

**Producción Ganadera Sostenible de Raza Holstein Para El Desarrollo de la Población Rural  
en la Región Sabana Centro**

Leslie Montoya Garzón María

María Fernanda Pinzón

Directora:

Lidy Viviana Castillo Barón

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio

Ambiente- ECAPMA Programa Zootecnia

2023

**Página de aceptación**

---

Nombre Director de Trabajo de Grado

---

Jurado

---

Jurado

### **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicada a todos los productores de leche de la región sabana centro quienes trabajan incansablemente por ofrecer productos de excelente calidad y aportar al desarrollo socioeconómico del país.

También ofrecemos esta dedicatoria a la Universidad UNAD, como un insumo para que entre todos fortalezcamos la cadena de producción lechera de la región y contribuyamos a la mejora de calidad de vida de la población rural que desempeña tan importante actividad.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecemos a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por la oportunidad de poder ampliar nuestros conocimientos y a todos los docentes que hicieron parte de nuestra formación académica, en especial a la directora Lidy Viviana Castillo por su dedicación y acompañamiento continuo en el desarrollo de esta monografía.

También agradecemos a la gobernación de Cundinamarca por el apoyo brindado mediante la beca "Fondo Transformando vidas" gracias al cual pudimos culminar nuestros estudios de educación superior.

Finalmente, agradecemos nuestros padres y familiares que nos acompañaron en este camino para poder cumplir nuestros objetivos académicos y personales.

## Resumen

La ganadería es una actividad pecuaria que representa el sustento económico para muchas familias de la sabana centro de Bogotá y del país, así mismo es uno de los sectores que genera más afectaciones al medio ambiente por su desarrollo de forma tradicional y extensiva. En esta monografía se recopiló y analizó información de 24 documentos entre artículos científicos, tesis y resultados de proyectos realizados sobre producción ganadera sostenible que se han llevado a cabo en diferentes zonas de la sabana centro, algunos de estos enfocados en raza Holstein.

Se identificó que existen diferentes tipos de especies arbóreas, arbustivas y forrajeras, con un excelente potencial de adaptación y productividad para la zona, contribuyendo en factores de suma importancia como la nutrición del ganado, la reducción de costos y en algunos casos la reducción o mitigación de gases de efecto invernadero. Dentro de las especies potenciales para la zona de estudio se destacan las siguientes: Sauco, botón de oro, aliso, acacia, leucaena, kikuyo, alfalfa, trébol rojo, trébol blanco ryegrass, las cuales pueden ser implementadas en sistemas agroforestales para los sistemas productivos de bovinos.

Finalmente, mediante una correlación del panorama actual frente a un panorama óptimo de ganadería sostenible, se concluyó que existen algunos parámetros que pueden contribuir al desarrollo rural de la región sabana centro, como: Número de animales por hectárea, huella ambiental, litros de leche día/vaca y nivel socioeconómico.

**Palabras clave:** Sistemas silvopastoriles, ganadería sostenible, productividad, huella ambiental, alternativas, Sabana Centro.

## Abstract

Livestock is an important activity that represents economical livelihood for many families in Colombia but also in Bogota's Sabana Centro region as well. However, it is one of the major contaminating activities related with traditional or extensive management. In this research, information from 24 documents was compiled and analyzed, including scientific articles, theses, and projects carried out on sustainable livestock production for Bogota's Sabana Centro region, some of them are focused on Holstein breed. Many types of trees, shrub, and forage species, with excellent adaptation and productivity potential for the area were identified.

It contributes to extremely important factors such as livestock nutrition, cost reduction and in some cases greenhouse gases reduction. The potential species identified are noun as follow: Elderberry, buttercup, alder, acacia, lead tree, kikuyu grass, alfalfa, red clover, white clover, and ryegrass.

All of them can be implemented in agroforestry systems production. Finally, through a correlation between current and optimal panorama of sustainable livestock, it was concluded that there are some parameters that can contribute to the rural development of Bogota's Sabana Centro, such as: Number of animals per hectare, environmental impact, liters of milk per day and socioeconomic level.

**Keywords:** silvopastoral systems, sustainable livestock, productivity, environmental footprint, alternatives, Sabana Centro.

