

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación  
**Efecto modelado de la implementación de buenas prácticas de manejo  
sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en ganaderías  
doble propósito del trópico seco de Honduras**

Estudiantes

Nerlin Alonzo Alvarenga Irías  
Jairo Dayani Castellanos Ferrera

Asesores

Isidro Antonio Matamoros, Ph.D.  
Patricio Paz, Ph.D.  
Dikson Marín López, M.Sc.

Honduras, julio 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ROGEL CASTILLO**

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros .....	4
Índice de Anexos .....	5
Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Metodología .....	10
Revisión de Literatura que Sustenta las Buenas Prácticas de Manejo Propuestas para la Creación de las Fincas Modelo Simuladas con el Software TaurusWebs.....	13
Sistema Silvopastoril .....	13
Ganancia Diaria de Peso (GDP).....	15
Porcentaje de Vacas en Producción y Crías por Hembra por Año.....	16
Resultados y Discusión .....	18
Conclusiones.....	22
Recomendaciones.....	23
Referencias.....	24
Anexos.....	29

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de fincas clasificadas en bosque tropical seco, doble propósito y sistema de pastoreo.....	12
Cuadro 2 Resumen de variables modeladas en el software TaurusWebs. ....	13
Cuadro 3 Emisiones de gases de efecto invernadero por litro de leche y comparación entre fincas con y sin intervención simuladas en el software TaurusWebs. ....	18
Cuadro 4 Emisiones de gases de efecto invernadero por kilogramo de carne y comparación entre fincas con y sin intervención simulados en el software TaurusWebs. ....	19
Cuadro 5 Emisiones y capturas de CO <sub>2</sub> en las fincas sin intervención estimadas por el software TaurusWebs. ....	20
Cuadro 6 Emisiones y capturas de CO <sub>2</sub> en las fincas con intervención estimados por el software TaurusWebs. ....	21

## Índice de Anexos

Anexo A Modelación de la línea base para la Hacienda Bella Vista en TaurusWebs .....	29
Anexo B Modelación de la finca modelo para la Hacienda Bella Vista en TaurusWebs .....	30
Anexo C Modelación de la línea base para la Finca La Calabaza en TaurusWebs .....	31
Anexo D Modelación de la finca modelo para la Finca La Calabaza en TaurusWebs .....	32
Anexo E Modelación de la línea base para la Finca El Jinete en TaurusWebs .....	33
Anexo F Modelación de la finca modelo para la Finca El Jinete en TaurusWebs .....	34
Anexo G Resumen de Buenas Prácticas de Manejo Simuladas .....	35

## Resumen

La ganadería es responsable de contribuir con gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por el sector pecuario, sin embargo, con un manejo adecuado representa una alternativa de mitigación global. Esta investigación pretende evaluar el potencial de las buenas prácticas de manejo para la mitigación de GEI, en ganaderías del trópico seco de Honduras. Las estimaciones se realizaron con la ayuda del software TaurusWebs, en su módulo de medición de huella de carbono en ganaderías de doble propósito. La información utilizada se obtuvo de la base de datos del proyecto de Extensión Agrícola y Ganadera que se desarrolló entre septiembre del 2016 y diciembre del 2019, en 11 departamentos de Honduras. Se seleccionaron las fincas clasificadas en bosque tropical seco (BTS), con sistemas de doble propósito (DP) y pastoreo (PAS); obteniendo las fincas Bella Vista, La Calabaza y El Jinete como resultado. Mediante una revisión de literatura se sustentaron las buenas prácticas de manejo propuestas para la modelación de fincas modelo. Se logró reducir de manera estimada, un 46% promedio de emisiones de GEI, para la producción de leche y carne; así también las tres fincas intervenidas llegaron a ser carbono positivo. Con la simulación realizada en este estudio, se concluyó que la adopción de BPM resultó eficiente en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, quedando reflejado el potencial de mitigación los sistemas silvopastoriles y las pasturas bien manejadas.

*Palabras clave:* Carbono, ganadería, manejo, pastoreo, silvopastoril.

## Abstract

Livestock is responsible for contributing a large part of the greenhouse gas (GHG) emissions; however, with proper management it represents a global mitigation alternative. This research aims to evaluate the potential of good management practices for GHG mitigation in cattle ranches in the dry tropics of Honduras. Estimates were made with the help of TaurusWebs software, in its module for measuring the carbon footprint of dual-purpose cattle ranches. The information used was obtained from the Agricultural and Livestock Extension project database that was developed between September 2016 and December 2019, in 11 departments of Honduras. Farms classified in tropical dry forest (BTS), with dual purpose (DP) and grazing (PAS) systems were selected; obtaining the Bella Vista, La Calabaza and El Jinete farms as a result. Through a literature review, the best management practices proposed for the model farms were supported. An estimated average reduction of 46% in GHG emissions was achieved for milk and meat production; the three farms involved also became carbon positive. With the simulation carried out in this study, it was concluded that the adoption of GMP was efficient in mitigating GHG emissions, reflecting the mitigation potential of silvopastoral systems and well-managed pastures.

*Keywords:* Carbon, livestock, management, grazing, silvopastoral.

## Introducción

El crecimiento poblacional va en aumento, en 2019 la población mundial era 7.7 billones de personas, para el 2030 y 2050, se proyecta un aumento de 8.5 y 9.7 billones respectivamente (United Nations et al. 2019). El Instituto Nacional de Estadística de Honduras (INE), informó que para el primer trimestre del 2021, la población oscilaba alrededor de 9,408,215 personas y se espera que para el 2030 esta cifra aumente a 10,766,670 (INE 2021). De esta forma, el sector ganadero de Honduras tiene por delante un gran reto, ante la necesidad y preferencias de los consumidores por alimentos inocuos en cantidad y calidad (FAO 2014). En función de un incremento de la producción para satisfacer las necesidades alimenticias de la población en crecimiento, se podría generar una amenaza por el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, y así estimular el aumento de la temperatura en el planeta.

Una de las principales preocupaciones de la humanidad es el calentamiento global, este es el incremento gradual de la temperatura del planeta, debido al aumento de las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI), los cuales retienen parte de la radiación térmica emitida por la superficie terrestre, después de recibir los rayos del sol (Benavides Ballesteros y León Aristizabal 2007). Los gases de mayor importancia generados por el sector agropecuario son, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (Roman y Hernandez 2016).

Del total de emisiones antropogénicas, el sector pecuario es responsable del 14.5%, estas corresponden a 7.1 giga toneladas (GT)  $\text{CO}_2$ -eq por año. El problema radica en que el incremento en la producción pecuaria, ocasionará con el tiempo un aumento de los porcentajes y volúmenes de emisiones (Gerber et al. 2013). En respuesta a esta problemática, las ganaderías deben adoptar sistemas de manejo orientados a una mayor eficiencia productiva y reducción de las emisiones (Santillán et al. 2016).

En términos de sostenibilidad, es necesario cambiar el enfoque productivo de los sistemas ganaderos tropicales, mediante la inclusión de tecnologías que permitan convertir a ganaderías bajas

en emisiones, resilientes y adaptadas al cambio climático (Deschamps et al. 2020). A través de las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) que implican una adecuada administración de suelos, pastos, suplementos, animales, maquinaria, personal y tecnologías asociadas, se puede incrementar la productividad y reducir los impactos ambientales de la ganadería (IICA 2018), permitiendo la adaptación y mitigación al cambio climático (Salazar 2017).

Con la reestructuración productiva de los hatos, es posible alcanzar un balance, donde las emisiones generadas son iguales a las capturas de carbono realizadas por los sistemas de pasturas y silvopastoriles (Chará et al. 2020). Por lo tanto, es imperativo encontrar estrategias técnicas aplicables, que contribuyan a la disminución de las emisiones de GEI, y a su vez, impulsen el aumento de la productividad de los hatos hondureños.

