

DOCUMENTO DE TRABAJO DEL BID N° IDB-WP- 01198

# Productividad y eficiencia en la producción ganadera pastoril en América Latina Los casos de Bolivia y Colombia

Heber Freiría  
Alejandro Nin Pratt  
Gonzalo Muñoz

Banco Interamericano de Desarrollo  
División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres

Noviembre 2020

# Productividad y eficiencia en la producción ganadera pastoril en América Latina Los casos de Bolivia y Colombia

Heber Freiría  
Alejandro Nin Pratt  
Gonzalo Muñoz

Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo  
Freiría, Heber.

Productividad y eficiencia en la producción ganadera pastoril en América Latina: los casos de Bolivia y Colombia / Heber Freiría, Alejandro Nin-Pratt, Gonzalo Muñoz. p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 1198)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Livestock productivity-Bolivia. 2. Livestock productivity-Colombia. 3. Beef cattle-Feeding and feeds-Bolivia. 4. Beef cattle-Feeding and feeds-Colombia. 5. Pastures-Bolivia. 6. Pastures-Colombia. I. Nin-Pratt, Alejandro. II. Muñoz, Gonzalo. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres. IV. Título. V. Serie. IDB-WP-1198

Códigos JEL: O13, O33, O54, Q51, Q54, Q55.

Palabras claves: Productividad ganadera – Bolivia, Productividad ganadera – Colombia, Bovinos de carne – Alimentación y pienso – Bolivia, Bovinos de carne – Alimentación y pienso - Colombia

<http://www.iadb.org>

Copyright © [2021] Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Después de un proceso de revisión por pares, y con el consentimiento previo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), una versión revisada de esta obra puede reproducirse en cualquier revista académica, incluyendo aquellas indizadas en EconLit de la Asociación Americana de Economía, siempre y cuando se reconozca la autoría del Banco y el autor o autores del documento no hayan percibido remuneración alguna derivada de la publicación. Por lo tanto, la restricción para recibir ingresos de dicha publicación sólo se extenderá al autor(s) de la publicación. Con respecto a dicha restricción, en caso de cualquier incompatibilidad entre la licencia Creative Commons IGO 3.0 Atribución-No comercial - NoDerivatives y estas declaraciones, prevalecerán estas últimas.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



# **PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN GANADERA PASTORIL EN AMÉRICA LATINA**

Los casos de Bolivia y Colombia

Heber Freiría

Alejandro Nin Pratt

Gonzalo Muñoz

Noviembre de 2020

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	MARCO CONCEPTUAL .....	2
3	ASPECTOS GENERALES .....	6
3.1	Ganadería en Bolivia .....	6
3.1.1	Descripción general .....	6
3.2	Ganadería de Colombia .....	9
3.2.1	Descripción general .....	9
4	PRINCIPALES RESULTADOS .....	14
4.1	Bolivia .....	14
4.1.1	Producción, productividad y sus componentes .....	14
4.1.2	Implicancias ambientales .....	20
4.1.3	Análisis y discusión de resultados .....	23
4.2	Colombia .....	26
4.2.1	Producción, productividad y sus componentes .....	26
4.2.2	Implicancias ambientales .....	33
4.2.3	Análisis y discusión de resultados .....	36
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	40
6	APENDICE. Intensidad de emisiones. Análisis comparativo entre países estudiados .....	41
7	ANEXO 1. DATOS USADOS Y ESTIMACIONES REALIZADAS .....	7-1
7.1	Procedimientos seguidos para las estimaciones .....	7-1
7.2	Datos empleados para las estimaciones .....	7-1
7.2.1	Bolivia .....	7-1
7.2.2	Colombia .....	7-4
7.3	Precios de productos e insumos .....	7-6
7.3.1	Bolivia .....	7-7
7.3.2	Colombia .....	7-7

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1. Bolivia. División administrativa.....	6
Gráfico 3.2. Departamento de Santa Cruz de la Sierra y principales regiones .....	8
Gráfico 3.3. Departamento de Beni y principales regiones .....	9
Gráfico 3.4 Regiones ganaderas en Colombia.....	12
Gráfico 3.5. Orientación del hato según regiones.....	13
Gráfico 3.6. Regionalización producción lechera .....	14
Gráfico 4.1. Bolivia. Producción de carne. Región oriental.....	15
Gráfico 4.2. Bolivia. Determinantes del crecimiento de la producción: Índices de producción, inventario animal y producción por cabeza .....	15
Gráfico 4.3. Bolivia. Evolución del inventario ganadero según departamentos.....	16
Gráfico 4.4. Bolivia. PTF, producción e insumos .....	16
Gráfico 4.6. Producto, insumos y productividad en departamentos del Oriente de Bolivia .....	17
Gráfico 4.7. Bolivia. Componentes de la productividad de los factores .....	18
Gráfico 4.8. Bolivia: Producción de carne según regiones.....	19
Gráfico 4.9. Santa Cruz. Evolución del uso del suelo .....	19
Gráfico 4.10. Beni. Evolución del uso del suelo .....	20
Gráfico 4.11. Bolivia. Emisiones de GEI debidas al inventario ganadero.....	20
Gráfico 4.12. Bolivia. Emisiones de GEI por inventario ganadero según departamento.....	21
Gráfico 4.13. Bolivia. Eficiencia de producción y sus componentes .....	21
Gráfico 4.14 Bolivia. Intensidad de emisiones en ton de eq CH <sub>4</sub> por ton de carne .....	22
Gráfico 4.15. Bolivia. Evolución de la superficie ganadera que se origina en deforestación (hectáreas por año como porcentaje de la superficie de pastoreo).....	23
Gráfico 4.16. Producción ganadera en Colombia. Evolución 2001 a 2016 .....	27
Gráfico 4.17. Colombia. Índices de Producción, uso de insumos y productividad .....	27
Gráfico 4.18. Colombia. Componentes de la productividad .....	28
Gráfico 4.19. Colombia. Producción ganadera en diferentes regiones, y participación de carne y leche en la misma.....	29
Gráfico 4.20. Colombia. Productividad de los factores en distintos tipos de región .....	30
Gráfico 4.21. Colombia. Índices de evolución de la productividad en distintas regiones .....	30
Gráfico 4.22. Colombia. Productividad y sus componentes en distintas regiones. Índices.....	31
Gráfico 4.23. Colombia. Evolución de la superficie de pastos sembrados. Índices .....	31
Gráfico 4.24. Colombia. Uso de alimentos concentrados. Índices.....	32
Gráfico 4.25. Colombia. Especialización de la producción lechera según regiones.....	33
Gráfico 4.26. Colombia. Cambios en el uso del suelo. Índices de superficie .....	33
Gráfico 4.27. Colombia. Emisiones de GEI por parte del stock ganadero.....	34
Gráfico 4.28. Colombia. Intensidad de emisiones. En ton CH <sub>4</sub> equivalente/ton carne equiv....	34

Gráfico 4.29. Colombia. Tierra proveniente de deforestación como % de la sup. de pastoreo . 35

Gráfico 4.30. Colombia. Eficiencia de producción y sus componentes ..... 35

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ABT	Autoridad de Bosques y Tierra. Bolivia
AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use. En español: Agricultura, Silvicultura y otros usos del Suelo
CGIAR	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional
CH <sub>4</sub>	Gas Metano
CIAT	Centro Internacional para la Agricultura Tropical
CNMGB	Centro Nacional de Mejoramiento de Ganado Bovino. Bolivia
CNCL	Cuenta Nacional de Carne y Leche. Colombia
CO <sub>2</sub>	Anhidrido Carbónico
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria. Colombia
FEDEGAN	Federación Colombiana de Ganaderos
FEGASACRUZ	Federación de Ganaderos de Santa Cruz. Bolivia
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Colombia
INE	Instituto Nacional de Estadística. Bolivia
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change. En español: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LATAM	Latino América
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry. En español: Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia
POP	Plan de Ordenamiento Predial. Bolivia
SAFP	Sistema Andino de Franjas de Precios
SENASAG	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria Bolivia
UP	Unidad de Producción



## 1 INTRODUCCIÓN

El pastoreo de ganado es la actividad de mayor uso individual de la tierra, generando ingresos y nutrición para más de 1.300 millones de personas en todo el mundo, representa el 17 por ciento de la ingesta mundial total de energía y permite la utilización de tierras que no son adecuadas para la producción de otros alimentos. A la luz del crecimiento proyectado de la población y de los ingresos, se espera que la demanda mundial de productos ganaderos aumente hasta 2050, abriendo oportunidades para una expansión global adicional y el desarrollo de sistemas de producción ganadera. En este contexto, la expansión de la producción ganadera es importante para América Latina (AL), dado el papel que desempeña este sector en la economía de varios países de la región.

Desde el punto de vista ambiental, los sistemas de producción con rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos) en condiciones de pastoreo, son importantes porque juegan un papel esencial en las emisiones globales de GEI. Con frecuencia, además, en países en los que aún existe frontera agrícola, la expansión territorial de estos sistemas se asocia a la deforestación y la degradación del suelo. Como contraparte, los pastizales naturales en los que se desarrolla buena parte de la ganadería pastoril, generan una serie de servicios ecosistémicos, cuya cuantificación aún no es precisa. En pastizales de Uruguay (Altesor, 2014), pueden destacarse la biodiversidad que albergan, así como la estabilidad y resistencia de los pastizales naturales frente a eventos climáticos extremos o a la presión de consumo. Estudios especializados en el desempeño ambiental de la ganadería pastoril deberían avanzar en la identificación precisa y cuantificación de estos efectos, para lograr incluirlos en estimaciones de balance neto de la actividad.

La necesidad de aumentar la producción y comercio de alimentos por los países de la región, genera *trade offs* entre esos objetivos y ciertos aspectos ambientales, como las emisiones de carbono y la pérdida de biodiversidad. Mientras que crecimientos basados en la expansión territorial, en general asociados a deforestación, presentan debilidades desde esa perspectiva, los crecimientos basados en mayor productividad de los factores, especialmente del rodeo, y mejores conversiones de alimento, permiten transitar senderos de expansión más amigables con el ambiente, con intensidades de emisión decrecientes.

El presente estudio se enfoca en la determinación y análisis de la eficiencia técnica y ambiental de los sistemas pastoriles de producción ganadera en Bolivia y Colombia, observando el desempeño reciente, los desarrollos y las tendencias en la productividad y la eficiencia técnica y ambiental de esos sistemas. El objetivo del estudio es proporcionar elementos para superar los desafíos que enfrenta la ganadería en ambos países, que son de diferente tipo. En Bolivia, la producción de carne se encuentra relativamente estancada en la zona tradicional de producción, el departamento de Beni, mientras que crece en Santa Cruz, fundamentalmente a partir de cambios en el uso del suelo, con expansión de pasturas sembradas. En Colombia, se trata de una ganadería más madura, con importante participación de la leche en el valor de la producción, importantes diferencias regionales, y menores tasas de deforestación en los años recientes. En ambos casos, políticas públicas vinculadas a sanidad e inocuidad, comercio y su regulación, y normas ambientales, han incidido en la evolución reciente.

Este estudio está organizado de la siguiente manera: la Sección 2 presenta el marco conceptual, la Sección 3 presenta las características generales de la producción ganadera en ambos países estudiados, en la Sección 4 se presentan y analizan los resultados obtenidos. La Sección 5 contiene las referencias bibliográficas, mientras que, como Sección 6, se incluye un Apéndice en el que se realiza un análisis comparativo de la intensidad de emisiones y sus factores determinantes, incluyendo a Paraguay y Uruguay, además de Bolivia y Colombia. Se agrega además un Anexo, en el que describen los datos empleados, sus fuentes, y los métodos de estimación empleados.

## 2 MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual se basa en el utilizado por Nin-Pratt et al. (2019), para estimar la productividad física y ambiental de la ganadería pastoril en Paraguay y Uruguay. Consiste en utilizar un indicador de desempeño que ofrece una perspectiva integral de la eficiencia en el uso de todos los recursos, dada la tecnología actual, así como su impacto ambiental. A continuación, se describe brevemente la metodología propuesta.

El estudio aplica el marco desarrollado por O'Donnell (2017) que usa números índice, junto con el Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés)<sup>1</sup>, para estimar los niveles de productividad y eficiencia, y descomponer los cambios en la productividad de los factores, en sus componentes de cambio técnico (que supone desplazamientos de la frontera de producción); y de eficiencia (movimientos hacia o desde la frontera, que aumentan o reducen esa eficiencia, respectivamente).

La productividad total de los factores mide la cantidad de producto obtenida con una determinada cantidad de recursos. En lugar de hacerlo respecto a un sólo factor (producto por hectárea, por cabeza de ganado, o por trabajador), se mide respecto a un índice que combina todos los factores. Esto permite comparar distintos sistemas, y sobre todo cambios en el tiempo que involucran distintas cantidades o combinaciones de recursos, sin las limitaciones que presentan las medidas parciales.

De esta forma, la productividad total de factores (PTF) de una unidad de producción que genera múltiples productos y utiliza múltiples insumos, se define como el cociente entre un índice que combina los productos, (Q), y un índice que combina el conjunto de insumos empleado (X):

$$PTF = Q / X \quad (2.1)$$

La cantidad de producto Q, es el resultado de X y PTF, o sea, el conjunto de insumos empleados, multiplicado por la productividad de esos insumos.

O'Donnell (2008), muestra que cualquier índice de PTF, definido como el cociente entre un índice de productos y otros de insumos, puede descomponerse en una medida de cambio tecnológico y diferentes medidas de cambio de eficiencia. En la práctica, este estudio utilizará un índice PTF aditivo, que, para el caso de dos productos y dos insumos, se pueda representar como:<sup>2</sup>

$$PTF_{ij} = [a_1 (q_{1i} / q_{1j}) \times a_2 (q_{2i} / q_{2j})] / [b_1 (x_{1i} / x_{1j}) \times b_2 (x_{2i} / x_{2j})] \quad (2.2)$$

Este índice compara la PTF de la unidad de producción *i* con la PTF de la unidad de producción (UP) *j* (para un período particular). Las ponderaciones  $a_1$ ,  $a_2$  y  $b_1$ ,  $b_2$  podrían definirse como el promedio de los precios de productos e insumos, para todas las unidades y en todos los períodos. Este índice es "adecuado" en el sentido de O'Donnell (2017) ya que permite comparaciones entre unidades de producción, y a través de los años.

La medida de PTF propuesta para este estudio se descompone en eficiencia de producción o global (EFF) y cambio técnico (T).

$$PTF = EFF \times T \quad (2.3)$$

---

<sup>1</sup> Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés) es un 'modelo de programación matemática aplicado a datos observacionales que proporciona una nueva forma de obtener estimaciones empíricas de relaciones, - como las funciones de producción y / o las superficies que determinan posibilidades de producción eficientes, - que son los pilares de las economías modernas' (Charnes, Cooper y Rhodes 1978).

<sup>2</sup> El índice 2X2 se muestra solo para facilitar la presentación. La extensión a m productos y n insumos es directa.

Como se ha señalado, la tecnología o cambio técnico, marca los cambios en el *potencial de producción*. Esto es, la máxima producción posible, dada una cantidad de insumos (frontera), que evoluciona con el cambio técnico.

En producción, la eficiencia de una UP se calcula comparando la cantidad de producto obtenido dada la cantidad y combinación de insumos utilizados por la UP, con la máxima cantidad de producto que es posible obtener con esos mismos insumos dada la tecnología existente. Esto es, dada una tecnología, es una medida de la distancia de la producción de una UP a la máxima producción potencial, o frontera tecnológica. Todos los indicadores comparan el uso de insumos y la producción de una UP (predio o finca, distrito, seccional policial, provincia, departamento o país), contra la producción y el uso de insumos de las UPs que producen en la frontera tecnológica.

Por otra parte, la eficiencia global (EFF), puede descomponerse en una medida de eficiencia técnica (ET), y otra de eficiencia ambiental (EA). Según el enfoque propuesto, la eficiencia de producción (EFF), resulta del promedio de la eficiencia técnica (ET) y la eficiencia ambiental (EA). La ponderación asignada a ambas eficiencias (ET y EA), es arbitraria, no reflejando ninguna recomendación ni exigencia metodológica particular. Diferentes objetivos e hipótesis justificarían la utilización de otros coeficientes de ponderación, sin alterar los fundamentos, ni la dirección y sentido de los resultados.

De esta forma, la EA forma parte del cálculo de la PTF, y una baja eficiencia ambiental "penaliza" la medida de la productividad. Dada una cierta tecnología, a igualdad de eficiencia técnica, una UP con mayor eficiencia ambiental tendrá un indicador de PTF mayor. Una mayor EA la logran las UP que, para una cantidad de insumos dada, generen menos GEI.

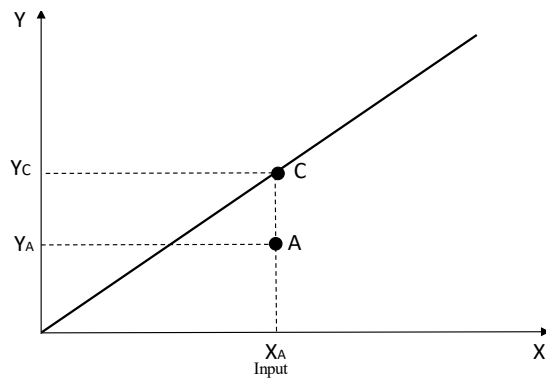
El enfoque empleado, asume que los productos deseados (carne, leche), y los gases contaminantes (GEI), son el resultado de dos procesos de producción separados, que usan los mismos insumos (básicamente alimentos y stock animal).

Se supone así, que la tecnología de producción deseada es una tecnología estándar que describe cómo se transforman los insumos en productos deseados, mientras que la tecnología generadora de contaminación se define siguiendo el enfoque desarrollado por Murty, Russell y Levkoff (2012). Con esta tecnología, dados los niveles fijos de algunos insumos y / o algunos productos deseados, existe una cantidad mínima de contaminación que será coproducida por la tecnología, y esta contaminación no podrá reducirse sin incurrir en costos adicionales (producción reducida de la productividad deseada). La tecnología de coproducción es una intersección de la tecnología de producción prevista y la tecnología generadora de contaminación. Las implicaciones del proceso de coproducción son que no es posible reducir la contaminación sin disminuir la producción, dada la tecnología disponible. Teniendo en cuenta que este es un proceso de producción de un "producto no deseado", la UP más eficiente será en este caso, la que produce la menor contaminación por unidad de insumo.

Los siguientes gráficos presentan en forma simplificada el problema.

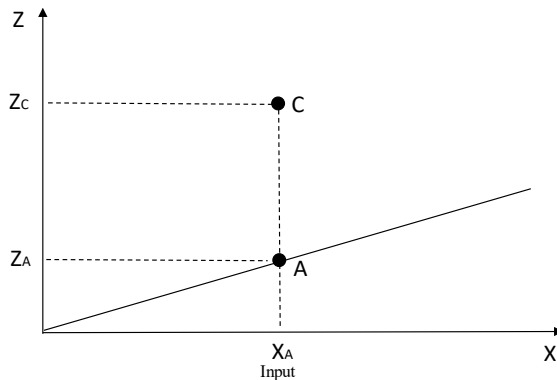
El gráfico (a) muestra el espacio insumo – producto. En este caso, la frontera tecnológica es definida por la UP C. Esta, dada la cantidad de insumos  $X_A$ , logra producir  $Y_C$ . Mientras tanto, la UP A, con igual cantidad de insumo, sólo produce  $Y_A$ . Comparando la cantidad de producto obtenida por A ( $Y_A$ ) con la cantidad que es posible obtener con la cantidad de insumo utilizada por A ( $X_A$ ) dada la tecnología disponible ( $Y_C$ ), la eficiencia de A es:  $ETA=Y_A/Y_C<1$ . En el caso de la UP C, la eficiencia se calcula como:  $ETC=Y_C/Y_C=1$ .

(a) Producción de carne



El segundo gráfico (b) representa el proceso de producción de GEI, que se da inevitablemente junto al proceso del producto deseado  $Y$ , según se vio en el gráfico (a). Para el mismo tipo y la misma cantidad de insumos ( $X_A$  en el mismo eje horizontal), el eje vertical muestra la producción  $Z$  de GEI para cada UP

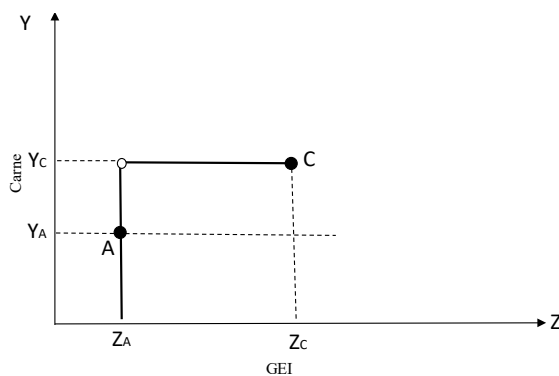
(b) Producción de GEI



La frontera se encuentra “por debajo”, puesto que, al tratarse de un producto no deseado, lo que interesa es la menor producción de  $Z$  dado un nivel de insumos. En este caso, la UP A es la que define la frontera tecnológica. Con la tecnología disponible, no es posible generar menos GEI que la unidad A, que tiene una eficiencia ambiental de 1. En este caso, la EA de C, es  $EAC = Z_A/Z_C < 1$ .

Finalmente, el gráfico (c) muestra la eficiencia total o conjunta. El mismo representa una “curva de transformación” entre el producto deseado  $Y$  y la polución  $Z$  (GEI), cuando se utiliza una cantidad de insumo  $X$ .

(c) Curva de transformación carne – GEI



Con un nivel de insumo de  $X_A$ , lo máximo que puede producirse es  $Y_C$  (como se muestra en gráfico (a)). Al mismo tiempo, con esa cantidad de insumo, la mínima cantidad de GEI que puede producirse es  $Z_A$ . Por lo tanto, todos los puntos en el eje horizontal a la izquierda de  $A$  son inviables. Lo mismo sucede con  $Y$ : todos los puntos por encima de  $C$  en el eje vertical son inviables. El espacio de producción (todas las combinaciones de  $Y$  y  $Z$  viables dada la tecnología) están a la derecha y por debajo del punto blanco ( $Y_C - Z_A$ ). No se puede producir  $Y > Y_C$  con  $X = X_A$ , pero cualquiera puede producir menos que  $Y_C$  (ineficientes). Nadie puede producir  $Z < Z_A$ , pero cualquiera puede producir  $Z > Z_A$ .

Las emisiones de GEI se calcularon siguiendo las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) de 2006 para los Inventarios Nacionales de GEI, con base en los datos recopilados sobre categorías de ganado y alimentos. Para estas estimaciones de GEI, se siguieron las directivas de la metodología Tier 2. El IPCC ha clasificado los enfoques metodológicos en tres niveles diferentes, de acuerdo con la cantidad de información requerida y el grado de complejidad analítica (IPCC 2006). El Nivel 1 o Tier 1, emplea factores de emisión predeterminados y otros parámetros proporcionados por el IPCC utilizando supuestos simplificados sobre reservas de carbono. El Tier 2, por otro lado, utiliza un enfoque metodológico similar al Tier 1, pero aplica factores de emisión y otros parámetros que son específicos del país y datos de actividad altamente estratificados para regiones específicas, categorías de aptitud y uso de las tierras, y categorías, producción y otras características específicas del stock ganadero.

