



Instituto
amazónico de
Investigaciones Científicas
SINCHI

Numero: 12
10.19



El ambiente
es de todos

Minambiente

MODELO GANADERO PARA LOS DEPARTAMENTOS DE CAQUETA, GUAVIARE Y PUTUMAYO

Documento SINCHI

ISSN: 2665-3451

Luz Marina Mantilla Cárdenas
Directora General

Marco Ehrlich
Subdirector Científico y Tecnológico

Diego Fernando Lizcano Bohórquez
Subdirector Administrativo y Financiero

AUTORES:

Carlos Alberto Moreno Díaz
Consultor Instituto SINCHI

Jaime Alberto Barrera García
Investigador Instituto SINCHI

Citación sugerida

Moreno, C. 2019. *Modelo ganadero para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Putumayo*. Instituto SINCHI. Bogotá D.C. Colombia.

© Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI 2019

No. 01 noviembre de 2019
Diseño y diagramación: Gilberto Aponte Celis

Reservados todos los derechos

Disponible en: Instituto SINCHI
<https://www.sinchi.org.co/documentos-de-debate-sinchi>

REVISIÓN Y EDICIÓN:

Patricia Téllez Guio
Consultor Instituto SINCHI

Publicado en 2019 por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Calle 20 No. 5 – 44. Bogotá D.C. Colombia.

El presente documento fue elaborado dentro del contexto del proyecto “Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia”, componente 3: programas sectoriales para la sostenibilidad y el manejo del paisaje, subcomponente (c): estímulo de prácticas de manejo de la tierra y de otros recursos naturales que controlen los principales motores y causas de la deforestación y contribuyan a la restauración de las coberturas en áreas prioritarias identificadas, a la vez que se mejoran los medios de vida de la población local.

CONTENIDO

RESUMEN	3
1. Introducción	4
2. Materiales y métodos	5
2.1. Metodología para formular y aplicar el modelo matemático ganadero	6
2.1.1. Etapa 1: Identificación de la información y construcción de las series de datos	7
2.1.2. Etapa 2: Formulación y aplicación del modelo ganadero	11
2.1.3. Etapa 3: Análisis de los resultados obtenidos con el modelo ganadero	13
3. Resultados y análisis de resultados	13
3.1. Guaviare – Paisaje de lomerío	13
3.2. Caquetá – Paisaje de lomerío	16
3.3. Putumayo – Paisaje de lomerío	19
3.4. Guaviare, Caquetá y Putumayo – Paisaje de vega	22
4. Conclusiones	25
Bibliografía	26

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco muestral para estimar el modelo matemático ganadero	5
Tabla 2. Información de la actividad ganadera registrada en la base de datos del Instituto SINCHI	8
Tabla 3. Información de la actividad ganadera requerida para desarrollar el modelo matemático ganadero	9
Tabla 4. Series de datos para las variables que conforman la estructura matemática del modelo ganadero – paisaje lomerío	10
Tabla 5. Relaciones entre las variables del modelo matemático ganadero	11
Tabla 6. Formas funcionales para estimar cambios en el Ingtganad, por variaciones en los Costganad, el Atpastos y las Cabganad	12
Tabla 7. Resultados del modelo de regresión lin – lin múltiple – Guaviare	14
Tabla 8. Resultados del modelo de regresión lin – lin múltiple – Caquetá	17
Tabla 9. Resultados del modelo de regresión lin – lin múltiple – Putumayo	20
Tabla 10. Resultados del modelo de regresión lin – lin múltiple Guaviare + Caquetá +Putumayo	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología para formular y aplicar el modelo matemático ganadero	6
--	---

RESUMEN

El objetivo central de este trabajo, es formular y desarrollar a partir de la información conseguida con la encuesta realizada por el Instituto Sinchi (2015 – 2016) (SINCHI, 2016), un modelo matemático para la ganadería (Ecuación 1) cuyas variables explicativas permitan, desde distintos análisis, establecer si dicha actividad productiva causa o no rentabilidad para los finqueros que manejan en sus predios ese sistema productivo. Este análisis cuantitativo tiene importancia, porque un resultado positivo contribuye a justificar la decisión de cambiar el uso del suelo para mantener o mejorar el bienestar económico familiar y en caso contrario, aporta nuevos conocimientos que ayudan a fortalecer la gestión ambiental en términos de conservación, considerando que el aprovechamiento sostenible del bosque puede proporcionar mayores ingresos monetarios, por ejemplo, vía comercialización de servicios ecosistémicos (Productos no maderables del bosque -PNMB, almacenamiento de carbono).

Ecuación 1.

Modelo matemático ganadero (lin – lin) (Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia - 2019).

$$\text{Ingtganad} = \beta_0 + \beta_1 \text{Costganad} + \beta_2 \text{Atpasto} + \beta_3 \text{Cabganad} + \mu$$

Donde:

<i>Ingtganad</i>	=	Ingreso total de la ganadería (SM)
<i>Costganad</i>	=	Costo total de la ganadería (SM)
<i>Atpasto</i>	=	Área total en pastos (Hectáreas)
<i>Cabganado</i>	=	Cabezas de ganado (Número)
μ	=	Error estadístico

Desde una óptica metodológica, el establecer si la ganadería genera o no rentabilidad fue posible, como ya se precisó, especificando y resolviendo con técnicas de valoración económica ambiental, un modelo matemático caracterizado por producir resultados, cuya correlación permitió construir el indicador financiero que usualmente se utiliza para evaluar si una obra o proyecto de inversión es rentable, siendo más precisos, la relación beneficio – costo (B/C). En términos econométricos, la estructura

básica dada al modelo matemático planteado corresponde a una forma funcional de tipo lin – lin múltiple, que fue ejecutada por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), esto debido a que la regresión estimada muestra una mayor significancia estadística en cuanto al coeficiente de determinación (R^2), la prueba F (Fisher) y las pruebas t de Student (Gujarati & Porter, 2010).

Es importante resaltar, que el modelo matemático fue especificado (construido) de tal forma que permitiera efectuar diferentes análisis conducentes a establecer si la ganadería en los sitios donde el Instituto Sinchi implementó la encuesta (Guaviare, Putumayo, Caquetá), para poder tipificar sistemas productivos, genera o no rentabilidad económica. En términos generales, estos distintos análisis enunciados son los siguientes:

Estimación del efecto (positivo o negativo) que causa en el ingreso total ganadero un aumento de sus correspondientes costos totales de producción. En términos técnicos, el cálculo de este efecto absoluto, se logra dividiendo el valor estimado del coeficiente β_1 (mediante la regresión del modelo lineal) en el dato “estándar”, que representa el aumento del gasto ganadero en una unidad adicional. Esta operación matemática conceptualmente es la misma relación B/C y si el resultado obtenido cuando se estima es menor o igual a 1, se puede decir que esa actividad productiva no es rentable, razón por lo cual se carece de justificación económica para ampliar la frontera pecuaria en los predios.

