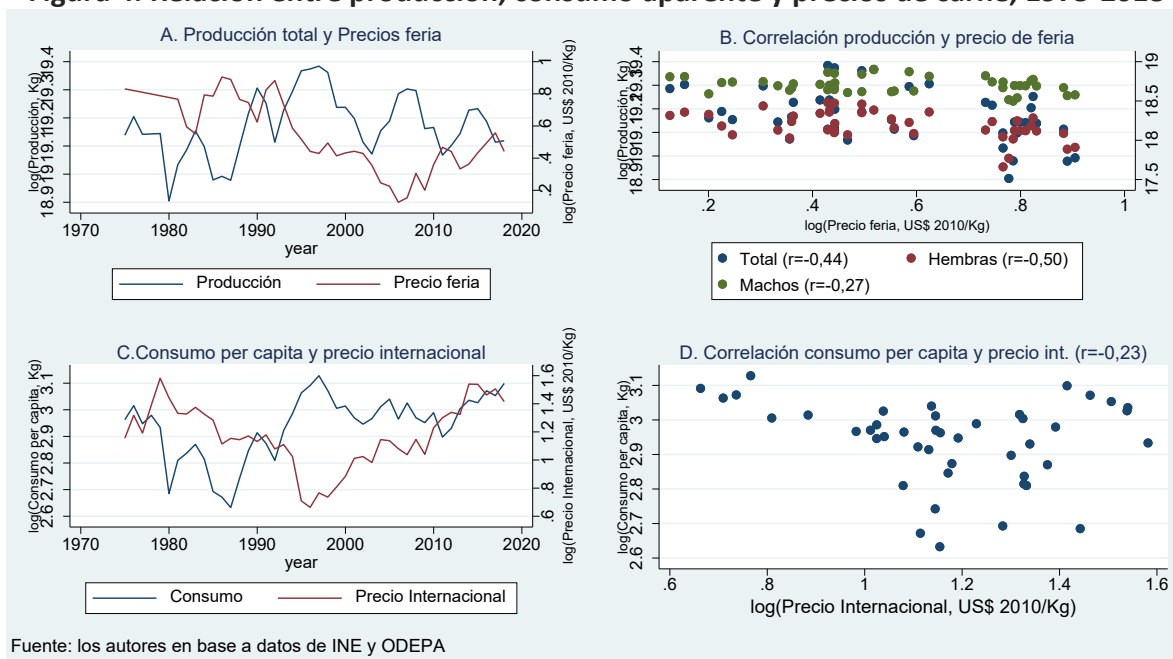
Figura 3. Tendencia valor de las importaciones y exportaciones de ganado bovino, 1975-2018



⁷ En el boletín de la carne de enero 2020 (ODEPA, 2020) se destaca que en el 2019 las exportaciones llegaron a un valor FOB de 80,2 millones de dólares, con un alza del 97,2% respecto al 2018. Y en el boletín de abril 2020 se indica que en primer trimestre del 2020 hubo un aumento del valor FOB de las exportaciones en 78,7% respecto a igual periodo del 2019. La principal causa de este aumento se debe a una mayor demanda China, influenciada por la Fiebre Porcina Africana en el país asiático. Si bien en febrero había una alerta en los sectores exportadores de Chile (principalmente frutas, carnes y minería), debido a problema del Covid-19 que afecta China (Diario Financiero, 6 de febrero 2020), en marzo y abril se empieza a observar una recuperación de las exportaciones hacia ese país.

La Figura 4 muestra la relación negativa que existe entre la producción y consumo, respecto al precio de la carne. Por el lado de la producción (Paneles A y B) la correlación negativa está ampliamente documentada en la literatura y fue lo que motivó los estudios del ciclo ganadero, pues no se condice con lo que la teoría del productor esperaría; sin embargo, esto está relacionado justamente con este ciclo ganadero, pero en el largo plazo se esperaría una correlación positiva. El panel B también muestra la producción de hembras tiene una correlación negativa mayor que la producción de machos, lo que está relacionado con lo que se mostró anteriormente en el panel C de la Figura 1. En cuanto a la correlación negativa entre el consumo y los precios internacionales, esta es la esperada según la teoría económica del consumidor.

Figura 4. Relación entre producción, consumo aparente y precios de carne, 1975-2018



4. Predicción de Stocks Anuales utilizando el Ciclo Ganadero

El Cuadro 1 muestra las existencias o stock reales de ganado bovino observados en los Censos Agropecuarios y encuestas de ganado bovino realizadas por el INE en el 2013, 2015 y 2017. En total, las existencias de ganado bovino aumentaron de 3,4 millones de cabezas en 1976 a 4,1 millones en 1997; posteriormente la masa ganadera decrece hasta llegar a 2,9 millones en el 2017⁸.

Los stocks anuales de ganado para Chile durante 1975 y 2018 se estimaron siguiendo el modelo demográfico para Colombia propuesto por Rivas y Valdés (1978), y adaptado por García García (2006). Para las estimaciones se usaron los parámetros de composición del ganado por edad, tasas de parición, muerte y reemplazo, obtenidos de los Censos Agropecuarios (1976, 1997 y 2007), y del estudio de Köbrich (2016). En el Anexo se describe en mayor detalle el modelo demográfico y los parámetros utilizados.

**Cuadro 1. Existencias de ganado bovino por categoría, nivel nacional
(número de cabezas), 1976-2017**

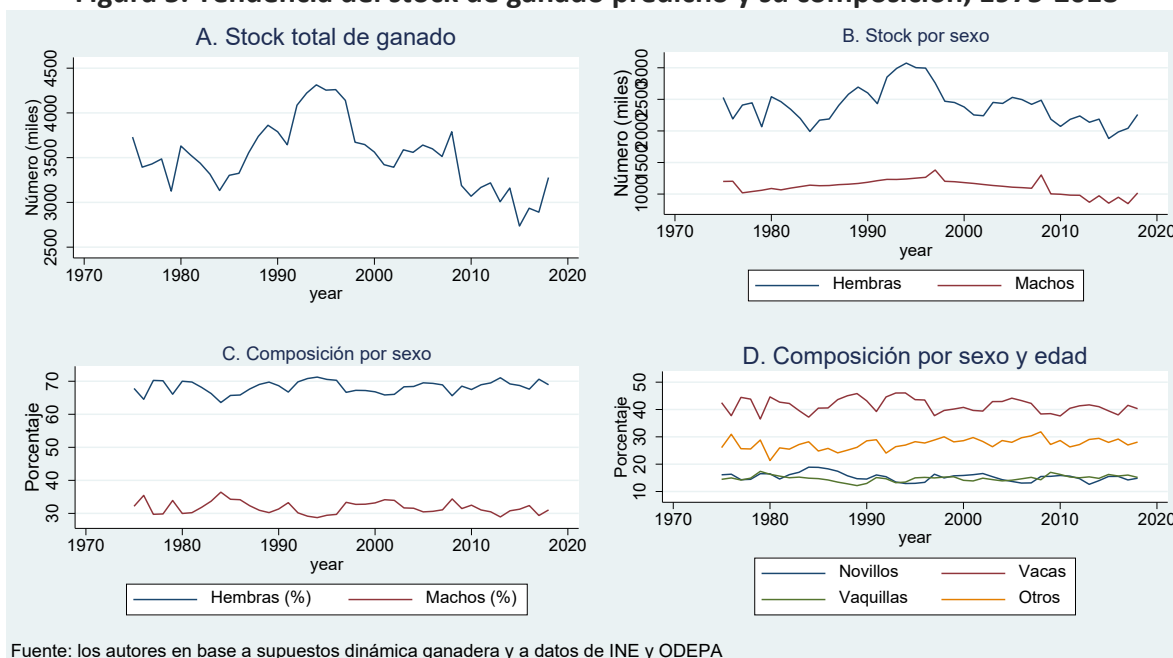
Categoría	Censo 1976	Censo 1997	Censo 2007	Encuesta 2013	Encuesta 2015	Encuesta 2017
Total	3.393.645	4.140.247	3.789.697	3.007.883	2.735.857	2.890.840
Vacas	1.281.165	1.563.022	1.453.748	1.254.574	1.080.874	1.200.715
Vaquillas	507.983	619.739	541.869	462.185	444.171	463.193
Terneras	401.186	489.446	493.803	410.455	371.017	369.005
Terneros	434.618	530.234	529.339	387.549	324.764	347.483
Novillos	554.382	676.346	587.002	379.819	424.461	411.507
Bueyes	156.482	190.908	121.080	31.012	29.670	25.427
Toritos				37.673	21.053	34.139
Toros	57.830	70.552	62.856	44.615	39.847	39.371