Para el IPCC, progresar del Tier 1 al Tier 2 generalmente representa una reducción en la incertidumbre de las estimaciones de GEI, aunque sea a costa de un aumento en la complejidad de los procesos de medición y análisis.<sup>3</sup>

Los datos sobre precios de insumos y productos se utilizan para calcular el índice PTF. La frontera y las medidas de eficiencia asociadas se calcularon utilizando DEA. Por ejemplo, el problema de programación lineal para medir la eficiencia técnica es:

$$\begin{aligned} TE_o &= \min_{\lambda, \theta} \theta \\ \sum_{k=1}^K \lambda^k y^k &\geq y^o \\ \sum_{k=1}^K \lambda^k x_n^k &\leq x_n^o \theta \quad n = \{\text{insumos}\} \text{ y } k = \text{UPs} \end{aligned} \quad (2.4)$$

La eficiencia técnica de la UP "o" ( $\theta$ ) es la contracción proporcional mínima de los insumos  $x^o$  utilizadas por esta UP dado el producto  $y^o$ , sujeto a restricciones que definen la tecnología. La eficiencia ambiental desarrollada por Murty, Russell y Levkoff (2012) se obtiene al resolver el siguiente problema de optimización:

$$\begin{aligned} EA &= \min_{\mu, \gamma} \gamma \\ \sum_{k=1}^K \mu^k Z_r^k &\leq Z_{ro} \gamma \quad r = \{\text{contaminantes}\} \\ \sum_{k=1}^K \mu^k x_s^k &\leq x_{so} \quad k = \text{UPs, and } s = \{\text{insumos contaminantes}\} \end{aligned} \quad (2.5)$$

---

<sup>3</sup>Estudios recientes han planteado la hipótesis de que las ganancias y pérdidas de carbono en las tierras de pastoreo, no están en equilibrio como lo supone la metodología del IPCC, sino que las ganancias de carbono tienden a ser mayores que las pérdidas, con bajas dotaciones de ganado y manejo optimizado de los pastizales. Por ejemplo, Viglizzo et al. (2019) sostienen que las tierras de pastoreo generan excedentes de carbono que no solo podrían compensar las emisiones de la ganadería, sino que también podrían contribuir a compensar las emisiones de otros sectores. Aunque el potencial de las tierras de pastoreo para capturar y almacenar carbono en el suelo podría reconsiderarse en el futuro, en este estudio nos atenemos a la metodología del IPCC como el estándar, aceptando su enfoque para las comparaciones internacionales. Si esta forma diferente de considerar el balance de carbono en las tierras de pastoreo se incorpora a la metodología para estimar las emisiones, podría cambiar el foco que tenemos actualmente del papel del ganado como fuente de emisiones de carbono en la agricultura.

Mediante (2.5) se calcula la cantidad mínima de contaminación que se puede producir dada la cantidad y combinación de insumos contaminantes utilizados por la UP "o". La eficiencia general se calcula como el promedio de la eficiencia técnica ( $ET = \gamma$ ) y ambiental ( $EA = \theta$ ):

$$EFF = 1/2 (\theta + \gamma) \quad (2.6)$$

Los datos utilizados, así como los métodos de estimación aplicados, aparecen en el Anexo 1.

### 3 ASPECTOS GENERALES

#### 3.1 Ganadería en Bolivia

##### 3.1.1 Descripción general

Bolivia contaba en 2016, con un stock ganadero de 9,3 millones de cabezas. El 73% de ese stock estaba concentrado en los departamentos de Santa Cruz (43%) y Beni (30%). El presente estudio se limitó a la región oriental, constituida por esos dos departamentos. Además de concentrar gran parte del stock, representan una proporción relevante de la ganadería comercial del país y el área de mayor crecimiento de la producción ganadera, siendo además la que presenta algunos aspectos en común con otras de LATAM de interés para el estudio.

Gráfico 3.1. Bolivia. División administrativa



Fuente: CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=544917>

Los cambios importantes en el período analizado (2005 – 2016) han ocurrido en el departamento de Santa Cruz.

Éste, que representaba el 26% del inventario ganadero del país en 2005, concentra en 2016 el 43%. Mientras que el inventario ganadero, a nivel nacional, ha crecido a una tasa del 1,5% anual entre 2005 y 2017, en Santa Cruz, esta tasa ha sido del 4,1%, y en Beni, es levemente negativa.

Santa Cruz lidera además el crecimiento agrícola de Bolivia, siendo responsable de casi el 100% de la producción nacional de soja, el 90% de la de caña de azúcar, y el 75% de la de arroz.

La expansión de la producción ganadera, si bien se encuentra vinculada entre ambos departamentos (ganados de cría de Beni van a Santa Cruz a ser terminados, y muchos empresarios tienen campos en ambos departamentos); muestra diferencias en su patrón de crecimiento. En Santa Cruz, el crecimiento se da en buena medida por cambios en el uso del suelo, de forestación a pastos sembrados. En el período 2012 a 2015, la deforestación en Santa Cruz representó el 78% del total nacional, mientras que la de Beni, fue sólo el 8%. En este departamento, tienen importancia las planicies, en muchos casos inundables, con presencia de pastos “naturales”, que son una parte considerable de la oferta total de forraje.

El cuadro siguiente muestra el uso del suelo ganadero en ambos departamentos.

Departamento	Superficies en hectáreas			% pastos sembrados
	Pastos naturales	Pastos sembrados	Total	
Beni	5.546.618	335.423	5.882.041	5,7%
Santa Cruz	1.827.025	1.807.249	3.634.274	49,7%

Fuente: Elaboración en base a Stratego (2019, com. pers.)

Se aprecia claramente la diferencia en el porcentaje del área ganadera cubierta con pasturas sembradas.

Otra diferencia está dada por la mayor presencia de productores de los menores estratos de tamaño en el departamento de Beni

Cabezas/UP	Denominación	Beni		Santa Cruz	
		% de UP	% de cabezas	% de las UP	% de las cabezas
1 - 100	Familiar	49	3	16	1
101 - 500	Pequeño	24	15	52	10
501 - 2500	Mediano	24	55	24	22
+de 2500	Grande	3	27	9	67

Fuente: Elaboración en base a Stratego (2019, com. pers.)

La propiedad de las UPs, y en especial del ganado, aparece más concentrada en Santa Cruz. En Beni la concentración es algo menor, pero sobre todo destaca la alta proporción (casi 50%) de unidades muy pequeñas, que apenas concentran el 3% del ganado.

En Santa Cruz, la ganadería opera como colonizadora de tierras deforestadas. Posteriormente, se instalan rotaciones con cultivos, que eventualmente desplazan, o fuerzan a la ganadería a avanzar sobre el territorio. En Santa Cruz existen distintas zonas, con condiciones ecológicas, infraestructura y desarrollo agrícola y ganadero diferentes. Las denominadas Subregión Integrada y de Expansión, y Valles Cruceños, son zonas bien conectadas, y relativamente cercanas a la capital, con buen acceso por carreteras. Han ganado terreno la producción azucarera, y recientemente de producción de etanol, además del cultivo de soja, y en ellas se encuentran localizadas las agroindustrias, existiendo además producción de frutas y otros alimentos. Existen polos de producción de ganado para faena, e incluso, algunos de los principales frigoríficos han instalado corrales de engorde. Esta zona incluye las provincias de menor tamaño cercanas a la capital: Ichilo, Sara, Obispo Santiesteban, Florida, Vallegrande, Andrés Ibáñez y Warnes, estas dos últimas importantes en la producción ganadera y la industria frigorífica (producen el 20% del total departamental).

La subregión de la Chiquitanía es la de mayor producción ganadera, con cerca de 60% del total del departamento. En las zonas con mejor infraestructura, se verifica el avance de la “frontera agrícola” con desarrollo importante del cultivo de soja, y sorgo en las áreas de menor potencial. Incluye la totalidad o parte de las provincias de Chiquitos, Guarayos, Ñuflo de Chávez y Velasco.

La subregión Chaqueña está representada por el departamento de Cordillera, limítrofe con Paraguay, y con similitudes ecológicas con el Chaco paraguayo. La tecnología y los sistemas de producción ganaderos tienen similitudes, por lo que su potencial es elevado. En la actualidad, produce cerca del 15% del total departamental.

Finalmente, la región del Pantanal está representada por las provincias de Ángel Sandoval y German Busch, limítrofes con Brasil por el Río Paraguay. La producción de carne alcanza al 6% del total departamental.

Gráfico 3.2. Departamento de Santa Cruz de la Sierra y principales regiones



Fuente: [https://siip.produccion.gob.bo/atlas/SANTA\\_CRUZ.html](https://siip.produccion.gob.bo/atlas/SANTA_CRUZ.html)

Beni es más homogéneo. Los bosques ocupan menos de la mitad del área, y la superficie de pastos nativos es importante, ocupando algo más de la mitad. Tiene problemas frecuentes y severos de inundaciones por desborde de los principales ríos.

Es una zona criadora, con envío de animales en pie a Santa Cruz, aunque la mejora de las comunicaciones con Cochabamba le permite enviar ganado, y carne, a ese departamento.

La región de Mojena está integrada por las provincias de Moxos, Cercado y Marban. Cercado es la provincia más pequeña, pero la más poblada, albergando a la capital, Trinidad.

La Amazónica Beni, comprende a las provincias de Ballivian, importante por su inventario ganadero, y Vaca Diez. La provincia de Yacuma también es importante por su inventario y producción, similar a Ballivian. Finalmente, se encuentran las provincias de Mamoré e Itenez, al oriente del departamento, limítrofes con Brasil, y el departamento de Santa Cruz.



Gráfico 3.3. Departamento de Beni y principales regiones



Fuente: <https://siip.produccion.gob.bo/atlas/BENI.html>

## 3.2 Ganadería de Colombia

### 3.2.1 Descripción general

La ganadería bovina es una producción extendida y de importancia económica en Colombia. Su valor de producción es más del doble del de la avicultura, y más de 9 veces mayor que el de la porcicultura. Triplica, además, el valor de la producción de café.

Los dos principales productos de la ganadería bovina en Colombia son la carne y la leche bovinas. En términos de carne equivalente [ton carne + (ton leche x precio leche/ precio carne)], la leche en Colombia representó, en 2016, el 58% de la producción física de la ganadería bovina, mientras que en 2005 este peso era de 65%. Es, por lejos, la participación más alta de la lechería dentro de las ganaderías analizadas, seguida por Uruguay, país en el que alcanza al 27% de la producción física de la ganadería bovina.

Mientras que en leche Colombia no es autosuficiente, y todo crecimiento apuntaría a sustituir importaciones, el crecimiento de la carne vacuna ha cubierto la demanda interna, y generado pequeños excedentes, que se compensan en buena medida con importaciones reducidas en el marco de los tratados de libre comercio. Futuros incrementos de producción deberían orientarse a los mercados externos, para lo cual deben levantarse una serie de restricciones.

La producción lechera, ha mostrado relativo estancamiento productivo en el período. Se trata de una producción tradicionalmente protegida, orientada a satisfacer las necesidades del mercado interno, lo que se logró, a partir de un importante crecimiento desde 1979, que permitió triplicar la producción en los 2000, estancándose luego de 2008, al igual que el consumo.

La protección al sector se ha basado en una serie de impuestos a las importaciones, junto a transferencias desde el consumo recibidas a través del sistema de precios. En el marco de los acuerdos de la Comunidad Andina, se ha establecido un Sistema Andino de Franjas de Precios (SAFP) que se complementa con el arancel *ad valorem*. Consiste en aplicar derechos variables adicionales al arancel *ad valorem*, a la producción de países sin preferencias, incluyendo,

además de la leche a rubros como arroz, maíz, azúcar, y carne de ave y cerdo. De acuerdo con OCDE (2019), este mecanismo de protección, considerado en su tipificación como apoyo a los precios de mercado, es el principal componente del apoyo estimado a productores (PSE por su sigla en inglés), una medida estandarizada de transferencias al sector, que calcula y reporta periódicamente la organización.

Colombia ha suscrito una serie de tratados de libre comercio o preferencias comerciales. Para la producción ganadera, los de impacto potencial serían los suscritos con Estados Unidos, Unión Europea, MERCOSUR y Canadá. Estos tratados han afectado en forma diferente a los principales rubros.

La balanza comercial de productos lácteos colombiana pasó a ser deficitaria desde 2011, aún con cifras totales reducidas, como consecuencia de estos acuerdos.

Esa situación pondría al descubierto la desventaja competitiva aparente de la materia prima nacional, o una parte de ella. Esta situación se vería agravada, de acuerdo con estudios disponibles (Cadena, X et al. 2019), por el sistema de regulación de precios vigente desde 2007. La alta heterogeneidad regional verificada, hace que convivan unidades productivas y regiones con posibilidades de competir con la oferta importada, junto a otras en las que, por condiciones agroecológicas, infraestructura y capacidades, esto resulta poco viable.

Sólo el 48% de la producción de leche pasa por plantas industriales habilitadas, existiendo un considerable grado de informalidad, junto al consumo en fincas.

La evolución relativa de ambos rubros ganaderos (ver Gráfico 4.19), estaría poniendo de manifiesto que la carne bovina presenta una mejor posición competitiva, aun cuando su inserción internacional es hasta el momento mínima, y presenta importantes limitantes.

La balanza comercial de la carne bovina, no se ha deteriorado, a diferencia de lo que ocurre en los lácteos, y algunos indicadores de competitividad, como el precio comparado de la materia prima (ganado) favorecerían a Colombia frente a competidores. Sin embargo, y a pesar del aumento de producción y productividad verificado en el estudio, la cadena no ha logrado aprovechar las ventajas comerciales generadas por los tratados de libre comercio referidos, y no verifica exportaciones a esos mercados. Las exportaciones del período se limitaron a mercados de segundo orden, en volúmenes reducidos; siendo el principal de ellos Venezuela, hasta 2009.

Colombia cuenta con un inventario ganadero de unos 22 millones de cabezas, con orientación productiva diferente según regiones. Además de hatos especializados en producción de carne y leche, existe una importante producción de hembras de “doble propósito”.

En Colombia hay unos 500.000 predios ganaderos (FEDEGAN, 2005), de los cuales, algo más del 80% maneja menos de 50 cabezas de ganado, considerados pequeños productores. Esos predios concentran sólo el 23% del inventario ganadero. En el otro extremo, el 11% de los predios “grandes” (más de 500 cabezas) maneja el 25% del ganado.

Sin grandes desviaciones respecto al desempeño general, hay diferencias regionales, con zonas productoras de carne dinámicas, atrayendo la instalación de nuevas plantas frigoríficas (caribe seco, llanos orientales). La lechería está consolidada en cuencas de zonas altas, y existe crecimiento en nuevas zonas, como la Sur Occidental y Sur Oriental, que se suman a la tradicional de Antioquía, Cundinamarca y vecinas.

De acuerdo con la información relevada, y discusiones mantenidas con expertos en el país, se concluye que existe un considerable grado de homogeneidad de las variables relevantes a nivel departamental. Inclusive, de acuerdo con trabajos desarrollados por FEDEGAN, existe la posibilidad de agrupar departamentos en regiones suficientemente homogéneas. Siguiendo esa propuesta de FEDEGAN, se agruparon los departamentos en ocho regiones. Por motivos de

relevancia en la producción, esas regiones no incluyen a la totalidad de departamentos, quedando constituidas como se presenta en la siguiente tabla:

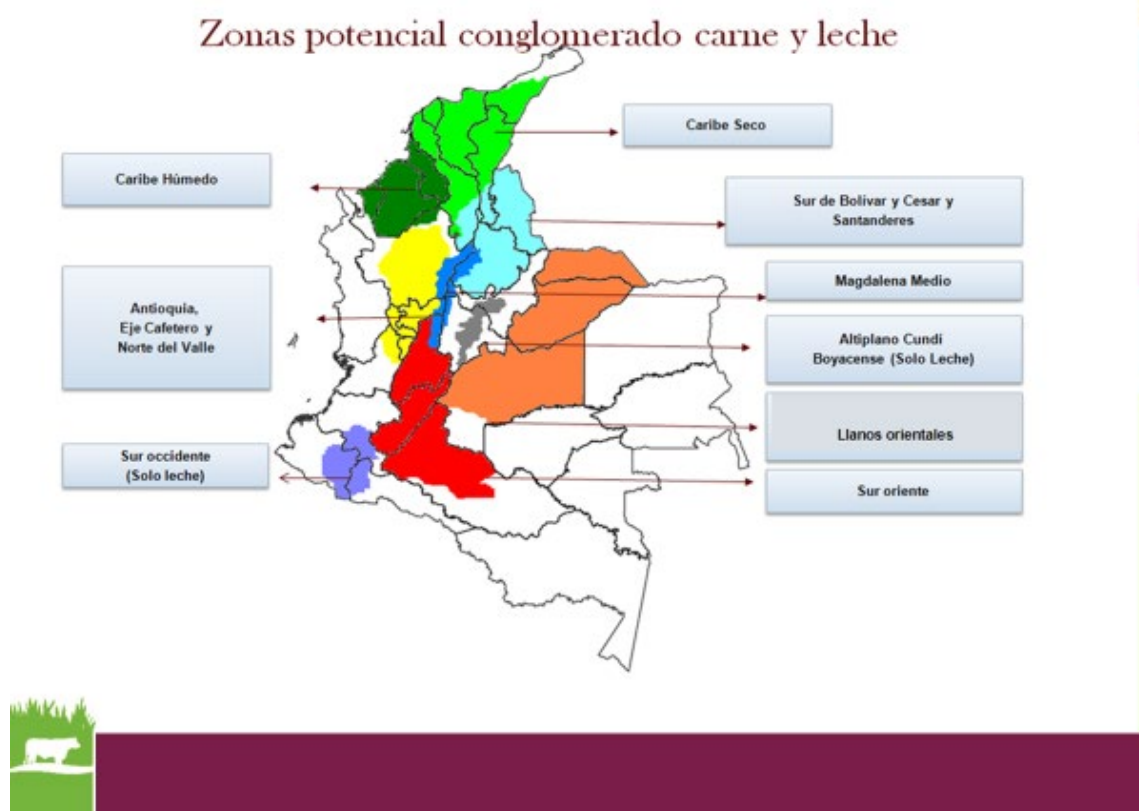
Agrupamiento de departamentos en regiones ganaderas

CARIBE SECO	ATLÁNTICO BOLÍVAR CESAR LA GUAJIRA MAGDALENA	LLANOS ORIENTALES	ARAUCA CASANARE META
CARIBE HÚMEDO	CÓRDOBA SUCRE	SUR ORIENTE	CAQUETÁ HUILA TOLIMA
SANTANDERES	NORTE DE SANTANDER	SUR OCCIDENTE	CAUCA NARIÑO PUTUMAYO
ANTIOQUIA EJE CAFETERO	ANTIOQUIA CALDAS QUINDÍO RISARALDA VALLE DEL	ALTIPLANO CUNDI BOYAQUENSE	BOYACÁ CUNDINAMARCA

Fuente: Elaboración propia, en base a información de Fedegan (2018, com. pers.)

El mapa siguiente permite ver espacialmente este agrupamiento. Debe agregarse que, por no coincidir con un departamento, que es la base de recolección de la información, se suprimió la región de Magdalena medio, incluyéndola en Caribe Seco, a pesar de sus particularidades.

Gráfico 3.4 Regiones ganaderas en Colombia



Fuente: FEDEGAN (2018, com. pers.)

Las regiones ganaderas utilizadas no coinciden totalmente con las ecorregiones que usualmente se identifican en Colombia, aunque pueden ser asimiladas parcialmente a las mismas.

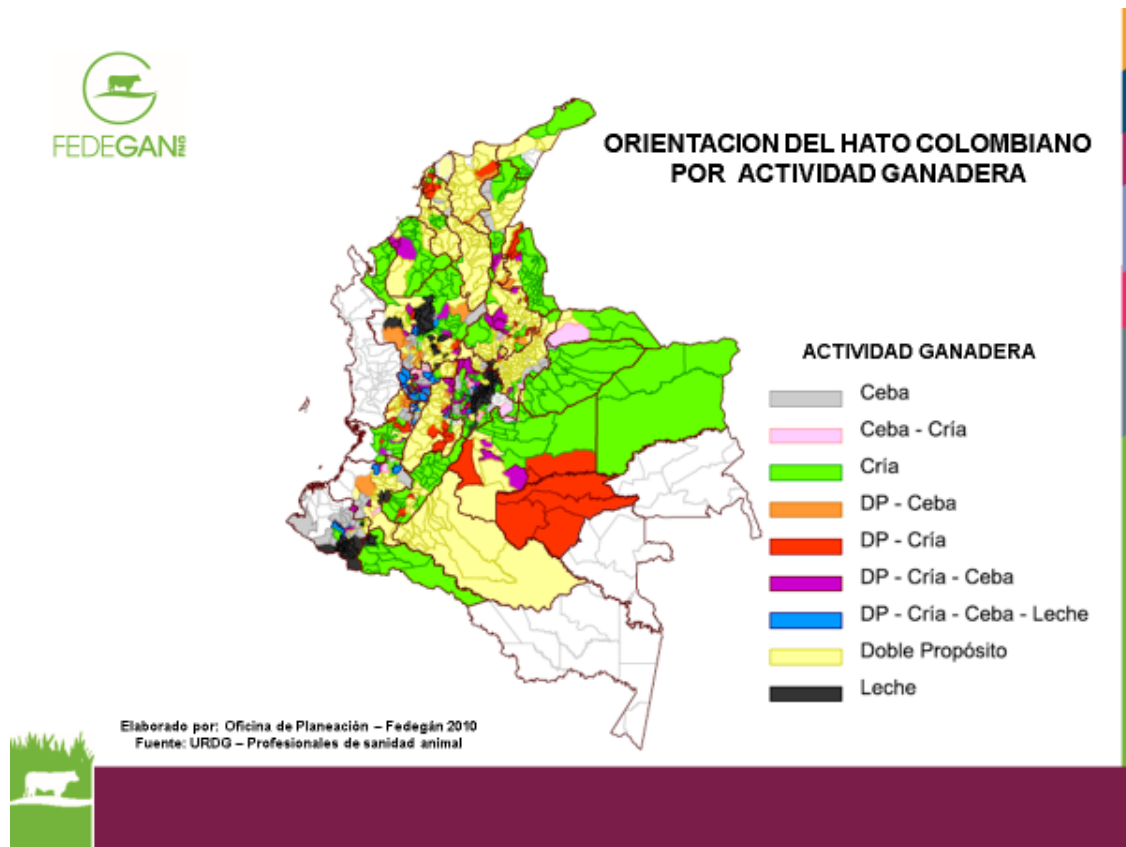
Las seis ecorregiones son:

- Amazonia: La vegetación corresponde a bosque tropical húmedo. Salvo en el departamento de Caquetá, ubicado en la región ganadera Sur Oriental, la producción ganadera es reducida, predominando el bosque, que en algunas zonas presenta intervenciones de explotación comercial de madera.
- Orinoquia: Coincide con la región de los Llanos Orientales, con vegetación de sabana boscosa, arbustos, pastizales y bosques de galería. En esta región se ha verificado alteración de parte de la vegetación boscosa, con un avance de la ganadería en base a pasturas sembradas, junto a producciones comerciales de arroz, sorgo, soja y palma.
- Pacífica: Parte de esta ecorregión forma parte de la región ganadera Sur Occidente (departamentos de Nariño y Cauca), mientras que Valle del Cauca se incluye en Antioquia y Eje Cafetero. A pesar de tener un inventario algo inferior a Valle del Cauca, el departamento de Nariño se destaca por su producción lechera.
- Caribe: Es la región con menor cobertura boscosa. A efectos de la regionalización ganadera, se divide en Caribe Seco y Caribe Húmedo. El Caribe Seco es una zona de producción ganadera consolidada, y en general, la ecorregión es de las que presenta mayor grado de intervención, sufriendo en el pasado intensa actividad de extracción de madera, y minería artesanal.
- Andina: Abarca las regiones ganaderas de Antioquia y Eje Cafetero, Altiplano Cundi Boyacuense, y Santanderes. La vegetación boscosa se ha reducido en el pasado, por la

presión ejercida por las principales concentraciones urbanas del país, cultivos comerciales de importancia como el café, y la producción ganadera, especialmente lechera, dadas las ventajas que genera el clima de las zonas altas. Dispone de valles interandinos de buen potencial productivo, en los que se desarrollan Actividades productivas intensivas en capital.

La orientación del hato ganadero, según regiones, se presenta en el Gráfico 3.5.