## Contenido

Introducción.....	12
Planteamiento del problema .....	14
Justificación .....	15
Objetivos .....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos .....	17
Metodología.....	18
Marco Conceptual .....	20
Compactación del suelo:.....	20
Erosión:.....	20
Densidad aparente (DA): .....	20
Desarrollo rural.....	20
Efecto invernadero.....	20
Forrajes: .....	21
Ganadería.....	21
Ganadería sostenible .....	21
Ganadería intensiva.....	21
Industria láctea.....	21
Raza Holstein.....	22
Recursos naturales: .....	22
Sistema silvopastoril (SSP): .....	22
Marco Teórico .....	23
Sostenibilidad ganadera .....	23

Sistemas agroforestales.....	23
Sistemas Silvoagrícolas: Árboles + cultivo + familias.....	23
Sistemas Silvopastoriles: Árboles + animales + pasturas + familia.....	24
Sistemas Agrosilvopastoriles: Árboles + animales + cultivo + familia .....	25
Tipos de Sistemas Silvopastoriles.....	26
Árboles en potrero: cercas vivas, árboles dispersos y zona boscosa en la finca .....	26
Bancos de proteína .....	27
Árboles dispersos en potrero .....	28
Setos perimetrales.....	29
Franjas en contorno .....	30
Establecimiento de SSP .....	30
Tipo de árboles que se adaptan a la zona.....	31
Tipo de arbustos y plantas pequeñas .....	33
Pasos para establecer el SSP:.....	34
Semilla.....	34
Preparación del terreno.....	34
Mantenimiento y poda.....	35
Aprovechamiento sostenible .....	35
Beneficios de los SSP .....	36
Protección del Suelo .....	37
Protección Hídrica.....	37
Materia orgánica.....	37
Reciclaje de nutrientes.....	38



Resultados.....	39
Análisis y discusión de resultados.....	65
Conclusiones.....	68
Bibliografía.....	70

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Histograma</i> .....	19
<b>Figura 2</b> <i>Implantación</i> .....	24
<b>Figura 3</b> <i>Diagrama de un tipo de asociación silvopastoril</i> .....	24
<b>Figura 4</b> <i>Diagrama de un sistema agrosilvopastoril</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Ejemplo de aplicación de un sistema silvopastoril de Árboles en potreros</i> .....	27
<b>Figura 6</b> <i>Aplicación de Bancos de proteína con forrajes mixtos</i> .....	28
<b>Figura 7</b> <i>Ilustración de cómo se podría aplicar la alternativa de árboles dispersos en potrero</i> ....	29
<b>Figura 8</b> <i>Ilustración de seto perimetrales naturales en cultivos</i> .....	29
<b>Figura 9</b> <i>Ilustración de un sistema con franjas de contorno</i> .....	30
<b>Figura 10</b> <i>Ilustración de un sistema silvopastoril intensivo con combinación de arbustos, pastos, arboles y/o palmas</i> .....	31
<b>Figura 11</b> <i>Fotografía de la especie arbustiva Botón de oro</i> .....	33
<b>Figura 12</b> <i>Pasto kikuyo</i> .....	34
<b>Figura 13</b> <i>Asociación entre árboles, animales, cultivos y familias (Tipo de sistema silvopastoril)</i> .....	36

### Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Recopilación de datos sobre estudios de arreglos sostenibles aplicados en la zona o lugares con condiciones climáticas similares.....</i>	39
<b>Tabla 2</b> <i>Correlación de la situación actual de la ganadería, con una ganadería sostenible de acuerdo con el planeamiento del problema.....</i>	61

## Introducción

La producción ganadera ha sido una actividad de gran tradición en diferentes regiones del territorio nacional y constituye la principal fuente de ingresos para muchas familias, sin embargo, en la mayoría de los casos se caracteriza por fluctuantes niveles de productividad asociados a prácticas culturales con mínimos avances en áreas como el manejo, la nutrición, la alimentación, la salud y el bienestar de los animales, lo cual impacta negativamente la conservación de los ecosistemas.