Fuente: los autores en base a datos del INE.

⁸ Es posible que los datos de las encuestas subestimen el total de existencias, debido a que esta se aplica solo a planteles con 10 o más cabezas de ganado.

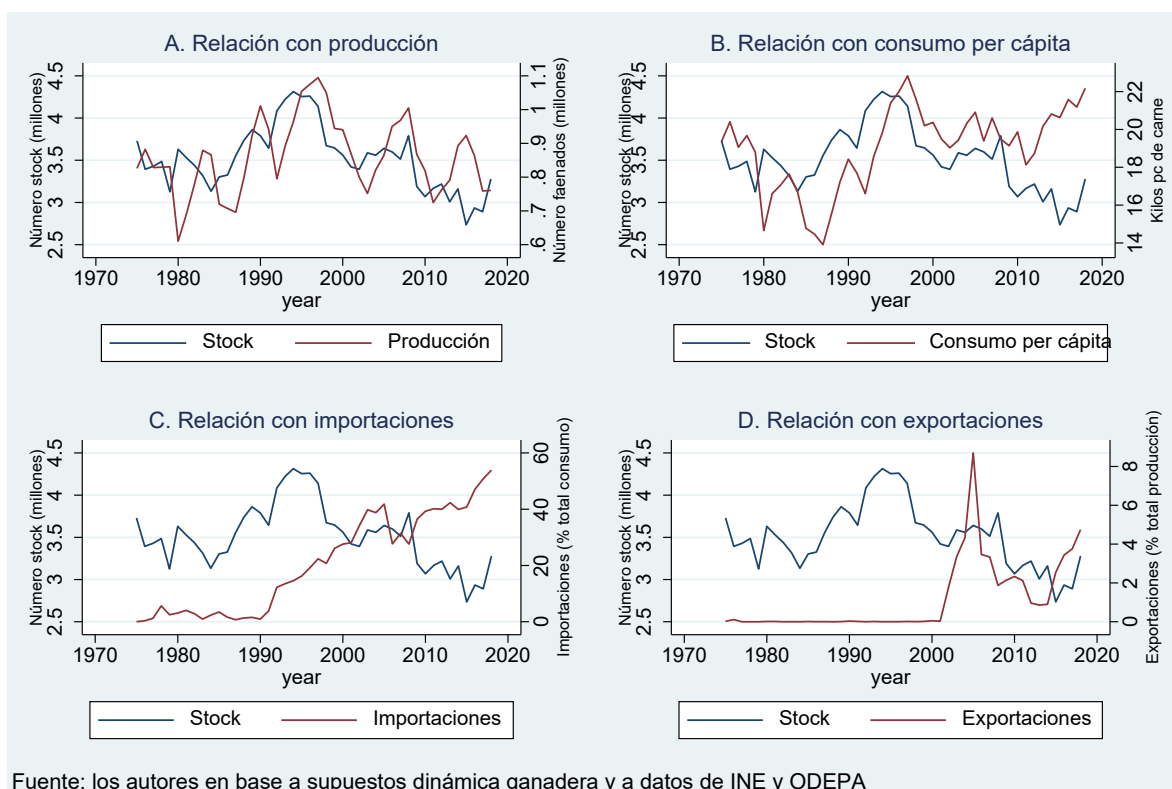
La predicción anual de stocks se ajustó con las tasas de crecimiento de las existencias reales del Cuadro 1. La tendencia del stock y su composición se presenta en la Figura 5. Al igual que la producción, se observa un aumento de la masa ganadera de más de 4 millones de cabezas hasta 1997, que luego se reduce a menos de 3 millones (Panel A). La composición del stock muestra un comportamiento cíclico en todas las categorías. Las hembras representan casi el 70% del stock total y están correlacionadas positivamente, mientras que el porcentaje de machos muestran una correlación negativa con el stock total (Panel B y C). El panel C muestra la composición desagregada por sexo y edad, donde vacas representan alrededor del 40% de la masa ganadera y se observa una leve tendencia a disminuir, especialmente en los últimos 10 años. Los novillos y vaquillas han fluctuado alrededor del 15% con una ligera tendencia a disminuir su participación en el stock ganadero. Las otras categorías (bueyes, toros/torunos y terneros/as) han aumentado su participación, fluctuando entre 25-28%. Esta reducción coincide con una reducción en los precios de la carne (feria e internacional), una reducción en el faenamiento y un aumento en las importaciones.

Figura 5. Tendencia del stock de ganado predicho y su composición, 1975-2018



La Figura 6 muestra la relación del stock de ganado vacuno con la producción, el consumo, las importaciones y exportaciones de carne. Con respecto a la producción (Panel A) y el consumo (Panel B) se observa una correlación positiva hasta el año 2008, luego la se vuelve negativa. Con respecto a las importaciones (Panel C) la correlación durante el periodo 1990-2008 es negativa, luego sigue siendo negativa en menor magnitud. Finalmente, respecto a las exportaciones (Panel D) la correlación fue positiva en el periodo 2000-2008 y luego se vuelve negativa. Este análisis gráfico muestra qué a partir del 2009, mientras el stock presentaba una tendencia decreciente (principalmente de vacas y vaquillas), hubo una tendencia creciente en la producción, en el consumo, en las importaciones y en las exportaciones. La reducción en el stock está muy correlacionado a la reducción del stock de vacas y al aumento en la producción, debido justamente al ciclo ganaderos (productivos): que cuentan con fase de liquidación y retención de hembras, y estabilización.