Esta investigación se realizó utilizando el software TaurusWebs para modelar las emisiones de GEI de ganaderías doble propósito ubicadas en el trópico seco de Honduras. Los objetivos establecidos consistieron en evaluar el potencial de mitigación de GEI mediante la modelación de buenas prácticas de manejo aplicables a ganaderías del trópico seco hondureño; observar el efecto de emisiones de CO<sub>2</sub> por litro (L) de leche y kg de carne producida en las fincas con y sin intervención, por último, estimar el balance de carbono para los sistemas ganaderos de doble propósito teniendo en cuenta las emisiones, secuestro de carbono en la biomasa arbórea y pasturas.

## Metodología

En la presente investigación se desarrollaron estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero en ganaderías del trópico seco de Honduras, con ayuda del software TaurusWebs<sup>1</sup>. Esta es una herramienta creada por la empresa colombiana Servicios de Análisis de Explotaciones Pecuarias (SADEP) Ltda.; fue desarrollada para la administración de producciones de leche y carne bovinas, diseñado originalmente para alcanzar ganaderías más eficientes en la producción, resilientes y amigables con el medio ambiente. La herramienta cuenta con los módulos, estructura general del hato, ambiente, nutrición, manejo de pasturas y pastoreo, reproducción, producción, salud y administración; los cuales reciben, procesan y generan información (Castillo 2019).

Para efectos de esta investigación, se utilizó el módulo de ambiente, huella de carbono y específicamente ganaderías de doble propósito. Los datos solicitados por el software son los siguientes: días en pastoreo y días recuperación de las pasturas, días del año en que las pasturas se pueden desarrollar, kg de CO<sub>2</sub> capturado por m<sup>2</sup> de pastura, kg de CO<sub>2</sub> capturado por árboles por año, área de pasturas, porcentaje de suplementación, porcentaje de proteína cruda, peso promedio de las vacas, porcentaje de vacas en producción, crías por hembra por año, peso promedio de crías, ganancia diaria de peso de las crías, siendo estandarizados para la modelación de la Línea Base GDP, crías/hembra/año y PC de los pastos.

Se llenaron con la información de la base de datos del Programa Nacional de Extensión Agrícola y Ganadera, el cual tuvo la finalidad de introducir protocolos y buenas prácticas de manejo en el sector ganadero hondureño; este proyecto fue financiado por el Gobierno de Honduras y ejecutado por la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano entre 2016-2019.

---

<sup>1</sup> Visitar el enlace <https://cutt.lv/om88VaL>

La base de datos contiene información de 61 fincas ubicadas en 11 departamentos, que estaban divididas en cinco regionales: Aguán, Atlántida, Centro-Sur-Oriente, Norte y Occidente.

Describiendo sistemas de producción, zona agroecológica, distribución de espacio de la finca,

inventario animal, inversión y economía en general, rendimiento, nutrición y manejo, gestión de estiércol, maquinaria y equipo, productividad y nivel tecnológico; así como, información general, ubicación, técnico que recolectó los datos, también contacto y nombre del propietario.

Se seleccionaron las fincas clasificadas como Bosque Tropical Seco (BTS), siendo característico de estas zonas que las precipitaciones ocurran durante un periodo de siete meses en el año (Navarro et al. 2018); fincas doble propósito y fundamentadas en alimentación a base de pastoreo, con menos del 30% de suplementación. Se realizaron las simulaciones de manera individual, estas primeras estimaciones son denominadas Línea Base (LB).

En el Cuadro 1 se muestran los datos que describen a cada finca utilizada en este estudio, describiendo la información relevante que fue necesaria para llevar a cabo la simulación en el software TaurusWebs.

**Cuadro 1**

*Descripción de fincas clasificadas en bosque tropical seco, doble propósito y sistema de pastoreo.*

Parámetros	Línea Base		
	Hacienda Bella Vista	La Calabaza	El Jinete
No. total de animales	360	330	322
No. de hembras adultas	123	140	130
Tipo de sistema	DP, Pas	DP, Pas	DP, Pas
Área total de la finca (ha)	105	157.5	133
Área de pastura (ha)	101.5	119	132.3
Producción de leche (L)	4.7	4.9	5.8
Peso promedio/vaca (kg)	431.8	454.5	386.4
Vacas en producción (%)	77	79	69
Suplementación (%)	0	0	0
Proteína Cruda (%) *	5	5	5
Pastoreo (días/potrero)	3	2	3
Recuperación (días/potrero)	21	18	72
Aforo pastura (kg MS/m <sup>2</sup> )	0.057	0.028	0.114
kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> de pastura/rotación	0.014	0.007	0.027
kg CO <sub>2</sub> Año Árboles/año	0	0	0
Crías/hembra/año *	0.75	0.75	0.75
Peso Promedio Cría (kg)	34.1	36.4	40.9
Ganancia Diaria de Peso/Cría (kg) *	0.37	0.37	0.37

*Nota.* \* parámetros estandarizados basados en literatura, para completar la información requerida en el Software TaurusWebs. DP= Doble propósito, Pas= pastura.

En el Cuadro 2, se describen las variables que fueron utilizadas para realizar la modelación de las fincas modelo en el software TaurusWebs, mismas que se encuentran fundamentadas en la revisión de literatura.

**Cuadro 2**

*Resumen de variables modeladas en el software TaurusWebs.*

Parámetros	Fincas Modelo		
	Hacienda Bella Vista	La Calabaza	El Jinete
No. total de animales	360	330	322
No. De hembras adultas	123	140	130
Tipo de sistema	DP, Pas	DP, Pas	DP, Pas
Área total de la finca (ha)	105	157.5	133
Área de pastura (ha)	101.5	119	132.3
Producción de leche (L)	8	8	8
Peso promedio/vaca (kg)	431.8	454.5	386.4
Vacas en producción (%)	83	83	83
Suplementación (%)	0	0	0
Proteína Cruda (%)	11	11	11
Pastoreo (días/potrero)	1	1	1
Recuperación (días/potrero)	29	29	29
kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /rotación de pastura	0.08	0.08	0.08
kg CO <sub>2</sub> Año Árboles	83433	97818	108750
Crías/hembra/año	0.86	0.86	0.86
Peso Promedio Cría (kg)	34.1	36.4	40.9
Ganancia Diaria de Peso/Cría (kg)	0.75	0.75	0.75

*Nota.* Doble propósito (DP), pastoreo (Pas).

## **Revisión de Literatura que Sustenta las Buenas Prácticas de Manejo Propuestas para la Creación de las Fincas Modelo Simuladas con el Software TaurusWebs**

### ***Sistema Silvopastoril***

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una forma de silvicultura que permite la intensificación de la producción ganadera basada en procesos naturales que contribuyen al uso sostenible de la tierra, implican la presencia de árboles o arbustos dentro y alrededor de praderas (Sánchez et al. 2009).

Con este sistema la producción animal es beneficiada por la mejoría de las condiciones ambientales (protección contra vientos fríos, heladas, granizo, tempestades, variación brusca de la temperatura del aire, etc.) (Carneiro et al. 2013).

Camero-Rey (2020) concluyó que un sistema silvopastoril (SSP) (*Brachiaria brizantha/Erythrina berteroana*), es capaz de fijar 57477 kg C/ha/año; donde el componente suelo tuvo el mayor aporte con 45713 kg C/ha/año; el estiércol, zona aérea-radicular de pastura y árboles (1222, 9713 y 822, kg C/ha/año respectivamente) aportaron en menor cantidad.