Estimación del efecto (positivo o negativo) que causa en el ingreso total ganadero un aumento del área cubierta en pasto. Desde una óptica metodológica, la cuantificación de este efecto se logra estableciendo, cómo varía el valor estimado del coeficiente β_2 (mediante la regresión del modelo lin – lin), cuando se aumenta la superficie dedicada a praderas en una unidad adicional. Esta correlación técnica, permite inferir si la ampliación del espacio ganadero le ocasiona más o menos entradas monetarias a quienes tienen la propiedad, posesión o tenencia de los predios donde se sitúa el bosque nativo. En términos de los resultados obtenidos, dicho análisis tiende a mostrar que la magnitud (cuantía) de los recursos recibidos, versus el esfuerzo financiero que se requiere para extender o ampliar

la frontera pecuaria, es un determinante básico para definir si la ganadería es o no una actividad rentable.

Estimación del efecto (positivo o negativo) que causa en el ingreso total ganadero, un aumento del número de cabezas de ganado. La medición cuantitativa de dicho efecto, se puede obtener estableciendo, cómo varía el valor absoluto calculado del coeficiente β_3 (mediante la regresión del modelo) cuando aumenta la cantidad de bovinos en una unidad adicional. Operativamente, con dicha correlación técnica se busca determinar, si el incremento del hato en esa proporción señalada, le produce entradas monetarias significativas a quienes tienen la propiedad, posesión o tenencia de los predios donde además existe bosque. En cuanto a los resultados obtenidos, este análisis tiende a mostrar que la magnitud total del monto de los recursos recibidos, cuando se adiciona otro semoviente, es un determinante esencial para definir si es rentable o no, desde una perspectiva económica, ampliar el número de reses.

A manera de síntesis, se precisa que la articulación de los resultados alcanzados con cada uno de los tres análisis descritos anteriormente y la calidad (coherencia) de la información registrada por la encuesta que el Instituto Sinchi realizó en Guaviare, Caquetá y Putumayo, son dos elementos fundamentales para minimizar la incertidumbre que puede generar alguna de estas conclusiones: La ganadería es rentable, o caso opuesto, la ganadería no es rentable. Considerando que es viable concluir alguna de estas opciones, a priori se puede inferir que la segunda alternativa mencionada, es la más concordante con la modelación matemática efectuada y el comportamiento de los datos usados en el cálculo de la relación B/C, porque por ejemplo, en la situación del Guaviare, entre las 434 observaciones que fueron modeladas tan sólo en 17 casos los ingresos monetarios superan sus respectivos egresos, lo cual implica que en los 417 restantes la situación se invierte.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy día, en la Amazonia colombiana los departamentos de Guaviare, Caquetá y Putumayo tienen el frente más activo de colonización y expansión de la frontera agropecuaria, dado que concentran en sus territorios cerca del 11%, 45% y 18% respectivamente, de toda la deforestación

causada a nivel nacional (SINCHI & GIZ, 2016). En términos generales, la pérdida del espacio cubierto de bosque natural se debe a numerosas causas, siendo las más comunes minería ilegal, construcción de obras civiles, extracción maderera, titulación de tierras y ampliación del área productiva tanto agrícola (cultivos, coca) como ganadera (sistema extensivo).

Desde la racionalidad económica, se ha considerado que esta última causa o motivo mencionado, explica la rentabilidad financiera obtenida con el desarrollo de actividades agropecuarias, entre ellas la ganadería. Sin embargo, en el contexto espacial de la Amazonia, algunos estudios recientes como el adelantado por (Dávalos, Holmes, Rodríguez, & Armenteras, 2014), permiten inferir directa o indirectamente que las labores ganaderas, para la mayoría de los finqueros, les generan pocas e incluso ninguna utilidad monetaria (pérdidas) y que en esta zona del país existen otras razones aún más determinantes para impulsar ese particular cambio de uso del suelo (bosque nativo hacia pastos), como las descritas de manera muy sintética a continuación:

- **Titulación de tierras:** la Ley 135 de 1961 y posteriormente la Ley 160 de 1994 le exige a quien solicite la adjudicación de un predio, demostrar que tiene bajo producción económica al menos las 2/3 partes de su área total. En este orden de ideas, para un colono la manera más favorable de obtener el título es deforestando, sembrando pastos y comprando ganado, lo cual le permite conseguir dos beneficios, por una parte, formalizar la propiedad y por otro lado desarrollar un sistema productivo. En términos generales, esta directriz normativa ha originado significativas afectaciones al bosque natural y los servicios ecosistémicos que provee, convirtiéndose así en uno de los principales motores de la deforestación generada a escala nacional y de lo cual no es ajena la Amazonia colombiana.

- **Respaldo financiero:** para el colono, ante la escasa posibilidad de poder acceder a mecanismos formales de ahorro o crédito (sistema bancario), el ganado se convierte en la mejor alternativa de respaldar un préstamo, “guardar” e incrementar sus recursos monetarios, o tener solvencia económica convirtiendo rápido su inversión en dinero efectivo mediante la venta de animales. Esta percepción de la ganadería, como amparo financiero, se constituye hoy



día en otro factor que ha sido determinante en el cambio de uso del suelo, a escala predial, porque todo aumento del hato ganadero requiere una mayor área cubierta de pastos, lo cual casi siempre se consigue deforestando el bosque nativo amazónico.

Considerando lo anterior, como ya se ha señalado en el resumen de este documento, el propósito del presente trabajo es establecer desde una perspectiva puramente cuantitativa, aportando nueva información derivada de análisis estadísticos / econométricos, si entre las causas que explican la deforestación del bosque alto denso de tierra firme, la rentabilidad de la actividad ganadera juega un papel importante, porque dicho resultado puede contribuir a que el Instituto SINCHI y demás instituciones públicas ambientales que toman o ejecutan decisiones para la Amazonia, fortalezcan o precisen nuevas estrategias de conservación para esta región del país.

2. Materiales y métodos

Para realizar este ejercicio de modelación matemática, con el objetivo de establecer si la ganadería en el área de estudio del proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el Corazón de la Amazonía es o no una actividad rentable, se consideró solamente el paisaje de lomerío localizado en Guaviare, Caquetá y Putumayo, así como el paisaje de vega, pero agregándolo para estos tres departamentos amazónicos porque de esta manera dicho escenario alcanza un número apreciable de datos¹ (Tabla 1), requerimiento necesario para obtener resultados confiables, dado que mientras más robustas sean las correspondientes series de tiempo, la regresión del modelo estimado tendrá mayor significancia estadística, situación que se puede ver reflejada en los valores mostrados por la prueba F (Fisher), el coeficiente de determinación (R^2) y las pruebas t de Student.

Tabla 1. Marco muestral para estimar el modelo matemático ganadero

Departamento	Paisaje	Información
Caquetá	Sabana	1
	Vega	14
	Lomerío	232
Guaviare	Sabana	19
	Vega	20
	Lomerío	434
Putumayo	Sabana	Sin registros
	Vega	24
	Lomerío	57

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

¹ Obtenidos de la encuesta predial que el Instituto SINCHI aplicó en 2015 – 2016 con el objeto de tipificar sistemas productivos.