Figura 6. Relación del stock con la producción, consumo, importaciones y exportaciones, 1975-2018



5. Estimación de funciones de oferta, de stocks, consumo e importaciones

Siguiendo la metodología de un modelo con rezagos distribuidos y corrección de errores-ADRL-EC (Pesaran y Shin, 2012; Hassler y Wolters, 2006), se estimaron las funciones de oferta, de stocks, consumo y comercio internacional, de largo y corto plazo. En términos generales los modelos estimados tienen la siguiente forma funcional:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta_j \sum_{t-1}^j y_t + \gamma_j \sum_{t=0}^j \Delta y_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde y_t son las variables de resultados indicados anteriormente, x_t es un conjunto de variables explicativas y ε_t es el término de error que refleja las variables no incluidas en los modelos. Como variables explicativas se usaron variables de precios de los productos respectivos (precio de feria de ganado esperado, precio mayorista de carne y precios internacionales), precio de la leche para reflejar la composición de doble propósito de la masa ganadera en Chile, el precio de algunos insumos (precio internacional del poroto de soya y precio de la tierra) y la existencia total de ganado. Para el caso del consumo y demanda por importaciones de carne se incluyó el precio de la carne de cerdo y pollo como sustitutos y el PIB per cápita como variable explicativa; para la demanda por importaciones se incluyó también el tipo de cambio real. Todos los precios internos (ganado, carne mayorista y leche) se expresaron en pesos reales del año 2018, los precios internacionales en dólares reales del 2010 y precio de la tierra en UF.

El precio de feria de ganado esperado se estimó mediante un modelo de vectores autorregresivos (VEC), relacionando los precios de cada categoría de ganado (total, novillos, vacas, vaquillas y terneros) con el precio internacional de la carne (precio CIF) y un índice climático (desviaciones de la temperatura promedio anual respecto a un promedio histórico).

El resumen de los parámetros de largo plazo estimados se presenta en los Cuadros 2, 3 y 4, y el total de los parámetros estimados se muestran en los Cuadros A1, A2 y A3 del Anexo. En el largo plazo

los parámetros estimados son consistentes con lo que sugiere la teoría económica de oferta y demanda.

En la producción de ganado o ganado faenado (Cuadro 2), la elasticidad-precio feria de largo plazo es positiva y estadísticamente significativa en el total de bovinos faenados (0,77), en novillos (0,30) y en vaquillas (0,87), pero no es estadísticamente significativa en vacas y terneros. La Figura 6 ilustra estos efectos al simular un shock positivo de los precios donde se observa una respuesta negativa en los primeros dos o tres años (efecto de corto plazo) y luego se vuelve positivo y tiende a estabilizarse (efecto de largo plazo). Este resultado se explica justamente por el ciclo productivo, es decir el tiempo que demora producir un novillo y la característica de bien de consumo y bien de capital del ganado bovino.

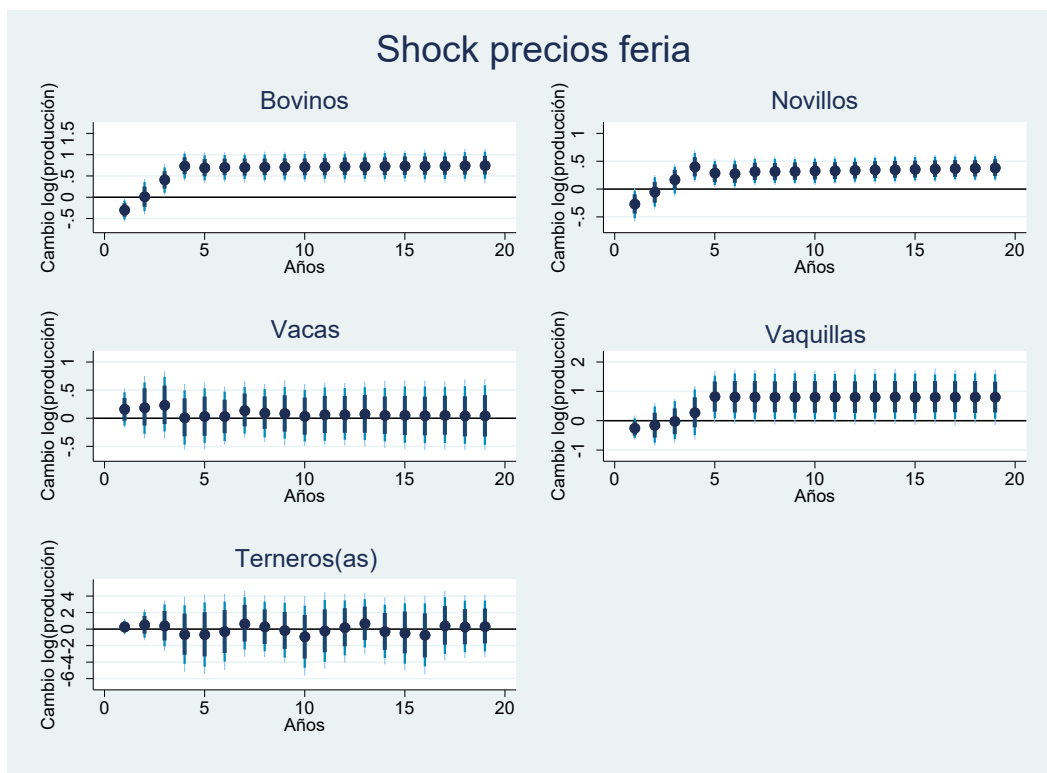
Cuadro 2. Efectos de largo plazo en modelos de Oferta de ganado bovino faenado, usando un modelo rezagos distribuidos y corrección de errores (ARDL-EC)

Variable	dlog(Bovinos, kg)	dlog(Novillos, kg)	dlog(Vacas, kg)	dlog(Vaquillas, kg)	dlog(Terneros, kg)
log(precio feria esperado de bovinos por categoría, \$18/kg)	0,773***	0,295***	0,352	0,846**	-0,217
	(0,118)	(0,091)	(0,388)	(0,362)	(1,657)
log(precio leche a productor, \$18/lt)	-0,357	0,217***	-0,422*	0,383	-6,304*
	(0,214)	(0,049)	(0,224)	(0,334)	(2,817)
log(precio internacional soya, US\$10/ton)	-0,356*	-0,342**	-0,305	-1,368***	-1,984***
	(0,173)	(0,119)	(0,244)	(0,338)	(0,553)
log(precio tierra, UF/ha)	-0,909***	-0,488***	0,153	-0,905**	-0,732
	(0,128)	(0,095)	(0,305)	(0,302)	(0,857)
log(tendencia stock total de ganado, número)	-2,315***	-0,115	-1,055	-2,836**	-10,247*
	(0,378)	(0,343)	(1,180)	(1,164)	(4,386)

Errores estándar robustos Newey-West entre paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1

Fuente: Cálculo de los autores

Figura 7. Efecto de un shock de precio feria de ganado (un incremento de una desviación estándar) sobre la producción de ganado faenado (kilos)



