



INITIATIVE ON

Livestock and Climate

## POLÍTICAS EN SÍNTESIS

# Dinámica de la ganadería en Latino América y el Caribe: Relaciones de corto y largo plazo entre las emisiones y producción de carne y leche en la región.

Danny Sandoval; Jhon Jairo Junca; Stefan Burkart

Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programa de Forrajes Tropicales

## MENSAJES CLAVE

- En un análisis global, se observan relaciones significativas en los modelos de ganadería en cuanto a producción y emisiones, al controlar variables como el crecimiento poblacional, la deforestación, la extensión de pastizales y las tierras forestales en la región.
- Los efectos de las relaciones a corto plazo muestran heterogeneidad y, en su mayoría, carecen de significancia estadística. Resultados estadísticamente significativos surgen en los modelos de emisiones relacionadas con la gestión del estiércol al considerar variables como la población y las tierras forestales. No obstante, estas relaciones presentan signos inesperados.
- En los modelos de producción de carne y leche, se identifican relaciones estables a largo plazo. Las variables de control ejercen un impacto constante en la producción de carne y leche a lo largo del tiempo.

## INTRODUCCIÓN

El sector ganadero desempeña un papel crucial en la economía de numerosos países de América Latina y el Caribe (LAC), siendo una de las principales fuentes de alimentos y desempeñando un papel esencial en la seguridad alimentaria y la economía regional, generando empleo y contribuyendo al desarrollo, especialmente en las áreas rurales (FAO 2022). Según las estadísticas de la FAO (2022), en 2021, la producción de carne de ganado vacuno en LAC alcanzó los 18,82 millones de toneladas, representando el 57,15% de la producción total del continente. Asimismo, la producción de leche cruda fue de 85,54 millones de toneladas, correspondiente al 43,28% de la producción total del continente. No obstante, esta actividad está directamente vinculada a la degradación ambiental (Mendes, 2023), contribuyendo a las emisiones de gases de efecto invernadero (Raihan, 2023; Garrido et al, 2022) y al aumento de la deforestación (Zambrano-Cortés y Hendrick, 2023; Chavarría y Redondo, 2023).

Considerando que LAC es una de las regiones donde la ganadería ha experimentado un significativo avance, con un crecimiento del 3,7%, superando la tasa global del 2,1%, y que la región aporta aproximadamente el 23% de la carne de bovino y búfalo a nivel mundial a pesar de tener solo el 13,5% de la población mundial (FAO, 2019), resulta de particular interés analizar el impacto de esta actividad en las emisiones de gases de efecto invernadero en la región. Se estima que alrededor de 1,9 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, de las

8,1 gigatoneladas a nivel mundial, se generan en la región según las estimaciones del IPCC (GLEAM, 2019). Además, LAC contribuye con aproximadamente el 23,8% de las emisiones de metano entérico (ver Figura 1), el 7,2% de metano y el 5,2% de óxido nitroso provenientes del estiércol (GLEAM, 2019).

El objetivo de este documento es analizar las relaciones a corto y largo plazo de la actividad ganadera, en términos de emisiones y producción, en relación con el crecimiento poblacional, la extensión de pastizales y la deforestación en 15 países de América Latina, utilizando la metodología de panel cointegrado. Esta metodología permite identificar relaciones tanto a largo plazo como a corto plazo de manera agregada, así como efectos individuales por país.

## METODOLOGÍA Y DATOS

Adheriendo a la propuesta metodológica de Blackburne y Frank (2007) para paneles de datos heterogéneos, que facilita la identificación de relaciones a largo y corto plazo, es decir, los efectos generales por conglomerado de los 15 países en el largo plazo, y al mismo tiempo permite discernir los efectos por país a corto plazo, se estimó el siguiente modelo:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_i X_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Donde  $Y_{it}$  es la variable dependiente, la cual representa diversas variables a ser estimadas, como las emisiones de vacas por

producción de carne, emisiones de vacas por producción de leche, producción de carne y producción de leche del país  $i$ , en el año  $t$ . Por su parte  $X_{it}$  hace referencia a las variables explicativas del modelo, tales como población, tierras dedicadas a pastizales, emisiones por deforestación y tierras forestales. De esta forma se estiman 6 diferentes modelos:

- **Modelo 1**

$$\ln EVC\_GE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln POB_{it} + \beta_2 \ln TP_{it} + \beta_3 \ln ED_{it} + \beta_4 \ln TF_{it} + u_{it} \quad (2)$$

- **Modelo 2**

$$\ln EVL\_GE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln POB_{it} + \beta_2 \ln TP_{it} + \beta_3 \ln ED_{it} + \beta_4 \ln TF_{it} + u_{it} \quad (3)$$

- **Modelo 3**

$$\ln EVC\_FE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln POB_{it} + \beta_2 \ln TP_{it} + \beta_3 \ln ED_{it} + \beta_4 \ln TF_{it} + u_{it} \quad (4)$$

- **Modelo 4**

$$\ln EVL\_FE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln POB_{it} + \beta_2 \ln TP_{it} + \beta_3 \ln ED_{it} + \beta_4 \ln TF_{it} + u_{it} \quad (5)$$

- **Modelo 5**

$$\ln PR\_CV_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln POB_{it} + \beta_2 \ln TP_{it} + \beta_3 \ln ED_{it} + \beta_4 \ln TF_{it} + u_{it} \quad (6)$$

- **Modelo 6**

$$\ln PR\_LVE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln POB_{it} + \beta_2 \ln TP_{it} + \beta_3 \ln ED_{it} + \beta_4 \ln TF_{it} + u_{it} \quad (7)$$



**Figura 1. Emisiones (producción de carne) por fermentación entérica CH<sub>4</sub> en el 2019.**

Donde  $EVC\_GE_{it}$  es la variable de emisiones de ganado vacuno por gestión del estiércol para producción de carne de res,  $EVL\_GE_{it}$  representa las emisiones de ganado vacuno por gestión del estiércol para la producción de leche de vaca,  $EVC\_FE_{it}$  es la variable de emisiones de ganado vacuno por fermentación entérica para la producción de carne,  $EVL\_FE_{it}$  es la variable de emisiones de ganado vacuno por fermentación entérica para la producción de leche,  $PR\_CV_{it}$  y  $PR\_LVE_{it}$  son las variables de producción de carne de vaca y leche de vaca entera en toneladas. Estas son las variables dependientes de los seis modelos. Por otro lado, las variables explicativas son  $POB_{it}$ , estimaciones de población total por país,  $TP_{it}$ , tierras dedicadas a pastizales,  $ED_{it}$ , emisiones por deforestación y  $TF_{it}$ , tierras forestales. Además, se tiene que  $i=1,2,3,\dots,N$ , donde  $N$  es el número de países en la muestra, y  $t=1,2,3,\dots,T$ , donde  $T$  es el número de años disponibles. Las variables están expresadas en logaritmos para facilitar la interpretación de los resultados.

Los datos usados provienen de FAOSTAT para el periodo de 1990 a 2019 para 15 países de LAC, siendo estos Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y Venezuela.

## ANTECEDENTES

Se ha desarrollado una amplia variedad de investigaciones que exploran las relaciones entre las emisiones provenientes de la ganadería y diversas variables, como el crecimiento demográfico, el crecimiento económico (Golup et al., 2017; Graham et al., 2020; Cuaresma & Heger, 2019), los cambios en

el uso del suelo (Gonzales-Quintero et al., 2022) y las políticas de conservación medioambiental y mitigación del cambio climático (Olander et al., 2012; Guadalupe et al., 2018; Minang & van Noordwijk, 2013).

A nivel de LAC, diversas investigaciones han explorado la relación entre las emisiones y diversos determinantes en la región. Trabajos como los de Baldassini et al. (2020), Bustamante et al. (2012), Bautista-León (2020), Patiño-Domínguez et al. (2020), o Amaral et al. (2019) han abordado esta temática. Asimismo, investigaciones específicas han examinado el efecto de la ganadería, a través de las emisiones por fermentación entérica y la gestión de estiércol, sobre las emisiones totales y algunos efectos del cambio climático. Ejemplos de estos estudios incluyen los trabajos de Galicia et al. (2021) en México, Gómez et al. (2021) y Garrido et al. (2022) en Colombia, y Almeida et al. (2022) en Brasil.