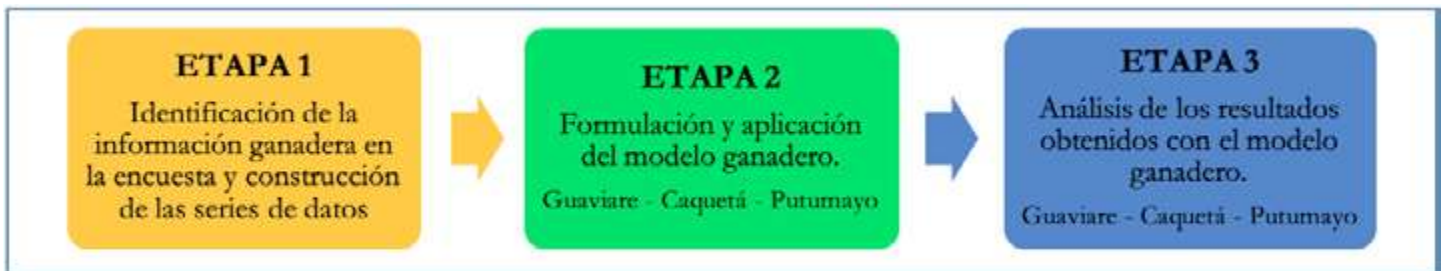
Por otra parte, dada la escasa disponibilidad de datos, el modelo ganadero en el paisaje de sabana no se aplicó (Tabla 1). Lo anterior, porque desde la misma teoría econométrica se determina que calcular regresiones lineales múltiples, cuyas variables explicativas tengan muy poca información, genera resultados caracterizados por no ser confiables (certeros) desde un contexto estrictamente estadístico, en otros términos, esto significa que el valor estimado de cada coeficiente regresor β , no mide bien la magnitud del efecto que ocasiona sobre la variable dependiente (Y), el cual puede ser positivo si la relación es directa o negativo en caso contrario.

En síntesis, el modelo ganadero especificado (Ecuación 1), fue aplicado en los tres departamentos donde el Instituto Sinchi adelantó la encuesta para tipificar sistemas productivos, pero sólo en los escenarios donde el paisaje corresponde a lomerío y vega, porque son los únicos ámbitos que presentan series de datos con 50 o más registros para las siguientes variables explicativas: área total en pasto (Atpasto), ingreso total ganadero (Ingtganad), cabezas de ganado (Cabganad) y costos totales de la ganadería (Costganad). No obstante lo anterior, vale la pena precisar que 50 registros “bordean”, desde un contexto estadístico, el límite mínimo con el cual los resultados estimados pueden

tener una buena confiabilidad para hacer inferencias, en este caso específico, respecto a la rentabilidad económica de la actividad ganadera.

2.1. Metodología para formular y aplicar el modelo matemático ganadero

El procedimiento metodológico que se describirá a continuación tiene un propósito concreto, el cual consiste en formular un modelo matemático cuya aplicación operativa permita establecer si la actividad ganadera desarrollada en los departamentos de Guaviare, Caquetá y Putumayo es o no rentable; y más concretamente, dentro del área de estudio que fue establecida para el proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (Figura 1). En términos más concretos, el mencionado procedimiento está conformado por tres etapas básicas caracterizadas por ir articulándose gradualmente; estas comienzan con la identificación de la información requerida para realizar las respectivas regresiones econométricas y terminan con el análisis de los diferentes resultados obtenidos mediante la aplicación del modelo formulado (Figura 1), como ya se señaló, sólo en los escenarios donde el paisaje corresponde a lomerío y vega.



Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

Figura 1. Metodología para formular y aplicar el modelo matemático ganadero

En términos más específicos, el “paso a paso” metodológico que fue desarrollado y mediante el cual se logró alcanzar de manera muy sencilla, pero con el mayor rigor técnico posible, el objetivo específico mencionado anteriormente es el siguiente:

2.1.1. Etapa 1: Identificación de la información y construcción de las series de datos

Para realizar esta primera etapa, se tomó como punto de partida la encuesta predial que desarrolló el Instituto SINCHI en los departamentos de Guaviare, Caquetá y Putumayo con el objetivo de tipificar a nivel predial sistemas productivos y entre ellos el ganadero. La información recopilada sobre dicha actividad pecuaria, en el marco de este ejercicio técnico, es la que permitió determinar mediante manejos matemáticos, cómo se comporta la cría, ceba y levante de ganado vacuno desde una óptica

financiera, básicamente estimando su rentabilidad económica. En términos prácticos, de la base de datos que tabuló el Instituto SINCHI para toda la encuesta realizada, solo se extrajo con ese propósito la información que está asociada a la ganadería, como lo muestra la Tabla 2:

Como puede observarse en la Tabla 2, la base de datos elaborada por el Instituto SINCHI presenta diversa información cuantitativa sobre el sistema productivo ganadero; sin embargo, no toda es adecuada para construir las distintas variables explicativas o independientes que conformaran el modelo matemático, cuyos resultados definirán desde un enfoque estadístico, si la ganadería es o no una actividad rentable. Por lo anterior, se identificó y seleccionó solo la información requerida para poder “construir” las cuatro series de datos que van a ser modeladas mediante una regresión lin – lin múltiple, variables mostradas en la Tabla 3.

Tabla 2. Información de la actividad ganadera registrada en la base de datos del Instituto SINCHI

Sigla base de datos - SINCHI	Descripción de la sigla
area_tpastos1	Área total de pastos en hectáreas
ugg_total	Unidad de gran ganado – Total
ugg/ha	Unidad de gran ganado por hectárea
Cabezas de ganado	Cabezas de ganado en número
\$_lechetotal1	Valor de la cantidad de litros de leche en salarios mínimos
\$_lechevend1	Valor de la cantidad de litros de leche vendidos en salarios mínimos
\$_lecheauto1	Valor de la cantidad de litros de leche de autoconsumo en salarios mínimos
\$_ganprototal1	Valor de la cantidad de cabezas de ganado en salarios mínimos
\$_gancomtotal1	Valor de la cantidad de cabezas de ganado en compañía en salarios mínimos
\$_alqpastototal1	Valor de la cantidad de cabezas de ganado al que le alquilan pasto en salarios mínimos
\$_vend_gana1	Valor derivado de la ganadería vendida total en salarios mínimos
\$_auto_ganado1	Valor derivado de ganadería de autoconsumo en salarios mínimos
\$_total_ganado1	Valor total derivado de la ganadería de autoconsumo y venta en salarios mínimos
\$_total i. SP	Valor total del ingreso del sistema productivo en salarios mínimos
% i. ganadería	Porcentaje del ingreso de ganadería
mo_gatotal1	Cantidad de mano de obra ganadería total
\$mo_gatotal1	Valor de la cantidad de mano de obra ganadería total en salarios mínimos
\$mofa_gatotal1	Valor de la cantidad de mano de obra familiar ganadería total en salarios mínimos
\$mocon_gatotal1	Valor de la cantidad de mano de obra contratada ganadería total en salarios mínimos
\$inint_gatotal1	Valor de los insumos internos para ganadería en salarios mínimos
\$inext_gatotal1	Valor de los insumos externos para ganadería en salarios mínimos
\$intotal_gatotal1	Valor de los insumos internos y externos en salarios mínimos
\$total_gatotal1	Valor total de ganadería (mano de obra total e insumos total) en salarios mínimos
\$costganaderia	Costo total de ganadería en salarios mínimos

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

Tabla 3. Información de la actividad ganadera requerida para desarrollar el modelo matemático ganadero

Sigla base de datos – SINCHI	Descripción de la sigla
area_tpastos1	Área total de pastos en hectáreas
\$_total i. SP	Valor total del ingreso del sistema productivo en salarios mínimos
\$ costganaderia	Costo total de ganadería en salarios mínimos
Cabezas de ganado	Cabezas de ganado en número

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

El último paso de esta primera etapa, consistió en la construcción de las respectivas series de datos para cada variable que conforma la estructura matemática del modelo ganadero formulado. Esto se realizó organizando en una hoja de Excel, por ser fácil la exportación de su contenido al software STATA, la información correspondiente a las cuatro variables que son presentadas en la Tabla 3, considerando además los ajustes requeridos para actualizar sus cifras, como lo es, por ejemplo, el caso concreto de los costos e ingresos totales, cuya cuantía está a precios del 2015 – 2016 (bienio en el cual se adelantó la encuesta) y debe ser proyectada al 2018, mediante el índice de precios al consumidor (IPC). A manera de ilustración, lo anterior se evidencia en la Tabla 4.