### **Sistema Arbóreo**

Los SSP, son una práctica para la mitigación del cambio climático, este aumenta el potencial de almacenamiento de carbono frente a los pastizales simples, esto debido a la mayor capacidad de fijación de carbono en la biomasa de los árboles y el suelo (Suber et al. 2019).

Una de las especies mayormente recomendadas es la Leucaena (*Leucaena leucocephala*), presenta un contenido de proteína del 22%, puede ser utilizada como cerca viva, banco forrajero y árboles dispersos (Rivera et al. 2017).

Las cercas vivas son una práctica agroforestal tradicional, consiste en sembrar líneas de árboles como soportes para el alambre, principalmente para marcar los límites entre parcelas y entre diferentes usos de suelo (Marinidou y Jiménez 2010). Pueden ser usadas para proveer de forraje, leña, madera y frutos (Esquivel et al. 2003).

La presencia de árboles en potrero es una práctica tradicional en muchos sistemas ganaderos en el trópico, tiene un alto potencial para mejorar la producción animal, a consecuencia, de su ofrecer condiciones óptimas para el bienestar de los animales, como en la oferta de bienes y servicios ambientales (Restrepo 2002).

### **Sistema de Pasturas**

Las pasturas deberían constituir la principal fuente de nutrientes en la alimentación de las ganaderías tropicales, ya que presentan un alto potencial de producción de biomasa, esto gracias a su alta eficiencia en sus procesos fotosintéticos (MAG 2016). A través de un manejo adecuado de las pasturas, se obtiene una continua oferta forrajera, siempre y cuando los factores climatológicos lo

permitan; esto implica alternar los periodos de descanso, regular la carga animal y el tiempo de pastoreo (Pensiero 2019).

El periodo de utilización de cada franja o potrero puede variar desde 24 horas, hasta un máximo de dos días. El tiempo de descanso puede ser tan corto como 14 a 21 días durante los meses de mayor humedad, hasta alcanzar los 60 días en temporada de escasez de humedad (Tueber et al. 2006). Según el manejo de las pasturas y los factores climáticos, los pastos del trópico presentan rangos desde 3% hasta el 30% de proteína cruda (PC) y 25% de materia seca (MS) (Trujillo y Uriarte 2001).

A su vez, las pasturas son una herramienta potencial para la fijación de carbono de la atmosfera, el cual puede ser almacenado en el suelo o depositado en la zona aérea de las plantas (Etcheverria Toirkens y Barahona Leiva 2017). De manera que, los pastizales tropicales juegan un papel importante en el ciclo global del carbono y su respuesta al cambio climático (Ibrahim et al. 2006). El 23.9% de MS de la biomasa, corresponde al carbono fijado (Camero-Rey 2020). En respuesta a estas limitaciones se han desarrollado especies adaptadas a las condiciones tropicales, como es el caso del pasto Guinea (*Panicum maximum*), este puede alcanzar producciones de 10 a 30 ton MS/ha/año, con rangos de 10 a 14% de PC (Peters et al. 2010).

### ***Ganancia Diaria de Peso (GDP)***

Una de las finalidades de los sistemas doble propósito, es la producción de crías con un alto rendimiento en canal siendo la GDP, un indicativo del desempeño de los animales. Se pueden alcanzar rangos entre los 0.370 kg hasta los 0.750 kg, para un pastoreo convencional extensivo y un sistema silvopastoril intensivo (SSPi) respectivamente (Murgueitio R. et al. 2014). En el rango más alto, se maximizan las ganancias, ya que se reducen los costos debido al reemplazo de los alimentos concentrados (Murgueitio et al. 2016).

Para alcanzar los mejores rendimientos es necesaria la implementación de un manejo holístico de las pasturas, para que tengan buenas condiciones nutricionales; proporcionar agua abundante, sal mineralizada al libre consumo y contar con un programa de vitaminación bien elaborado (Cabrera Núñez 2015).

Asimismo, para obtener una mayor producción y rendimiento, es indispensable proporcionar cantidades adecuadas de alimento y de alto valor nutritivo, que satisfagan los requerimientos del animal y desarrolle su potencial genético en la producción de carne (Valencia y Márquez 2016).

### ***Porcentaje de Vacas en Producción y Crías por Hembra por Año***

Uno de los retos más desafiantes de los hatos, es mantener un porcentaje bien equilibrado entre las vacas en producción y secas, así como el intervalo entre parto. Para un resultado ideal se espera alcanzar una estructuración donde el 83% sean vacas en producción, así su diferencia, el 17% vacas secas (Velasco 2002). Por otro lado, para un parámetro óptimo una vaca idealmente, debería producir una cría por año (Fundación Chile 2008), pero está determinado por diversos factores, menciona que las condiciones ambientales influyen en gran medida sobre la cantidad de días abiertos, llegando hasta los 558 días de intervalo entre partos, en el peor de los casos. Es posible también, obtener una producción de 8 L de leche por vaca por día, para ganado de doble propósito, bajo el sistema planteado en este estudio (Milera et al. 2004).

Existe un conjunto de prácticas idóneas, para alcanzar niveles ideales de producción de leche y crías. Una de las herramientas claves y muy utilizadas es la sincronización de celos, y Sepúlveda et al. (2003) concluye que el uso de esta práctica permite acortar los días abiertos en el rebaño lechero.

En conjunto con la actividad antes descrita, la inseminación ofrece la oportunidad de mejorar genéticamente el hato, permitiendo realizar cruzamientos conforme a las condiciones adecuadas a la región (Román et al. 2009).

Un periodo seco de aproximadamente de 60 días tiene como objetivo garantizar el descanso de la glándula mamaria y la regeneración del tejido glandular (Pedroza Carrillo 2017). Para el momento del parto, es importante mantener en observación, revisar la salud y condiciones de la vaca, anterior y posteriormente. A esto se le denomina período de transición (PT), el cual comprende desde las tres semanas previas al parto y hasta las tres semanas posteriores a este (Sepúlveda y Wittwer 2017).

Se tiene también una relación estrecha entre un correcto proceso de ordeño y el porcentaje de vacas en producción, al prevenirse con ello la incidencia de mastitis en el hato. Según Ortiz et al. (2014) una rutina de ordeño adecuada, un ambiente limpio y tranquilo son imprescindibles para minimizar el riesgo de mastitis y de contaminación de la leche.

Junto a ello, el control de enfermedades es vital, para poder lograr que los animales demuestren su potencial productivo y reproductivo. FAO (2019) menciona que al disminuir la incidencia de enfermedades, parásitos y cargas de insectos, se reduce la intensidad de las emisiones, puesto que animales sanos son más productivos y, por tanto, producen menos emisiones de GEI por unidad de producto. También, con la suplementación de minerales en la dieta se favorece la fertilidad de las vacas, puesto que son componentes de hormonas que influyen la capacidad reproductiva del animal (Romo 2018).

## Resultados y Discusión

Se aclara que los resultados de este estudio presentan una simulación del impacto de la implementación de buenas prácticas de manejo en las fincas intervenidas.

En el Cuadro 3, se visualiza la reducción de GEI por L de leche. Gerber et al. (2013) menciona que las prácticas y tecnologías que reducen las emisiones también pueden aumentar la productividad, en ese sentido, el factor más influyente en el resultado de esta simulación es el aumento de la eficiencia del hato, puesto que el porcentaje de vacas en producción que se propone es 83% y un promedio de 8 L/vaca/día. Por lo tanto, al aumentar la producción de leche y carne con uso de los mismos recursos, se consigue diluir las emisiones totales por unidad productiva.