Gráfico 3.5. Orientación del hato según regiones

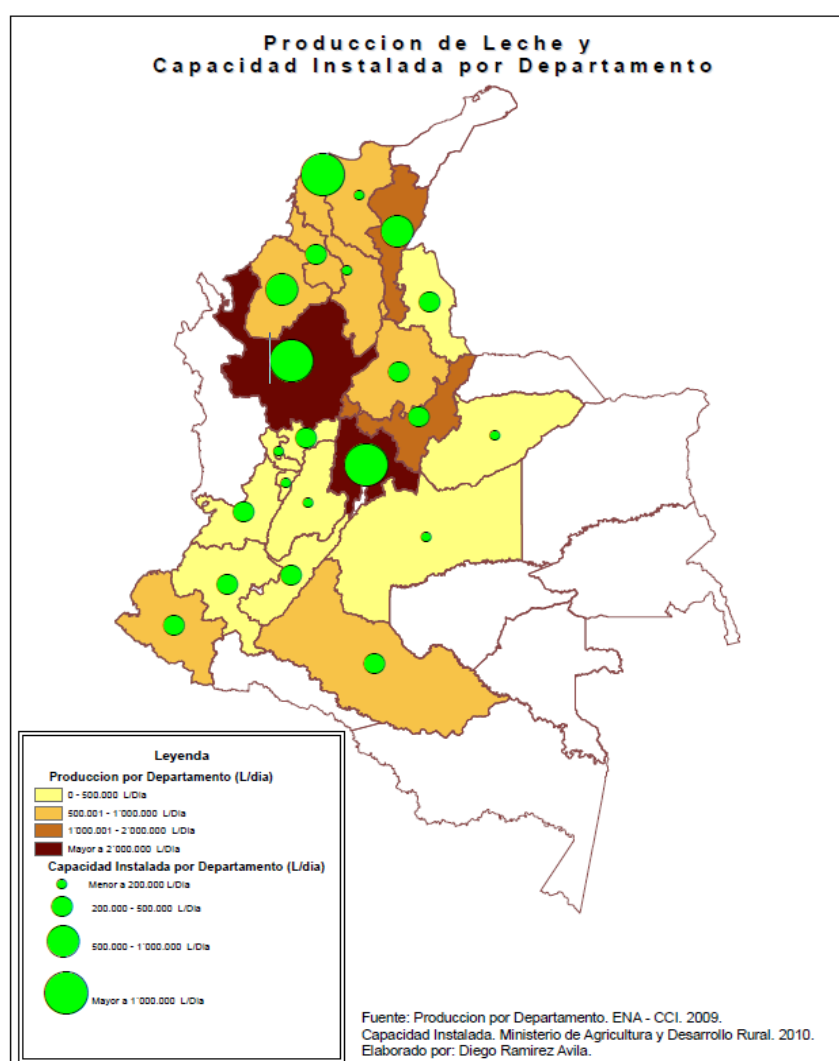


Fuente: FEDEGAN (2018, com. pers.)

Nota: DP= Doble propósito.

La localización de la producción lechera, y los centros en que se acopia e industrializa, se presentan en el Gráfico 3.6.

Gráfico 3.6. Regionalización producción lechera



Fuente: FEDEGAN (2018, com. pers.)

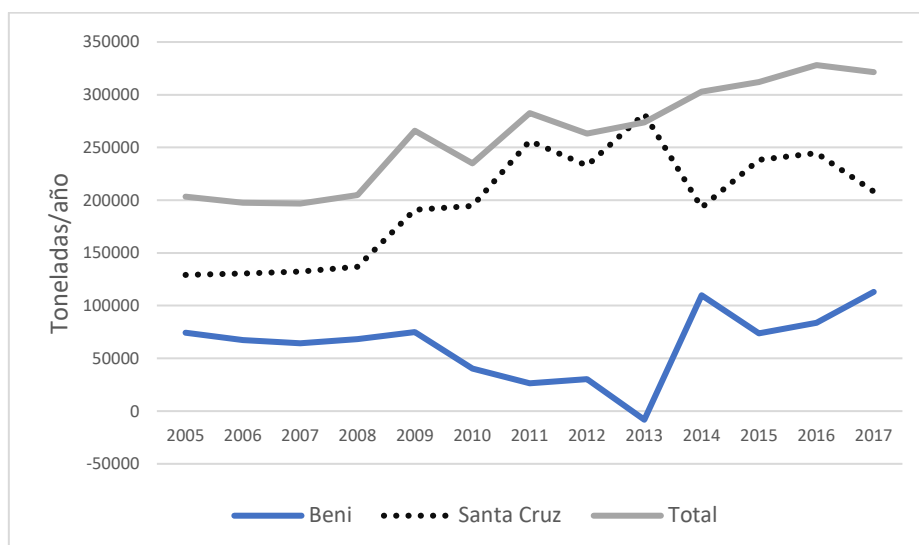
## 4 PRINCIPALES RESULTADOS

### 4.1 Bolivia

#### 4.1.1 Producción, productividad y sus componentes

La producción de carne en el oriente de Bolivia, y la de sus dos principales departamentos se aprecia en el Gráfico 4.1.

Gráfico 4.1. Bolivia. Producción de carne. Región oriental

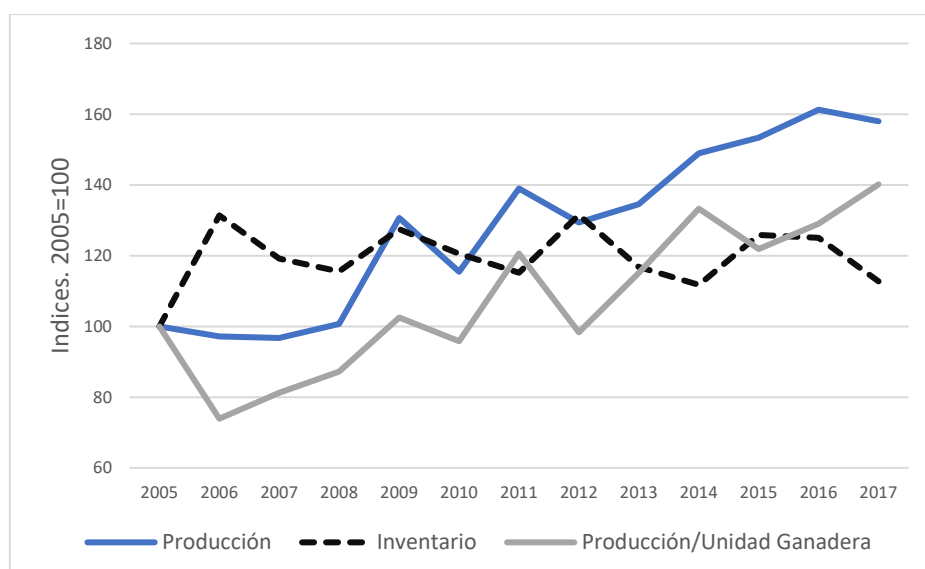


Fuente: Elaboración propia

La producción total se incrementa en un 58% en el período, con diferente comportamiento entre departamentos. Mientras que en Santa Cruz la producción aumenta 61% “entre puntas” del período (con tasas cercanas al 6% anual), en Beni lo hace en un 52%. Cabe señalar que en el último año de la serie se produce un “acercamiento” entre los gráficos, pero las trayectorias observadas en el período son diferentes, con un crecimiento en Santa Cruz hasta 2013, y fuertes oscilaciones, sin tendencia, en Beni.

El siguiente gráfico permite apreciar los determinantes del crecimiento.

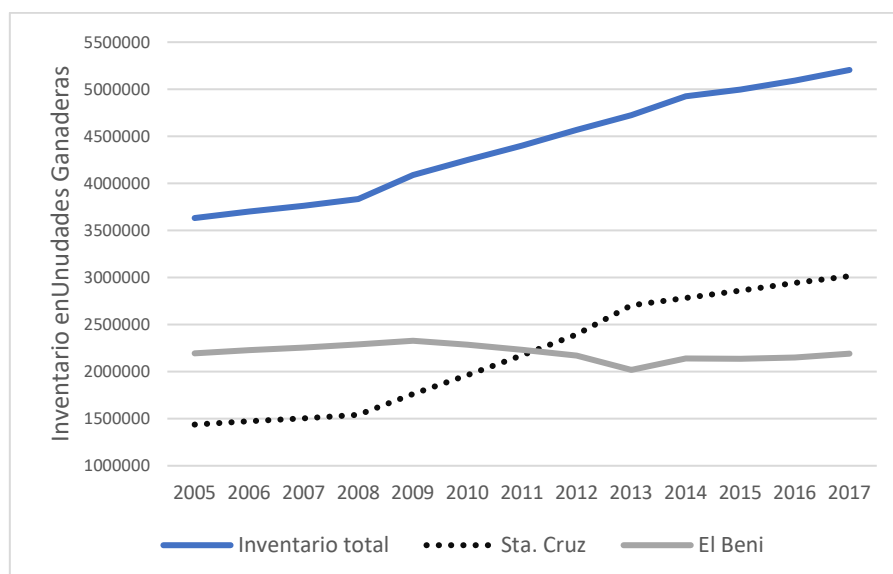
Gráfico 4.2. Bolivia. Determinantes del crecimiento de la producción: Índices de producción, inventario animal y producción por cabeza



Fuente: Elaboración propia

El crecimiento de inventario se da en el departamento de Santa Cruz. En este departamento el inventario se duplica, mientras que en Beni, que históricamente era el departamento de mayor población ganadera, se mantiene constante.

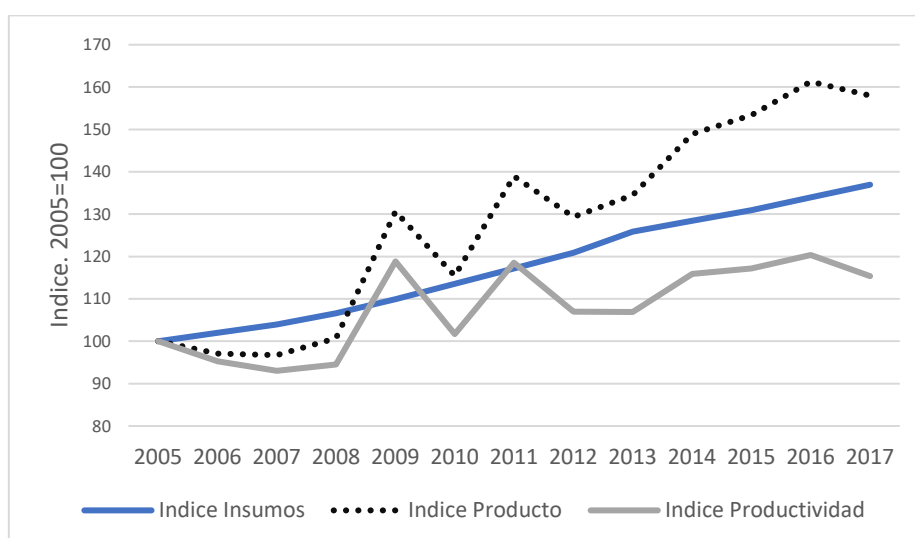
Gráfico 4.3. Bolivia. Evolución del inventario ganadero según departamentos



Fuente: Elaboración propia

El gráfico siguiente permite apreciar la productividad que se obtuvo de los insumos empleados para lograr el aumento de producción observado.

Gráfico 4.4. Bolivia. PTF, producción e insumos



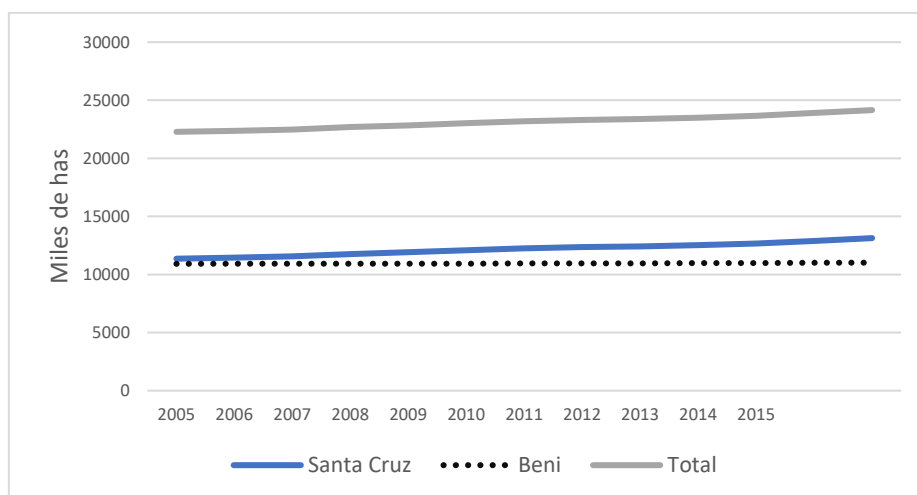
Fuente: Elaboración propia

La producción crece liderada por la evolución de Santa Cruz, hasta 2012 - 2013. Luego, en este departamento se estanca el crecimiento, y el aumento de los últimos años se produce por el “rebote” de la producción en el Beni, luego de una importante caída. El modesto aumento de productividad total de los factores refleja la situación. El mismo se produce entre 2005 y 2011, para luego estancarse, completando apenas un 15% en el período.

Tanto el inventario ganadero, como la superficie de tierra destinada al pastoreo, que son los principales insumos en la ganadería pastoril, se incrementan en el período. Prácticamente todo el aumento se produce en el departamento de Santa Cruz.



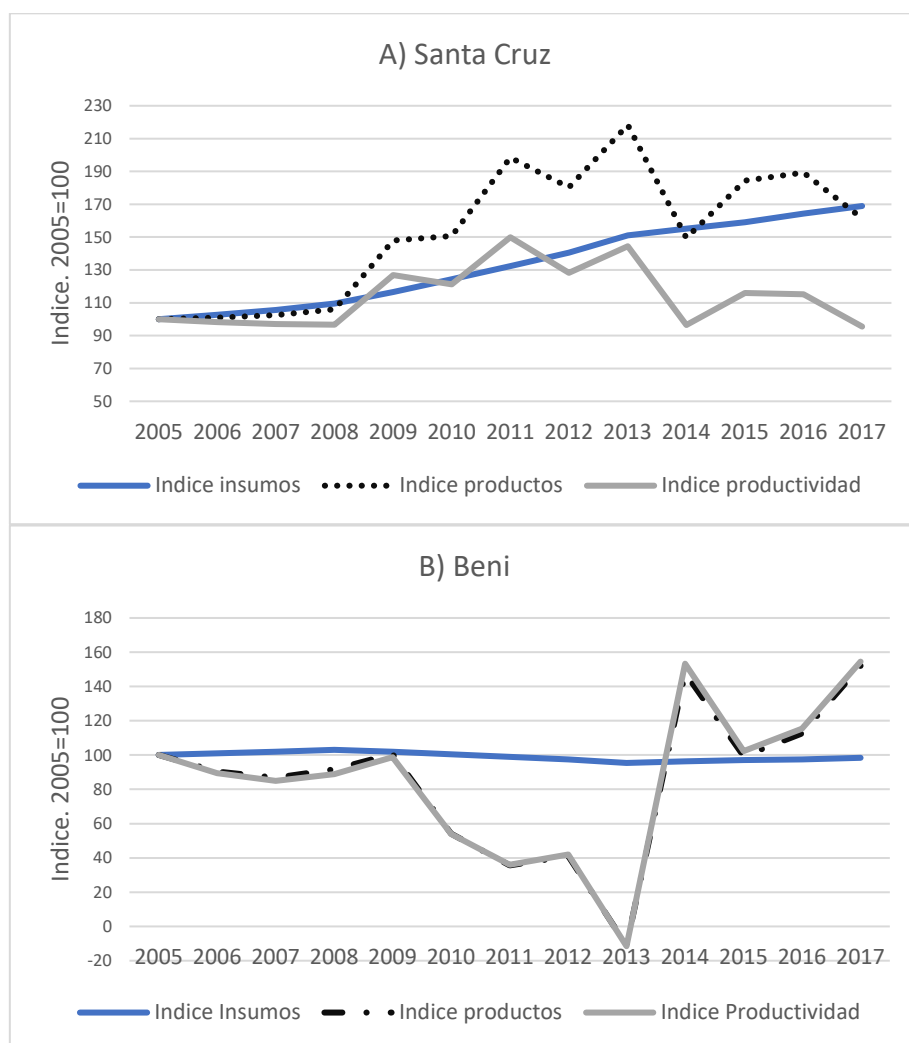
Gráfico 4.5. Bolivia. Evolución del área destinada a pastoreo según departamentos



Fuente: Elaboración propia

Los diferentes patrones de evolución de productos e insumos en ambos departamentos se reflejan en la productividad y su evolución.

Gráfico 4.6. Producto, insumos y productividad en departamentos del Oriente de Bolivia



Fuente: Elaboración propia

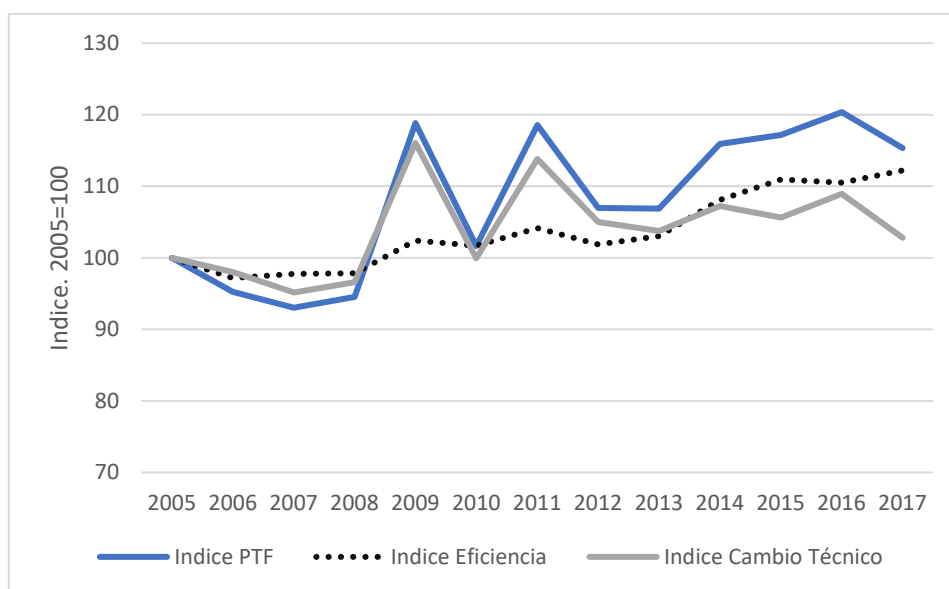
Los datos muestran una situación que exigiría interpretaciones adicionales:

Un incremento de la producción (más del 100%) y de la productividad total de los factores (50%) en el departamento de Santa Cruz, sostenidos hasta 2012 -2013. Luego, el uso de factores (tierra útil e inventario ganadero) sigue aumentando, mientras que la producción se estanca, provocando una caída en la productividad.

Un estancamiento de producción y productividad en el Beni. Puesto que prácticamente no existe cambio en el uso del suelo y el inventario ganadero no crece, los factores de producción no aumentan, y los movimientos en productividad responden casi exclusivamente a los de producción. La producción en Beni muestra importantes oscilaciones, con pronunciadas caídas, que se asociarían a mortandades y salida de ganado en malas condiciones por efectos ambientales (grandes inundaciones, otros), junto a períodos de recuperación y “rebote”. El aumento en los últimos dos años genera la imagen de un crecimiento, pero con la información disponible, el panorama de producción en Beni es más bien de inestabilidad y ausencia de tendencias claras.

El Gráfico 4.7. permite analizar la evolución de la Productividad en sus dos componentes: El cambio técnico (los cambios en el potencial o máximo posible de producción dados los factores disponibles), y la eficiencia (la diferencia entre la producción real y la potencial).

Gráfico 4.7. Bolivia. Componentes de la productividad de los factores



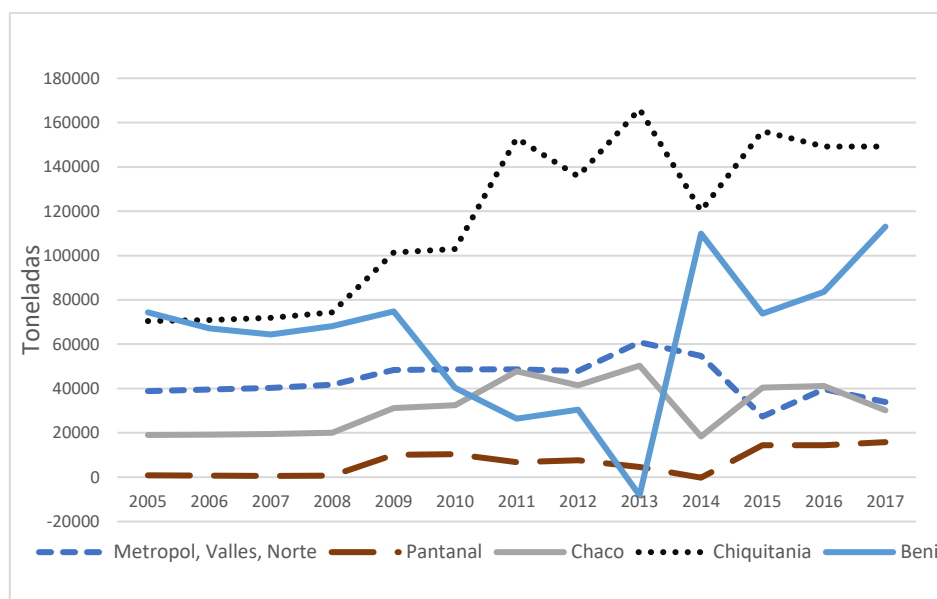
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que el cambio técnico lidera la mejora de la productividad en las primeras etapas del período, para luego de 2012 estabilizarse, pasando a ser la eficiencia, la que provoca un crecimiento modesto de la productividad.

Ese proceso de cambio técnico, liderando un importante aumento de productividad en la primera mitad del período, parece asociarse con los cambios observados en la producción de carne de Santa Cruz. Su detención y retroceso, luego de 2012, es responsable del descenso de la PTF en Santa Cruz.

El Gráfico 4.8. permite ver la evolución de la producción según regiones. Además de considerar a Beni como una sola unidad, dados los problemas de datos analizados en el anexo 1, las provincias de Santa Cruz fueron agrupadas en regiones, según se describe en 4.1.1.

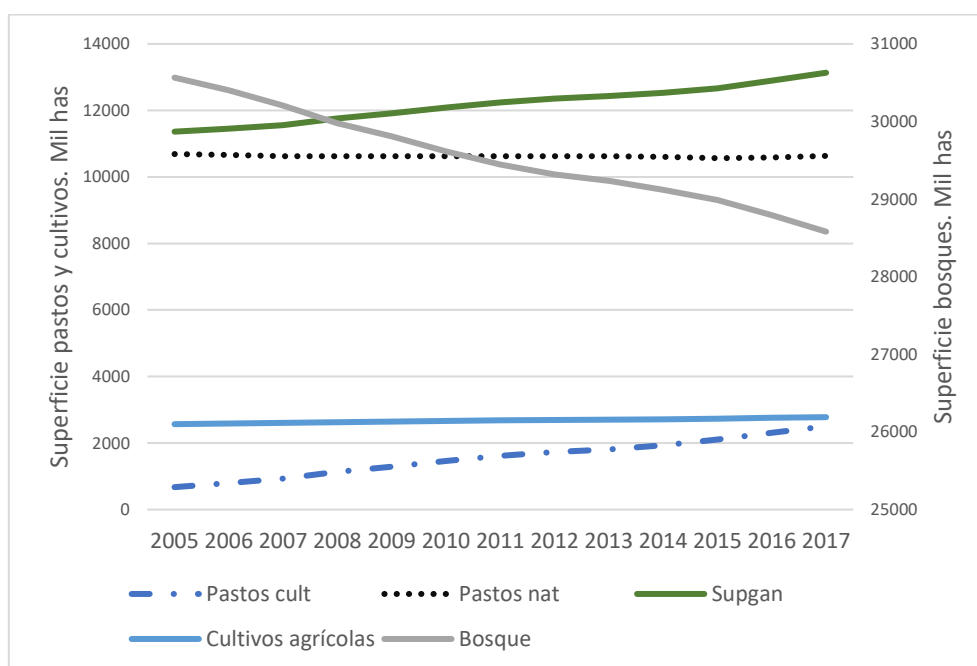
Gráfico 4.8. Bolivia: Producción de carne según regiones



Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 4.9. muestra la evolución del uso del suelo en el departamento de Santa Cruz

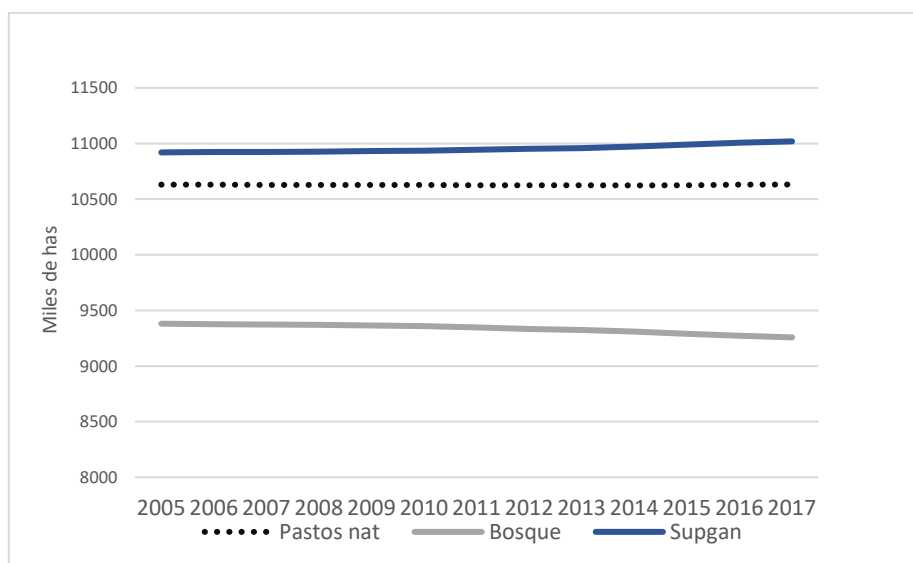
Gráfico 4.9. Santa Cruz. Evolución del uso del suelo



Fuente: Elaboración propia

Se destaca el incremento de la superficie ganadera, por reducción en el área de bosques e incremento de los pastos sembrados. El área de bosques se grafica en el eje secundario, para evitar problemas de escala. Dentro del departamento, la región de la Chiquitania es la que lidera el crecimiento de producción hasta 2012 - 2013, en buena medida por la incorporación de nueva superficie de pastoreo, y ganado. Todas las regiones de Santa Cruz muestran estancamiento o caída de la producción luego de 2012 - 2013. En contraste, el uso del suelo en Beni muestra muy pocos cambios. La deforestación es escasa, y el área de pastos sembrados es poco significativa.