Fuente: cálculo de los autores

La no respuesta a los precios de feria en vacas y terneros se explica en parte porque ambos son considerados productos de descarte, debido al fin del periodo productivo en caso de vacas y de terneros machos en las lecherías. Sin embargo, este resultado contrasta con la respuesta negativa al precio de la leche en vacas (-0,42) y terneros (-6,30), lo que significa que al aumentar el precio de la leche hay una retención en estos dos tipos de ganado, principalmente en pequeños productores con animales de doble propósito; en el caso de novillos el efecto es positivo y estadísticamente significativo (0,22). El precio de la soya y de la tierra tienen un efecto negativo y estadísticamente significativo, excepto en vacas para ambos insumos y en tierra para terneros. La elasticidad negativa del precio de la tierra (-0,90 para total de bovinos y vaquillas, y -0,49 para novillos), que ha tenido un crecimiento más rápido que el valor agregado agrícola en los últimos 30 años (Foster, Anríquez, Melo, Yupanqui, & Ortega, 2016), ha tenido un efecto negativo importante en la oferta ganadera en Chile, y como se

muestra más adelante también en el stock de ganado. Finalmente, el nivel de stock tiene un efecto negativo y significativo en el total de bovinos (-2,31), vaquillas (-2,84) y sobre todo en terneros (-10,25), lo cual seguramente refleja el hecho que el número de ganaderos dedicados a la crianza ha ido disminuyendo, debido posiblemente a un aumento en los costos de producción (precio de la tierra y otros insumos), situación que limita el crecimiento del stock; sin embargo, no se tiene información si al mismo tiempo ha existido un aumento en la escala de producción de las unidades de crianza. En novillos y vacas, aun cuando el efecto sigue siendo negativo, no es estadísticamente significativo.

En el stock de ganado (Cuadro 3) se observan respuestas más pequeñas en comparación con la producción o faenamiento de ganado, debido al mayor tiempo necesario aumentar la masa ganadera. El precio de feria esperado tiene un efecto positivo y significativo en total de bovinos (0,01) y en terneros (0,01), pero negativo en vacas (-0,03); en novillos y vaquillas el efecto no es estadísticamente significativo. El efecto positivo en terneros es el mecanismo a través del cual el aumento de la crianza permite aumentar el stock total de ganado (también el stock de vaquillas, aunque no es significativo); el efecto negativo en el stock de vacas es contrario a lo esperado, pues al aumentar el precio del ganado debería de haber una retención de vientres y eso inducir a una mayor producción de terneros; el efecto negativo en novillos, aunque no significativo, se explica por la respuesta positiva del faenamiento ante el aumento de precios.

El precio de la leche tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo en el stock total de bovinos (-0,05) y no estadísticamente significativo en vacas, lo cual es contrario a lo esperado, pues al aumentar el precio de la leche los productores deberían retener vacas para aumentar la producción de leche; pero el precio de la leche si es positivo en novillos (0,02) y vaquillas (0,02). El efecto positivo en el caso de vaquillas se explica porque el aumentar el precio de la leche se hace más atractivo retener vaquillas para posteriormente aumentar la producción de leche. El precio de la soya (entre -0,01 y -0,03), el precio de la tierra (entre -0,02 y -0,03) y las importaciones (-0,0001 y -0,002) tienen un efecto negativo en el stock total de ganado al reducir la rentabilidad del negocio ganadero. Como se describió anteriormente las importaciones de carne han crecido fuertemente y el precio de la tierra ha crecido más que el crecimiento del valor agregado agrícola, lo que estaría explicando la caída en el stock de ganado a partir del 2007.

Cuadro 3. Efectos de largo plazo en modelos de Stock de ganado bovino, usando un modelo rezagos distribuidos y corrección de errores (ARDL-EC)

Variable	dlog(Bovinos, n)	dlog(Novillos, n)	dlog(Vacas, n)	dlog(Vaquillas, n)	dlog(Terneros, n)
log(precio esperado feria bovino por categoría, \$/kg)	0,012*	-0,002	-0,034***	0,004	0,011**
	(0,006)	(0,012)	(0,007)	(0,008)	(0,005)
log(precio leche a productor, \$18/lt)	-0,053***	0,018**	-0,002	0,022***	0,017
	(0,016)	(0,007)	(0,010)	(0,003)	(0,014)
log(precio internacional soya, US\$10/ton)	-0,020***	-0,030*	-0,020***	-0,014***	-0,034***
	(0,004)	(0,014)	(0,004)	(0,004)	(0,006)
log(precio tierra, UF/ha)	-0,034***	-0,016**	0,005	-0,018**	-0,025***
	(0,003)	(0,007)	(0,005)	(0,006)	(0,003)
Importaciones (% total consumo, kg)	-0,002***	0,000	-0,002***	-0,000	-0,000***
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)

Errores estándar robustos Newey-West entre paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fuente: Cálculo de los autores

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de las estimaciones de la demanda interna y por importaciones de carne de vacuno⁹. En el consumo interno la elasticidad precio de demanda es siempre negativa, menor a 1 y altamente significativa (-0,23), la elasticidad precio cruzada respecto a la carne de pollo es positiva y altamente significativa (0,44), lo que indican la sustitución entre ambos tipos de carne; la elasticidad respecto al precio de la carne de cerdo resultó ser no significativa, mientras que la elasticidad ingreso también es positiva y altamente significativa con un valor cercano

⁹ También se probaron estimaciones de oferta de las exportaciones de carne, pero los resultados no fueron satisfactorios debido a un menor número de observaciones y a que los volúmenes son relativamente pequeños. Futuros estudios deberían estudiar con más detalle las exportaciones, quizás desagregando los datos por semana y por destino de las exportaciones.

a 2 (1,84). En cuanto a la demanda por importaciones, la elasticidad precio es altamente negativa y estadísticamente significativa (entre -3,7 y -5,3), lo que significa que la demanda es muy sensible al precio debido posiblemente a posibilidad que tiene el país de importar carne de distintos mercados; la elasticidad ingreso es altamente positiva y estadísticamente significativa (entre 9,2 y 10,3), lo que posiblemente se explica por el rápido crecimiento de las importaciones en los últimos años y posiblemente por la importación de cortes de carne de razas especializadas; el precio de feria, aun cuando no estadísticamente significativo, es positivo, indicando el efecto sustitución de la carne doméstica y la carne importada; finalmente el tipo de cambio, tal y como se esperaba, tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre las importaciones (-2,9 y estadísticamente significativo en el primer modelo).