En cuanto a las emisiones de kg CO<sub>2</sub>/L de leche respecta, se aprecia que la finca El Jinete presentó el menor valor, en comparación a la Hacienda Bella Vista y La Calabaza, con 2.47 kg CO<sub>2</sub>/L. Pese a ser un menor valor, en comparación a la simulación sin intervención, se encuentra por encima a lo reportado por GAMMA (2010), que menciona una emisión de 1.28 kg de CO<sub>2</sub>/L de leche, en fincas doble propósito del trópico seco de Costa Rica.

### Cuadro 3

*Emisiones de gases de efecto invernadero por litro de leche y comparación entre fincas con y sin intervención simuladas en el software TaurusWebs.*

Finca	kg CO <sub>2</sub> /litro de leche		
	Línea Base	Fincas Modelo	Reducción GEI %
Hacienda Bella Vista	5.71	2.67	53
La Calabaza	5.53	3.08	44
El Jinete	4.82	2.47	49

Es posible tener una GDP de 750 g, de igual forma, intervalos entre parto de un máximo de 14 meses, lo cual se considera un buen resultado, para una alimentación basada en pastoreo.

En el Cuadro 4 se reflejan los valores de emisiones de kg CO<sub>2</sub>/kg de carne, notando que nuevamente la finca El Jinete presentó el valor más bajo en las emisiones, con 6.17 kg CO<sub>2</sub>/kg de carne, esto supone un mejor resultado, ya que se encuentra por debajo de los 13 kg CO<sub>2</sub>/kg de carne obtenidos por GAMMA (2010), igualmente en Costa Rica.

#### Cuadro 4

*Emisiones de gases de efecto invernadero por kilogramo de carne y comparación entre fincas con y sin intervención simulados en el software TaurusWebs.*

Finca	kg CO <sub>2</sub> /kg de carne		
	Línea Base	Fincas Modelo	Reducción GEI %
Hacienda Bella Vista	14.29	6.69	53
La Calabaza	13.83	7.70	44
El Jinete	12.05	6.17	49

Al medir la huella de carbono de las fincas sin intervenciones nombradas como línea base (Cuadro 5), todas las fincas son carbono negativo, esto significa que están emitiendo más carbono del que se captura. Estas emisiones son influenciadas directamente por la carga animal/hectárea; bajo este sistema (LB), solo se podrían mantener 15, 10 y 13 vacas (Bella Vista, La Calabaza y El Jinete, respectivamente) por el área total de pasturas de cada finca.

Esto se atribuye a pasturas degradadas con aportes de 0.057, 0.028 y 0.114 kg MS/m<sup>2</sup>/rotación (Bella Vista, La Calabaza y El Jinete, respectivamente) y su mal uso. Borrelli y Oliva (2001) afirman que la única forma de manejar la intensidad de pastoreo es haciendo un ajuste adecuado de la carga animal para que se aprovechen mejor las pasturas.

Comparando la carga animal de la LB con las vacas adultas 123, 140 y 130 (Bella Vista, La Calabaza y El Jinete, respectivamente), se permite declarar estas fincas en sobrepastoreo, esta

condición podría provocar la degradación del suelo, por lo tanto, una pérdida del potencial productivo (Contreras-Hinojosa et al. 2003).

### Cuadro 5

*Emisiones y capturas de CO<sub>2</sub> en las fincas sin intervención estimadas por el software TaurusWebs.*

Finca	Línea Base		
	Hacienda Bella Vista	La Calabaza	El Jinete
Vacas adultas en la finca	123	140	130
Vacas para la modelación	15	10	13
CO <sub>2</sub> emitido (kg CO <sub>2</sub> /año)	133,484	93,896	107,361
CO <sub>2</sub> capturado (kg CO <sub>2</sub> /año)	124,338	87,465	100,019
Diferencia (kg CO <sub>2</sub> /año)	9,146	6,431	7,342

En general, la implementación de sistemas silvopastoriles y prácticas para formar hatos más eficientes, provoca un balance positivo de carbono (Cuadro 6). Las fincas después de la intervención simulada, son declaradas carbono positivo con 396.27, 394.83 y 396.89 kg de CO<sub>2</sub>/ha/año (Bella Vista, La Calabaza y El Jinete), esto permite inducir que, bajo el sistema planteado, las ganaderías pueden ser utilizadas como herramientas para la mitigación del cambio climático. Esto concuerda con Marín et al. (2020) quienes concluyeron que la implementación de estrategias técnicas integrales en los sistemas ganaderos de Honduras, mejoró los índices productivos y mitigó las emisiones de GEI, obteniendo en su investigación una reducción en emisiones CO<sub>2</sub>-eq del 10.5%.

Con los arreglos realizados en las fincas, se aumenta la capacidad de carga por hectárea; la finca el Jinete presentó la carga más alta, dato que puede estar influenciado por el peso promedio por vaca (386.4 kg), sin embargo, no se llegó a satisfacer la demanda de carga animal, quedando siempre en sobrepastoreo.

**Cuadro 6**

*Emisiones y capturas de CO<sub>2</sub> en las fincas con intervención estimados por el software TaurusWebs.*

Finca	Fincas Modelo		
	Hacienda Bella Vista	La Calabaza	El Jinete
Vacas adultas en la finca	123	140	130
Vacas para la modelación	66	74	92
CO <sub>2</sub> emitido (kg CO <sub>2</sub> /año)	528,179	619,415	688,371
CO <sub>2</sub> Capturado (kg CO <sub>2</sub> /año)	568,400	666,400	740,880
Diferencia (kg CO <sub>2</sub> /año)	(40,221)	(46,985)	(52,509)

*Nota.* Valores en paréntesis indican fincas con un balance positivo.

## Conclusiones

La adopción de BPM resultó eficiente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, quedando demostrado el potencial de mitigación, basado en los sistemas silvopastoriles y las pasturas bien manejadas.

Luego de las intervenciones, se pudo ver el efecto de las prácticas modeladas, obteniendo menores emisiones por L de leche y kg de carne en las fincas modelo, en comparación a las de línea base, puesto que hubo un efecto directo en mayor productividad con el uso de los mismos recursos, lo que diluyó las emisiones.

En definitiva, es viable la incorporación de BPM en ganaderías doble propósito del trópico seco de Honduras, puesto que, son conducentes a convertir el sistema en carbono neutral o positivo, ya que mejoran la productividad y tienen un alto potencial de captura de CO<sub>2</sub>.

### **Recomendaciones**

Validar los resultados presentados en esta investigación en campo, implementando las BPM propuestas y sustentadas por la revisión bibliográfica.

Elaborar un análisis de costos, evaluando la factibilidad económica para desarrollar las fincas modelo, a fin de establecer un plan de carácter sostenible y económicamente viable.

Realizar estimaciones para los meses de verano, teniendo en cuenta que estos meses son totalmente suplementados.