Gráfico 4.10. Beni. Evolución del uso del suelo



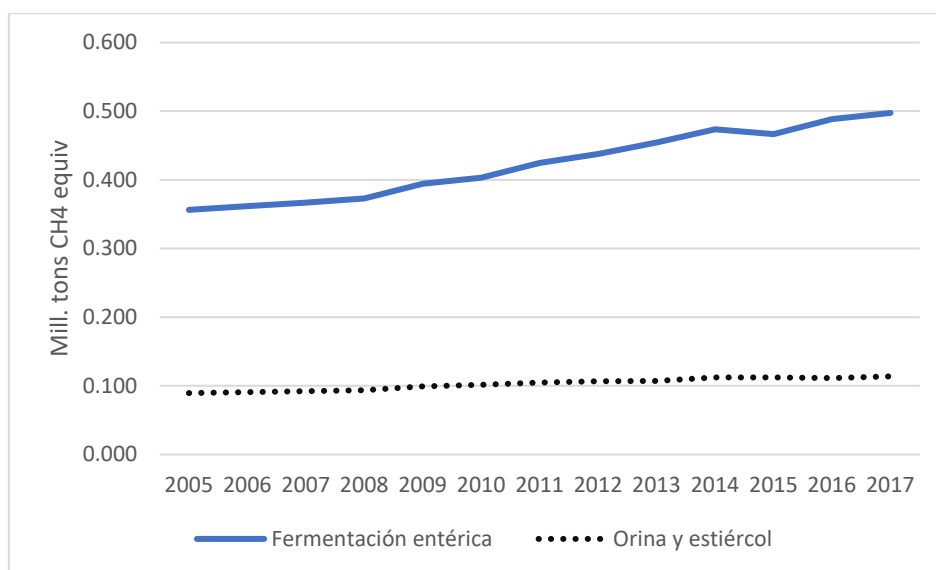
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Implicancias ambientales

Los cambios en inventario ganadero, en el uso del suelo y la tecnología, tienen implicancias en el balance de GEI asociados a la actividad ganadera.

Las emisiones de GEI surgen de la fermentación entérica del ganado ( $\text{CH}_4$ , y de las deyecciones ( $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ). Estas son las directamente atribuibles al ganado. Luego, en los casos en que existe deforestación, se producen remociones de biomasa, y reducción del secuestro de carbono, con lo que se incrementan las emisiones netas. Estas emisiones pueden ser atribuidas a la ganadería, en los casos en que el cambio de uso del suelo es de bosques a pastos, para uso ganadero. El Gráfico 4.11 muestra las emisiones directas del ganado, sin incluir las originadas por deforestación, expresadas como equivalente  $\text{CH}_4$ .

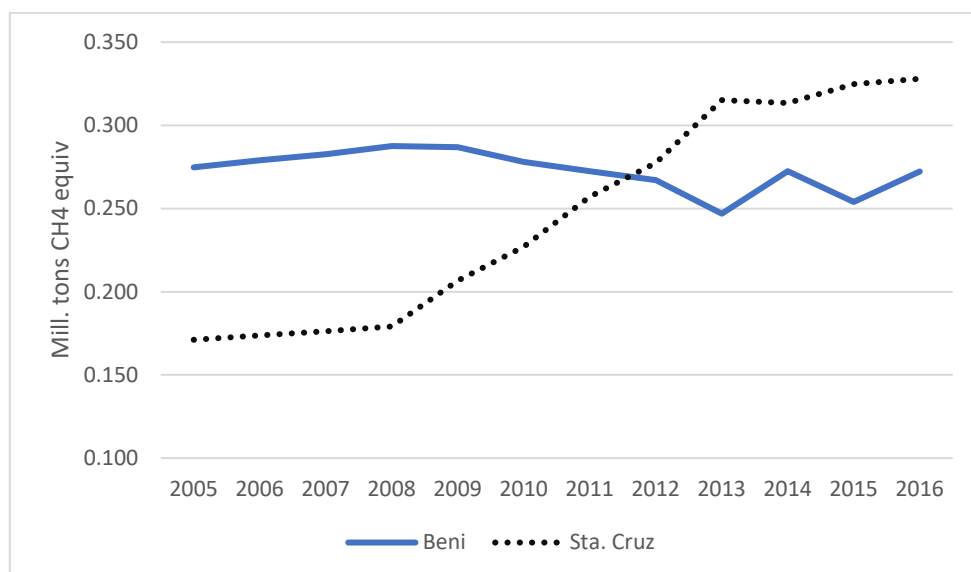
Gráfico 4.11. Bolivia. Emisiones de GEI debidas al inventario ganadero



Fuente: Elaboración propia

Dada la distinta evolución del inventario ganadero en ambos departamentos, las emisiones provenientes del inventario difieren.

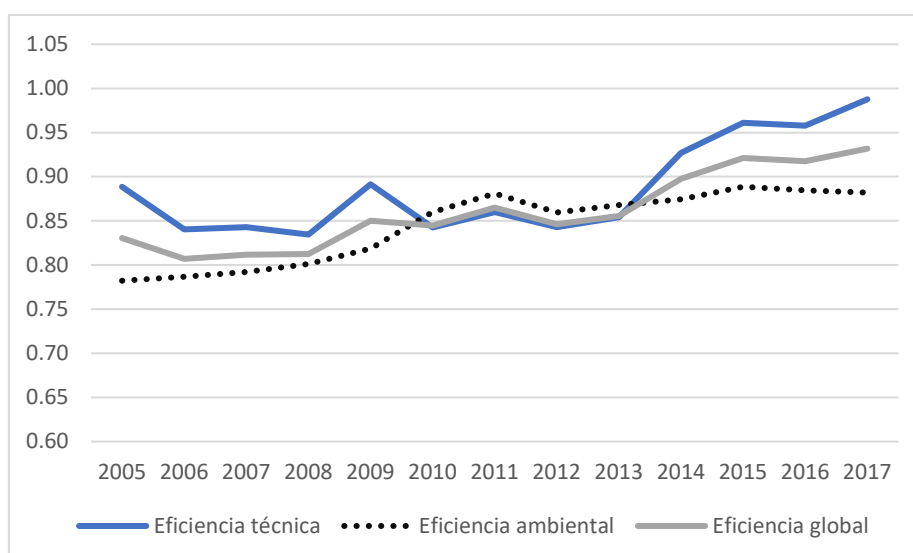
Gráfico 4.12. Bolivia. Emisiones de GEI por inventario ganadero según departamento



Fuente: Elaboración propia

Tal como se señaló en el marco conceptual, la estimación de eficiencia técnica se combina con la de eficiencia ambiental. El promedio de ambas da como resultado la eficiencia global de producción, incorporando de esa forma la dimensión ambiental, vinculada a la emisión de GEI. Como se explicó anteriormente, una eficiencia ambiental menor que la técnica, reduciría el valor de la eficiencia global, y de esa forma “penalizaría” la productividad. Esto es, dos unidades que obtienen la misma cantidad de producto (carne), usando la misma cantidad de insumos (tierra, ganado, etc.), podrían sin embargo tener, según el método propuesto, distinta productividad. Efectivamente, la unidad que generará menos emisiones para la cantidad de insumos usada tendrá mayor eficiencia ambiental. Esto se reflejará en una mayor eficiencia global, y finalmente en la Productividad.

Gráfico 4.13. Bolivia. Eficiencia de producción y sus componentes



Fuente: Elaboración propia

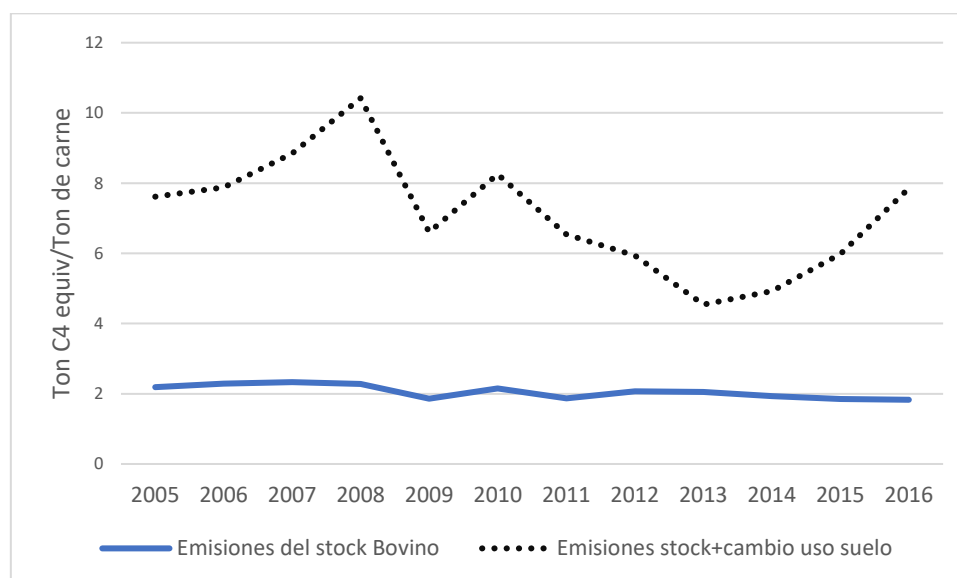
El moderado aumento de la eficiencia técnica estaría indicando que, luego de un período de cambio técnico importante, como el verificado entre 2007 y 2013, la tecnología comenzaría a generalizarse, reduciendo la distancia de las unidades “rezagadas” a la frontera productiva

(máximo potencial dado por la tecnología). La detención o moderación del cambio técnico, habría permitido una recuperación de la eficiencia técnica. La eficiencia ambiental presenta movimientos similares, aunque en niveles más bajos. Esta eficiencia no informa sobre el nivel de emisiones ni la intensidad de éstas, sino que se refiere a la diferencia entre las emisiones generadas, y, en este caso, por tratarse de un producto no deseado, el mínimo posible de emisiones dada la tecnología.

En países en los que la actividad ganadera crece, dada la tecnología dominante, es muy difícil lograr una reducción de las emisiones en términos absolutos. La variable relevante en estos casos es la intensidad de emisiones, esto es, la cantidad de GEI generados, en relación al producto obtenido.

El Gráfico 4.14 muestra esta intensidad. Se considera, en un caso, la emisión de gases directamente originados en el stock animal. En la otra curva, se agrega en el numerador el balance de GEI resultante del cambio en el uso del suelo. Este cambio genera una pérdida de biomasa, por eliminación del bosque, lo que incrementa las emisiones netas de GEI.

Gráfico 4.14 Bolivia. Intensidad de emisiones en ton de eq. CH<sub>4</sub> por ton de carne



Fuente: Elaboración propia

Comparando con lo verificado en otros países ganaderos de la región, surge que:

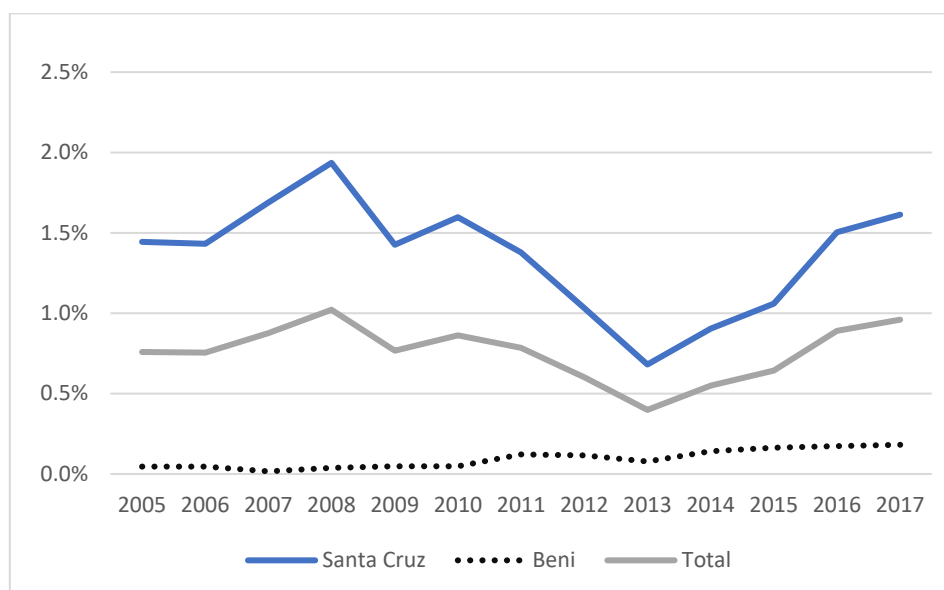
Las emisiones de GEI por el ganado acompañan el incremento de producción de carne, con muy pequeñas reducciones en la intensidad. Esto responde a los muy modestos incrementos en la productividad de los factores. Esta variable ha demostrado ser la principal determinante de la reducción en la intensidad de emisiones en países con ganaderías en desarrollo.

Las emisiones (el balance resultante) provenientes de cambios en el uso del suelo (pérdida de biomasa por deforestación), es importante, y tampoco muestra una tendencia clara a la reducción.

En este caso, además de la falta de incremento de productividad, incide la tasa con que se incorporan tierras provenientes de cambios en el uso del suelo a la superficie ganadera. En el acumulado del período 2005 a 2017, la superficie ganadera proveniente de deforestación alcanza al 9,4% de la superficie ganadera total del país. Este porcentaje es mayor que el observado en Colombia, pero menor que el que se verifica en Paraguay. Esta tasa de

deforestación anual, además, se reduce más lentamente que lo que se verifica en los demás países analizados con “frontera agrícola”.

Gráfico 4.15. Bolivia. Evolución de la superficie ganadera que se origina en deforestación (hectáreas por año como porcentaje de la superficie de pastoreo)



Fuente: Elaboración propia

Como era de esperar, la pérdida de biomasa originada por deforestación vinculada a producción ganadera ocurre en mayor medida en el departamento de Santa Cruz.

En el inventario de GEI del año 2004, el sector LULUCF, que engloba cambios en el uso de la tierra, ha sido responsable del 79% de las emisiones nacionales de CO<sub>2</sub>. Se contabilizan emisiones netas, y el principal motivo es el de conversión de tierras a otro uso en el año del inventario, y ese cambio es fundamentalmente el de bosques a tierras de cultivo o pastoreo. A la vez, en las emisiones de CH<sub>4</sub>, la fermentación entérica fue responsable del 79%.

#### 4.1.3 Análisis y discusión de resultados

La producción de Bolivia se dirige casi con exclusividad al mercado interno, cuya demanda total, ha aumentado en un 30% entre 2005 y 2017, a partir de un crecimiento de la población importante (cerca de 21%), y un modesto incremento del consumo per cápita de cerca de 7%, mucho menor que el constatado en carne de ave, que fue del 34% en igual período. El crecimiento de la producción de los departamentos analizados, que llegó casi al 60% en el período, compensó el estancamiento o retroceso verificado en otros departamentos. Las exportaciones en el período no han sido significativas, superando recién en 2013 los USD 15 millones al año. Recién en 2018 se han vuelto a superar los USD 15 millones anuales de exportaciones, y en 2019 se alcanzaron los USD 25 millones, con 4.630 toneladas, cifra algo menor a la de 2014. En primer semestre de 2020, según estimaciones de FEGASACRUZ (com. pers.), se habrían exportado 5.144 toneladas, esperándose alcanzar las 10.000 ton al cierre del año.

El cambio en la demanda externa se debe al acceso al mercado chino, responsable de cerca del 80% de las exportaciones recientes. Si el país mantiene su estatus sanitario, el potencial de expansión con ese mercado como destino líder, es importante.

Para atender una eventual demanda ampliada, es importante retomar y consolidar un proceso de crecimiento de la producción, y agregarle algunos atributos. Dentro de la región, deben distinguirse diferencias importantes entre departamentos y provincias en lo que respecta a la

dinámica de la producción, la tecnología empleada, la productividad lograda, y los desafíos ambientales asociados.

Mientras que en Beni se produce mayoritariamente a partir de pastos naturales, en planicies parcialmente inundables, y la producción muestra altibajos y ausencia de tendencias claras de crecimiento; en Santa Cruz la producción ha mostrado períodos de crecimiento, básicamente por la introducción de nuevas tecnologías de producción en base a pastos sembrados en tierras provenientes en buena medida de la forestación, con un modelo en parte semejante al aplicado en el Sur Oeste de Brasil, Paraguay, y algunas zonas de Colombia.

La productividad de los factores, esto es, la cantidad de carne que puede obtenerse con una determinada cantidad de insumos ha crecido en forma modesta, aproximadamente en un 15% en el período.

Los incrementos de producción, y en especial los de productividad, son inferiores a los verificados en otros países estudiados, en los que la ganadería crece con expansión de frontera agrícola, y que aplican tecnología de producción ganadera adaptada a los trópicos.

La expresión del potencial de crecimiento requiere de soluciones tecnológicas, y diseminación de estas, para que la adopción sea importante, se incremente la eficiencia, y con ello la productividad.

En Santa Cruz existe un modelo de expansión que ha demostrado ser capaz de generar crecimiento (más allá de consideraciones ambientales que se abordan más adelante). La ganadería en Santa Cruz, es “colonizadora” de las tierras incorporadas por cambios en el uso del suelo, a la que luego se incorporan actividades agrícolas. La competencia que ejerce la agricultura (soja en las mejores tierras), podría haber limitado las posibilidades de la ganadería de crecer en esas tierras, desplazándola a tierra de menor potencial.

En Beni, por el contrario, no parece haber un lineamiento de cambio técnico definido. Beni es un productor tradicional de carne en base a pasturas naturales. Si bien existe un camino de ajustes de manejo a transitar, la mejora de la nutrición aparece como un requisito importante. Dada su importancia y en la producción, un cambio relevante y sostenido de la ganadería en la región oriental, requiere que en el departamento de Beni se genere una ruta de expansión definida. Se trata de un departamento ganadero tradicional, con una importante superficie de pasturas, que sin embargo no ha mostrado cambios definidos en el período.

Problemas ambientales y de infraestructura, y prácticamente nula inversión en mejora de la base forrajera, son restricciones que afectan el crecimiento ganadero en Beni, y con él el de la región, y el país.

Una ruta de inversión, cambio técnico y crecimiento requiere de incentivos. El inicio de un proceso exportador podría ser el motor de estos incentivos.

Los aspectos sanitarios resultan claves al respecto. Un cambio decisivo ha sido la declaración de país libre de aftosa con vacunación, a la que se fueron sumando zonas a partir de 2010, y hoy abarca a todo el país (hay también zonas del altiplano libres sin vacunación). Sostener este estatus, y demostrarlo con transparencia toda vez que sea requerido, resulta un aspecto clave. Junto a la sanidad del ganado, la inocuidad en todos los pasos de la cadena, la certificación de plantas industriales, y todo lo que se vincula a seguridad para los consumidores, debe mejorarse y asegurarse.

En materia de políticas públicas, existen al menos dos aspectos que son señalados por expertos, como desafíos a la generación de un clima propicio y cierto para las inversiones.

Uno de ellos tiene relación con intervenciones en los mercados, que en ciertos períodos “desalinearon” los precios externos de los domésticos. En 2008, luego de verificarse déficit en



el abastecimiento debido a fenómenos climáticos adversos, que provocaron incremento en los precios, se decretó la prohibición a exportar ganado en pie o carne. Aunque las exportaciones eran muy reducidas, existían perspectivas de crecimiento, y a la vez, los precios de exportación permitían “arbitrar” el precio interno. La medida habría impactado, fundamentalmente en las expectativas de los inversores, más que directamente en los precios corrientes. En los hechos, las exportaciones han resultado muy reducidas, y a mercados de la región (Perú, Venezuela), y con menores volúmenes a África (Angola). Consolidarse como proveedor de China supone la necesidad de cumplir protocolos de calidad y sanidad, y sobre todo, mantener una capacidad continua de abastecimiento.

Otro tema de políticas que incide sobre la producción actual y las expectativas es el de las regulaciones sobre el uso del suelo, y algunas inversiones públicas importantes para la producción.

En Bolivia, los establecimientos agropecuarios, deben tener lo que se denomina Plan de Ordenamiento Predial, (POP), en el que se describe el tipo de explotación que se debe llevar adelante en ese establecimiento. Al mismo tiempo, por una reglamentación Nacional, se establece que la tierra debe cumplir con una Función Económica y Social, (FES), entendiéndose por tal que la tierra no debe estar ociosa y que debe generar ocupación de mano de obra.

La incorporación de nuevas áreas a la producción “mejorada”, ya sea por desmonte o introducción de especies forrajeras en sabanas y pastizales, requiere de certezas jurídicas.

La Constitución Política del Estado Plurinacional, asigna al nivel central del Estado competencia sobre las políticas de planificación y ordenamiento territoriales. Mediante Decreto de febrero de 2001, se declaran Tierras de Producción Forestal Permanente a 41.235.487 hectáreas a nivel nacional, prohibiéndose el desmonte y la quema de esas tierras.

Sin embargo, atendiendo a las necesidades de crecimiento de la producción que constituyen metas del gobierno, se ha establecido una serie de excepciones. En Santa Cruz de la Sierra y Beni, se han promulgado decretos que permiten el desmonte (y quema) en tierras privadas e incluso comunitarias, sujeto a la aprobación de un Plan de Ordenamiento Predial, en las áreas clasificadas por el Plan de Uso del Suelo (PLUS departamental) que así lo permitan. De acuerdo con la información relevada, en el departamento de Santa Cruz se procedió a aprobar POPs en consonancia con el PLUS departamental, y adicionalmente, se habría aplicado lo establecido en el régimen excepcional aprobado en 2013, para sanear la situación de predios con desmontes no autorizados entre 1996 y 2011.

En Beni, la aplicación de esta normativa habría presentado trabas importantes, lo que habría restringido las nuevas inversiones. La información reciente (no captada por las series de datos disponibles), indica que, en 2019, por decreto supremo, se profundizan y especifican con más claridad los permisos para el desmonte, la tala y quema controlada de los bosques para actividades agropecuarias, en Beni y Santa Cruz. Estos permisos deben ajustarse a lo establecido en el Plan de Uso de Suelo (PLUS).

Un nuevo PLUS para Beni, aprobado en 2019, establece amplias áreas del departamento, con cobertura de sabanas, sabanas arboladas, tierras inundables y bosques de bajo potencial maderable (las calificadas como de usos Agropecuario Extensivo, Agropecuario Extensivo Bajo Manejo, y Agropecuario Extensivo Estacional), en las que se permite, de acuerdo con los POP y con autorización previa de la ABT, el desmonte para uso ganadero y/o agrícola.