Un aspecto importante de resaltar, es que la construcción de las series de datos para los diferentes escenarios departamentales y más exactamente en paisajes de lomerío, permitió hacer inferencias previas respecto al resultado esperado con la modelación. El anterior planteamiento se explica en la Tabla 4, donde se puede deducir que la actividad ganadera no es rentable porque los costos son superiores a los ingresos, en casi todos los predios encuestados², razón por lo cual es muy posible que el modelo ganadero arroje como resultado una relación B/C <1.

² Como ejemplo de esto, en el caso específico de Guaviare, para el escenario donde el paisaje corresponde a lomerío, de los 434 registros que reporta la encuesta realizada por el Instituto SINCHI, tan sólo en 17 predios los beneficios son mayores a los costos, es decir, que en los restantes 417 la situación es contraria.

Tabla 4. Series de datos para las variables que conforman la estructura matemática del modelo ganadero – paisaje lomerío

	Atpasto (ha)	Cabganad (N°)	Ingtganad (SM)	Costganad (SM)
STATA				
Predio	Área total en pastos (ha)	Cabezas de ganado (N°)	Costo total de la ganadería (SM del 2018) IPC 2018 = 3.18%	Valor total ganadería autoconsumo y venta (SM del 2018) IPC 2018 = 3.18%
1	20	42	4,72	84,69
2	1	3	18,14	69,01
3	30	40	11,42	61,39
4	10	7	9,90	60,87
5	51,5	26	9,98	75,38
6	13,75	22	24,15	33,79
7	20	23	8,01	70,59
8	10	9	12,07	80,20
9	12	12	10,61	71,50
10	40	39	43,26	79,86
11	84,5	93	45,60	102,64
12	7	1	9,07	31,22
13	59,5	91	51,75	72,45
14	70	56	44,16	51,13
15	15	30	11,41	89,92
16	41	15	26,90	45,67
17	25	34	14,79	107,40
18	25	50	40,39	80,42
...

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

2.1.2. Etapa 2: Formulación y aplicación del modelo ganadero

Con respecto a la formulación, el modelo ganadero desde un contexto matemático, fue planteado como una igualdad, donde los ingresos totales originados por dicha actividad productiva, están en función del costo total de la ganadería, el área cubierta en pastos y las cabezas de ganado; es decir:

$$\text{Ingtganad} = f(\text{Costganad}, \text{Atpasto}, \text{Cabganad})$$

Por construcción, esta estructura funcional permitió establecer que entre la variable dependiente e independiente, existen distintas relaciones cuya determinación es importante para formular el modelo a estimar, pero desde una perspectiva econométrica, porque deben ser considerados también los coeficientes de regresión parcial ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$) y el error de especificación correspondiente (μ). En la Tabla 5, se presentan las relaciones biunívocas establecidas entre las variables, lo cual permitió definir el signo (+/-) que acompañará a cada término que conforma el modelo ganadero.

Tabla 5. Relaciones entre las variables del modelo matemático ganadero

Variable dependiente	Variable independiente	Relación biunívoca	Interpretación
Ingtganad	Costganad	Inversa (-)	Aumentan los costos – Disminuye el ingreso
Ingtganad	Atpastos	Directa (+)	Aumentan los pastos – Aumenta el ingreso
Ingtganad	Cabganad	Directa (+)	Aumenta el ganado – Aumenta el ingreso

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

En el contexto de la valoración económica, el signo que arroje la interpretación conceptual de las relaciones que se definan entre variables (Tabla 5), es lo que permite precisar el comportamiento esperado de los distintos coeficientes parciales de regresión (valor positivo, valor negativo) en el modelo general que servirá, finalmente, para estimar una “proxy” del cambio que puede sufrir el ingreso total ganadero cuando varían, los costos totales, la superficie cubierta de pastos, y el hato ganadero en el área del proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (departamentos de: Guaviare, Caquetá y Putumayo). Considerando todo lo anterior, se formuló el siguiente modelo ganadero:

$$\text{Ingtganad} = \beta_0 - \beta_1 \text{Costganad} + \beta_2 \text{Atpasto} + \beta_3 \text{Cabganad} + \mu.$$

Donde:

- Ingtganad* = Ingreso total ganadero
- β 's = Coeficientes parciales de regresión
- Costganad* = Costos totales de la ganadería
- Atpasto* = Área total en pastos
- Cabganad* = Cabezas de ganado
- μ = Error de especificación

Operativamente, dicho modelo se correrá por las cuatro formas funcionales siguiendo el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) (Tabla 6) y se escogerá entre estas alternativas la que presente mayor significancia estadística a partir de los resultados que arroje la regresión estimada en términos de la prueba F (mide el ajuste global del modelo), las pruebas t de student (miden la importancia de cada parámetro considerado en el modelo, es decir los betas) y el coeficiente de determinación R² (mide la fiabilidad del modelo estimado con respecto a los datos usados).

Finalmente, con relación a la aplicación del modelo ganadero formulado, por la disponibilidad de información

en la base de datos que construyó el Instituto SINCHI, para tabular la encuesta que adelantó con el fin específico de tipificar sistemas productivos (Tabla 3), es evidente que este solo puede ser desarrollado como ya se ha estado precisando para el área del proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (Guaviare, Caquetá, Putumayo), donde el paisaje corresponde a lomerío y vega únicamente. Esta última aclaración, permite recordar que por la falta o poca existencia de datos cuantitativos a nivel predial para el paisaje de sabana (Tabla 1), el modelo especificado no fue aplicado en este particular escenario.

Tabla 6. Formas funcionales para estimar cambios en el Ingtganad, por variaciones en los Costganad, el Atpastos y las Cabganad

Modelo	Forma funcional	Interpretación del coeficiente estimado $\partial \text{Ingtganad} / \partial \text{Costganad ó Atpasto ó Cabganad}$
Lineal	$\text{Ingtganad} = \beta_0 + \beta_1 \text{Costganad} + \beta_2 \text{Atpasto} + \beta_3 \text{Cabganad} + \mu$	Un aumento / disminución marginal de los costos totales de la ganadería, el área en pastos y las cabezas de ganado trae consigo un aumento / disminución marginal del ingreso total ganadero
Doble log	$\ln \text{Ingtganad} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Costganad} + \beta_2 \ln \text{Atpasto} + \beta_3 \ln \text{Cabganad} + \mu$	Un aumento / disminución del 1% de los costos totales de la ganadería, el área en pastos y las cabezas de ganado genera un aumento / disminución de un tanto por ciento en el ingreso total ganadero
Log – Lineal	$\ln \text{Ingtganad} = \beta_0 + \beta_1 \text{Costganad} + \beta_2 \text{Atpasto} + \beta_3 \text{Cabganad} + \mu$	Un aumento / disminución marginal absoluta de los costos totales de la ganadería, el área en pastos y las cabezas de ganado causa un aumento / disminución relativa en el ingreso total ganadero
Lineal – Log	$\text{Ingtganad} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Costganad} + \beta_2 \ln \text{Atpasto} + \beta_3 \ln \text{Cabganad} + \mu$	Un Aumento / disminución marginal relativa de los costos totales de la ganadería, el área en pastos y las cabezas de ganado causa un aumento / disminución absoluta en el ingreso total ganadero