Cuadro 4. Efectos de largo plazo en modelos de consumo y comercio internacional de carne de vacuno, usando un modelo rezagos distribuidos y corrección de errores (ARDL-EC)

Variable	dlog(Consumo per cápita, kg)	dlog(Importaciones per cápita, kg)	dlog(Exportaciones totales, kg)
log(precio mayorista carne, \$18/kg)	-0,232***		
	(0,065)		
log(precio CIF carne, US\$10/kg)		-3,743***	
		(0,523)	
log(precio FOB carne, US\$10/kg)			-3,003***
			(0,451)
log(PIB per cápita, US\$10)	1,314***	9,206***	
	(0,408)	(1,554)	
log(PIB per cápita UE, US\$10)			62,204***
			(10,727)
log(PIB per cápita China, US\$10)			2,541
			(4,241)
log(Tipo cambio real)		-2,888***	13,579***
		(0,556)	(1,465)

Errores estándar robustos Newey-West entre paréntesis. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Fuente: Cálculo de los autores

6. Consideraciones finales

Este estudio identifica los principales factores económicos que influyen en la producción y stocks de ganado bovino, y en el consumo e importaciones de carne de vacuno en Chile. Los resultados de este análisis muestran que los actores económicos de la cadena de ganado bovino responden a los incentivos económicos, tanto por el lado de la demanda (precios carne, leche, crecimiento económico y tipo de cambio) como por el lado de la oferta (costos asociados a precios de soya y precios de la tierra). Previo a la pandemia mundial del Covid-19 se proyectaba un escenario de baja en los precios internacionales reales en los principales productos agrícolas como carne, leche, cereales y aceite (OECD/FAO, 2019). Un informe reciente de FAO indica que durante esta pandemia mundial el sistema alimentario ha sido más resiliente que otros sectores, y si bien la incertidumbre ha aumentado no se proyectan cambios drásticos en los mercados mundiales de alimentos para el 2021 (FAO, 2020). Por lo que el principal riesgo en la reducción de la rentabilidad de la producción ganadera estaría dado por el aumento del precio de la tierra, que seguramente continuará aumentando influido por la expansión de la fruticultura en el sur de Chile, y cambios en la composición del uso del suelo como respuesta de adaptación al cambio climático.

Por lo tanto, la reducción observada en los stocks y en la producción carne nacional refleja por un lado que, dada la tecnología actual y los recursos naturales, la competitividad de Chile para la producción de carne han disminuido, y por tanto los factores productivos (tierra, capital y mano de obra) se reasignan a otras actividades (lechería, frutales u otros). En resumen, el sector ha perdido competitividad, lo que se refleja en que, proporcionalmente, los costos de producción posiblemente han crecido más que el precio de la carne. En este estudio se muestra que, si bien el precio de la carne venía decreciendo hasta antes del 2010, después de esa fecha el precio tiende a aumentar; sin embargo, el precio de la tierra ha tenido una tendencia de aumento constante y este puede ser uno de los factores que podría explicar una menor rentabilidad. Sin embargo, es necesario hacer un estudio más detallado de los niveles y composición de los costos y determinar la rentabilidad de la producción a nivel de cada unidad productiva.

Otro factor relevante que podría explicar la reducción del stock y producción nacional puede ser el tipo de ganado que se produce en Chile. En Chile la mayor producción proviene de ganado de doble propósito (sobre el 60%). En este sentido, introducir mejoras genéticas y de manejo podrían contribuir a mejorar la rentabilidad y ventajas comparativas de la producción de carne.

Una de las principales aspiraciones de la industria de la carne nacional es incrementar su participación en el consumo nacional, y en particular en las exportaciones. Sin embargo, como lo indica este estudio, las exportaciones han sido marginales, aunque han aumentado en los últimos años. El incremento de la producción y de las exportaciones requiere del aumento de las existencias, que actualmente es de aproximadamente 3 millones de cabezas.

Recientemente un dirigente del gremio de carne señaló cómo objetivo duplicar la masa ganadera en 7 años, es decir llegar a 6 millones de cabezas de ganado¹⁰. A la luz de este análisis y de seguir la misma tendencia y ciclo, en 7 años la masa ganadera podría llegar a un máximo de 4 millones de cabezas. Alcanzar esta meta significa aumentar significativamente los parámetros productivos y reproductivos de la producción de terneros. Así como también, avanzar en la crianza de machos lecheros para producción de carne bovina, mediante programas genéticos con cruza terminales de razas lecheras con razas como Angus o Hereford. Para ello se requiere mejorar la competitividad y rentabilidad del eslabón criancero, tal y como señala la Comisión Nacional de la Carne.

Una segunda alternativa, mencionada también por la Comisión Nacional de la Carne, para incrementar la masa ganadera sería la importación de vientres (vacas o vaquillas) de países libre de fiebre aftosa, que como se mostró la participación de estas se ha reducido levemente en los últimos 10 años.¹¹ Una tercera alternativa para aumentar la rentabilidad del negocio ganadero y que no necesariamente implica un incremento de la masa ganadera, sería lograr una producción más sustentable como por ejemplo la de una ganadería regenerativa (Larraín et. al., 2018). El Minagri como parte de su estrategia de adaptación y mitigación del cambio climático está impulsando soluciones

¹⁰ Esta afirmación la han mencionado varios representantes de los productores, y uno de ellos es el Sr. Carlos González de Chillán, actual Presidente de la Federación de productores.

¹¹ La lista de países libres de fiebre aftosa se encuentra en el siguiente enlace: <https://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/estatus-sanitario-oficial/fiebre-aftosa/lista-de-los-miembros-libres-de-fiebre-aftosa/>

basadas en sistemas de producción más sostenibles los cuales a través de imitación de procesos naturales aportan a la conservación y restauración de ecosistemas, como por ejemplo la agricultura regenerativa. Para la producción ganadera estas soluciones son claves para su desarrollo sustentable o sostenible, más aún cuando se estima, utilizando las metodologías definidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), que esta actividad representa el 57% de las emisiones de CO₂ del sector agrícola a nivel nacional. Sin embargo, se reconoce que existe un alto potencial de reducción de tales emisiones mediante prácticas sustentables.

En este sentido, ODEPA puede jugar un rol importante en continuar con el diseño del programa estratégico de Ganadería Sustentable, el cual facilite ir transformando a la ganadería chilena en un sistema productivo resiliente y bajo en emisiones, acorde a los desafíos económicos y medioambientales que presenta en el mediano plazo.

7. Bibliografía

- Chavas, J. P. (2000). On information and market dynamics: The case of the U.S. beef market. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 24(5–7), 833–853. [https://doi.org/10.1016/s0165-1889\(99\)00027-5](https://doi.org/10.1016/s0165-1889(99)00027-5)
- De Frahan, B., Hartwell, C., & Valdés, A. (2020). ¿QUEDA ESPACIO PARA CRECER? OPORTUNIDADES PARA EL COMERCIO AGROALIMENTARIO EN EL CONTEXTO DE LA MODERNIZACIÓN DEL ACUERDO DE ASOCIACIÓN ENTRE LA EU Y CHILE. *Estudios Públicos*, 158(Otoño), 31.
- FAO. (2020). Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets. In Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets. <https://doi.org/10.4060/ca9509en>
- Foster, W., Anríquez, G., Melo, O., Yupanqui, D., & Ortega, J. (2016). Geographic disparities in rural land appreciation in a transforming economy: Chile, 1980 to 2007. *Land Use Policy*, 57, 655–668. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.025>
- García García, J. (2006). Las políticas económicas y el sector ganadero en Colombia: 1950-1977. *Cuadernos de Historia Económica y Empresarial*, 1(19), 91. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/cuadernos/2006/CHEE-19.pdf>
- Hassler, U., & Wolters, J. (2006). Autoregressive distributed lag models and cointegration. In *Modern Econometric Analysis: Surveys on Recent Developments* (pp. 57–72). https://doi.org/10.1007/3-540-32693-6_5
- Jarvis, L. S. (1974). Cattle as Capital Goods and Ranchers as Portfolio Managers: An Application to the Argentine Cattle Sector. *Journal of Political Economy*, 82(3), 489–520. <https://doi.org/10.1086/260209>
- Köbrich, C. (2016). Escenarios de desarrollo para la masa ganadera.
- Larraín Rafael, Melo Oscar, Díaz Gustavo, Riveros José, Fernández Jaime. (2018). Estudio prospectivo: Industria de la carne bovina y ovina chilena al 2030: principales desafíos tecnológicos para mejorar su competitividad. Retrieved February 12, 2020, from Serie Estudios para la Innovación FIA website: <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/146251>