## Referencias

- Benavides Ballesteros HO, León Aristizabal GE. 2007. Información técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático. [sin lugar]: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM; [consultado el 22 de jul. de 2021]. 102 p. 008. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>.
- Borrelli P, Oliva G. 2001. Efectos de los animales sobre los pastizales. Ganadería Sustentable en la Patagonía Austral; [consultado el 22 de jul. de 2021]. 99–128. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-capitulotme\\_4.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-capitulotme_4.pdf).
- Cabrera Núñez A. 2015. Manual de prácticas de Zootecnia de Bovinos Productores de Carne. Tuxpan: Universidad Veracruzana; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 51 p. <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/31-Manual-de-practicas-de-zootecnia-de-bovinos-productores-de-carne.pdf>.
- Camero-Rey LA. 2020. Fijación de carbono en un sistema silvopastoril (*Erythrina berteroana* Urban y *Brachiaria brizantha* CV Toledo) de una explotación lechera en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo. 2(2):19–26. doi:10.18860/rath.v2i2.5194.
- Carneiro B, Behling M, Wruck F, Barbosa D, Palma J, Aparecida R, Bastos, Luciana, Tonini H. 2013. Integración Cultivos-Ganadería-Bosque: experiencias en Mato Grosso, Brasil. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 33 p. Invernada y Administración Agropecuaria. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96358/1/cpamt-pedreira-cea-2013.pdf>.
- Castillo AF. 2019. Planificación de LIFTIC Ganadero: aplicación web para la administración de fincas ganaderas [Planificación de un proyecto de desarrollo de software]. Bogota, Colombia: Universidad Internacional de la Rioja. 126 p; [consultado el 16 de jul. de 2021]. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/9646/Castillo%20%C3%81lvarez%2C%20Anuar%20Farid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Chará RE, Peri P. OJ, Arce E. SF. 2020. Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina. Cali: Editorial CIPAV. ISBN: 978-958-9386-97-2; [consultado el 16 de jul. de 2021]. <https://cutt.ly/hm8GncB>.
- Contreras-Hinojosa, José Rafael, Volke-Haller, Víctor, Oropeza-Mota, José L., Rodríguez-Franco, Carlos, Martínez-Saldaña, Tomás, et al. 2003. Estado actual y causas de la degradación de los agostaderos en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca. Terra Latinoamericana; [consultado el 22 de jul. de 2021]. 21(3):427–435. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311097001.pdf>.
- Deschamps L, Domínguez JÁ, Vega A, García MA, Gonzales C, Carmona D, Mendez E, Ortega L. 2020. Hacia una Ganadería Sustentable y de bajas emisiones en México: Propuesta de implementación de una acción nacionalmente apropiada de mitigación para transitar hacia la ganadería bovina extensiva sustentable. México: IICA. 94 p. ISBN: 978-92-9248-901-4; [consultado el 30 de jun. de 2021]. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/14347/BVE21030049e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Esquivel H, Ibrahim M, Harvey C, Villanueva C, Benjamin T, Sinclair F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Agroforestería en las Américas; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 10(39-40):24–29. [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5793/Arboles\\_dispersos\\_en\\_potreros.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5793/Arboles_dispersos_en_potreros.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

- Etcheverría Toirkens P, Barahona Leiva DV. 2017. Una base más estable: El secuestro de carbono en los suelos como alternativas de adaptación al cambio climático. Chile: [sin editorial]; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 3 p. [https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2017/06/INIA-secuestro-de-carbono-91-MundoAgro\\_Jun2017.pdf](https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2017/06/INIA-secuestro-de-carbono-91-MundoAgro_Jun2017.pdf).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Programa mundial para una ganadería sostenible. Roma. 7 p; [consultado el 9 de may. de 2021]. <http://www.fao.org/3/ml052s/ml052s.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2019. Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe: Impacto de buenas prácticas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero en la seguridad alimentaria, la nutrición y el medio ambiente. Santiago, Chile: FAO. 61 p. ISBN: 978-92-5-131223-0; [consultado el 1 de jul. de 2021]. <http://www.fao.org/3/ca2902es/CA2902ES.pdf>.
- Fundación Chile. 2008. Manual de Producción Bovina. [sin lugar]: Fundación Chile; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 129 p. <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-de-produccion-bovina-para-extensionistas.pdf?sfvrsn=0>.
- [GAMMA] Programa de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente. 2010. Determinación del Balance de Gases de Efecto Invernadero en Fincas Ganaderas de la Región Chorotega, como Elemento de Referencia para Mejorar la Competitividad: Informe Final. [sin lugar]: CATIE; [consultado el 22 de jul. de 2021]. 250 p. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P40-9906.pdf>.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., et al. 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería: Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Roma: FAO; [consultado el 9 de may. de 2021]. 153 p. <http://www.fao.org/3/i3437s/i3437s.pdf>.
- Ibrahim M, Mora J, Rosales M. 2006. Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales: Memorias de una conferencia electrónica realizada entre septiembre y diciembre del 2001. Costa Rica: CATIE, FAO, LEAD; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 204 p. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/51746.pdf>.
- [IICA] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2018. Buenas prácticas pecuarias en la producción de ganado bovino. [sin lugar]: SENASA, MAG, IICA; [consultado el 9 de jul. de 2021]. 46 p. <http://proleche.com/wp-content/uploads/2019/02/ManualProduccion%CC%81nGanadoBovino.pdf>.
- [INE] Instituto Nacional de Estadística. 2021. Población en Honduras. Honduras: INE; [consultado el 9 de may. de 2021]. <https://www.ine.gob.hn/V3/>.
- [MAG] Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2016. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PITTA) de Ganadería Baja en: Plan Estratégico 2016-2020. Costa Rica: [sin editorial]; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 16 p. [http://www.mag.go.cr/acerca\\_del\\_mag/programas/Ganaderia%20baja%20en%20carbono/Plan%20Estrategico%20PITTA%202016-2020.pdf](http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/Ganaderia%20baja%20en%20carbono/Plan%20Estrategico%20PITTA%202016-2020.pdf).
- Marín D, Matamoros I, Ramírez Restrepo CA. 2020. Estimación preliminar productiva y modelada de las emisiones y mitigación de gases de efecto invernadero en sistemas de producción de leche de Honduras. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6725>.

- Marinidou E, Jiménez G. 2010. Manual Silvopastoril: Paquete Tecnológico Sistemas silvopastoriles. 1ª ed. Chiapas: CONAFOR. 49 p. ISBN: 978-607-7637-25-7; [consultado el 16 de jul. de 2021]. <https://www.biopasos.com/documentos/072.pdf>.
- Milera M, Machado H, López O, Sánchez, T. y Sánchez, S. 2004. Producción de leche en sistemas de pastoreo bio-sostenibles y/o bio-diversos. Avances en investigación agropecuaria; [consultado el 1 de jul. de 2021]. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83780101.pdf>.
- Murgueitio E, Barahona R, Flores MX, Chará JD, Rivera Herrera JE. 2016. Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y Producir más Leche y Carne con Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Ceiba. 54(1):23–30. <https://www.camjol.info/index.php/CEIBA/article/view/2774>. doi:10.5377/ceiba.v54i1.2774.
- Murgueitio R. E, Chará O. J, Barahona R. R, Cuartas C. C, Naranjo R. J. 2014. Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPI), Herramienta de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Tropical and Subtropical Agroecosystems; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 17(3):501–507. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93935728001.pdf>.
- Navarro C, Monserrate F, Llanos L, Obando D, Córdoba J. 2018. Desarrollo de los Escenarios Climáticos de Honduras y Módulo Académico de Capacitación. Honduras: Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programa de las Naciones Unidas para el. [https://aguadehonduras.gob.hn/files/Reporte\\_Final\\_Escenarios3cncch\\_vFinal\\_lr.pdf](https://aguadehonduras.gob.hn/files/Reporte_Final_Escenarios3cncch_vFinal_lr.pdf).
- Ortiz T, Swammy Gutierrez, Holmes Rodriguez, Olivera M. 2014. Manual de Buenas Prácticas de Ordeño. 1ª ed. Colombia: Biogénesis. ISBN: 978 958 8848 887. [https://www.researchgate.net/publication/281865217\\_Manual\\_de\\_Buenas\\_Practicas\\_de\\_Ordeno](https://www.researchgate.net/publication/281865217_Manual_de_Buenas_Practicas_de_Ordeno).
- Pedroza Carrillo ÁA. 2017. Importancia del periodo seco de la vaca. México: [sin editorial]; [actualizado el 1 de jul. de 2021; consultado el 1 de jul. de 2021]. <https://www.ganaderia.com/destacado/Importancia-del-periodo-seco-de-la-vaca>.
- Pensiero J. 2019. Plan de Manejo de Pastizales y Ganadería-Jaaukanigás. Argentina: Universidad Nacional del Litoral; [actualizado el 1 de jul. de 2021; consultado el 1 de jul. de 2021]. [https://www.researchgate.net/publication/332910442\\_Plan\\_de\\_Manejo\\_de\\_Pastizales\\_y\\_Ganaderia-Jaaukanigas](https://www.researchgate.net/publication/332910442_Plan_de_Manejo_de_Pastizales_y_Ganaderia-Jaaukanigas).
- Peters M, Franco LH, Schmidt A, Hincapie B. 2010. Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 222 p. [http://ciat-library.ciar.org/Forrajes\\_Tropicales/pdf/Books/Especies%20Forrajeras%20MultipropositoTropico%20Americano.pdf](http://ciat-library.ciar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Books/Especies%20Forrajeras%20MultipropositoTropico%20Americano.pdf).
- Restrepo C. 2002. Relaciones entre la Cobertura Arbórea en Potreros y la Producción Bovina en Fincas Ganaderas en el Trópico Seco, Cañas, Costa Rica [Tesis de postgrado]. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 116 p; [consultado el 16 de jul. de 2021]. [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3814/Relaciones\\_entre\\_la\\_cobertura\\_arborea\\_en\\_potreros.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3814/Relaciones_entre_la_cobertura_arborea_en_potreros.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Rivera J, Molina I, Chará J, Murgueitio E, Barahona R. 2017. Sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático. Pastos y Forrajes; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 40(3):171–183. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n3/pyf01317.pdf>.