Zuluaga y Etter, 2017, citados por Urbina (2020), afirman que en Colombia predomina la práctica de ganadería extensiva o semiextensiva donde se usan terrenos de gran longitud para el sostenimiento de pocos animales, debido a esto se talan árboles con el fin de crear potreros más extensos generando infertilidad del suelo, mayor contaminación de agua potable y afectando directamente a la fauna y flora. Por estas y más razones el sector ganadero se ha visto fuertemente cuestionado. En ese sentido, se plantean nuevas alternativas como los sistemas silvopastoriles (SSP), los cuales son propuestos en el documento del consejo nacional de política económica y social (CONPES) 3675, como una estrategia para potencializar y fortalecer la producción lechera en varias zonas del país; adicionalmente Palomino *et al.* (2018), afirma que estos pueden reducir el impacto negativo que deja la ganadería, incrementar la producción animal, mejorar la fertilidad del suelo y la calidad de forraje.

Para efectos de este trabajo se realiza una revisión bibliográfica para identificar alternativas de producción ganadera sostenible en la región Sabana Centro, puesto que es un sector especializado en ganadería de leche donde se encuentran las empresas de Alpina S.A y Alquería que participan en las cadenas productivas con pequeños y medianos ganaderos de los municipios de Tenjo, Cota, Chía, Sopó, Cajicá, Tabio, Zipaquirá, Tocancipá, Gachancipá, Nemocón y Cogua

que componen esta provincia Jaramillo *et al.* (2017). Así mismo, en el desarrollo de este trabajo se consideró relevante la raza Holstein, relevante la raza Holstein, debido a que en Colombia la leche proviene en su gran mayoría de sistemas de producción especializados de esta raza (Mercado *et al.*, 2013), especialmente en climas fríos como la sabana centro de Bogotá.

## Planteamiento del problema

Según Gallo y Sanabria (2019), Colombia desarrolló la ganadería de forma doméstica y poco a poco empezó a convertirse en una actividad extractiva donde se pretendía aumentar la producción, a un menor costo; sin embargo, la expansión descontrolada de tierras se fue convirtiendo en la actividad que hoy conocemos como ganadería extensiva la cual ha traído consigo una serie de daños a los ecosistemas. Como lo afirma Vanegas (2004), citado por Gallo y Sanabria (2019) “la ganadería tiene un alto costo ambiental, entre ellos, el deterioro de los hábitats naturales y de la diversidad ecológica, la disminución de la fertilidad y erosión del suelo, deforestación y contaminación de fuentes naturales de agua y aire”.

Este es uno de los panoramas que viven los municipios de la zona Sabana centro que como lo afirma Aso centró 2015, citado por Jaramillo *et al.* (2017), en esta zona se identificaron aspectos críticos como la expansión del suelo suburbano, la densificación de zonas urbanas y rurales, la sobreexplotación y degradación de recursos naturales.

Adicionalmente, según el análisis situacional de la cadena láctea de la unidad de planificación rural agropecuaria (2020), “en Colombia la productividad es baja y no es comparable con la de los principales actores del mundo”.

## **Justificación**

De acuerdo con las problemáticas mencionadas anteriormente, consecuencia de un mal uso de recursos naturales en la ganadería, surge esta monografía con el propósito de presentar un enfoque de sostenibilidad para evitar efectos más graves para el medio ambiente. Ya que como la FAO (2018) afirma, la deforestación provocada por el aumento de los sistemas extensivos es común en los países de América central y del sur, “sin embargo, hay estrategias tecnológicas y de manejo para hacer una intensificación sostenible de la producción pecuaria y evitar la deforestación y ampliación de la frontera ganadera.

Es decir, el sector puede desempeñar un papel clave en la mitigación del cambio climático.” Así mismo, la FAO menciona lo importante que es promover prácticas sostenibles “como la implementación de sistemas integrados agrícola- ganadero – forestales, siendo una alternativa viable para recuperar áreas degradadas, desarrollar una ganadería sustentable y promover la intensificación sostenible de la producción.”.

Alquería (2018), una de las empresas más representativas de la industria lechera del país y de la Sabana centro, afirma que este sector de la ganadería tiene una gran influencia económica y medioambiental en el país, y por ello “es necesario plantear un modelo de ganadería sostenible y regenerativa”. Y señala que al implementar estratégicamente los sistemas silvopastoriles se obtienen beneficios como sombra que los árboles ofrecen al ganado, el mejoramiento de las condiciones del suelo, mejoramiento de la productividad de las fincas ganaderas, aumento de la biodiversidad y mayor regulación hídrica, además, estos sistemas aumentan la captura de carbono y disminuyen la huella ambiental controlando efectivamente la erosión.