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

2.1.3. Etapa 3: Análisis de los resultados obtenidos con el modelo ganadero

Esta última etapa del procedimiento metodológico, en la práctica se realiza simultáneamente con la aplicación del modelo ganadero, ya que en ese momento se interpretan los valores presentados en las salidas del software STATA con dos propósitos, por una parte, determinar cuál es la mejor forma funcional modelada; y de otra lado, establecer la aproximación de cada cambio parcial que se presenta entre la variable dependiente con cada una de las variables independientes; y los cuales a su vez deben conducir a definir si la ganadería, como actividad productiva, es o no rentable en el paisaje de lomerío y vega localizado dentro del área de estudio (área encuestada).

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección del documento, se van a presentar y analizar los diferentes resultados conseguidos con la aplicación del modelo lin – lin múltiple, formulado para establecer esencialmente, si es o no rentable la actividad ganadera que actualmente se viene realizando en el paisaje de lomerío y vega, dentro del área considerada para el proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia. A fin de ordenar la presentación y análisis de dichos resultados, esto se hará por departamento en el caso concreto del paisaje de lomerío, dado que existe

información suficiente para “ejecutar” individualmente el modelo ganadero; y agregando los datos de estos tres departamentos en el escenario del paisaje de vega, porque así se consigue obtener unas series más extensas y robustas desde un contexto estadístico (58 observaciones por variable: dependiente e independientes). La anterior precisión realizada, se desarrolla a continuación:

3.1. Guaviare – Paisaje de lomerío

En primera instancia, se va a presentar la estimación del efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando varían los costos totales de la ganadería (Costganad). Para realizar este cálculo econométrico, fueron establecidas las respectivas series de tiempo (434 observaciones) y se corrió el modelo general expuesto en la Ecuación 1, en las cuatro formas funcionales que fueron señaladas en la Tabla 6, a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Como resultado de dicho ejercicio, se eligió el modelo lin – lin múltiple (Tabla 7), porque presenta el mejor ajuste considerando que la prueba t Student ($P > |t|$) de las variables explicativas alcanza valores que están en su referente estadístico (≈ 0.000), igual que la prueba F Fisher ($\text{Prob} > F$); así mismo, el coeficiente de determinación (R^2) permite establecer que la confiabilidad del modelo ganadero estimado es buena porque su valor calculado con respecto al referente 1 es igual a 0.6113 (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados del modelo de regresión lin – lin múltiple – Guaviare

. regress Ingtganad Costganad Atpastos Cabganad						
Source	SS	df	MS		Number of obs =	434
					F(3, 430) =	225,38
Model	396132,704	3	132044,235		Prob > F =	0
Residual	251920,55	430	585,861743		R-squared =	0,6113
Total	648053,254	433	1496,65878		Adj R-squared =	0,6086
					Root MSE =	24,205
Ingtganad	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Costganad	-0,2593694	0,0632476	-4,1	0,000	-0,3836822	-0,1350565
Atpastos	0,2213657	0,0456412	4,85	0,000	0,1316581	0,3110733
Cabganad	0,4280371	0,0325467	13,15	0,000	0,3640667	0,4920074
_cons	15,86686	4,528504	3,5	0,001	6,966103	24,76762

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

En términos de resultados, lo primero que se evidencia en la estimación econométrica del modelo lin – lin elegido, es que el valor del coeficiente de regresión parcial β_1 si presenta el signo negativo esperado por correlación teórica (Tabla 5). Desde una visión numérica y considerando lo anterior, esta modelación permite precisar de acuerdo con la unidad de medida definida para cada serie de datos manejada, que cuando aumenta en 1 salario mínimo (SM) los gastos requeridos para poder desarrollar la actividad ganadera, el ingreso total derivado de dicho sistema productivo disminuye en 0.25937 SM aproximadamente (Tabla 7, dato resaltado con verde). El comportamiento inverso de esta estimación, lo explica el hecho de que en buena parte de todas las observaciones (417 de 434) los costos son mayores a los recursos obtenidos con la ganadería, lo cual implica que la cría, levante y ceba de ganado en el departamento del Guaviare y más

específicamente dentro del área geográfica donde se encuentra localizado el paisaje de lomerío NO es rentable, porque desde el punto de vista económico se realiza a pérdidas ($C > B$).

Con relación al efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando cambia el área total en pasto (Atpasto), la estimación econométrica del modelo lin – lin escogido permite evidenciar que el coeficiente de regresión parcial β_2 si presenta el signo positivo esperado (Tabla 5), situación por la cual su interpretación será realizada atendiendo esa relación directa existente. en términos concretos, dicha modelación permite precisar que cada hectárea que es incorporada a la superficie destinada al pastoreo, trae consigo un incremento del ingreso total ganadero de 0.22137 salarios mínimos (SM) aproximadamente (Tabla 7, dato resaltado con color azul).

**Para tener
en cuenta**

En términos econométricos, para que la ganadería fuera una actividad rentable en este escenario (paisaje de lomerío en el Guaviare), se requiere que el resultado calculado o estimado del coeficiente parcial de regresión β_1 presente las siguientes características:

- Que el signo que lo precede sea positivo (+), sin importar que contradiga la lógica de la teoría económica (Tabla 5).
- Que su valor numérico sea mayor a uno (1), porque todo excedente por encima de la unidad significa ganancias, ya que hasta 1 solo cubre los costos incurridos.

Dicho comportamiento, lo explica el flujo de caja que este nuevo espacio abierto le proporciona a los ganaderos, en otras palabras, a la entrada de los recursos monetarios brutos que se causen por el uso de esa capacidad instalada adicional. Considerando lo anterior, es posible plantear

que ampliar la frontera ganadera dentro del área de estudio y más exactamente dónde está localizado el paisaje de lomerío, genera “efectivo” pero no rentabilidad para el sistema productivo.

**Para tener
en cuenta**

Desde una óptica econométrica, para poder determinar que la actividad ganadera genera flujo de caja o efectivo cuando varía en una unidad marginal el área productiva, se requiere que el resultado del coeficiente parcial de regresión β_2 tenga las siguientes características:

- Que el signo que lo precede siempre sea positivo (+).
- Que su valor numérico sea superior a cero (0).

Respecto al efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando cambia las cabezas de ganado (Cabganad), la estimación econométrica del modelo lin – lin escogido, permite evidenciar que el coeficiente de regresión parcial β_3 si tiene el signo positivo esperado (Tabla 5). En términos específicos, esta modelación permite establecer que cada semoviente que se agregue al rebaño o hato, genera un aumento del ingreso total ganadero equivalente a 0.42804 salarios mínimos (SM)

aproximadamente (Tabla 7, dato resaltado con color amarillo). Este resultado que condensa dicha relación directa, lo explica el flujo de caja que se genera por los productos originados a partir del semoviente adicional (leche, carne). Al igual que en el anterior análisis, el valor estimado para β_3 permite plantear que incrementar el número de reses dentro del área donde está situado el paisaje de lomerío, genera “efectivo” más no rentabilidad para la actividad productiva.