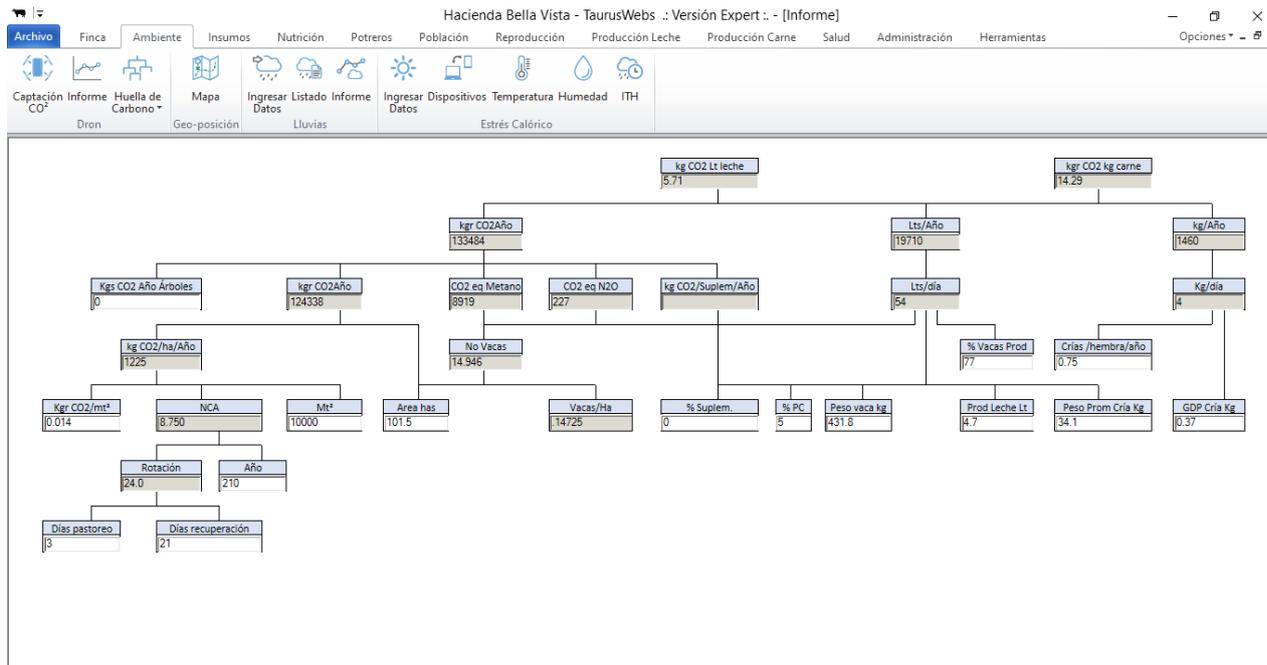
- Roman SI, Hernandez JH. 2016. La relación del Cambio Climático y los gases de efecto invernadero, con la Ganadería. *Revista Ganadero*; [consultado el 9 de jul. de 2021]. XLI(3):118–123. <https://cutt.ly/gQi8FxF>.
- Román P, Ortega R, Hernández A, Díaz A, Espinosa G, Núñez H, Vera A. 2009. Producción de leche de bovinos en el sistema doble propósito. 1ª ed. Veracruz, México: [sin editorial]. 37 p. (Libro técnico; vol. 22). ISBN: 978-607-425-171-5; [consultado el 1 de jul. de 2021]. <https://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Produccion-de-leche-de-bovinos-en-el-sistema-doble-propósito.pdf>.
- Romo M. 2018. Importancia de los minerales en el desempeño reproductivo en el ganado bovino. [sin lugar]: Agroveter Market; [actualizado 2018; consultado el 1 de jul. de 2021]. <https://www.engormix.com/ganaderia-came/articulos/importancia-minerales-desempeno-reproductivo-t42026.htm>.
- Salazar K. 2017. Discuten alternativas para impulsar la ganadería carbono neutral. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.catie.ac.cr/catie-noticias/3152-discuten-alternativas-para-impulsar-la-ganaderia-carbono-neutral.html>.
- Sánchez L, Amado G, Criollo P, Caravajal T, Roa J, Cuesta A, Conde A, Umaña A, Bernal L, Barreto L. 2009. El sauco (*Sambucus nigra*) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. Tibaitatá: Corpoica. 56 p. ISBN: 978-958-740-027-4; [consultado el 1 de jul. de 2021]. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13488/44236\\_56514.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13488/44236_56514.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Santillán V, Etchevers J, Paz F, Alvarado. 2016. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Sistemas Agrícolas de México. *Terra Latinoamericana*; [consultado el 9 de jul. de 2021]. 34(1):83–96. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57344471006>.
- Sepúlveda N, Risopatrón J, Rodríguez F, Rodero E. 2003. Fertilidad en vacas lecheras asociada a la sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo utilizando GnRH y PGF2. *Revista Científica, FCV-LUZ*; [consultado el 16 de jul. de 2021]. XIII(3):182–186. <https://cutt.ly/0Qp76sS>.
- Sepúlveda P, Wittwer F. 2017. Período de transición: importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile. 84 p. ISBN: 978-956-390-030-9; [consultado el 1 de jul. de 2021]. <https://www.consorciolachero.cl/industria-lactea/wp-content/uploads/2017/11/periodo-de-transicion.pdf>.
- Suber M, Gutiérrez Beltrán N, Torres CF, Turriago JD, Arango J, Banegas NR, Berndt A, Bidó DIM, Burghi. 2019. Mitigación con Sistemas Silvopastoriles en Latinoamérica. Aportes para la incorporación en los sistemas de Medición Reporte y Verificación bajo la CMUNCC. Wageningen: CCAFS; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 53 p. Working Paper. [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/100222/FINAL\\_Mitigaci%C3%B3n%20con%20SSP%20en%20LATAM.pdf](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/100222/FINAL_Mitigaci%C3%B3n%20con%20SSP%20en%20LATAM.pdf).
- Trujillo AI, Uriarte G. 2001. Valor nutritivo de las pasturas. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 16 de jul. de 2021]. 19 p. [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo\\_Uriarte.VALOR\\_NUTRITIVO\\_PASTURAS.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf).
- Tueber N, Parga J, Balocchi O, Anwandter V, Canseco A, Demanet R, Lopetegui J. 2006. Manejo del Pastoreo. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 121 p. <https://www.consorciolachero.cl/chile/documentos/publicaciones/24junio/manejo-del-pastoreo.pdf>.

- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2019. World Population Prospects 2019: Highlights. New York: FAO; [consultado el 30 de jun. de 2021]. 46 p. [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf).
- Valencia D, Márquez J. 2016. Evaluación de la relación existente entre la ganancia de peso diaria en animales tipo cebú en fincas tecnificadas y las de manejo tradicional [Trabajo de grado]. Caldas, Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista. 59 p; [consultado el 1 de jul. de 2021]. [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1684/1/Relacion\\_ganancia\\_peso\\_diaria\\_cebu.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1684/1/Relacion_ganancia_peso_diaria_cebu.pdf).
- Velasco JM. 2002. Analisis productivo y reproductivo del hato lechero de Finca Monte Maria S.A en Guatemala [Tesis]. Honduras: Escuela Agricola Panamericana, Zamorano. 31 p; [consultado el 1 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2239/1/CPA-2002-T119.pdf>.

## Anexos

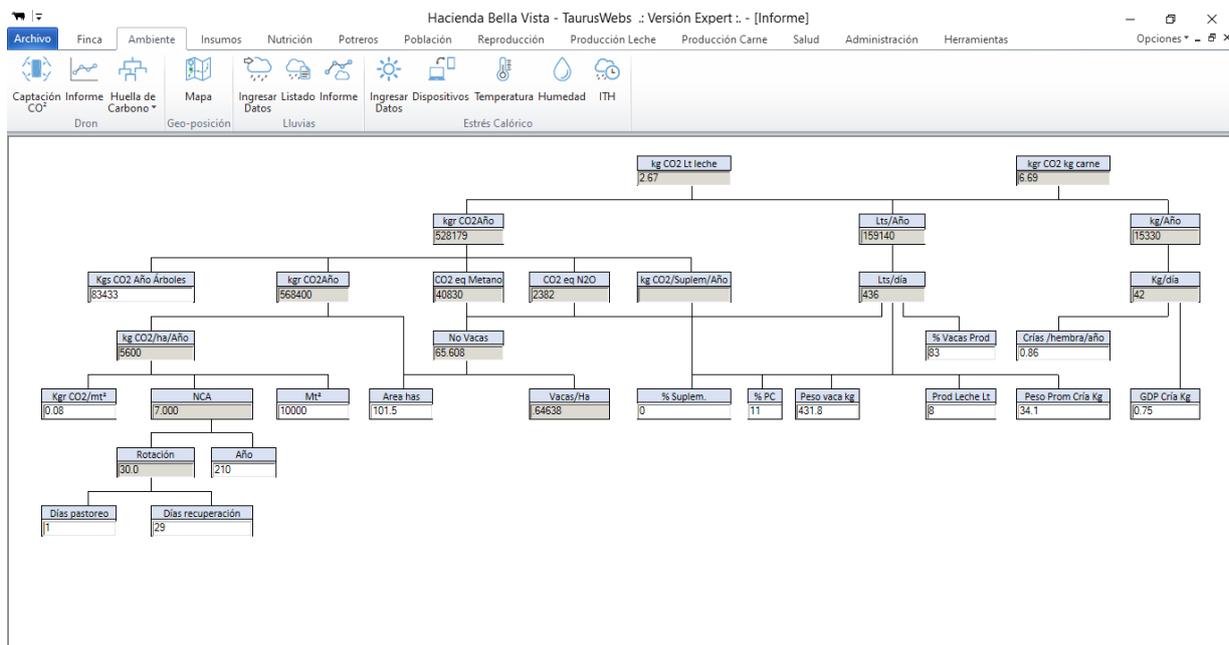
### Anexo A

#### Modelación de la línea base para la Hacienda Bella Vista en TaurusWebs



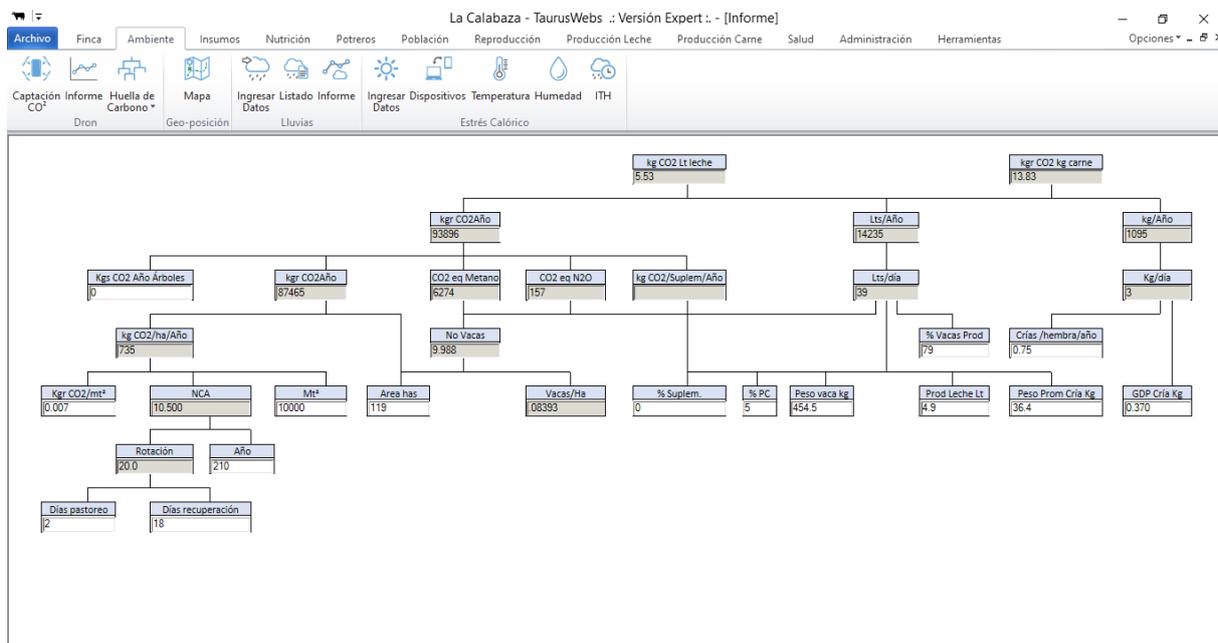