- Nerlove, M., & Fornari, I. (1998). Quasi-rational expectations, an alternative to fully rational expectations: An application to us beef cattle supply. *Journal of Econometrics*, 83(1–2), 129–161. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(97\)00067-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(97)00067-5)
- ODEPA. (2019). Panorama de la Agricultura Chilena 2019. Retrieved from <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf>
- OECD/FAO. (2019). OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. https://doi.org/https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2012). An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. In *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century* (pp. 371–413). <https://doi.org/10.1017/ccol521633230.011>
- Rivas, L., & Valdés, A. (1978). Variaciones de las existencias y ventas de ganado en Colombia durante 1940-1970: un enfoque econométrico Title. *Revista de Planeación y Desarrollo, Bogota*, 10(2), 49–82.
- Rojas Cofré, C. (2019). Comportamiento y caracterización de la producción de ganado bovino en Chile. (No. 2). Retrieved from <https://www.ine.cl/inicio/documentos-de-trabajo/documento/comportamiento-y-caracterización-de-la-producción-de-ganado-bovino-en-chile>
- Rosen, S., Murphy, K. M., & Scheinkman, J. A. (1994). Cattle Cycles. *Journal of Political Economy*, 102(3), 468–492. <https://doi.org/10.1086/261942>
- Yver, R. (1972). El Comportamiento de la Inversión y la Oferta de la Industria Ganadera en Argentina. *Latin American Journal of Economics-Formerly Cuadernos de Economía*, 9(28), Santiago,5–63.

8. Anexos

8.1. Método para el cálculo de las existencias de ganado bovino, 1976-2018

Para el cálculo de las existencias de ganado bovino en Chile, población total y de su distribución por sexo y edad, se siguió y ajustó el modelo demográfico para Colombia de Rivas y Valdés (1978) y aplicado posteriormente por García García (2006). Primero se hizo una reagrupación del sacrificio o faenamiento de ganado por sexo y edad, utilizando estadísticas de ODEPA para el periodo 1980-2018 (los datos se agrupan en novillos, vacas, bueyes, toros/torunos, vaquillas y terneros/as); con base a datos del Censo Agropecuario de 1976 se hicieron proyecciones de faenamiento para el periodo 1976-1979, asumiendo que 26% de faenamiento del total de existencias.¹² Para el reagrupamiento se consideraron los siguientes parámetros:

- Faenados menores de un año: en base al Censo Agropecuario del 2007 se asume que el 52% son machos (terneros) y el 48% son hembras (terneras).
- Faenados machos (novillos): según Köbrich (2016) se asume que el 67% del total de novillos son de 1-2 años y el 33% mayores de 2 años.
- Faenados hembras (vaquillas): según Köbrich (2016) se asume que el 63% del total de vaquillas son de 1-2 años y el 37% son de 2-3 años.
- Bueyes, toros/torunos y vacas: se usaron directamente los datos observados.

Segundo, se hizo una estimación del nacimiento de machos en el año t (MB_t), en función del faenamiento de machos en el año $t+1$ (MF_{t+1}), de la tasa anual de mortalidad de animales menores de un año (m_t^a), la tasa de mortalidad de animales mayores de un año (m_t^b), la tasa de reposición de toros (α) y la edad promedio de sacrificio de machos (e):

$$MB_t = \frac{MF_{t+1}(1 + \alpha)}{(1 - m_t^a)(1 - m_t^b)(e - 1)} \quad (1)$$

¹² En el periodo 2012-2018 se registran exportaciones de ganado vivo de diferentes edades. En este primer análisis no fueron considerados en el cálculo demográfico.

Los parámetros usados para las estimaciones son:

- Tasa anual de mortalidad de animales menores de un año (m_t^a): 0,05
- Tasa de mortalidad de animales mayores de un año (m_t^b): 0,03
- Tasa de reposición de toros (α): 0,02
- Edad promedio de machos al sacrificio (e): 2,075 años, según (Köbrich, 2016)

Asumiendo que el 52% del total de nacidos son machos, el total de hembras nacidas en el año t se estimó como:

$$HB_t = \left(\frac{0.48}{0.52}\right) MB_t \quad (2)$$

Tercero, se estimaron las existencias o stocks al final del año t para machos menores de un año o terneros (MS_t^1), machos de 1-2 años o novillos (MS_t^2), machos mayores de dos años o novillos (MS_t^3), bueyes (MS_t^B), toros y torunos (MS_t^T) y total machos (MS_t), de la siguiente manera:

$$MS_t^1 = MB_{t-1}(1 - m_t^a) - MF_t^1 \quad (3a)$$

$$MS_t^2 = MS_{t-1}^1(1 - m_t^b) - MF_t^2 \quad (3b)$$

$$MS_t^3 = MS_{t-1}^1(1 - m_t^b) + MS_t^2(1 - m_t^b) - MF_t^3 \quad (3c)$$

$$MS_t^B = (MS_t^1 + MS_t^2) \left(\frac{B}{N}\right) \quad (3d)$$

$$MS_t^T = (MS_t^1 + MS_t^2) \left(\frac{T}{N}\right) \quad (3e)$$

$$MS_t = MS_t^1 + MS_t^2 + MS_t^3 + MS_t^B + MS_t^T \quad (3f)$$

En este caso los supra-índices 1,2 y 3 se refiere a machos menores de un año (terneros), machos de 1-2 años(novillos) y machos mayores de 2 años; B se refiere a bueyes y T a toros/torunos. Las razones $\left(\frac{B}{N}\right)$ y $\left(\frac{T}{N}\right)$ se refieren a la relación entre bueyes y novillos y toros y novillos, respectivamente. Según las existencias observadas en los censos agropecuarios y encuestas pecuarias, estas razones son respectivamente 0,21 y 0,11.