## RESULTADOS

La Tabla 1 exhibe los resultados tanto a corto como a largo plazo para los seis modelos propuestos, considerando un enfoque agregado. En general, los efectos a corto plazo muestran poca significancia estadística, excepto en los dos modelos de emisiones relacionadas con la gestión de estiércol, cuando se controla mediante las variables de población y tierras forestales. Sin embargo, es importante señalar que estos resultados presentan signos inesperados en dichas relaciones.

En cuanto a los efectos a largo plazo, se observan relaciones mayoritariamente significativas, de las cuales se pueden

**Tabla 1. Estimaciones de los efectos de corto y largo plazo.**

Modelo	lnPOB		lnTP		lnED		lnTF	
	LR	SR	LR	SR	LR	SR	LR	SR
LNEVC_GE	-1,41***	-6,22	2,66***	-0,60	0,199	76,58	-2,11***	-2,51
LNEVL_GE	0,41	-21,18***	0,06	-0,01	1,19***	-16,09	0,60	163,99***
LNEVC_FE	0,97***	-0,89	-2,15***	0,13	0,22**	42,32	-1,79***	80,63
LNEVL_FE	0,46	-20,09***	0,08	0,07	1,17***	-19,15	0,66	159,28***
LNPR_CV	1,00***	-0,57	0,53***	-4,72	0,19**	27,87	-1,87***	55,24
LNPR_LVE	2,54***	-11,71*	0,31**	-1,36*	0,89***	-21,85	3,41***	61,90*

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ ; SR = efectos a corto plazo; LR = efectos a largo plazo.

extraer conclusiones interesantes. En primer lugar, el impacto de la población sobre las emisiones tiende a estabilizarse en el largo plazo, fenómeno que se evidencia en los seis modelos propuestos. Del mismo modo, este patrón se manifiesta en el modelo relacionado con las tierras para pastizales, donde prevalece un efecto ligeramente positivo. Por otro lado, según el modelo de tierras forestales, se sugiere que un aumento en estas últimas podría tener un impacto negativo en la actividad ganadera a largo plazo.

La Tabla 2 presenta los resultados a nivel de país para los modelos de producción de carne y leche a largo plazo. En el caso del modelo de producción de carne, Costa Rica y Panamá no exhiben relaciones significativas a largo plazo. En el modelo de producción de leche, Colombia, El Salvador, México, Panamá y Perú no presentan relaciones de largo plazo, indicando que, para este grupo de países, las variables explicativas no parecen tener una incidencia estadísticamente significativa en la producción de leche o carne a lo largo del tiempo.

Al analizar de manera individual los resultados para cada país, se puede tomar el ejemplo de Argentina, que muestra coeficientes estadísticamente significativos para ambos modelos de producción. Los coeficientes son 0.22 y 0.24, lo que indica que el periodo de ajuste ante una perturbación es similar en el sector cárnico y lácteo, alrededor de 4 años (por ejemplo,  $1/0.24 = 4.1$  años y  $1/0.22 = 4.5$  años). Las perturbaciones en la producción de leche o carne generadas por variables como la población, los pastizales o la deforestación tardan entre 4 y 4.5 años en corregirse. Brasil, por otro lado, muestra un periodo más rápido de ajuste en la producción de carne (0.48 o 2 años) pero más lento en la producción de leche (0.15 o 6.6 años).

## CONCLUSIONES

Los resultados que arrojan las relaciones entre variables como la población, la deforestación y el área de pastizales en relación con las emisiones del sector ganadero y la producción de carne y leche en los países de América Latina y el Caribe (LAC) presentan hallazgos de gran interés tanto a nivel agregado como a nivel individual. En el corto plazo, los resultados son heterogéneos y muestran una escasa significancia estadística. En contraste, al analizar las relaciones a largo plazo, se observan efectos estadísticamente significativos y positivos para los modelos que incorporan las variables de población, tierras para pastizales y deforestación. En cuanto al modelo de tierras forestales, se evidencia un efecto negativo en la producción de carne a largo plazo, lo que indica que un aumento en las tierras forestales se asocia con una disminución en la producción de carne.

A nivel de país, los resultados para la producción de carne y leche a largo plazo muestran significancia estadística para la mayoría de los países en ambos modelos, con algunas excepciones. En el caso del modelo de producción de carne, las excepciones son Costa Rica y Panamá, mientras que, para el modelo de producción de leche, las excepciones son Colombia, El Salvador, México, Panamá, Perú y Venezuela. Estos hallazgos indican que, para este grupo de países, no hay una incidencia significativa de las variables explicativas sobre la producción de carne y leche a largo plazo.