Lo anterior es relevante para el caso de la sabana centro ya que al ser una zona de lechería especializada requiere modelos sostenibles que tengan una buena relación costo-

beneficio; tal como lo menciona Vega (2018) al implementar prácticas sostenibles se puede incrementar hasta un 28% la producción de leche y se disminuyen los costos de ordeño. Es decir que con la implementación de estos se puede mejorar la productividad y se pueden aprovechar mejor las hectáreas dedicadas a la ganadería. También es importante tener en cuenta, que en la lechería especializada los ganaderos se dedican en su gran mayoría, a la producción con la raza Holstein siendo esta la más predominante en el altiplano cundiboyacense y suroriente antioqueño. (Garzón, 2018)



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Recopilar y analizar información para identificar alternativas de producción ganadera sostenible en la región Sabana Centro.

### **Objetivos Específicos**

Recopilar información sobre estudios relacionados con alternativas sostenibles aplicadas a la producción ganadera en la región Sabana Centro.

Analizar y consolidar una base de datos de los tipos de arreglos y características de SSP como alternativa sostenible en los sistemas de producción bovina para la región sabana centro.

Correlacionar el panorama actual con las posibles estrategias aplicables a la región de sabana centro.

Elaborar un análisis sobre la viabilidad socioeconómica y medio ambiental de la implementación de prácticas sostenibles en los sistemas de producción ganaderos de la región sabana centro.

## **Metodología**

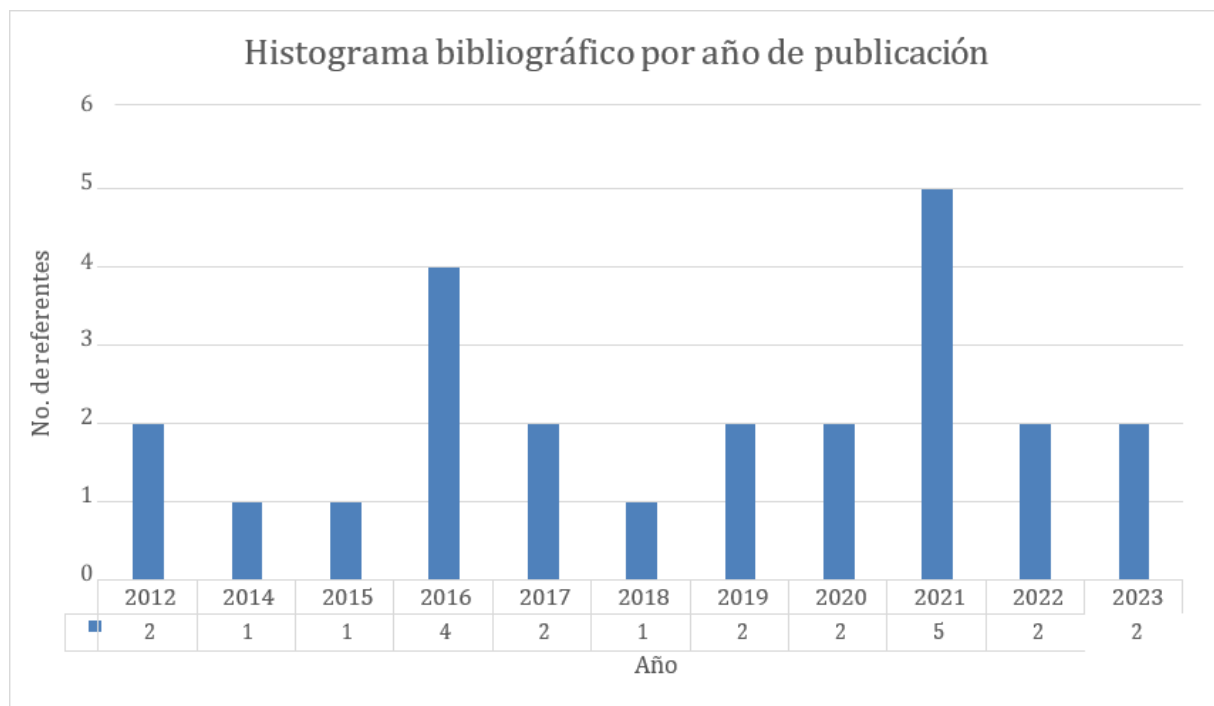
Para esta monografía se realizó un análisis sistemático de 24 fuentes de información en las que se incluyeron: trabajos de grado, monografías y artículos científicos. La búsqueda se hizo a través de bases de datos y repositorios de universidades como la UNAD, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de la Salle, UDCA, entre otras. Los criterios que se tuvieron en cuenta para la inclusión de los referentes bibliográficos fueron: Año de publicación, título en relación con el tema de la presente monografía, zona de influencia, características de la viabilidad socioeconómica según aplica el caso.