Si la aplicación de estas nuevas normas se realiza sin obstáculos, se estaría levantando una de las restricciones identificadas en el estudio.

No obstante, este previsible patrón de crecimiento replantea los desafíos identificados en el área ambiental. Estos desafíos pueden sintetizarse como:

- En períodos de incorporación sostenida de tierras de desmonte a la productividad ganadera, es imposible compensar, mediante la captación por las pasturas, las importantes pérdidas de biomasa del desmonte, y la mayor capacidad de secuestro de CO<sub>2</sub> del bosque. No obstante, puede mejorarse la ecuación, logrando una ganadería baja en intensidad de emisiones, y sacrificando los bosques de menor productividad y biodiversidad asociada.
- Los datos analizados, indican que la clave para la reducción en la intensidad de emisiones es la productividad de los factores, y en especial del inventario ganadero. Tener la menor cantidad de ganado comiendo pasto y emitiendo, sin producir, o sea, tener una mayor tasa de extracción, es decisivo. Otras medidas, como dietas de menor potencial de emisión de metano, sistemas silvopastoriles, entre otros, deben desarrollarse. Pero el primer paso, de impacto más notorio, es crecer en base a una ganadería de alta productividad. De esta forma, las regulaciones de uso del suelo, que contemplen las necesidades de crecimiento, que se basen en criterios técnicos sólidos, y sean transparentes, son decisivas para enmarcar el crecimiento.

Para consolidar el crecimiento, y hacerlo con mayor productividad, se requiere:

- Un incremento de la eficiencia. Junto a un cambio técnico sostenido, se requiere que el conjunto de unidades siga el paso de productores o zonas “de punta”. Ha habido un esfuerzo importante del sector privado en la incorporación de cambio técnico. La diseminación muy probablemente requiera de acciones públicas para generalizar los cambios.
- Un marco adecuado de políticas públicas (regulaciones, inserción externa y acuerdos comerciales, servicios sanitarios, de identificación y control de movimiento de animales, e institucionalidad de apoyo)
- Una consolidación de la regulación efectiva del uso del suelo

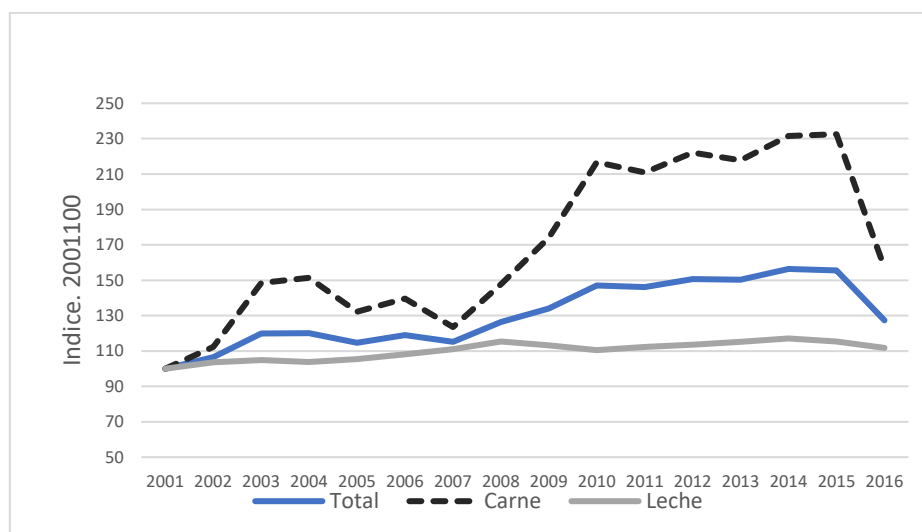
## **4.2 Colombia**

### **4.2.1 Producción, productividad y sus componentes**

La producción ganadera en Colombia (carne y leche bovinas) se incrementó en un 27% en el período analizado (2001 – 2016). Si se excluye el último año de la serie (2016), el incremento de la producción ganadera es de 56%.

El incremento resulta del comportamiento diferente de los rubros que componen el índice. Mientras que la carne bovina tuvo un incremento de producción de 57% entre 2001 y 2016 (132% entre 2001 y 2015), la leche sólo incrementó su producción en un 12% (15% entre 2001 y 2015).

Gráfico 4.16. Producción ganadera en Colombia. Evolución 2001 a 2016

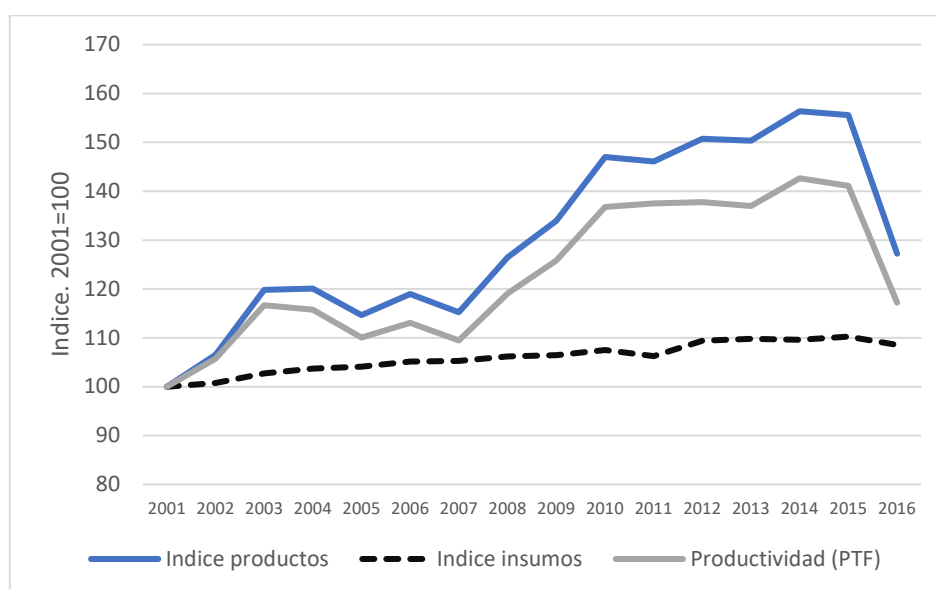


Fuente: Elaboración propia

En el caso de la carne bovina, el pronunciado declive del año 2016, si bien responde a una serie de factores identificados por expertos locales, podría estar vinculado a ciertos cambios metodológicos o de procedimientos en las estimaciones de inventarios ganaderos de ICA en 2016, por lo que debe manejarse con prudencia.

El Gráfico 4.17. muestra la relación entre el índice de producción total del gráfico anterior, y un índice compuesto de los insumos utilizados para obtener ese producto, que incluye la tierra, el inventario ganadero, alimentos y mano de obra. La relación entre la producción y el conjunto de los insumos utilizados da como resultado la Productividad Total de los Factores (PTF).

Gráfico 4.17. Colombia. Índices de Producción, uso de insumos y productividad

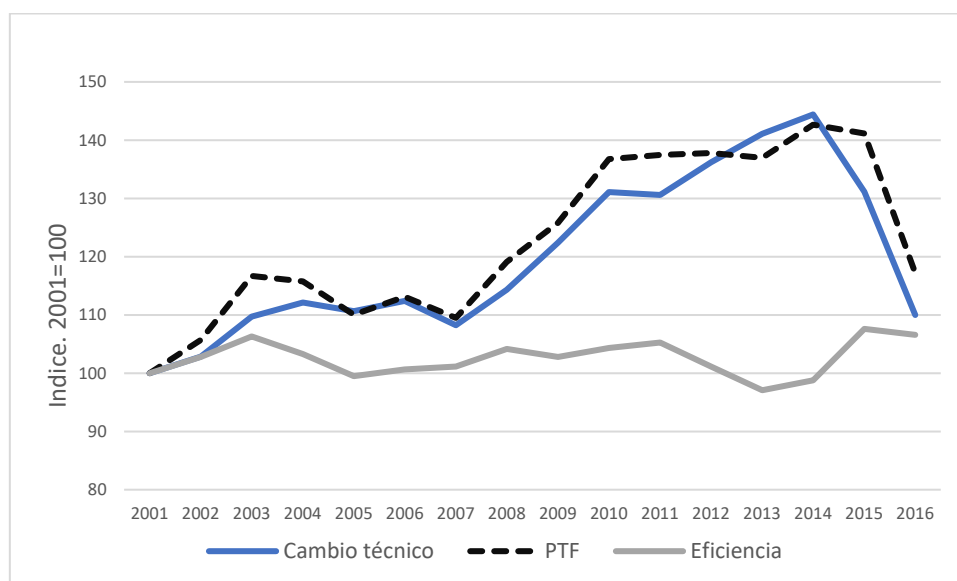


Fuente: Elaboración propia

El crecimiento de la PTF es menor que el de la producción, puesto que en el período se produce también un modesto aumento en los insumos, de cerca de 10% entre extremos. La PTF se incrementa hasta un máximo de 40% en 2015, lo que significa que la ganadería colombiana lograba que los insumos produjeran 40% más en 2015 respecto a 2001.

Como se señaló en el marco conceptual, la PTF puede ser descompuesta en cambio técnico y eficiencia.

Gráfico 4.18. Colombia. Componentes de la productividad

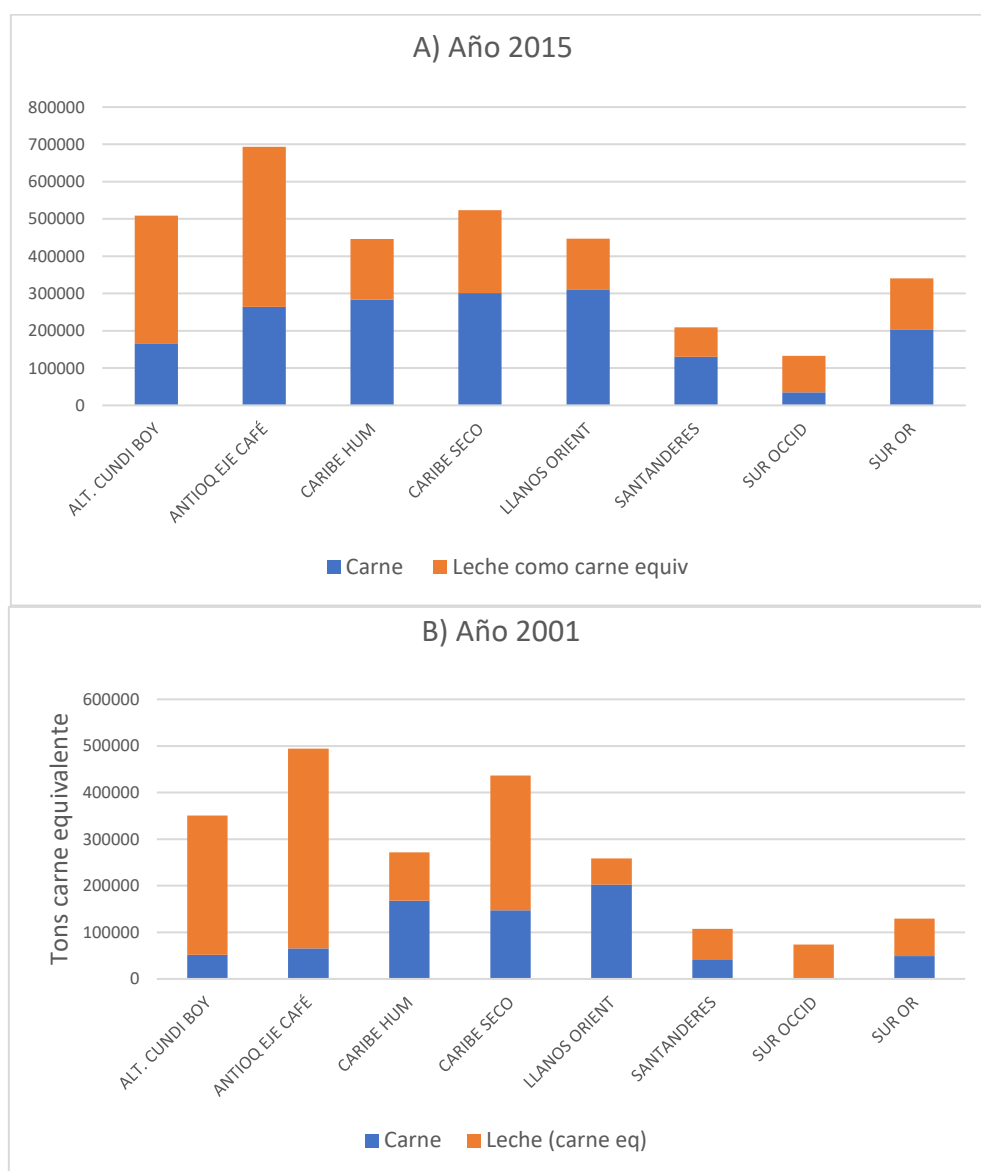


Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra que notoriamente fue el cambio técnico, especialmente luego de 2006, el que lideró la mejora de productividad de la ganadería colombiana. La tecnología marca el potencial productivo de los factores de producción. Aún en condiciones de cambio técnico, la eficiencia no se redujo, lo que permitió que la PTF y el cambio técnico tuvieran trayectorias y valores muy cercanos. Es frecuente que, en momentos de cambio técnico importante, la eficiencia se reduzca, por la dificultad de muchas unidades de acercarse a la “frontera de producción”, que es el máximo permitido por la tecnología. En el promedio del país, y considerando a las regiones como “unidades”, esto no se habría verificado, manteniéndose la eficiencia con pocos cambios, y en valores altos. También es posible que al manejar un número limitado de unidades (8 regiones y 16 años), la limitada heterogeneidad no haya permitido expresar diferencias en eficiencia.

Las regiones tienen una vocación productiva y un comportamiento diferente en el período. Los gráficos siguientes muestran la producción de carne equivalente en las 8 regiones, en los años 2015 y 2001. La producción total de carne equivalente surge de:  $(\text{ton carne} \times \text{precio carne} + \text{ton leche} \times \text{precio leche}) / (\text{precio carne})$ . Los gráficos, por tanto, permiten observar la composición de la producción total, expresada en unidades homogéneas.

Gráfico 4.19. Colombia. Producción ganadera en diferentes regiones, y participación de carne y leche en la misma



Fuente: Elaboración propia

Las regiones<sup>4</sup> cuya producción crece menos de 50% entre 2001 y 2015, son a la vez las de mayor producción total, y serán denominadas a los efectos del análisis, como regiones “maduras”: Altiplano Cundi Boyacuense, Antioquía y eje cafetero, y Caribe seco. En ellas, el mayor valor lo genera la producción de leche, aunque la participación de la carne se incrementa, en las tres regiones, hacia 2015, pasando de 34% a 42% del volumen de carne equivalente producido. Este cambio es más importante en las regiones más especializadas en lechería. En el Altiplano Cundi Boyacuense, la participación de la carne pasa de un 15% a un 24% entre 2001 y 2015, mientras que en Antioquía y el eje cafetero, pasa de 13% a 28%.

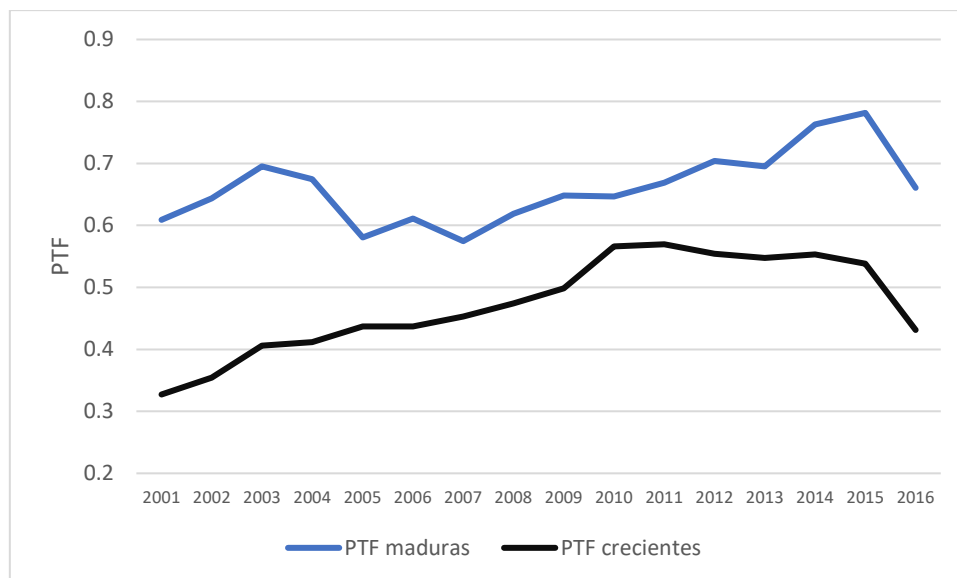
En las otras cinco regiones, que se denominan “crecientes”, la tasa de crecimiento de la producción se encuentra entre un 64% (Caribe húmedo) y un 162% (Sur oriente). En ellas, con la excepción de la región Sur occidente, y a diferencia de las regiones maduras, el mayor valor

<sup>4</sup> Ver composición de las regiones en apartado 3.2.1

de la producción ganadera está representado por la carne, que representa entre un 55% y 60% del volumen

El siguiente gráfico, muestra el valor de la PTF para ambos agrupamientos de regiones (maduras y crecientes), durante el período analizado.

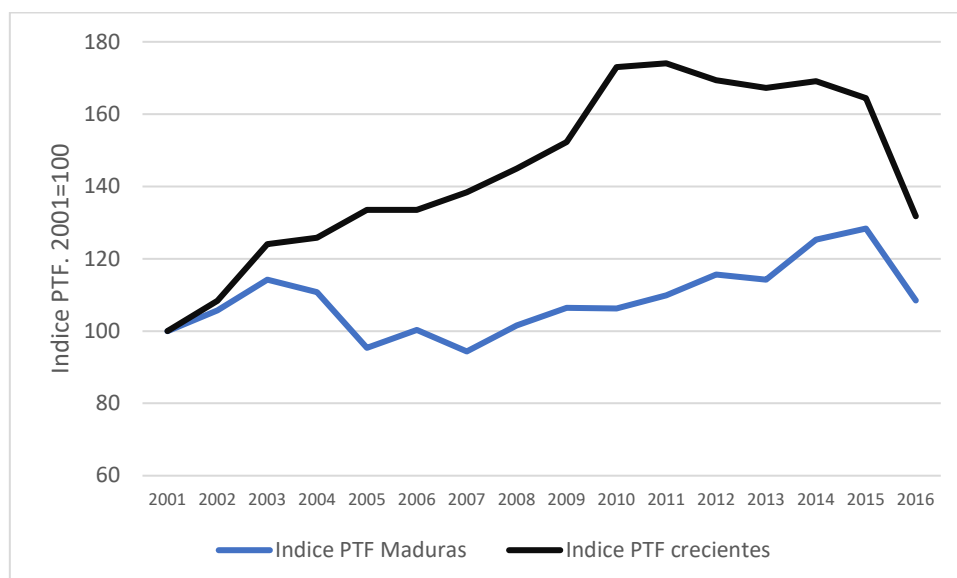
Gráfico 4.20. Colombia. Productividad de los factores en distintos tipos de región



Fuente: Elaboración propia

La productividad, como era de esperar, es mayor en las regiones “maduras”, a pesar de que crece a mayor tasa en las regiones “crecientes”, como se aprecia en el Gráfico 4.21 que muestra los índices de evolución de la PTF

Gráfico 4.21. Colombia. Índices de evolución de la productividad en distintas regiones

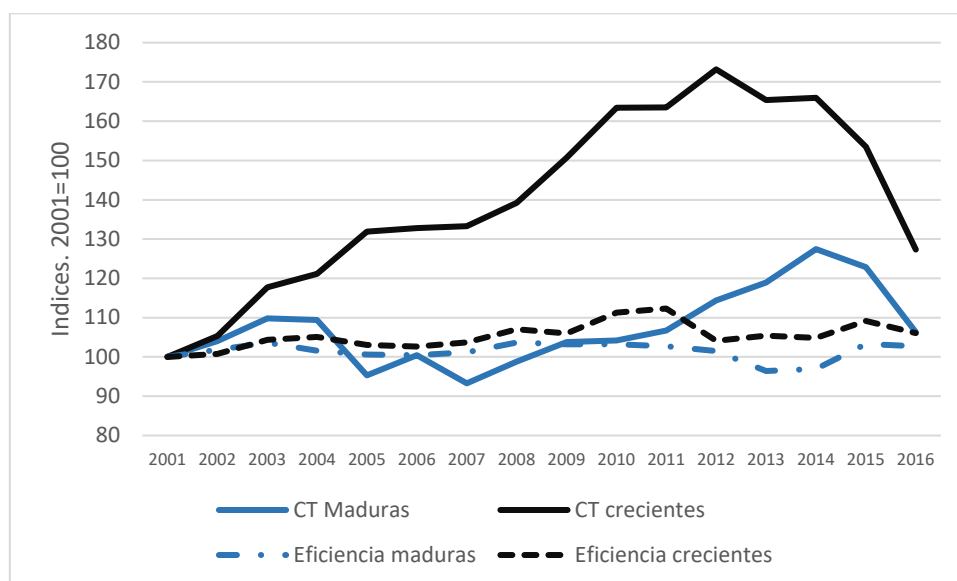


Fuente: Elaboración propia

En ambos grupos de regiones, el incremento de productividad es liderado por el cambio técnico. El cambio técnico parece haber ocurrido fundamentalmente en la producción de carne. Es más intenso en las regiones crecientes, que presumiblemente han iniciado más tarde el proceso de tecnificación, y con diferencias en recursos naturales y la tecnología. No hay una evolución clara

de la eficiencia, que se mantiene prácticamente estable en el período. Debe recordarse la eficiencia muestra la distancia de las distintas unidades (regiones) a una función de frontera, o sea, al máximo de producción verificable con los insumos disponibles.

Gráfico 4.22. Colombia. Productividad y sus componentes en distintas regiones. Índices

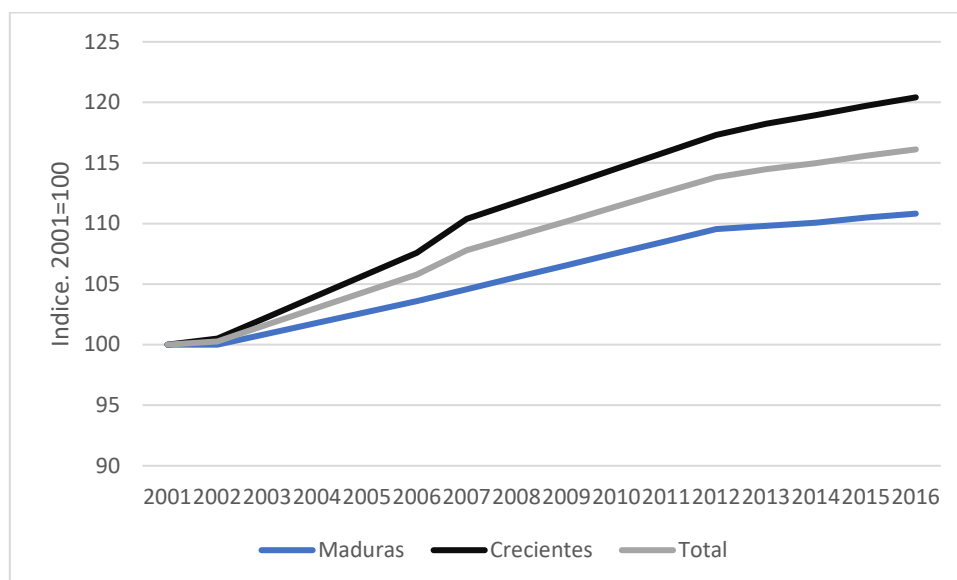


Fuente: Elaboración propia

La información disponible permite observar algunos cambios tecnológicos que estarían en la base de los incrementos de productividad.