**Para tener
en cuenta**

Desde una óptica econométrica, para poder determinar que la actividad ganadera genera flujo de caja o efectivo cuando varía en una unidad marginal el número de reses, se requiere que el resultado del coeficiente parcial de regresión β_3 tenga las siguientes características:

- Que el signo que lo precede siempre sea positivo (+).
- Que su valor numérico sea superior a cero (0).

3.2. Caquetá – Paisaje de lomerío

En primera medida, se va a presentar la estimación del efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando varían los costos totales de la ganadería (Costganad). Para realizar este cálculo econométrico, fueron establecidas las respectivas series de tiempo (232 observaciones) y se corrió el modelo general expuesto en la Ecuación 1, en las cuatro formas funcionales que fueron señaladas en la Tabla 6, a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Como resultado de dicho ejercicio, se eligió el modelo lin – lin múltiple (Tabla 8), porque presenta el mejor ajuste considerando que la prueba t Student ($P > |t|$) de las variables explicativas alcanza valores que están en su referente estadístico o muy próximo a este (≈ 0.000), igual que la prueba F Fisher ($\text{Prob} > F$); así mismo, el coeficiente de determinación (R^2) permite establecer que

la confiabilidad del modelo ganadero estimado es buena porque su valor calculado con respecto al referente 1 es igual a 0.6541 (Tabla 8).

En términos de resultados, lo primero que se evidencia en la estimación econométrica del modelo lin – lin elegido, es que el valor del coeficiente de regresión parcial β_1 si presenta el signo negativo esperado por correlación teórica (Tabla 5). Desde una visión numérica y considerando lo anterior, esta modelación permite precisar de acuerdo con la unidad de medida definida para cada serie de datos manejada, que cuando aumenta en 1 salario mínimo (SM) los gastos requeridos para poder desarrollar la actividad ganadera, el ingreso total derivado de dicho sistema productivo disminuye en 0.15036 SM aproximadamente (Tabla 8, dato resaltado con verde).

Tabla 8. Resultados del modelo de regresión lin – lin múltiple – Caquetá

. regress Ingtganad Costganad Atpastos Cabganad						
Source	SS	df	MS		Number of obs =	232
					F(3, 228)=	143,7
Model	188791,36	3	62930,45		Prob > F =	0,0
Residual	99847,447	228	437,9274		R-squared =	0,6541
Total	288638,807	231	1249,519		Adj R-squared =	0,6495
					Root MSE =	20,927
Ingtganad	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Costganad	-0,1503599	0,0589758	-2,55	0,011	-0,2665672	-0,0341527
Atpastos	0,2923069	0,0578952	5,05	0,000	0,1782288	0,4063849
Cabganad	0,4469848	0,0655357	6,82	0,000	0,3178517	0,5761179
_cons	12,8155	4,402691	2,91	0,004	4,140333	21,49066

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

El comportamiento inverso de esta estimación, lo explica el hecho de que en buena parte de todas las observaciones (204 de 232) los costos son mayores a los recursos obtenidos con la ganadería, lo cual implica que la cría, levante y ceba de ganado en el

departamento del Caquetá, y más específicamente dentro del área geográfica donde se encuentra localizado el paisaje de lomerío NO es rentable, porque desde el punto de vista económico se realiza a pérdidas ($C > B$).

**Para tener
en cuenta**

En términos econométricos, para que la ganadería fuera una actividad rentable en este escenario (paisaje de lomerío en el Caquetá), se requiere que el resultado calculado o estimado del coeficiente parcial de regresión β_1 presente las siguientes características:

- Que el signo que lo precede sea positivo (+), sin importar que contradiga la lógica de la teoría económica (Tabla 5).
- Que su valor numérico sea mayor a uno (1), porque todo excedente por encima de la unidad significa ganancias, ya que hasta 1 solo cubre los costos incurridos.

Con relación al efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando cambia el área total en pasto (Atpasto), la estimación econométrica del modelo lin – lin escogido permite evidenciar que el coeficiente de regresión parcial β_2 si presenta el signo positivo esperado (Tabla 5), situación por la cual su interpretación será realizada atendiendo esa relación directa existente. En términos concretos, dicha modelación permite precisar que cada hectárea que es incorporada a la superficie destinada al pastoreo, trae consigo un incremento del ingreso total ganadero de

0.29231 salarios mínimos (SM) aproximadamente (Tabla 8, dato resaltado con color azul). Dicho comportamiento, lo explica el flujo de caja que este nuevo espacio abierto le proporciona a los ganaderos, en otras palabras, a la entrada de los recursos monetarios brutos que se causen por el uso de esa capacidad instalada adicional. Considerando lo anterior, es posible plantear que ampliar la frontera ganadera dentro del área de estudio, y más exactamente dónde está localizado el paisaje de lomerío, genera “efectivo” pero no rentabilidad para el sistema productivo.

**Para tener
en cuenta**

Desde una óptica econométrica, para poder determinar que la actividad ganadera genera flujo de caja o efectivo cuando varía en una unidad marginal el área productiva, se requiere que el resultado del coeficiente parcial de regresión β_2 tenga las siguientes características:

- Que el signo que lo precede siempre sea positivo (+).
- Que su valor numérico sea superior a cero (0).

Respecto al efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando cambia las cabezas de ganado (Cabganad), la estimación econométrica del modelo lin – lin escogido permite evidenciar que el coeficiente de regresión parcial β_3 si tiene el signo positivo esperado (Tabla 5). En términos específicos, esta modelación permite establecer que cada semoviente que se agregue al rebaño o hatu, genera un aumento del ingreso total ganadero equivalente a 0.44698 salarios mínimos (SM) aproximadamente

(Tabla 8, dato resaltado con color amarillo). Este resultado que condensa dicha relación directa, lo explica el flujo de caja que se genere por los productos originados a partir del semoviente adicional (leche, carne). Al igual que en el anterior análisis, el valor estimado para β_3 permite plantear que incrementar el número de reses dentro del área donde está situado el paisaje de lomerío, genera “efectivo” más no rentabilidad para la actividad productiva.

Para tener en cuenta

Desde una óptica econométrica, para poder determinar que la actividad ganadera genera flujo de caja o efectivo cuando varía en una unidad marginal el número de reses, se requiere que el resultado del coeficiente parcial de regresión β_3 tenga las siguientes características:

- Que el signo que lo precede siempre sea positivo (+).
- Que su valor numérico sea superior a cero (0).

3.3. Putumayo – Paisaje de lomerío

En primera instancia, se presenta la estimación del efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando varían los costos totales de la ganadería (Costganad). Para realizar este cálculo econométrico, fueron establecidas las respectivas series de tiempo (57 observaciones) y se corrió el modelo general expuesto en la Ecuación 1, en las cuatro formas funcionales que fueron señaladas en la Tabla 6, a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Como resultado de dicho ejercicio, se eligió el modelo lin – lin múltiple (Tabla 9), porque presenta el mejor ajuste considerando que la prueba t Student ($P > |t|$) de las variables explicativas alcanzan valores que están en su referente estadístico o muy próximo a este (≈ 0.000), igual que la prueba F Fisher ($\text{Prob} > F$); así mismo, el coeficiente de determinación (R^2) permite establecer que

la confiabilidad del modelo ganadero estimado es buena porque su valor calculado con respecto al referente 1 es igual a 0.6326 (Tabla 9).