Cuarto, las existencias o stock de hembras menores de un año o terneras al final del año t (HS_t^1), hembras o vaquillas de 1-2 años (HS_t^2) de 2-3 años (HS_t^3), y hembras mayores de tres años o vacas (HS_t^4) y total hembras (HS_t), se estimaron con la siguiente expresión:

$$HS_t^1 = HB_{t-1}(1 - m_t^a) - HF_t^1 \quad (4a)$$

$$HS_t^2 = HS_{t-1}^1(1 - m_t^b) - HF_t^2 \quad (4b)$$

$$HS_t^3 = HS_{t-1}^1(1 - m_t^b) + HS_t^2(1 - m_t^b) - HF_t^3 \quad (4c)$$

$$HS_t^4 = \frac{MB_t + HB_t}{\delta}(1 - m_t^b) - HF_t \quad (4d)$$

$$HS_t = HS_t^1 + HS_t^2 + HS_t^3 + HS_t^4 \quad (4e)$$

Donde δ es la tasa de natalidad, estimada en 0,4 y HF_t es el total de hembras faenadas en el año t .

Finalmente, el total de existencias o stock de ganado bovino se estimó como:

$$GS_t = MS_t + HS_t \quad (5)$$

Al comparar los resultados de las existencias o stock total de ganado (ecuación 5) con las existencias reales medidas en los censos agropecuarios de 1997 y 2007, y con las encuestas del INE del 2013, 2015 y 2017, se observó que se sobreestimaron las existencias, pero las tendencias son similares. En este sentido se hizo un ajuste estadístico a los valores estimados con el modelo demográfico, usando la razón entre las existencias estimadas y las existencias reales; esta razón se imputó para todos los años usando un análisis de regresión (*Factor*). De esta manera las existencias estimadas y ajustadas (GS_t^*) se obtuvieron de la siguiente manera:

$$GS_t^* = \frac{GS_t}{Factor} \quad (6)$$

Siguiendo el mismo procedimiento se ajustaron las participaciones de las distintas clases de ganado bovino (novillos, vacas, bueyes, toros/torunos y terneros/as) y luego se obtuvieron los totales de cada clase, multiplicado las participaciones por las existencias totales ajustadas (GS_t^*).

8.2. Estimaciones econométricas: 1980-2018

Cuadro A1. Modelos de oferta de ganado bovino faenado, usando un modelo rezagos distribuidos y corrección de errores (ARDL-EC)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
VARIABLES	dlog(Bovinos, Kg)	dlog(Novillos, kg)	dlog(Vacas, kg)	dlog(Vaquillas, kg)	dlog(Terneros, kg)
Ajustes de corto plazo					
L.log(Bovino faenado por categoría, kg)	-1,147***	-1,596***	-2,241***	-1,036***	-2,903**
	(0,184)	(0,149)	(0,543)	(0,250)	(1,192)
Efectos de largo plazo					
log(precio esperado feria bovino por categoría, \$/kg)	0,773***	0,295***	0,352	0,846**	-0,217
	(0,118)	(0,091)	(0,388)	(0,362)	(1,657)
log(precio leche a productor, \$18/lit)	-0,357	0,217***	-0,422*	0,383	-6,304*
	(0,214)	(0,049)	(0,224)	(0,334)	(2,817)
log(precio internacional soya, US\$10/ton)	-0,356*	-0,342**	-0,305	-1,368***	-1,984***
	(0,173)	(0,119)	(0,244)	(0,338)	(0,553)
log(precio tierra, UF/ha)	-0,909***	-0,488***	0,153	-0,905**	-0,732
	(0,128)	(0,095)	(0,305)	(0,302)	(0,857)
log(tendencia stock total de ganado, número)	-2,315***	-0,115	-1,055	-2,836**	-10,247*
	(0,378)	(0,343)	(1,180)	(1,164)	(4,386)
Efectos de corto plazo					
log(Bovino faenado por categoría, kg)					
LD.		0,208*	0,875*		1,446
		(0,118)	(0,480)		(0,876)
L2D.			0,555**		1,195
			(0,242)		(0,709)
L3D.					0,139
					(0,354)
log(precio esperado feria bovino por categoría, \$/kg)					
D.	-1,077***	-0,637***	-0,203	-1,105***	0,557
	(0,154)	(0,131)	(0,226)	(0,285)	(1,607)

Ciclo Ganadero y Oferta de Carne Bovina en Chile, 1980-2018: implicancias de política | Julio 2020

LD.	-0,812***	-0,536***	-0,187	-0,996***	0,867
	(0,109)	(0,102)	(0,214)	(0,272)	(1,289)
L2D.	-0,373***	-0,322***	-0,033	-0,861***	0,992
	(0,101)	(0,073)	(0,186)	(0,188)	(1,148)
L3D.				-0,562***	0,243
				(0,183)	(0,407)
log(precio leche a productor, \$18/lt)					
D.	0,213			0,041	3,214*
	(0,155)			(0,194)	(1,673)
LD.	0,157				2,146*
	(0,149)				(0,935)
log(precio internacional soya, US\$10/ton)					
D.	0,285**	0,136	0,370*	0,760**	1,762***
	(0,101)	(0,078)	(0,182)	(0,272)	(0,455)
LD.	0,237**	0,055	0,329*	0,525**	2,167**
	(0,096)	(0,076)	(0,170)	(0,184)	(0,676)
L2D.			-0,042	0,304*	
			(0,136)	(0,153)	
log(precio tierra, UF/ha)					
D.	0,845***	0,330**	0,049	0,664**	1,180
	(0,191)	(0,121)	(0,171)	(0,260)	(0,744)
LD.	0,454***	0,093	-0,034		0,172
	(0,115)	(0,084)	(0,127)		(0,735)
L2D.	0,533***	0,153			0,761
	(0,148)	(0,129)			(0,629)
log(tendencia stock total de ganado, número)					
D.	11,184**	-5,413***	27,718	30,712*	164,521***
	(4,026)	(1,732)	(24,744)	(15,200)	(45,660)
LD.	-32,909***	4,953**	-83,412	-67,456**	-487,833***
	(7,807)	(1,677)	(86,341)	(25,141)	(120,661)
L2D.	25,635***		62,982	41,042***	463,757***
	(4,707)		(104,226)	(11,942)	(110,872)
L3D.			-4,868		-119,001**
			(46,825)		(46,265)

Ciclo Ganadero y Oferta de Carne Bovina en Chile, 1980-2018: implicancias de política | Julio 2020

Tendencia temporal (año)	0,004	0,009***	-0,014		
	(0,004)	(0,002)	(0,010)		
Constante	50,884***	14,361	84,058*	64,653***	245,705**
	(14,345)	(9,545)	(41,537)	(17,446)	(103,336)
Observaciones	33	33	33	32	32

Nota: Log= logaritmo natural, D= primera diferencia y L, L2, L3= uno, dos y tres rezagos, respectivamente.