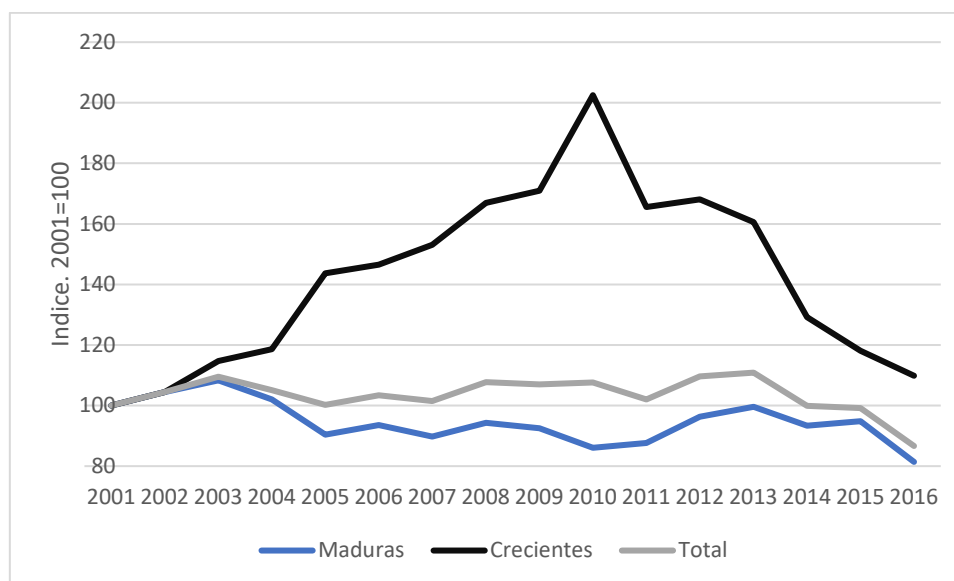
Uno de ellos es el cambio en la alimentación del ganado, visualizable a través del aumento del área de pastos sembrados, y de los suplementos en forma de alimentos concentrados.

Gráfico 4.23. Colombia. Evolución de la superficie de pastos sembrados. Índices



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4.24. Colombia. Uso de alimentos concentrados. Índices



Fuente: Elaboración propia

Los gráficos permiten apreciar incrementos en la superficie de pastos sembrados, y en el suministro de alimentos concentrados hasta 2010 -2012, con posterior caída. En ambos casos, el incremento es mayor en las regiones calificadas como “crecientes”. Esto es notorio especialmente en el caso del alimento concentrado, en los que el consumo se duplica entre 2001 y 2010, para después mostrar una caída relativa importante.

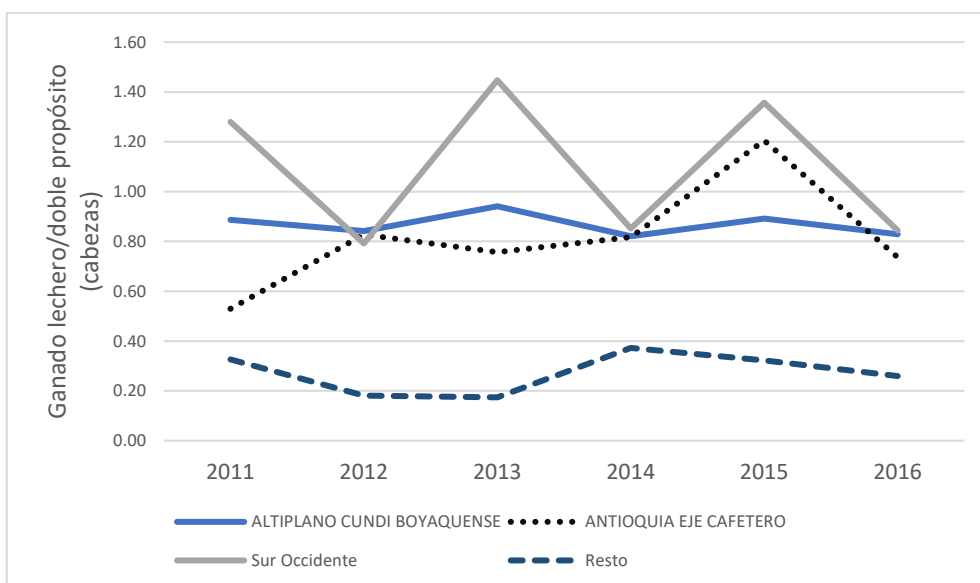
A pesar del mayor cambio en estas regiones, el suministro de concentrados por animal sigue siendo sensiblemente mayor en las regiones tecnológicamente “maduras” (cerca de 260 kg/cabeza. año), que en las crecientes, en que es cerca de 77 kg/cabeza/año. Además del mayor desarrollo tecnológico, influye fundamentalmente en esta diferencia, la especialización lechera de esas regiones (las maduras).

Aunque no existe información detallada, se presume que el estancamiento y caída en el consumo de suplementos, se asocia a un menor consumo por la producción lechera, principal demandante de estos alimentos.

En lo que respecta al manejo del rodeo, la especialización en la producción lechera, caracterizada en este trabajo a través de la relación cabezas de ganado lechero/cabezas ganado doble propósito, se asocia en buena medida con la mayor productividad lechera del rodeo, lo que incide en la PTF.



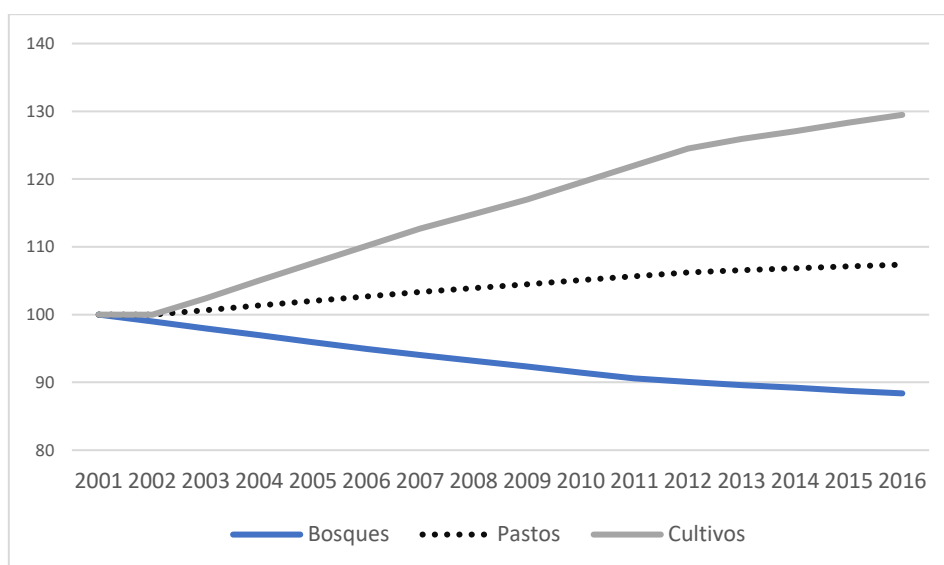
Gráfico 4.25. Colombia. Especialización de la producción lechera según regiones



Fuente: Elaboración propia

En todas las regiones, el aumento del área de pastos sembrados representa un cambio en el uso del suelo asociado en buena medida a la reducción de bosques. Aunque menor en valor absoluto, es importante la variación relativa del área de cultivos, como se aprecia en el gráfico.

Gráfico 4.26. Colombia. Cambios en el uso del suelo. Índices de superficie



Fuente: Elaboración propia

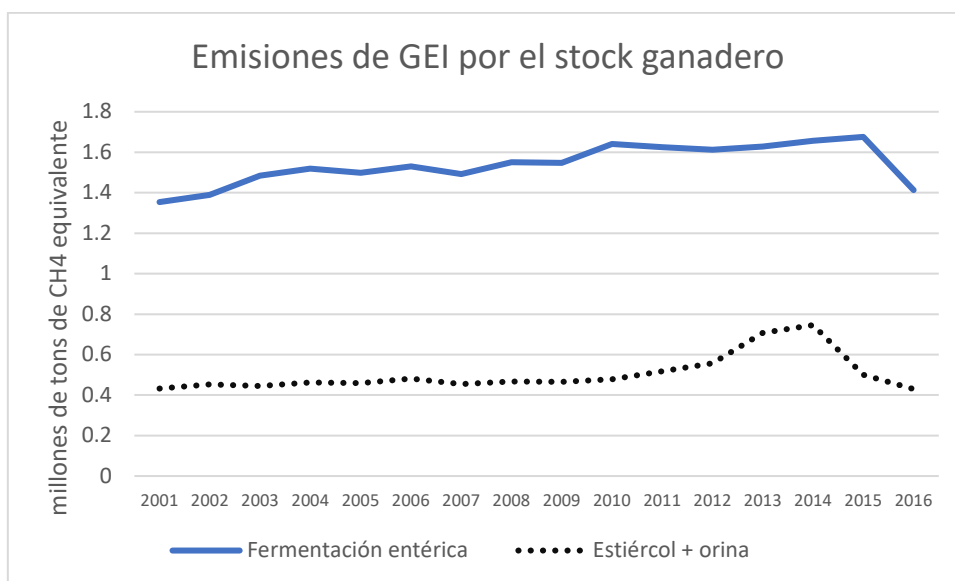
Las zonas con mayor área, y pérdida absoluta de bosques son las del Sur y los Llanos orientales, aunque en términos relativos no son las que más bajan.

#### 4.2.2 Implicancias ambientales

Los cambios en producción y tecnología observados tienen también implicancias para el medio ambiente, a través del balance de GEI.

La evolución de las emisiones de GEI por parte del ganado, entre 2001 y 2016, se presenta en el Gráfico 4.27.

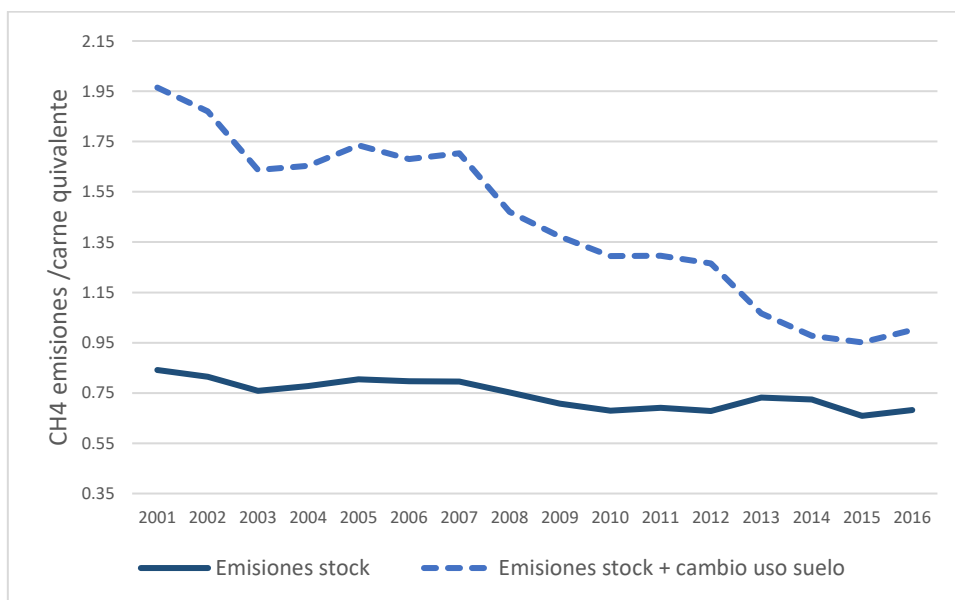
Gráfico 4.27. Colombia. Emisiones de GEI por parte del stock ganadero



Fuente: Elaboración propia

Como es de esperar, en un contexto de aumento de la producción como el observado, las emisiones totales de GEI por parte del ganado aumentaron hasta 2015, en un 18%. La variable relevante, sin embargo, es la intensidad de emisiones, o sea, los GEI en relación al producto producido. El Gráfico 4.28. muestra las emisiones de CH4 equivalente por tonelada de carne equivalente (agregando carne y leche bovinas).

Gráfico 4.28. Colombia. Intensidad de emisiones. En ton CH4 equivalente/ton carne equivalente



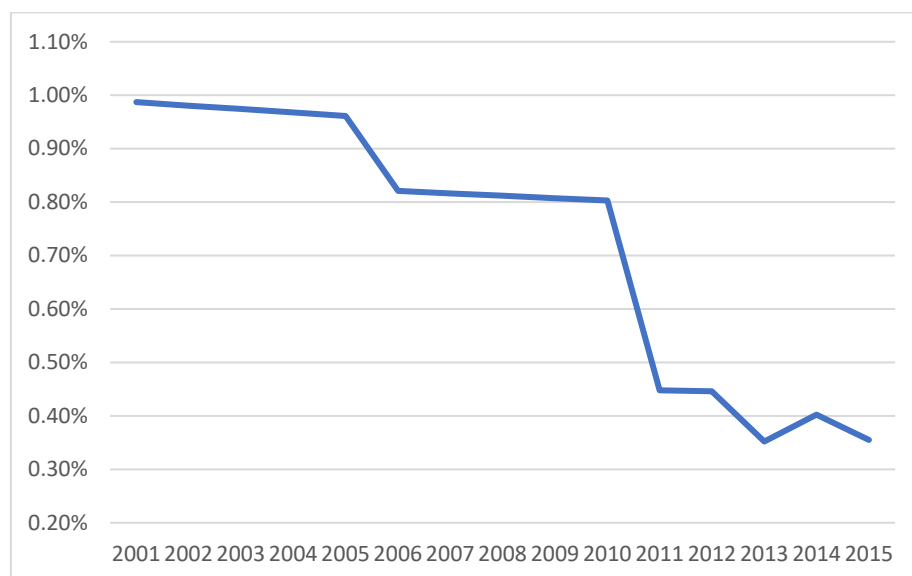
Fuente: Elaboración propia

Puede apreciarse que ambas variables muestran un descenso en la cantidad de GEI generadas por unidad de producto. A las emisiones directamente originadas por el stock animal, se agrega otra curva que agrega las provenientes del cambio en el uso del suelo. Este cambio genera una pérdida de biomasa, por eliminación del bosque, y una pérdida anual de la fijación de carbono realizada por el bosque.

La intensidad de emisiones originadas en el stock ganadero (fermentación entérica, orina y estiércol) se reduce un 19% en el período. Si se considera la intensidad agregando a lo anterior el efecto del pasaje de bosques a pastos, la reducción es mayor, alcanzando a casi el 50%.

Esto responde a que la incorporación de pastizales provenientes de la deforestación, como porcentaje de la superficie ganadera, se reduce a lo largo del período analizado. Considerando el período 2005 a 2016, para hacerlo comparable con Bolivia, el % acumulado en el período, de tierras originadas en deforestación, en relación con la superficie de pastoreo, fue del 6,9%.

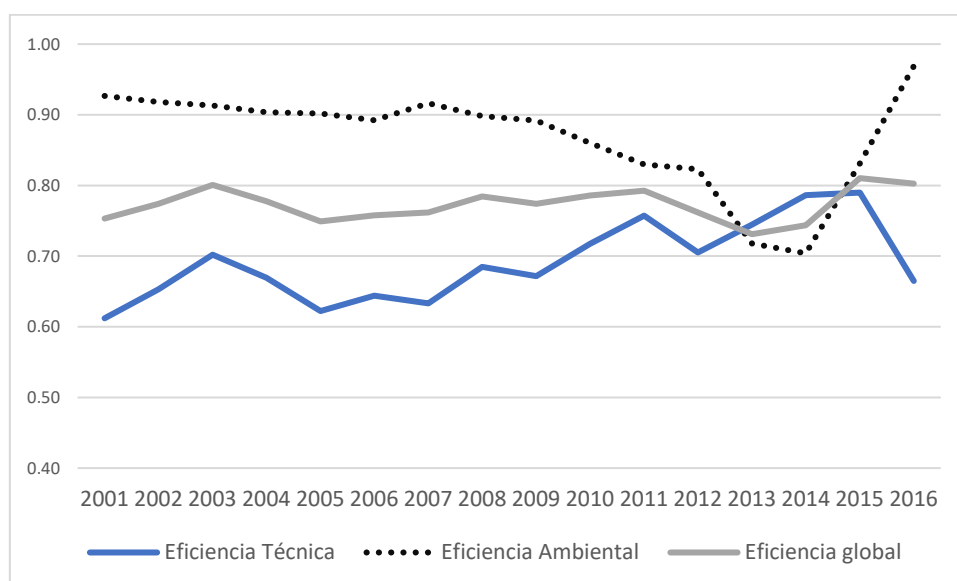
Gráfico 4.29. Colombia. Tierra proveniente de deforestación como % de la superficie de pastoreo



Fuente: Elaboración propia

Un paso adicional en el análisis de los efectos ambientales de la producción ganadera y la tecnología empleada consiste en descomponer la eficiencia productiva, en eficiencia técnica y eficiencia ambiental, de acuerdo a lo propuesto en el Marco Conceptual.

Gráfico 4.30. Colombia. Eficiencia de producción y sus componentes



Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia ambiental es alta, y bastante mayor que la técnica en buena parte del período, aunque en el último tercio convergen. La eficiencia global, promedio de ambas, se mantiene relativamente estable, en torno al 80%.

El crecimiento y el cambio tecnológico recientes habrían mejorado la eficiencia técnica, a costa de una reducción de la eficiencia ambiental (dejando de lado el año 2016, ya calificado como atípico). Debe recordarse que esta eficiencia no se relaciona con el nivel de emisiones ni la intensidad de éstas, sino con la distancia entre las emisiones generadas, y el mínimo posible dada la tecnología. O sea, el cambio técnico reciente (últimos 7 u 8 años), permitiría producir con menores emisiones que las que se están produciendo en la práctica.

Al comparar el gráfico de intensidad de emisiones con el de productividad de los factores, se aprecia que resultan prácticamente inversos. Esto indica que los aumentos de productividad son la principal causa de la mejora en la intensidad de emisiones. Sin descartar los efectos de mejoras en la dieta, u otras innovaciones, la mejora en la productividad es ineludible en el camino que permitiría mejorar la oferta de productos, eventualmente exportables, junto a la mejora en el comportamiento ambiental, y el cumplimiento de eventuales compromisos internacionales.

Según el inventario nacional y departamental de gases efecto invernadero en Colombia (IDEAM, 2012), que forma parte de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, el grupo clasificado como AFOLU (agricultura, silvicultura, y otros usos de la tierra) por el IPCC, es el principal emisor de GEI, aunque también realiza la principal contribución a la absorción de estos gases, a través de las plantaciones forestales. Sus emisiones brutas, expresadas en CO<sub>2</sub> para 2012 fueron aproximadamente 160 millones de toneladas (MTon), un 43% del total nacional. Dentro del grupo, el 13% corresponde a la ganadería (emisiones entéricas, orina y estiércol), y el 30% a la tierra. Dentro de esta categoría, el pasaje de tierras forestales a pastizales representa el 15%.

De acuerdo al INGEI 2012, el departamento con mayores emisiones del sector agropecuario (no incluye deforestación), es Antioquia, al que le siguen Cundinamarca, Meta, Nariño y César.

En nuestras estimaciones, en 2012, la región con mayores emisiones por el stock ganadero era Llanos orientales, y le seguían Caribe seco, Antioquia y Eje cafetero, y Sur oriente. Las estimaciones en lo sustancial coinciden, y se explican por la mayor producción de carne equivalente de esas regiones.

#### 4.2.3 Análisis y discusión de resultados

La producción ganadera colombiana ha mostrado crecimientos considerables de producción y productividad en los 15 años cubiertos por el estudio. El comportamiento de los dos principales rubros de la ganadería es diferente.

Junto a un reducido crecimiento de la producción lechera, y sus aparentes dificultades para competir, aparece la producción de carne, ganando terreno con relación a la lechería, y mostrando indicios de potencial de competitividad.

La producción de carne crece más que la de leche, y compite con ventajas, por la tierra, en casi todo el territorio, aún en las zonas tradicionalmente lecheras, maduras tecnológicamente. La productividad de los factores muestra el mayor crecimiento en aquellas regiones con mayor participación de la ganadería de carne, que transitaron un proceso de cambio técnico importante.

Una consolidación del proceso de aumento de productividad de la producción de carne, en zonas nuevas y sustituyendo parcialmente a la leche en zonas tradicionales, requiere de incentivos de mercado. La exportación, con sus exigencias de calidad y productividad, sería uno

de esos incentivos que permitiera explotar el potencial competitivo que muestra Colombia en carne.

Las políticas públicas tienen un rol destacado en generar esos incentivos. De acuerdo con una reseña de políticas realizada por el CIAT (Burkart, S. et al, 2017), se pueden identificar distintas etapas en el diseño y aplicación de política ganadera.

Estas serían una fase inicial, entre 1979 y 1990, una segunda que denomina como el “principio del fin del proteccionismo”, y una del 2003 al presente, caracterizada como de modernización, no exenta de conflictos y postergaciones, con un permanente compromiso entre distribución y competitividad.

En la primera fase, se comenzó una transición desde las políticas tradicionales de desarrollo rural, hacia las que impulsaban el aumento de la productividad. Se fortaleció la responsabilidad de entidades públicas, y se produjo la creación del fondo de financiamiento público FINAGRO. Se dan los primeros pasos para generar condiciones de salubridad e inocuidad en el manejo de alimentos.

Durante los '90 se inició un proceso, parcial e imperfecto de acuerdo con los autores, de desregulación, y desmantelamiento del proteccionismo. Se buscaba la promoción de la competitividad a través de una mayor exposición a la competencia. A mediados de los '90 se dispuso de la primera Ley que establecía las pautas de un plan de control de la fiebre aftosa. Esas medidas preparaban el campo para una ganadería competitiva, capaz de recorrer un camino de inserción en los mercados externos. Las restricciones para desempeñarse bajo estas reglas, de los productores más pobres, de zonas más lejanas o pobres en recursos naturales, dificultaron la implementación plena del proceso.

Un aspecto relevante de esa década, fueron los cambios institucionales. En la constitución colombiana de 1991, se incluyó el mecanismo de la “parafiscalidad”, otorgándole de ese modo rango constitucional. Se trata de contribuciones asociadas a una actividad, denominadas parafiscales, recaudadas con un fin específico. En el caso de la Ganadería, es clave la Ley 89 de 1993, que creó la Cuota de Fomento Ganadero y Lechero (CFGL) y la cuenta especial “Fondo Nacional del Ganado”. Los recursos aportados por los ganaderos, recaudados en la faena de animales o la recepción de leche en plantas, son administrados por entidades seleccionadas mediante convocatorias a interesados.

El dinero se destinó a proyectos de control y erradicación de enfermedades; la creación y aumento de Centros Tecnológicos; construcción de plantas de sacrificio, etc. Se entiende que esa transferencia de fondos y responsabilidades a corporaciones del sector privado mejoró la eficacia de las tareas, y significó un impulso al sector.

Recién en la tercera etapa, llamada por los autores de “modernización”, se encaró el tema de la sanidad y formalidad de las plantas de procesamiento de leche y carne, aunque su aplicación ha sido problemática y parcial.

Un nuevo ciclo de reformas se ha apreciado recientemente (2015), con la creación de una serie de agencias más especializadas, a partir de la disolución del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder).

El proceso de “modernización” ha tenido marchas y contramarchas. Las dificultades que la normativa puede significar para establecimientos y zonas más débiles, y sus consecuencias, atendiendo a la heterogeneidad ecológica, y la situación política y social en esas zonas, habría generado algún relajamiento en las tareas de inspección y saneamiento de ganado, control de formalidad y cumplimiento de diversas normas. En el caso de los mataderos, el decreto 1500 de 2007, que establecía condiciones para mejorar la inocuidad y calidad de la carne, con importantes exigencias a productores y sobre todo a las plantas, ha tenido sucesivas

postergaciones para su implementación total, la última de las cuales se produjo en 2016. Las primeras medidas supusieron cierre de algunas plantas menores, y problemas financieros para quienes intentaron aplicar exigencias. De acuerdo con FEDEGAN (2018), la aplicación imperfecta de la normatividad ha derivado en el cierre de pequeñas plantas periféricas, sin generar alternativas, lo que ha derivado en un incremento del sacrificio clandestino.

Esta imperfección en la aplicación de las normas genera incertidumbre, y, a pesar de que se han producido los primeros movimientos, ha retrasado el ingreso de nuevas empresas, nacionales o extranjeras, como ha ocurrido en otras ganaderías de la región, capaces de generar incentivos para cambios técnicos.

Estimaciones de FEDEGAN sitúan en apenas un 38% el total de carne producida en establecimientos industriales formales, y comercializada a través de canales también formales.