Es esencial destacar que los resultados obtenidos, tanto a nivel agregado como a nivel individual, deben considerarse como un punto de partida para futuras investigaciones. Los efectos y coeficientes pueden variar con el uso de otras fuentes de información para variables como las emisiones o la deforestación, y también pueden ser influenciados por el horizonte temporal utilizado. Para investigaciones futuras, se recomienda contrastar estos resultados a nivel agregado, incluyendo otros países de la región para verificar la consistencia de los coeficientes obtenidos. A nivel de país, se debe explorar los efectos a nivel regional, considerando la posible heterogeneidad dependiendo de la intensidad de la actividad ganadera en cada una de las regiones de los países incluidos en el estudio.

**Tabla 2. Término de corrección del error por país para los modelos de producción de carne de res y leche de vaca fresca.**

País	ECT	
	InPR_CV	InPR_LVE
ARGENTINA	-0,22**	-0,24**
BOLIVIA	-0,43***	-0,57***
BRASIL	-0,48***	-0,15**
COLOMBIA	-0,24**	-0,08
COSTA RICA	-0,29	-0,41***
ECUADOR	-0,67***	-0,80***
EL SALVADOR	-0,71***	-0,23
GUATEMALA	-0,21**	-0,46***
HONDURAS	-0,66***	-0,53***
MÉXICO	-0,40***	-0,07
NICARAGUA	-0,51***	-0,21***
PANAMÁ	-0,12	-0,08
PARAGUAY	-0,34**	-0,30***
PERÚ	-0,38***	-0,04
VENEZUELA	-0,73***	-0,18*

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

## RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

- A nivel regional, se recomienda continuar consolidando políticas que fomenten la transición hacia sistemas de producción ganadera sostenibles. Estas políticas deben generar impactos significativos a corto plazo en las emisiones provenientes de la actividad ganadera, al mismo tiempo que establezcan una dirección a largo plazo para reducir el impacto ambiental de la ganadería, considerada una de las principales fuentes de emisiones en LAC.
- Países con extensas áreas boscosas, como Brasil y Colombia, desempeñan un papel crucial en la mitigación del cambio climático y la preservación de la biodiversidad. Se insta a estos países a promover activamente la protección de estas áreas y a evitar la expansión de la ganadería sobre ellas. Este enfoque contribuirá a contrarrestar el aumento de las emisiones y a preservar la biodiversidad en estos territorios fundamentales para el equilibrio ambiental.

## PUBLICACIÓN COMPLETA

Sandoval, D; Junca, J; Enciso, K; Diaz, M; Bravo, A; Burkart, S. (2023). Long-term relationships of beef and dairy cattle and greenhouse gas emissions: Application of co-integrated panel models for Latin America. *Heliyon* 10 (2024) e23364. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23364>

### CONTACTO

**Stefan Burkart**

✉ [s.burkart@cgiar.org](mailto:s.burkart@cgiar.org)

## SOBRE LOS AUTORES

**Danny Sandoval** economista [d.sandoval@cgiar.org](mailto:d.sandoval@cgiar.org)

**Jhon Jairo Junca** economista [j.junca@cgiar.org](mailto:j.junca@cgiar.org)

**Dr. Stefan Burkart** economista [s.burkart@cgiar.org](mailto:s.burkart@cgiar.org)

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó como parte de la Iniciativa del OneCGIAR Livestock & Climate (L&C). Agradecemos a todos los donantes que apoyan globalmente nuestro trabajo a través de sus contribuciones al sistema CGIAR. Las opiniones expresadas en este documento no pueden ser tomadas como opiniones oficiales de estas organizaciones.

## CITACIÓN

Sandoval, D; Junca, J.J.; Burkart, S. (2023) Dinámica de la ganadería en Latino América y el Caribe: Relaciones de corto y largo plazo entre las emisiones y producción de carne y leche en la región. Cali (Colombia): CGIAR Initiative on Livestock and Climate. 5 p.



INITIATIVE ON  
Livestock and Climate



[alliancebioversityciat.org](http://alliancebioversityciat.org)



[cgiar.org](http://cgiar.org)

Diciembre 2023