### Anexo B

#### Modelación de la finca modelo para la Hacienda Bella Vista en TaurusWebs



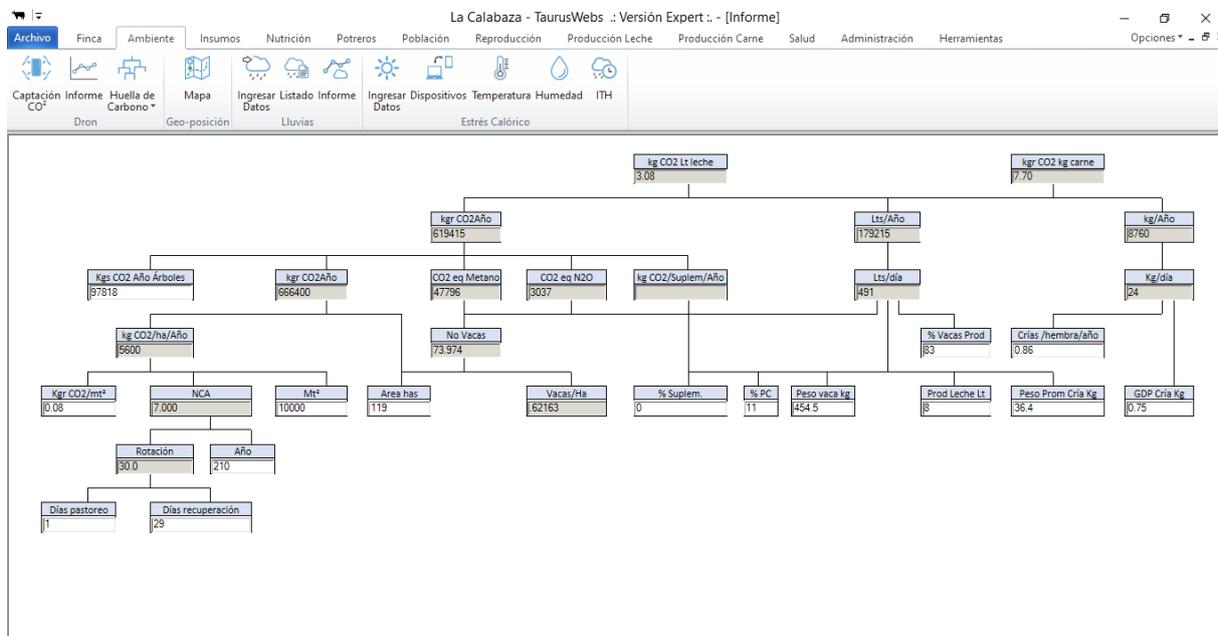
### Anexo C

#### Modelación de la línea base para la Finca La Calabaza en TaurusWebs



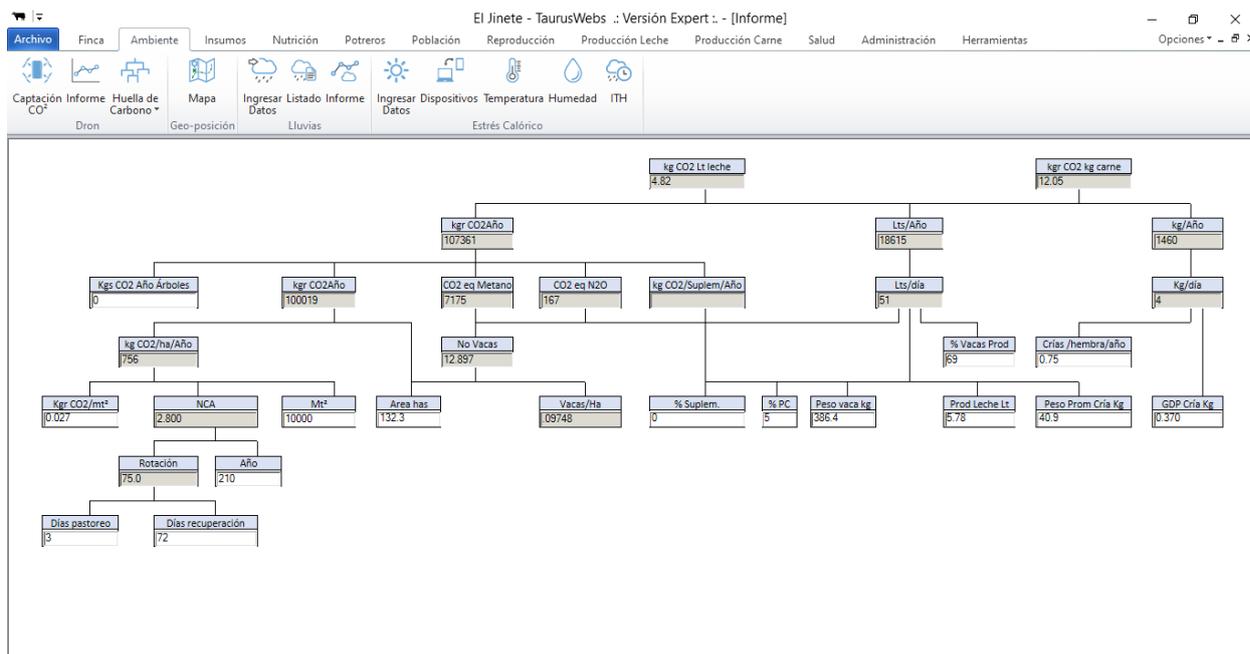
### Anexo D

#### Modelación de la finca modelo para la Finca La Calabaza en TaurusWebs



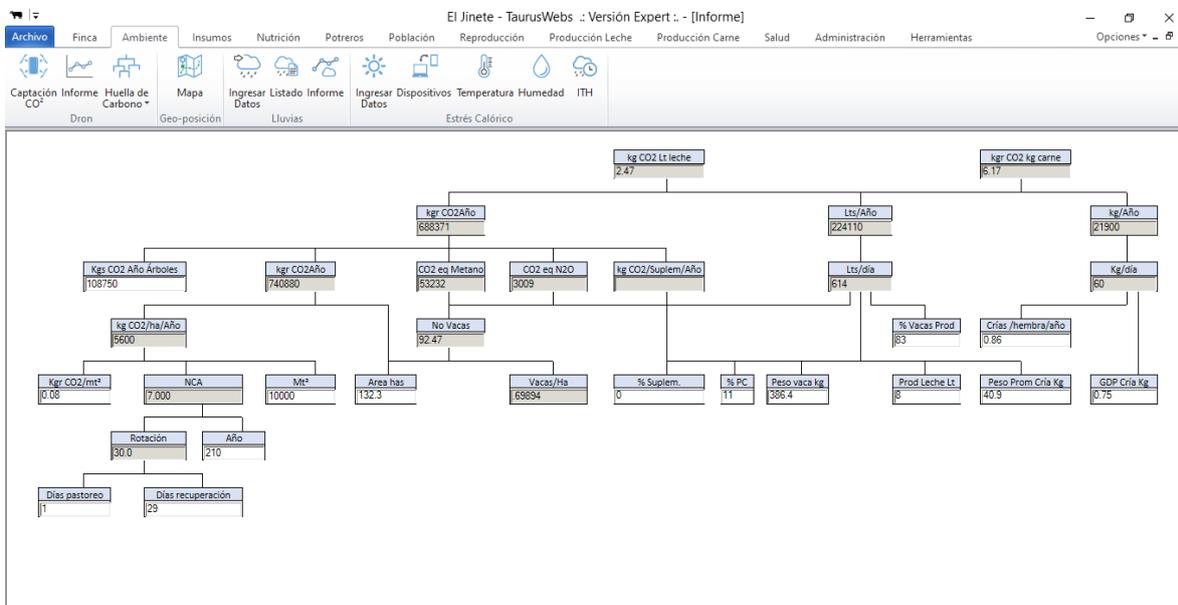
### Anexo E

#### Modelación de la línea base para la Finca El Jinete en TaurusWebs



### Anexo F

### Modelación de la finca modelo para la Finca El Jinete en TaurusWebs



## Anexo G

### *Resumen de Buenas Prácticas de Manejo Simuladas*

Temas principales	Buenas Prácticas de Manejo
Sistemas de pasturas	Días en recuperación de las pasturas Días en ocupación de las pasturas Incorporación de pastos mejorados
Sistemas silvopastoriles	Árboles dispersos en potreros Cercas vivas Regeneración/reforestación Incorporación de especie leñosa
Producción de leche promedio (vaca/día), porcentaje de vacas en producción y crías/hembra/año	Control en el período de transición Período de secado Control de enfermedades en general Uso de sales minerales Sincronización de celos Inclusión de genética adaptable y productiva
Ganancia Diaria de Peso	Uso de sales minerales