Adicionalmente, se verifica una concentración de las plantas de sacrificio cerca de los grandes centros de consumo, y no en las zonas de producción (salvo algunas excepciones recientes). De acuerdo con A.T. Kearney (2010), la preferencia por el consumo de carne caliente determina esta lógica de localización. En 2010, más del 70% de la carne se habría comercializado de esa forma.

Como resultado de la poca rigurosidad de aplicación de normas, y tendencias del consumo interno, el manejo técnico y sanitario de la carne, es deficiente comparado con países competidores, y limita el tránsito hacia una ganadería exportadora.

Otro gran desafío es el de la sanidad animal. Colombia cuenta con adecuados recursos técnicos y financieros para encarar planes sanitarios, y hay una serie de normas que lo habilitan. Sin embargo, sucesivos brotes de aftosa, los últimos en 2017 y 2018, ponen al país en una situación desventajosa, a la hora de incursionar en mercados externos. La situación en las zonas de frontera agrícola, y frontera geográfica, dificultan la llegada de los programas y su control, e incrementan los riesgos de contrabando de ganado y carne.

Otro desafío importante se sitúa en el área ambiental. Como se ha presentado en el informe, existe una serie de zonas que muestran importantes tasas de crecimiento de la producción de carne. En estas zonas existe un importante potencial de incorporación de nuevas tierras, con implicancias ambientales riesgosas. Colombia tiene un buen sistema de monitoreo de bosques, y de hecho, sus tasas de cambio de uso del suelo en favor de la ganadería son las menores de los países analizados.

Un avance controlado con cambios en el uso del suelo parece inevitable. Para ello, la selección de áreas con menor biodiversidad, y la introducción de actividades ganaderas de alta productividad, resultan claves para mitigar el balance negativo de emisiones esperable.

La reducción de la intensidad de emisiones que presenta la ganadería colombiana en el período analizado es importante, y responde básicamente al incremento de productividad logrado. Eso indica que se trata del principal camino a seguir.

Adicionalmente, existe en el país una serie de propuestas de ganadería sustentable. Tanto el Plan Estratégico para la Ganadería Colombiana, y el Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible de FEDEGAN, como los estudios que respaldan los compromisos del país con los acuerdos de París, apuntan a aumentar la productividad, con mejora de indicadores ambientales, mediante aplicación de medidas específicas. De acuerdo con Serna et al. (2017), Colombia ha desarrollado paquetes tecnológicos orientados a la reducción de emisiones. Esta reducción requiere del desarrollo de dietas más digestibles, el incremento del secuestro de carbono por los suelos y la biomasa vegetal (para lo cual los sistemas silvo pastoriles en desarrollo muestran buen potencial), y la mejora del manejo y uso de excrementos y orina. El CIAT, trabajando junto a las organizaciones del sector privado, se encuentra desarrollando propuestas.

En el corto plazo, y con posibilidades de impactar en los indicadores ambientales, el camino del incremento de la productividad de los factores, y en especial del inventario bovino, a través de mejoras en la tasa de extracción, es ineludible, y en él deben concentrarse esfuerzos.

Este camino de incremento de la productividad, con mejoras en la intensidad de emisiones, enfrenta algunos desafíos que deben estudiarse en profundidad:

Un incentivo para catalizar decisiones que mantengan o incrementen el ritmo de aumento de la productividad, es el vínculo con mercados externos de primer nivel, de forma de trasladar precios, exigencias de calidad e inocuidad y otras señales del mercado. Para ello, el país debe realizar esfuerzos adicionales para garantizar la aplicación de planes de sanidad que logren y sostengan el estatus de libre de aftosa y otras enfermedades de importancia comercial.

Tanto la sanidad animal, como las condiciones de calidad e inocuidad del proceso industrial y comercial, requieren de la aplicación estricta de la normativa vigente, el control de la informalidad, y la promoción de pautas en la demanda interna que la vayan alineando con de los principales consumidores e importadores de carne.

La producción lechera estaría mostrando desventajas relativas ante la producción de carne bovina, en condiciones de apertura comercial. La evolución y composición de la producción en las principales regiones ganaderas, la distinta productividad a lo largo del período, indicarían que cierta sustitución de leche por carne se estaría comenzando a producir, a influjos del mercado. La situación es diferente entre zonas maduras tecnológicamente, con condiciones ecológicas más aptas (trópico alto), cercanía a industrias y proveedores, etc. Si los sistemas de fijación de precios no operan en sentido contrario, podría profundizarse la especialización de zonas más aptas, y generarse un desplazamiento hacia la producción de carne en las menos productivas para lechería.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burgoa, R., Herrera, A. El efecto de las restricciones a la exportación de carne bovina sobre la producción y oferta doméstica. Universidad Católica Boliviana "San Pablo". La Paz, 2016. Disponible en [https://www.bcb.gob.bo/eeb/sites/default/files/9eeb/archivos/Viernes%201/402/FINAL\\_BURGOA\\_HERRERA\\_EXPORTACION\\_CARNE\\_EDITADO.pdf](https://www.bcb.gob.bo/eeb/sites/default/files/9eeb/archivos/Viernes%201/402/FINAL_BURGOA_HERRERA_EXPORTACION_CARNE_EDITADO.pdf)
- Cadena, X, Reina, M; Rivera, A. Precio regulado de la leche: Ineficiencias, costos y alternativas. Centro de Investigación Económica y Social. Bogotá, 2019
- FEDEGAN. Ganadería Colombiana. Hoja de ruta 2018-2022. Bogotá, 2018
- FEDEGAN. Balance y Perspectivas del Sector Ganadero Colombiano. 2016 -2017. Bogotá 2017
- Kearney, A.T. Diagnóstico del sector en el mundo y punto de partida y diagnóstico del sector en Colombia. Sector: Carne Bovina. Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Bogotá, 2010.
- Nin-Pratt, A; Freiría, H; Muñoz, G. Productivity and Efficiency in Grassland-based Livestock Production in Latin America: The Cases of Uruguay and Paraguay. IADB 2019. Available at: <https://doi.org/10.1787/39bfe6f3-en>.
- OECD (2019), Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2019, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/39bfe6f3-en>.
- Serna L, D. Escoba, J. Tapasco, J. Arango, N. Chirinda, M. Chacón, J. Segura, C. Villanueva. Challenges and Opportunities for the Development of the Livestock NAMA in Colombia and Costa Rica. CCAFS Info Note. Wageningen, Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). 2017.



## 6 APÉNDICE. INTENSIDAD DE EMISIONES. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAÍSES ESTUDIADOS

En el estudio desarrollado para Bolivia y Colombia, así como el realizado para las ganaderías de Paraguay y Uruguay, se dedicó especial atención a las implicancias ambientales de la producción ganadera pastoril, específicamente en lo que refiere a las emisiones netas de GEI.

Como se desprende del estudio, es muy difícil, con la tecnología disponible, que ganaderías que se encuentran en expansión, reduzcan en términos absolutos sus emisiones. Por eso, la medida relevante que se ha considerado es la de la intensidad de emisiones. Esto es, la cantidad de gases emitidos por unidad de producto, en este caso, toneladas de CH<sub>4</sub> equivalente por tonelada de carne equivalente producida.

Eso supone convertir los gases generados, o no secuestrados, a gas metano. Por el lado del producto, en aquellos países en que la producción comercial de leche es relevante (Colombia, Uruguay), se convierte, a través de las relaciones de precios en el mercado, toda la producción a carne equivalente.

Uruguay, que presentó su primer Contribución Nacional Determinada (NDC por su sigla en inglés), estableció metas específicas para la producción de carne. Estas metas refieren a la intensidad de emisiones, y suponen la reducción, en forma incondicional, de un 32% de las emisiones de CH<sub>4</sub> por tonelada de ganado producido (en peso vivo), respecto a los valores de 1990.

En este apéndice se comparan los indicadores de intensidad de emisiones de Bolivia y Colombia, agregando a Paraguay y Uruguay, se analiza su evolución, y se intenta identificar a los principales factores que los determinan.

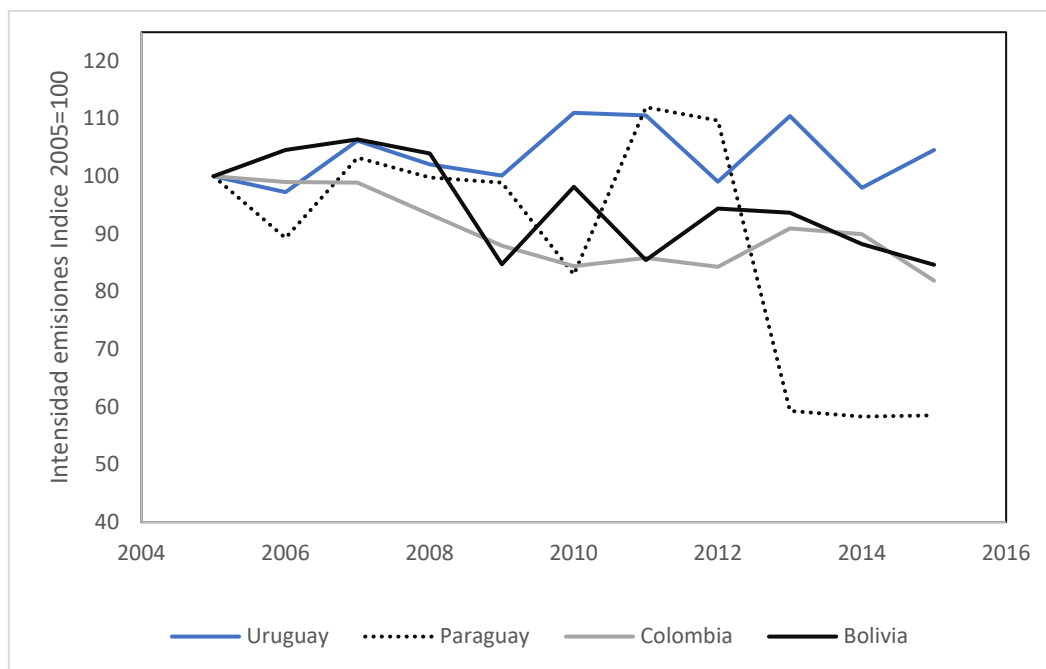
Tabla 1. Emisiones generadas por el inventario ganadero (CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub>O en tons de CH<sub>4</sub> eq.) por ton de carne equivalente

Año	Uruguay	Paraguay	Colombia	Bolivia
2005	0,72	2,88	0,80	2,19
2006	0,70	2,57	0,80	2,29
2007	0,76	2,98	0,80	2,33
2008	0,73	2,88	0,75	2,28
2009	0,72	2,85	0,71	1,86
2010	0,80	2,39	0,68	2,15
2011	0,79	3,23	0,69	1,87
2012	0,71	3,16	0,68	2,07
2013	0,79	1,71	0,73	2,05
2014	0,70	1,68	0,72	1,93
2015	0,75	1,69	0,66	1,85
2016	0,75	1,61	0,68	1,83

Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra la evolución relativa en el período, considerando el año 2005 como base del índice.

Gráfico 1. Evolución de la intensidad de emisiones del inventario ganadero en países analizados

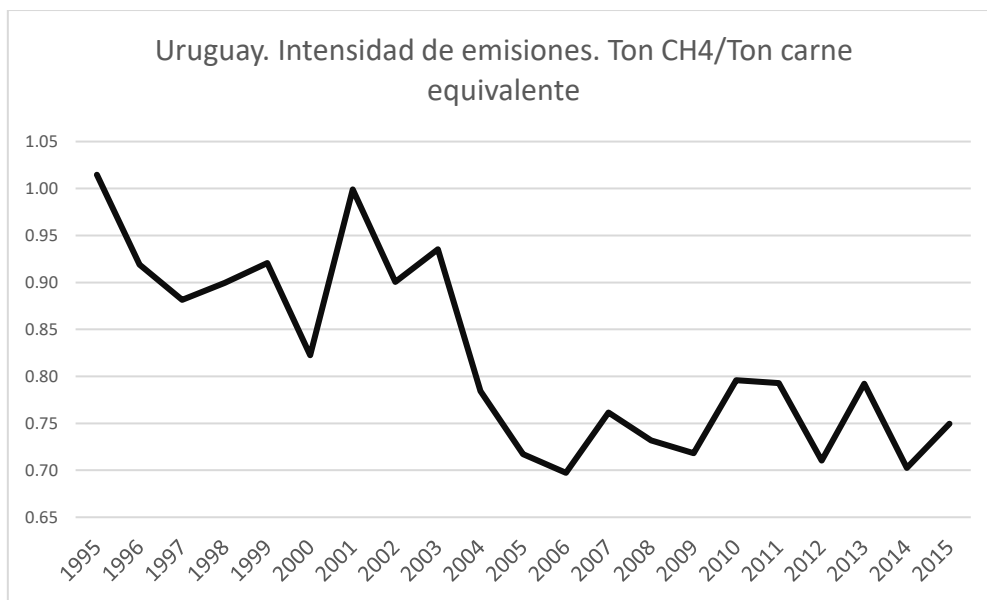


Fuente: Elaboración propia

Puede apreciarse que Uruguay muestra estabilidad, mientras que el mayor descenso (mejoría) se observa en Paraguay.

En el caso de Uruguay, buena parte de la mejoría en los indicadores se logró previamente al período analizado, como se muestra en el gráfico siguiente.

Gráfico 2. Evolución de la intensidad de emisiones en ganadería uruguaya. Período ampliado



Fuente: Elaboración propia

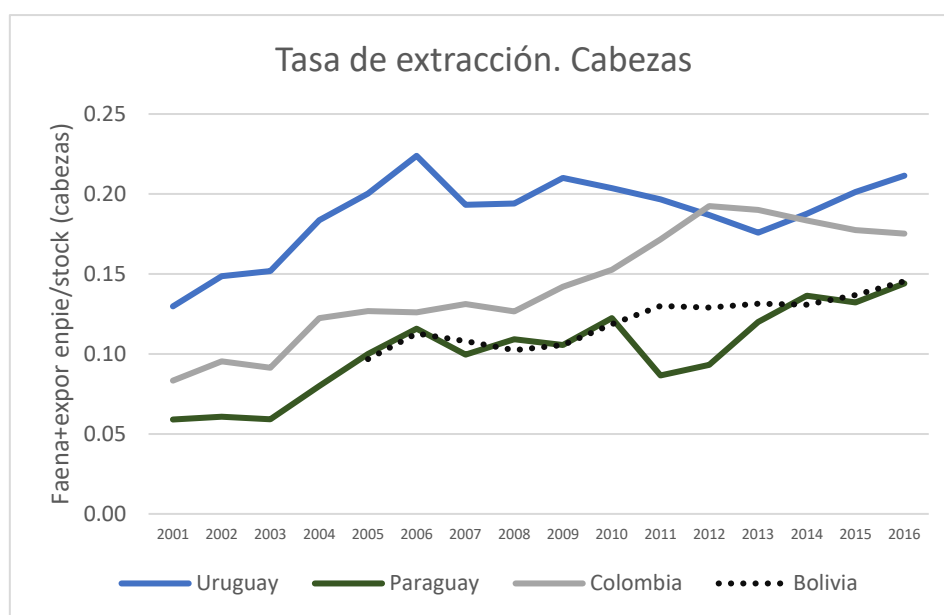
El análisis de los datos muestra que un factor determinante para la reducción de emisiones es la productividad de los factores. Existen tecnologías incipientes para promover menores emisiones, pero sin dudas, el determinante central es la productividad. De los factores utilizados, el que resulta más determinante de la intensidad de emisiones, es el propio inventario ganadero.

Una medida global de productividad del inventario es la tasa de extracción (TE). Esta tasa consiste en dividir las salidas del sistema (la faena más las exportaciones de ganado vivo), sobre el inventario o stock. Cuánto menos animales en mantenimiento (consumiendo forraje y emitiendo gases), se tenga, en relación al ganado faenado, mejor desempeño ambiental, o sea, menor intensidad de emisiones.

Es importante considerar las unidades de medición, y cómo afecta la productividad, y la estimación de intensidad de emisiones, el hecho de que Colombia y Uruguay tengan una producción lechera que representa una importante proporción del total producido.

El siguiente gráfico presenta los valores de la tasa de extracción, estimada en cabezas ganaderas, esto es  $(\text{Cabezas faenadas} + \text{cabezas exportadas vivas}) / (\text{Cabezas en inventario})$ .

Gráfico 3. Tasa de extracción en ganaderías comparadas



Fuente: Elaboración propia

Nuevamente se observa que Uruguay presenta progresos hasta mediados de los 2000, y es la ganadería con mayor tasa de extracción, en torno al 20%. Colombia, con un importante incremento a partir de 2008, se acerca a esos valores, mientras que Bolivia y Paraguay mejoran, pero no alcanzan al 15%

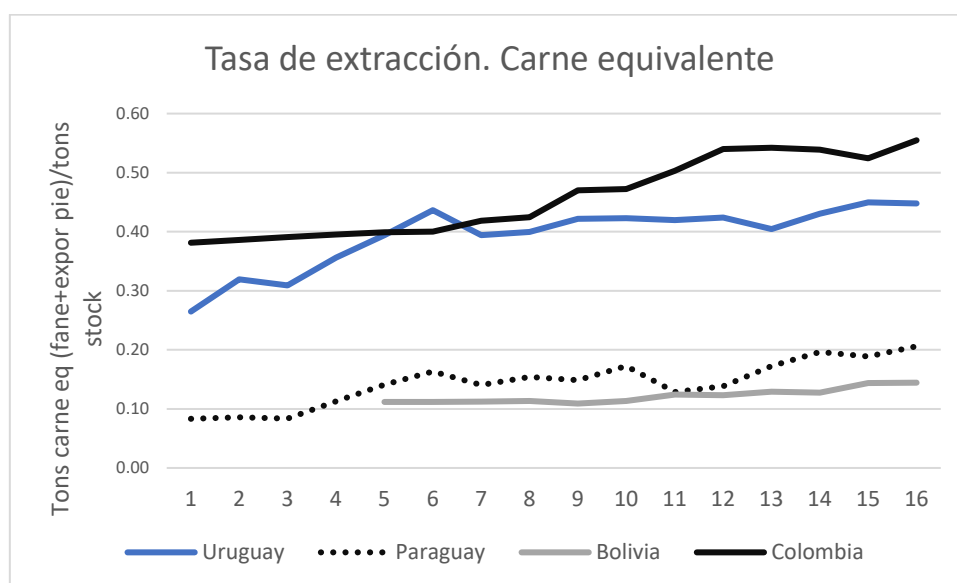
Las diferencias se profundizan si se ensaya una forma no tradicional de medir la productividad del rodeo. Esta consiste en considerar la extracción de carne y leche, expresadas como carne equivalente, en relación a los kg de carne mantenidos en stock o inventario.

La producción de leche bovina presenta mayor productividad física que la de carne. Debe tenerse en cuenta que además de leche, las fincas lecheras producen carne.

En el caso de Colombia, en el año 2016, la producción de leche representaba el 58% de la producción física de la ganadería. En la ganadería uruguaya, esta proporción era de 27%. En los casos de Paraguay y Bolivia no se consideró significativa, estimándose que no alcanza al 10%. El cálculo de carne equivalente es:  $(\text{carne} \times \text{precio carne} + \text{leche} \times \text{precio leche}) / \text{precio carne}$

El gráfico presenta los valores de esta variable y su evolución

Gráfico 4. Tasa de extracción, en volumen (salidas de carne equivalente en tons, en relación al inventario, también en tons)



Fuente: Elaboración propia

El efecto de la productividad de la producción lechera amplifica la diferencia entre ambos grupos de países, y explica en buena medida los valores de la intensidad de emisiones presentados en la tabla 1.

En esa tabla se observa que las intensidades de emisión de Uruguay y Colombia son sensiblemente menores a las de Paraguay y Bolivia. La diferencia se amplifica por el mencionado efecto de la producción de leche, especialmente en el caso de Colombia. Pero la misma existirá de todos modos, puesto que ambos países tienen rodeos más productivos, como lo muestra la diferencia en tasa de extracción en cabezas (Gráfico 3).

Hasta aquí, se analizó la emisión de gases directamente por parte del inventario ganadero.

Pero al considerar ganaderías que aún tienen frontera agrícola, y que avanzan en parte aprovechando cambios en el uso del suelo que suponen deforestación, no debe dejarse de lado el balance neto negativo de GEI que supone ese cambio del suelo. El mismo, como ha sido analizado en el caso de Colombia, y puede extenderse a Paraguay y Bolivia, constituye una parte importante de las emisiones netas del medio rural.

Este efecto, en el presente estudio, fue cuantificado como la pérdida de biomasa que se produce cuando se remueve el bosque. Este efecto depende de la superficie removida, y de la producción estimada para cada tipo de vegetación boscosa dominante. A ese efecto bruto debe descontarse el efecto favorable de implantación y crecimiento de las pasturas, aunque lógicamente, es sensiblemente menor.

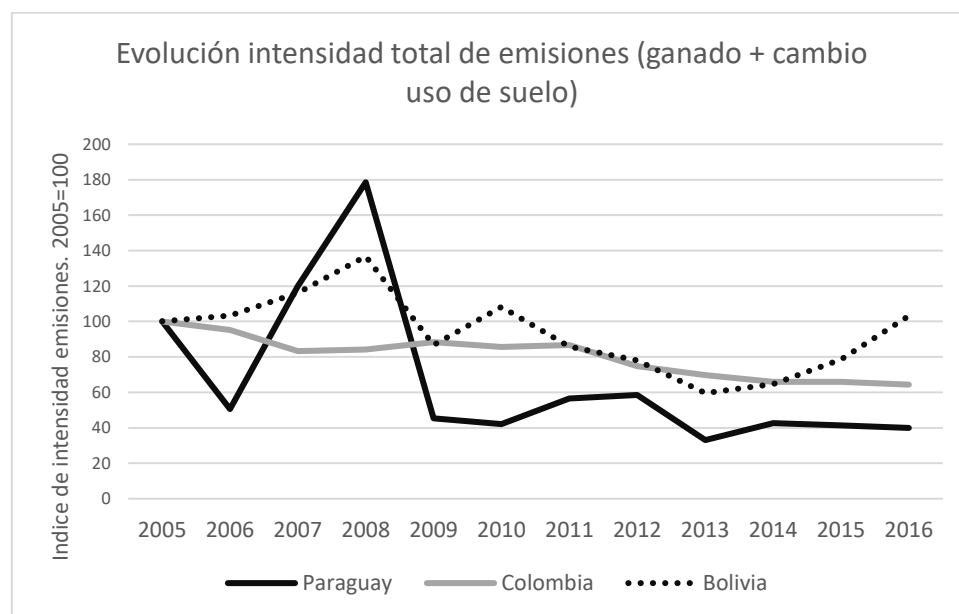
La tabla 2 muestra los valores de la intensidad de emisiones, considerando en este caso, como numerador, a la suma de emisiones del inventario ganadero, más las generadas anualmente por efecto del cambio en el uso del suelo.

Tabla 2. Emisiones totales (ton eq CH4 ganado + defor)/tonelada carne equiv				
	Uruguay	Paraguay	Colombia	Bolivia
2005	0,72	12,88	1,96	7,62
2006	0,70	6,51	1,87	7,88
2007	0,76	15,46	1,64	8,85
2008	0,73	23,00	1,65	10,42
2009	0,72	5,84	1,73	6,60
2010	0,80	5,43	1,68	8,25
2011	0,79	7,29	1,70	6,54
2012	0,71	7,54	1,47	5,94
2013	0,79	4,26	1,37	4,54
2014	0,70	5,48	1,29	4,92
2015	0,75	5,33	1,30	5,98
2016	0,75	5,14	1,26	7,85

Fuente: Elaboración propia

En el caso de Uruguay los valores no se modifican respecto a la tabla 1, porque no existe cambio de uso del suelo a partir de deforestación.