En términos de resultados, lo primero que se evidencia en la estimación econométrica del modelo lin – lin elegido, es que el valor del coeficiente de regresión parcial β_1 si presenta el signo negativo esperado por correlación teórica (Tabla 5). Desde una visión numérica y considerando lo anterior, esta modelación permite precisar de acuerdo con la unidad de medida definida para cada serie de datos manejada, que cuando aumenta en 1 salario mínimo (SM) los gastos requeridos para poder desarrollar la actividad ganadera, el ingreso total derivado de dicho sistema productivo disminuye en 0.47229 SM aproximadamente (Tabla 9, dato resaltado con verde).

Tabla 9. Resultados del modelo de regresión lin – lin múltiple – Putumayo

. regress Ingtganad Costganad Atpastos Cabganad						
Source	SS	df	MS		Number of obs =	57
					F(3, 53) =	30.42
Model	75964.7723	3	25321.59		Prob > F =	0
Residual	44120.0218	53	832.4532		R-squared =	0.6326
Total	120084.794	56	2144.371		Adj R-squared =	0.6118
					Root MSE =	28.852
Ingtganad	Cocf.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Costganad	-0.4722903	0.1673701	-2.82	0.007	-0.8079922	-0.1365883
Atpastos	-0.3400003	0.2988981	-1.14	0.06	-0.9395139	0.2595133
Cabganad	0.5066599	0.2483022	2.04	0.046	0.0086287	1.004691
_cons	57.28932	11.72692	4.89	0	33.76809	80.81055

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

El comportamiento inverso de esa estimación, lo explica el hecho de que en una gran parte de todas las observaciones (45 de 57) los costos son mayores a los recursos obtenidos con la ganadería, lo cual implica que la cría, levante y ceba de ganado en el departamento del Putumayo, y

más concretamente dentro del área geográfica donde se encuentra localizado el paisaje de lomerío NO es rentable, porque desde el punto de vista económico se realiza a pérdidas ($C > B$).

**Para tener
en cuenta**

En términos econométricos, para que la ganadería fuera una actividad rentable en este escenario (paisaje de lomerío en el Putumayo), se requiere que el resultado calculado o estimado del coeficiente parcial de regresión β_1 presente las siguientes características:

- Que el signo que lo precede sea positivo (+), sin importar que contradiga la lógica de la teoría económica (Tabla 5).
- Que su valor numérico sea mayor a uno (1), porque todo excedente por encima de la unidad significa ganancias, ya que hasta 1 solo cubre los costos incurridos.

Respecto al efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando cambia las cabezas de ganado (Cabganad), la estimación econométrica del modelo lin – lin escogido permite evidenciar que el coeficiente de regresión parcial β_3 si tiene el signo positivo esperado (Tabla 5).

En términos específicos, esta modelación permite establecer que cada semoviente que se agregue al rebaño o hato, genera un aumento del ingreso total ganadero equivalente a 0.50665 salarios mínimos (SM) aproximadamente (Tabla 9, dato resaltado con color amarillo).

**Para tener
en cuenta**

Desde una óptica econométrica, para poder determinar que la actividad ganadera genera flujo de caja o efectivo cuando varía en una unidad marginal el área productiva, se requiere que el resultado del coeficiente parcial de regresión β_2 tenga las siguientes características:

- Que el signo que lo precede siempre sea positivo (+).
- Que su valor numérico sea superior a cero (0).

Este resultado que condensa dicha relación directa, lo explica el flujo de caja que se genera por los productos originados a partir del semoviente adicional (leche, carne). Al igual que en el anterior análisis, el valor estimado para

β_3 permite plantear que incrementar el número de reses dentro del área donde está situado el paisaje de lomerío, genera “efectivo” más no rentabilidad para la actividad productiva.

**Para tener
en cuenta**

Desde una óptica econométrica, para poder determinar que la actividad ganadera genera flujo de caja o efectivo cuando varía en una unidad marginal el número de reses, se requiere que el resultado del coeficiente parcial de regresión β_3 tenga las siguientes características:

- Que el signo que lo precede siempre sea positivo (+).
- Que su valor numérico sea superior a cero (0).

3.4. Guaviare, Caquetá y Putumayo – Paisaje de vega

Para realizar esta modelación econométrica, en el marco del escenario correspondiente al paisaje de vega, fue indispensable tomar por departamento (Guaviare, Caquetá, Putumayo) los registros de cada una de las 4 variables que conforman el modelo matemático ganadero y posteriormente agregarlos a fin de armar series de datos cuya extensión garantice, una vez modeladas, resultados con confiabilidad estadística. Lo anterior, debido a que individualmente la información disponible a nivel departamental es insuficiente para correr un modelo que permita inferir con certidumbre (Tabla 1), si la ganadería en dicho paisaje, es un sistema productivo rentable. Una vez precisada la anterior aclaración, a continuación, se explican los distintos resultados obtenidos:

En primera medida, se va a presentar la estimación del efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando varían los costos totales de la ganadería (Costganad). Para realizar este cálculo econométrico, fueron establecidas las respectivas series de tiempo (58 observaciones) y se corrió el modelo general expuesto en la Ecuación 1, en las cuatro formas funcionales que fueron señaladas en la Tabla 6, a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Como resultado de dicho ejercicio, se eligió el modelo lin – lin múltiple (Tabla 10), porque muestra el mejor ajuste considerando que la prueba F Fisher ($Prob > F$) y las pruebas t Student ($P > |t|$) de las

variables explicativas alcanzan valores que están próximos a su referente estadístico (≈ 0.000), exceptuando el correspondiente al término cabezas de ganado (Cabganad); así mismo, el coeficiente de determinación (R²) permite establecer que la confiabilidad alcanzada por el modelo ganadero estimado es buena porque su valor calculado con relación al referente 1 es igual a 0.6218 (Tabla 10).

En términos de resultados, lo primero que se evidencia en la estimación econométrica del modelo lin – lin elegido, es que el valor del coeficiente de regresión parcial β_1 si presenta el signo negativo esperado por correlación teórica (Tabla 5). Desde una visión numérica y considerando lo anterior, esta modelación permite precisar de acuerdo con la unidad de medida definida para cada serie de datos manejada, que cuando aumenta en 1 salario mínimo (SM) los gastos requeridos para poder desarrollar la actividad ganadera, el ingreso total derivado de dicho sistema productivo disminuye en 0.4786 SM aproximadamente (Tabla 10, dato resaltado con verde).

El comportamiento inverso de esa estimación, lo explica el hecho de que en una gran parte de todas las observaciones (52 de 58) los costos son mayores a los recursos obtenidos con la ganadería, lo cual implica que la cría, levante y ceba de ganado en estos tres departamentos amazónicos y más exactamente dentro del área geográfica donde se encuentra localizado el paisaje de vega NO es rentable, porque desde el punto de vista económico se realiza a pérdidas ($C > B$).