Errores estándar robustos Newey-West entre paréntesis

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fuente: Cálculo de los autores

Cuadro A2. Modelos de stock de ganado bovino, usando un modelo rezagos distribuidos y corrección de errores (ARDL-EC)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
VARIABLES	dlog(Bovinos , n)	dlog(Novillos , n)	dlog(Vacas , n)	dlog(Vaquillas , n)	dlog(Terneros , n)
Ajustes de corto plazo					
L.log(tendencia stock de ganado por categoría, número)	-0,161***	-0,195***	-0,057***	-0,062**	-0,121***
	(0,011)	(0,051)	(0,015)	(0,026)	(0,011)
Efectos de largo plazo					
log(precio esperado feria bovino por categoría, \$/kg)	0,012*	-0,002	-0,034***	0,004	0,011**
	(0,006)	(0,012)	(0,007)	(0,008)	(0,005)
log(precio leche a productor, \$18/lit)	-0,053***	0,018**	-0,002	0,022***	0,017
	(0,016)	(0,007)	(0,010)	(0,003)	(0,014)
log(precio internacional soya, US\$10/ton)	-0,020***	-0,030*	-0,020***	-0,014***	-0,034***
	(0,004)	(0,014)	(0,004)	(0,004)	(0,006)
log(precio tierra, UF/ha)	-0,034***	-0,016**	0,005	-0,018**	-0,025***
	(0,003)	(0,007)	(0,005)	(0,006)	(0,003)
Importaciones (% total consumo, kg)	-0,002***	0,000	-0,002***	-0,000	-0,000***
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
Efectos de corto plazo					
log(tendencia stock total de ganado, número)					
LD.	0,961***	0,827***	1,586***	1,411***	1,314***
	(0,021)	(0,080)	(0,092)	(0,124)	(0,116)
L2D.			-0,635***	-0,633***	-0,464***
			(0,102)	(0,135)	(0,128)
log(precio esperado feria bovino por categoría, \$/kg)					
D.	-0,014***	-0,013	0,030***	-0,009	-0,005
	(0,003)	(0,010)	(0,005)	(0,006)	(0,004)
LD.	-0,011***	-0,020**	0,013***	-0,002	
	(0,002)	(0,007)	(0,004)	(0,004)	
L2D.			-0,002		

			(0,004)		
L3D.			-0,007*		
			(0,004)		
log(precio leche a productor, \$18/lt)					
D.	0,040***	-0,019**	0,004	-0,010***	-0,018
	(0,013)	(0,007)	(0,007)	(0,002)	(0,013)
LD.	0,025***				-0,031**
	(0,007)				(0,013)
L2D.	0,007				-0,021*
	(0,005)				(0,012)
L3D.					-0,012
					(0,007)
log(precio internacional soya, US\$10/ton)					
D.	0,012***	0,019	0,007	0,005	0,026***
	(0,003)	(0,013)	(0,005)	(0,003)	(0,004)
LD.		0,006			0,018***
		(0,010)			(0,005)
L2D.		-0,000			0,008
		(0,006)			(0,005)
L3D.		0,003			
		(0,006)			
log(precio tierra, UF/ha)					
D.	0,019***	0,011	-0,004	0,009	0,026***
	(0,003)	(0,006)	(0,003)	(0,005)	(0,007)
LD.		0,005	-0,014**		0,004
		(0,007)	(0,004)		(0,005)
L2D.			-0,007		0,010**
			(0,004)		(0,004)
Importaciones (% total consumo, kg)					
D.	0,001***	-0,000	0,002***	0,000	0,000
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
LD.	0,001***	-0,000	0,002***	0,000*	0,001***
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)

Ciclo Ganadero y Oferta de Carne Bovina en Chile, 1980-2018: implicancias de política | Julio 2020

L2D.	0,001***	-0,000	0,001***	0,000**	0,001***
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
L3D.	0,000		0,000	0,000	
	(0,000)		(0,000)	(0,000)	
Tendencia temporal (año)	0,002***	-0,002**	0,002***		
	(0,001)	(0,001)	(0,000)		
Constant	-0,960	7,690***	-2,153***	0,821**	1,791***
	(1,238)	(2,435)	(0,566)	(0,364)	(0,163)
Observaciones	33	33	33	33	33

Nota: Log= logaritmo natural, D= primera diferencia y L, L2, L3= uno, dos y tres rezagos, respectivamente.

Errores estándar robustos Newey-West entre paréntesis

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fuente: Cálculo de los autores

Cuadro A3. Modelos de consumo y comercio internacional de carne bovina, usando un modelo rezagos distribuidos y corrección de errores (ARDL-EC)

	(1)	(2)	(3)
VARIABLES	dlog(Consumo per cápita, kg)	dlog(Importaciones per cápita, kg)	dlog(Exportaciones totales, kg)
Ajustes de corto plazo			
L.log(variable dependiente)	-1,112***	-1,602***	-1,872***
	(0,238)	(0,143)	(0,286)
Efectos de largo plazo			
log(precio mayorista carne, \$18/kg)	-0,232***		
	(0,065)		
log(precio CIF carne, US\$10/kg)		-3,743***	
		(0,523)	
log(precio FOB carne, US\$10/kg)			-3,003***
			(0,451)
log(PIB per cápita, US\$10)	1,314***	9,206***	
	(0,408)	(1,554)	
log(PIB per cápita UE, US\$10)			62,204***
			(10,727)
log(PIB per cápita China, US\$10)			2,541
			(4,241)
log(Tipo cambio real)		-2,888***	13,579***
		(0,556)	(1,465)
Efectos de corto plazo			
log(variable dependiente)			
LD.	0,392**	1,040***	0,328**
	(0,178)	(0,111)	(0,134)
L2D.	0,251*	0,540***	0,105
	(0,136)	(0,118)	(0,068)
L3D.	0,203	0,592***	-0,091**
	(0,167)	(0,074)	(0,032)
log(precio mayorista carne, \$18/kg)			
D.	-0,008		

Ciclo Ganadero y Oferta de Carne Bovina en Chile, 1980-2018: implicancias de política | Julio 2020

	(0,099)		
log(precio CIF carne, US\$10/kg)			
D.		1,209***	
		(0,355)	
LD.		1,434***	
		(0,387)	
L2D.		1,218***	
		(0,371)	
log(precio FOB carne, US\$10/kg)			
D.			1,097*
			(0,509)
log(PIB per cápita, US\$10)			
D.	0,263	-0,519	
	(0,580)	(4,812)	
LD.	-0,637**	-1,027	
	(0,261)	(1,365)	
L2D.	0,436*	-6,037***	
	(0,243)	(1,247)	
log(PIB per cápita UE, US\$10)			
D.			-54,436***
			(12,296)
LD.			-39,888***
			(7,614)
L2D.			-28,441***
			(5,960)
L3D.			-22,496***
			(6,939)
log(PIB per cápita China, US\$10)			
D.			0,092
			(5,003)
log(Tipo cambio real)			
D.		2,695*	-14,684***
		(1,492)	(3,347)
LD.		2,609***	-8,741**

		(0,785)	(3,680)
L2D.		1,147	-3,186
		(0,710)	(2,740)
L3D.		3,398***	
		(0,538)	
log(precio CIF carne, US\$10/kg)	-0,379***		
	(0,079)		
Tendencia temporal (año)	-0,047***	-0,117**	-0,691*
	(0,015)	(0,055)	(0,333)
Constante	89,414***	169,043*	693,932
	(27,681)	(95,822)	(666,017)
Observations	37	37	30

Nota: Log= logaritmo natural, D= primera diferencia y L, L2, L3= uno, dos y tres rezagos, respectivamente.

Errores estándar robustos Newey-West entre paréntesis

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fuente: Cálculo de los autores



www.odepa.gob.cl