Gráfico 5. Evolución de la intensidad de emisiones totales. Originadas en el stock ganadero y por efecto de cambio en el uso del suelo



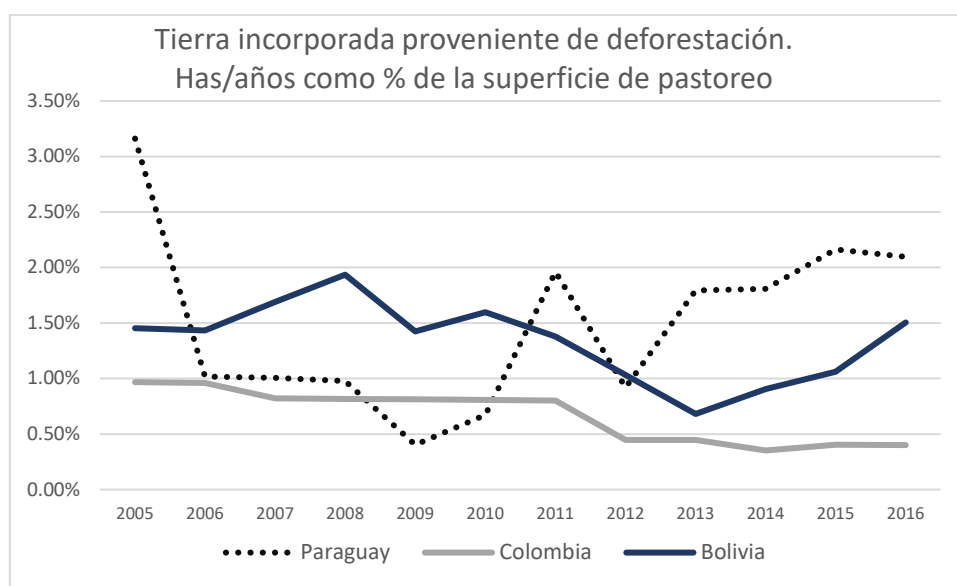
Fuente: Elaboración propia

Es notoria la diferencia entre los valores de Colombia, y los de Paraguay y Bolivia, en lo que respecta a intensidad de emisiones netas totales, tal como se presenta en la tabla 2. Esta diferencia se debe en buena parte a la mayor productividad del rodeo colombiano ya analizada. El Gráfico 5 muestra la evolución relativa de esa medida de intensidad de emisiones. En este caso, la evolución responde a cambios en la productividad de los factores (a mayor crecimiento

de la productividad mayor caída de la intensidad), y de las tasas de cambio de uso del suelo de bosques a ganadería (en sentido contrario). Paraguay, debido a sus importantes mejoras en productividad, es el país con la mayor reducción de la intensidad de emisiones.

Por su parte, el Gráfico 6 presenta la otra variable relevante que determina la intensidad de emisiones netas totales. El mismo permite apreciar la tasa de incorporación de tierra deforestada, como total de la superficie ganadera. Paraguay, partiendo de los mayores valores, logra un importante descenso, aunque aún al final de la serie mantiene los mayores ratios de los tres países. Esto confirma el hecho de que, luego de 2009, el principal determinante de la reducción de emisiones en Paraguay fue la mejora de productividad. Colombia tiene los menores valores, y muestra un descenso sostenido, a bajas tasas. Bolivia por su parte, con variaciones, presenta prácticamente los mismos valores en los extremos de la serie.

Gráfico 6. Importancia relativa del cambio en el uso del suelo en el área de pastoreo



Fuente: Elaboración propia

Este análisis comparativo permite fortalecer algunas de las conclusiones adelantadas en el texto principal:

- En ganaderías en expansión resulta muy difícil, con la tecnología disponible, pensar en una reducción del valor absoluto de emisiones. La variable relevante que considerar es la intensidad de emisiones, medida como la relación entre GEI emitidos en relación a la producción obtenida.
- Si bien existen tecnologías promisorias que apuntan a reducir las emisiones de los rumiantes, la variable que determina los principales avances en intensidad de emisiones es la productividad de los factores. En particular, la productividad del inventario ganadero es decisiva, como lo muestra la asociación (inversa) entre la tasa de extracción y la intensidad de emisiones.
- En ganaderías con “frontera agrícola”, la tasa de incorporación de tierras provenientes de deforestación, y el tipo de bosque removido, son determinantes para el balance de GEI de estas ganaderías. La intensidad de emisiones de estas ganaderías se incrementa sensiblemente al incluir en el numerador el balance de GEI de la deforestación.
- Muchas ganaderías en desarrollo de zonas subtropicales y tropicales probablemente continúen creciendo con avances controlados sobre el área de bosques. El mejor balance posible debe ser buscado. Para ello debe producirse con una ganadería

altamente productiva, intentando reemplazar áreas de bosque del menor valor, incluida la biodiversidad asociada.

- A nivel público se requiere sustentar las decisiones de ordenamiento territorial con fuerte soporte técnico, así como cooperar en la diseminación de técnicas que maximicen la productividad ganadera.

## **7 ANEXO 1. DATOS USADOS Y ESTIMACIONES REALIZADAS**

### **7.1 Procedimientos seguidos para las estimaciones**

#### **a. Producción de Carne bovina**

Producción = Faena (sacrificio) + Diferencia de inventarios + (entradas – salidas con fines no faena: predio y feria)

#### **b. Producción de leche**

Relevante sólo en el caso de Colombia, se tiene en cuenta leche producida total, incluyendo remisión a industrias y consumo en predio.

#### **c. Alimentación**

Un elemento relevante de la alimentación es la superficie de pastos, nativos y sembrados, y su evolución. Junto a esa superficie, la cantidad y valor nutritivo de los pastos determina la oferta de energía y otros datos relevantes para estimación de emisiones. El otro componente de la alimentación son los suplementos alimenticios, que se consideran tomando en cuenta la digestibilidad y valor energético, expresados en equivalente maíz.

#### **d. Capital**

Los capitales más relevantes en la función de producción ganadera son la tierra y el stock o inventario de animales. Puesto que se trata del aporte que realizan a la producción, en cada ciclo, no se considera el valor total del activo, sino el “flujo de servicios” que brindan, representados por la renta de la tierra, y un % del valor del ganado equivalente a una tasa de interés del dinero. Otros capitales están representados por los costos de instalación y mantenimiento de pasturas, sensiblemente menores que los anteriores.

#### **e. Mano de obra**

Es un componente de poca importancia cuantitativa. Las estimaciones dificultan medidas precisas que permitan apreciar cambios a través del tiempo. A partir de las fuentes disponibles, se expresa el trabajo en unidades de equivalente hombre al año (EqH).

### **7.2 Datos empleados para las estimaciones**

#### **7.2.1 BOLIVIA**

Para las estimaciones de producción, desagregadas por provincia, se procedió de la siguiente forma:

##### **a. Inventario**

Las fuentes de datos fueron:

A nivel de departamento:

Datos anuales de inventario ganadero por departamento del Instituto Nacional de Estadística (INE)<sup>5</sup>.

A nivel de Provincia:

Encuesta Nacional Agropecuaria del INE, de 2008

Censo agropecuario 2013 (INE).

---

<sup>5</sup> Disponible en: <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-introduccion/>



Movimientos ganaderos. A partir de 2011, sistema de información de movimiento de ganado denominado Gran Paititi<sup>6</sup> del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Datos facilitados por la Federación de Ganaderos de Santa Cruz (FEGASACRUZ).

Partiendo de los inventarios por departamento de INE, el método empleado para asignar las cabezas de ganado a las distintas provincias se basó en:

Distribución de cabezas por provincia según censo 2013

“Sesgos” observados hacia distintas categorías de ganado (sexo y edad), para cada provincia, a partir de datos del censo y de los movimientos (sistema Paititi). Esto significa que además de saber que una provincia tenía en 2013 un determinado porcentaje del ganado de un departamento, se analizó si estaba más volcada que el promedio hacia algún tipo de ganado (hembras, machos, para cría o faena, etc.). Con esa información se construyeron coeficientes, que fueron aplicados a los datos anuales, a nivel departamental, de INE.

b. Salidas y entradas de ganado (sin considerar faena)

Las diferencias de inventario de ganado pueden deberse a aumentos de producción (ganado de cría, nacimientos), o a ingresos de ganado de otras provincias, o salidas hacia las mismas. Por ello, el balance Salidas – Entradas de ganado es parte del cálculo de la producción.

Con información sobre los movimientos de ganado para los años 2011, 2012, 2014, 2016 y 2017 del sistema Paititi, se construyeron coeficientes que relacionan inventario con movimiento de cada categoría y se expandió la información a los años 2005 a 2010

c. Derribo o faena:

Se dispone de información de faena anual en los departamentos de Bolivia (INE). El problema consiste en adjudicar adecuadamente esa producción a las provincias de origen de ese ganado, y no al lugar de faena. Para ello, se utilizó la información de movimientos del sistema Paititi, determinando:

- El porcentaje de ganado enviado a faena en las provincias de Beni y Santa Cruz, que se faena en el propio departamento
- El porcentaje de ganado faenado en Beni y Santa Cruz de otro origen
- El porcentaje del ganado faenado en otros departamentos, relevantes en el derribo nacional, cuyo origen es Beni y Santa Cruz. Se consideró faena en Chuquisaca, La Paz y el Alto, Cochabamba, Oruro, Potosí y Tarija.

Esto permite conciliar la información de oferta y demanda de ganado para faena y extender la serie. Por el lado de la oferta, se cuenta desde 2011, con la salida de ganado desde los predios con destino faena o derribo. Con esa información (2011 a 2017) se construyeron coeficientes que permiten asignar la faena en las principales ciudades del país, a los departamentos de Beni y Santa Cruz.

d. Producción

La estimación de producción tiene en la faena o derribo, un componente fundamental. Un tema que requirió de ajustes especiales, y relevantes, fue estimar el origen del ganado de faena en Santa Cruz. En los movimientos registrados en el sistema Paititi, la categoría “salidas de predio a remate” es importante. Una alta proporción de estas salidas (95,2%) se dirige a la provincia de Andrés Ibáñez, cercana a la capital y abastecedora de ganado a mataderos, que compran hacienda en los remates hechos ahí. Esto sobrestimaba la faena originada en Andrés Ibáñez, y

---

<sup>6</sup> Disponible en: <https://paititi.senasag.gob.bo/egp/repgrma.html>

“ocultaba” el ganado que sólo estaba ahí “en tránsito” proveniente de otras provincias. Por ello se consideró:

- La cantidad de ganado enviado de remate a matadero.
- La proporción del ganado enviado desde la propia Andrés Ibáñez al remate y que luego iba a matadero.
- La diferencia entre ambos sería por ganado de las demás provincias que se dirigió a remate en Andrés Ibáñez y finalmente fue a faena.

Con esos datos, se estimó que el 56% del ganado enviado a remate por las demás provincias de Santa Cruz, el 37% del ganado enviado a remate por los departamentos de Beni, y el 58% del ganado de la propia Andrés Ibáñez que se envía a remate, va en realidad a faena (no pasa por otros predios). Esos porcentajes de las salidas predio a remate se sumaron a los envíos a faena, de cada provincia.

En el caso de Beni, parece existir un problema adicional de difícil cuantificación. Presumiblemente, la serie, sobre todo en los primeros años, tiene problemas de asignación de movimientos entre provincias. Se aprecian cambios importantes entre años. Algunas provincias de importante inventario, y productoras reconocidas, como Yacuma. Moxos y Mamoré, presentan poco movimiento de salida de ganado, y prácticamente nulo ganado enviado a derribo.

Por el contrario, Cercado, aparece como la provincia, por lejos, de mayor producción, por concepto de balance entre salidas y entradas para el campo, y sobre todo, por su gran producción de ganado para derribo.

Esto se verifica especialmente hasta el año 2012. En general se aprecian grandes variaciones en la producción, lo que hace suponer que algunos movimientos, especialmente hacia Cercado, no se registrarían bien. Por ese motivo, se optó por manejar al conjunto del departamento de Beni como una unidad, eliminando la división por provincias.

#### e. Estimación del uso de factores

Además del inventario ganadero, es fundamental considerar el uso del suelo y la producción de pasto asociada, así como los cambios en el uso, debido a las emisiones/secuestro de carbono.

*Uso del suelo:* Para armar una serie de uso del suelo de las distintas provincias en el período requerido, se cuenta con datos puntuales y algunas series de tiempo que permitieron la estimación.

La fuente más fiable, completa, y detallada por provincia, es el censo de 2013. En base a éste y a informes varios de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT)<sup>7</sup>, del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, y datos del INE, se reconstruyó la evolución del uso del suelo.

Cambios en el uso del suelo. Los cambios en el uso del suelo son relevantes para la estimación de balance de carbono en los suelos.

INE dispone de datos, para toda la serie de años, de desmonte legal por departamento. En las “memorias” de la ABT, se dispone de tasa de deforestación total, legal e ilegal, por provincia, para el período 2012 a 2017. Como se dispone de toda la serie de permisos de deforestación otorgados por departamento, se estimaron coeficientes (def legal/autorizada, def legal/total)

---

<sup>7</sup> Disponibles en:

[http://www.abt.gob.bo/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=27&Itemid=162&lang=es](http://www.abt.gob.bo/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=27&Itemid=162&lang=es)

que permitieron estimar deforestación real para 2005 a 2011, por provincia. Con la distribución real por provincias, se prorratearon esos resultados.

A partir del uso del suelo 2013, se fue “hacia atrás” y “hacia adelante”, usando la deforestación, para estimar superficie de pastos nativos y sembrados. Se asume que, en Beni, el 90% deforestado va a pastos implantados, y en Santa Cruz esa tasa es de 80%, correspondiendo el resto a cultivos.

Para las provincias de ambos departamentos se dispone de principales cultivos, y especies forrajeras implantadas dominantes.

#### f. Sobre producción y calidad de pastos

Se dispuso de trabajo de investigación locales, (Centro Nacional de Mejoramiento de Ganado Bovino de la Universidad Autónoma Del Beni José Ballivian, 2003 y 2005<sup>8</sup>), que permiten estimar producción de pastos nativos. Por otra parte, para los géneros y especies sembrados más comunes, se dispone de abundante información experimental en la región.

En Santa Cruz es muy importante la presencia de pastos sembrados en las nuevas áreas incorporadas a la actividad. Según el censo de 2013, los géneros dominantes eran *Brachiaria*, principalmente de la especie *brizantha*, y *Panicum maximun* (Tanzania y Gatton) en menor medida. Para estas especies se utilizó información de producción y calidad disponible en diversos trabajos.

### 7.2.2 COLOMBIA

#### a. Inventario ganadero.

Se dispuso de información detallada a nivel departamental para el período, combinando fuentes, como Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA<sup>9</sup>) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN), y el Instituto Colombiano Agropecuario<sup>10</sup> (ICA). Adicionalmente, se cuenta con información con la mayor apertura, del Censo de 2013 del DANE.

La serie continua construida para 2001 a 2016, permitió calcular diferencia de inventario en cabezas y kg, a partir de categorías, pesos y equivalencias de ganado obtenidas de FEDEGAN (com. pers. 2018).

#### b. Sacrificio (Faena)

Se dispone de datos de la ENA sobre faena en establecimientos en distintas localidades (en general a nivel municipal), para los siguientes años y detalle<sup>11</sup>:

- Sacrificio 2002 en 63 municipios seleccionados por su actividad
- Sacrificio 2004 a 2008 en 72 municipios seleccionados
- Sacrificio 2010 a nivel nacional
- Sacrificio 2013 a 2016 a nivel departamental

---

<sup>8</sup> Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/ganaderia-beni-calidad-pastos-t31231.ht>

<sup>9</sup> Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena/encuesta-nacional-agropecuaria-por-departamentos>

<sup>10</sup> Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2017.aspx>

<sup>11</sup> Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-sacrificio-de-ganado/encuesta-de-sacrificio-de-ganado-esag-historicos>

El problema para determinar la producción por departamento radica en saber el origen del ganado faenado en cada departamento, para atribuirlo como producción al departamento de origen.

Para ello se cuenta, para los años 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016, con información de ICA (FEDEGAN, com. pers.) sobre movimientos de ganado desde y hacia provincias. Todas las salidas destino Matadero son consideradas faena atribuible a ese departamento (el de salida, con independencia de dónde se produzca el sacrificio).

Con la información de movimientos, en los años en que ésta está disponible, se puede saber desde dónde llega ganado para faena, en las localidades para las cuales ENA reporta sacrificio. Así, para un departamento determinado (y por agregación para regiones) se atribuye determinado % a cada región de origen. Ese porcentaje se utiliza para los años adyacentes, cuando no hay información directa de movimientos. Así, movimientos 2005 se utilizaron para faena 2002, 2006 y 2007. Luego se usaron los datos ICA 2010 a 2016.

Para los años en que no existía información de faena ni movimientos (2001, 2003, 2009) se procedió a interpolar con los valores adyacentes.

c. Entrada y salida de ganado con destino feria y predio

Se aplicó similar procedimiento, considerando la salida hacia fuera de la región, y la entrada desde fuera de la región, de ganado con destino predio y feria. Para los años en que la información detallada no se disponía, se usaron los coeficientes de balance Salidas - Entradas respecto al inventario en los años cercanos y se aplicaron al inventario de ese año.

$E-S_t = (E-S)_n / I_n \times I_t$ . Donde E-S es entrada menos salidas. I es inventario. El subíndice t indica el año en cuestión, y el subíndice n, el año para el cual se dispone de información precisa de E-S.

d. Producción de leche

Se dispone de la siguiente información:

- Estimaciones de producción nacional de FEDEGAN <sup>12</sup> para 2001-2016
- Ídem por parte del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) hasta 2015
- A nivel departamental se cuenta con:
  - o Encuestas ENA: Relevan producción diaria el día previo a la encuesta. Tiene limitaciones para estimar producción total por estacionalidad. Puede ser usado para prorratear producción nacional obtenida de FEDEGAN y/o MADR <sup>13</sup>.
  - o Trabajo del MADR: Informe técnico misión 1.1. Estructura de la producción nacional y departamental de leche 2006 – 2015 y sistema de actualización mensual <sup>14</sup>. Tiene datos de producción anual para todas las provincias desde 2006 a 2015.

Con estos elementos, se procedió de la siguiente manera:

Se tomó el dato de producción nacional reportado por FEDEGAN, que incluye una mejor estimación de leche no industrializada, según informantes. Esa información de alcance nacional se prorrateó por departamentos, empleando:

- ENA, de 2001 a 2004
- Informe del MADR de 2006 a 2015 (usando coeficientes de 2006 para año 2005)

---

<sup>12</sup> Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>

<sup>13</sup> Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>

<sup>14</sup> Disponible en: [http://uspleche.minagricultura.gov.co/assets/producto\\_2\\_y\\_5\\_de\\_20182.pdf](http://uspleche.minagricultura.gov.co/assets/producto_2_y_5_de_20182.pdf)

e. Especialización lechera

A efectos de analizar la información, y estimar consumos de suplementos, se estimó además el inventario de ganado especializado en lechería, y el de doble propósito. Para ello se recurrió a:

ENA del DANE (distintos años)

Datos de MADR (2012 a 2016)

Cadena, X. et al. (2019). Precio regulado de la leche: Ineficiencias, costos y alternativas.

FEDEGAN. Costos modales en la ganadería de leche, trópico alto de Colombia: ventana a la competitividad ganadera (2013). Ganadería colombiana. Hoja de ruta 2018 – 2022.

Para la estimación de los principales factores de producción, se procedió como sigue:

f. Uso del suelo

Pastos y cultivos: Se contó con información de las encuestas de ENA.

- Bosques: Se contó con diversos informes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Para construir la serie histórica, se recurrió a los reportes de geo proceso de IDEAM de 2018<sup>15</sup>, que cubren el período estudiado, aunque no para todos los años.

g. Suplementos

Se trabajó con los costos modales de FEDEGAN. A partir de la participación en los costos de los suplementos, y los precios de esos suplementos, se estimaron cantidades. En la medida que los estudios discriminan entre costos de empresas especializadas y no especializadas, se asignó consumo diferente en base al stock lechero destinado a distintos sistemas. También se estimó el consumo por parte del ganado de carne en base a costos modales de FEDEGAN.

h. Trabajo

Se contó con la información de FEDEGAN de empleos generados en distintas actividades ganaderas (FEDEGAN, com. pers. 2019), y la surgida de las distintas publicaciones de costos modales de FEDEGAN.

### 7.3 Precios de productos e insumos

Los precios de productos e insumos son necesarios para la construcción de índices, de producto e insumo, a emplear en la estimación de la PTF. En la metodología usada, se aplican precios fijos a las cantidades físicas de la serie. Lo relevante es la relación entre los precios, lo que permite elaborar un índice de unidades equivalentes.

En el caso de los productos, se construye un índice en general de carne equivalente:

Carne equivalente = (Carne (unidades físicas) x Precio carne (\$/unidad) + Leche (unidades físicas) x Precio leche (\$/unidad)) / Precio de la carne

En el caso de Bolivia, sólo se consideró la producción de carne bovina, por lo que no fue necesaria la equivalencia.

Para Colombia, tanto para la carne como para la leche, se consideraron precios de ganado en pie, y precio de la leche incluyendo bonificaciones voluntarias, a partir de datos de FEDEGAN<sup>16</sup>. Dada la información disponible, se procedió a utilizar el promedio de los datos mensuales para el año 2017, en pesos colombianos corrientes.

---

<sup>15</sup> Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/capas-geo>

<sup>16</sup> Disponible en <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios>

En el caso de los insumos, se construye un índice que refleja una canasta, tomando como referencia uno de los insumos (por ejemplo, mano de obra). Así,

$$\text{Trabajo equivalente} = (\text{Trabajo (unidades físicas)} \times \text{salario anual} + \text{Tierra (unidades)} \times \text{renta anual (\$/unidad)} + \text{Inventario ganadero (unidades)} \times \text{precio anual (\$/cabeza)} + \text{pasturas} \times \text{precio anual (\$/ha} + \dots + i_n \times p)) / \text{salario anual}$$

En el cálculo de productividad deben usarse flujos y no stocks. Por lo tanto, la tierra no se valoriza por su valor de adquisición, sino por su renta anual. En el caso del inventario ganadero, se aplica una tasa de interés anual al valor del inventario, para estimar el “consumo anual” que se hace de ese inventario en la producción.

La tierra ingresa como insumo por la producción de forraje que se realiza sobre ella. El pasto natural tendrá el valor de la tierra. A los pastos sembrados, se les agregará el costo anual de implantación y mantenimiento.

Para el trabajo, se aplica el salario anual a los “equivalente a tiempo completo” o “equivalente hombre” que participan de los procesos productivos.

Fuentes de datos y estimaciones.

### 7.3.1 Bolivia

Precio de la pastura natural. Corresponde al precio de la tierra. El precio de la tierra presenta importantes variaciones regionales, con máximos en los valles cruceños, más cercanos a la capital, donde se desarrolla la agricultura más intensiva en capital, como la caña de azúcar. En base a información de la Asociación Boliviana de Grupos CREA (2018, com. pers.), y portales de negocios rurales (Compañía Argentina de Tierras <sup>17</sup>), se estimó un valor promedio de la hectárea de tierra. A ese valor, se le aplicó una tasa de interés anual de 5,61% (a partir de información del Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional).

Para las pasturas sembradas, se agregó a ese precio anual de la tierra, un costo de siembra, estimado a partir de la Asociación Boliviana de Grupos CREA (op.cit.).

Para el inventario ganadero, se estimaron precios de ganado en pie a partir de información de ediciones varias de la revista de FEGASACRUZ<sup>18</sup>. Al valor de ese inventario, se aplicó la tasa de interés ya manejada (5,61%), a efectos de valorizar el flujo anual aportado.

En el caso del costo del trabajo, se tomó la información de salario mínimo nacional (INE), y se consideraron 14 salarios al año para estimar el costo anual.

### 7.3.2 Colombia

Precio de la pastura natural. El precio de la tierra, al igual que en Bolivia, presenta importantes variaciones regionales. En base a información de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)<sup>19</sup>, se estimó un valor promedio de la hectárea de tierra. A ese valor, se le aplicó una tasa de interés anual de 6% (a partir de información del Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional).

Para las pasturas sembradas, se agregó a ese precio anual de la tierra, un costo de siembra, estimado a partir de información de FEDEGAN (2018, com. pers.)

---

<sup>17</sup> Disponible en <https://www.cadetierras.com.ar/desa/compra-y-venta/informacion-de-bolivia/>

<sup>18</sup> Disponible en: <https://fegasacruz.org/revista/>

<sup>19</sup> Disponible en <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11438/8488>

Al valor de ese inventario, se aplicó la tasa de interés ya manejada (6%), a efectos de valorizar el flujo anual aportado.

En el caso del costo del trabajo, se tomó la información de salario mínimo nacional del Banco de la República de Colombia<sup>20</sup>, y se consideraron 14 salarios al año para estimar el costo anual.

---

<sup>20</sup> Disponible en <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/salarios>