Tabla 10. Resultados del modelo de regresión lin – lin múltiple Guaviare + Caquetá +Putumayo

. regress Ingtganad Costganad Atpastos Cabganad						
Source	SS	df	MS		Number of obs =	58
					F(3, 54)=	29,6
Model	46351,1883	3	15450,3961		Prob > F =	0
Residual	28187,5678	54	521,991996		R-squared =	0,6218
Total	74538,7561	57	1307,69748		Adj R-squared =	0,6008
					Root MSE =	22,847
Ingtganad	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Costganad	-0,4786226	0,1632988	-2,93	0,005	-0,8060168	-0,1512283
Atpastos	0,6516247	0,0922786	7,06	0	0,4666171	0,8366322
Cabganad	0,2634105	0,2126832	1,24	0,221	-0,1629937	0,6898147
_cons	33,41998	10,57871	3,16	0,003	12,21095	54,629

Fuente: Instituto SINCHI, proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia (2019)

Para tener en cuenta

En términos econométricos, para que la ganadería fuera una actividad rentable en dicho escenario (paisaje de vega en los departamentos de Guaviare, Caquetá, Putumayo), se requiere que el resultado calculado o estimado del coeficiente parcial de regresión β_i presente las siguientes características:

- Que el signo que lo precede sea positivo (+), sin importar que contradiga la lógica de la teoría económica (Tabla 5).
- Que su valor numérico sea mayor a uno (1), porque todo excedente por encima de la unidad significa ganancias, ya que hasta 1 solo cubre los costos incurridos.

Con relación al efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando cambia el área total en pasto (Atpasto), la estimación econométrica del modelo lin – lin escogido permite evidenciar que el coeficiente de regresión parcial β_2 si presenta el signo positivo esperado (Tabla 5), situación por la cual su interpretación será realizada atendiendo esa relación directa existente. En términos concretos, dicha modelación permite precisar que cada hectárea que es incorporada a la superficie dedicada al pastoreo, trae consigo un incremento del ingreso total ganadero igual a 0.6516 salarios mínimos (SM) aproximadamente (Tabla 10, dato con color azul). Dicho comportamiento, implica que este nuevo espacio abierto, le proporciona a los ganaderos un flujo de caja, en otras palabras, esto quiere decir que hay una entrada de recursos monetarios brutos que se origina por el uso de esa capacidad instalada adicional. Considerando

lo anterior, es posible establecer que ampliar la frontera ganadera dentro del área de estudio y más exactamente, dónde está situado el paisaje de vega, genera “efectivo” pero no rentabilidad para el sistema productivo.

Respecto al efecto que sufre el ingreso total ganadero (Ingtganad) cuando cambia las cabezas de ganado (Cabganad), la estimación econométrica del modelo lin – lin escogido permite evidenciar que el coeficiente de regresión parcial β_3 si tiene el signo positivo esperado (Tabla 5). En términos específicos, esta modelación permite establecer que cada semoviente que se agregue al rebaño o hato, genera un aumento del ingreso total ganadero equivalente a 0.26341 salarios mínimos (SM) aproximadamente (Tabla 10, dato resaltado con color amarillo).

**Para tener
en cuenta**

Desde una óptica econométrica, para poder determinar que la actividad ganadera genera flujo de caja o efectivo cuando varía en una unidad marginal el área productiva, se requiere que el resultado del coeficiente parcial de regresión β_2 tenga las siguientes características:

- Que el signo que lo precede siempre sea positivo (+).
- Que su valor numérico sea superior a cero (0).

Este resultado que sintetiza dicha relación directa, lo explica el flujo de caja que se genere por los productos originados a partir del semoviente adicional (leche, carne). Al igual que en el anterior análisis, el valor estimado para β_3 permite

plantear que incrementar el número de reses dentro del área donde está situado el paisaje de lomerío, genera “efectivo” más no rentabilidad para la actividad productiva.

**Para tener
en cuenta**

Desde una óptica econométrica, para poder determinar que la actividad ganadera genera flujo de caja o efectivo cuando varía en una unidad marginal el número de reses, se requiere que el resultado del coeficiente parcial de regresión β_3 tenga las siguientes características:

- Que el signo que lo precede siempre sea positivo (+).
- Que su valor numérico sea superior a cero (0).

4. CONCLUSIONES

El modelo ganadero formulado, permitió establecer desde un enfoque cuantitativo que dicha actividad pecuaria en los departamentos de Guaviare, Caquetá y Putumayo no es nada rentable ($C > B$) para los finqueros cuyos predios se encuentran localizados en los paisajes de lomerío y vega. Con respecto a los que se hallan situados en paisajes de sabana, esta conclusión, no fue posible establecerla, porque se carece o dispone de muy poca información que lo permita.

El modelo ganadero, es una estructura funcional que desde el punto de vista matemático mide la variación que “sufre” la variable dependiente (ingreso) cuando cambian las independientes (costos, cabezas de ganado, área en pasto), el valor logrado por estos deltas permite establecer, si la actividad ganadera en los departamentos amazónicos de Guaviare, Caquetá y Putumayo es o no rentable desde una perspectiva económica y por otro lado si hay flujos de caja que le permita al ganadero tener disponibilidad de efectivo.

La ganadería en el área de estudio, como ya se señaló, no se desarrolla porque genere ganancia monetaria, sino por otras razones aún más determinantes para impulsar ese particular cambio de uso del suelo (bosque natural hacia pastos), como lo son entre otras la titulación de tierras y el respaldo financiero.

Los resultados obtenidos con la aplicación del modelo ganadero, se constituyen en una nueva información que puede ayudar a tomar decisiones en términos de restauración / conservación de importantes ecosistemas amazónicos, ubicados en el área de estudio. Entre estos el bosque alto denso de tierra firme, cuya funcionalidad ecológica le permite prestar diferentes servicios ambientales.

Los distintos resultados conseguidos con la modelación, son importantes desde la perspectiva de la gestión del territorio, porque proveen nueva información (cuantitativa) que puede, en la toma de decisiones, contribuir de manera directa o indirectamente a:

Justificar o entender el por qué en los predios se debe dejar de ampliar la frontera pecuaria, es decir cambiar de bosque natural u otras coberturas vegetales nativas a pastos.

Promover el desarrollo de otra u otras alternativas productivas, que generen más beneficios económicos por unidad de área sin necesidad de modificar el uso actual del suelo, como lo es por ejemplo la extracción sostenible de algunos productos no maderables del bosque (PNMB).

Incentivar la incursión en mercados de servicios ecosistémicos, entre estos el de captura y/o almacenamiento de carbono forestal, belleza escénica, y regulación hídrica.

Tramitar recursos financieros para adelantar proyectos, obras o actividades de restauración o conservación en las áreas donde el bosque natural u otros ecosistemas estratégicos estén amenazados por la actividad ganadera.

BIBLIOGRAFÍA

- Dávalos, L., Holmes, J., Rodríguez, N., & Armenteras, D. (2014). Demand for beef is unrelated to pasture expansion in northwestern Amazonia. *Biological Conservacion*, 170, 64 -73.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. Nueva York, USA: MCGRAW _ HILL.
- SINCHI. (2016). *Encuesta predial para la tipificación de sistemas productivos (2015 -2016)*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI.
- SINCHI. (2018). *Proyecto Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia, Producto 7 del Contrato 420 de 2017*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- SINCHI, & GIZ. (2016). *Orientaciones para reducción de la deforestación y degradación de los bosques*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI & GIZ.