Posteriormente se seleccionaron los referentes que contenían información pertinente sobre alternativas sostenibles aplicadas a la producción ganadera en la región Sabana Centro y se realizó la construcción de una base de datos tipo tabla donde se registraron las propuestas con mayor relevancia sobre alternativas sostenibles en la zona de influencia. También se correlacionaron las características de algunos parámetros productivos y ambientales en relación con la ganadería y finalmente se realizó un análisis sobre los resultados obtenidos para brindar información y datos significativos sobre producción ganadera sostenible para la región Sabana Centro.

De los referentes consultados también se extrajo información para la construcción de la base teórica de la monografía.

**Figura 1**

*Histograma bibliográfico por año de publicación de los artículos, revistas e investigaciones que se usaron como referentes para el desarrollo de la monografía.*



**Fuente:** Autoría propia

## **Marco Conceptual**

### **Compactación del suelo:**

En este proceso el silo pierde su capacidad de filtración del agua, reduce las propiedades fisicoquímicas y el volumen del suelo, esto ocurre cuando el aire que se encuentra almacenado en el suelo sale por los poros de los granos de suelo. (Herogra, 2022).

### **Erosión:**

Es el proceso que se da de forma natural cuando las rocas y el suelo se van desprendiendo de la superficie terrestre trasladándose a otro sitio. (Cardona, 2019).

### **Densidad aparente (DA):**

Es el peso seco del por la unidad del suelo sin ser alterado y se usa para medir el deterioro o avance que está teniendo el suelo analizado (Rubio, 2010)

### **Desarrollo rural:**

Se concibe como un proceso de transformación, integración y fortalecimiento de las actividades agropecuarias y no agrícolas bajo un manejo sustentable de los recursos para el mejoramiento de los ingresos y condiciones de vida de las familias rurales, proceso dirigido por los actores locales para construir una territorialidad específica en coordinación con instituciones y organizaciones. (Colpos, 2010)

### **Efecto invernadero:**

Es un fenómeno por el cual ciertos gases que hacen parte de la atmosfera y que retienen la energía solar es absorbida y transformada en un movimiento molecular interno que aumenta la temperatura (IAgua, 2023).

**Forrajes:**

Son la fuente más económica de alimentación con la que cuenta un productor ganadero ya que bien cultivados y manejados pueden satisfacer perfectamente las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción animal. (Martínez, 2022)

**Ganadería:**

Es una actividad económica que consiste en la crianza de animales para el consumo humano, siendo una de las actividades del sector primario. (Martínez, 2021)

**Ganadería sostenible:**

Es aquella que no recurre a químicos ni hormonas en el tratamiento de los animales, que se preocupa por el nivel de emisiones y racionaliza el uso de los recursos naturales. (Torres, 2022)

**Ganadería intensiva:**

Es una actividad que se caracteriza por criar animales en un entorno con elementos artificiales. Esto, con el objetivo de aumentar la producción en el plazo más corto posible; se caracteriza por buscar la reducción de costes y conseguir una mayor rentabilidad. (Westreicher, 2020)

**Industria láctea:**

La industria láctea o de procesamiento de lácteos; es aquella que elabora o procesa leche líquida y productos con una vida útil corta o larga. Engloba todas las actividades en la producción, procesamiento, distribución y comercialización de la leche de origen animal (vaca) y sus productos derivados para el consumo humano. (Pineda, 2022)

**Raza Holstein:**

Son vacas elegantes, grandes con modelos de color negro y blanco o rojo y blanco, posee excelente producción lechera que domina la industria en la mayoría de las regiones del mundo. (Ganadería, 2017).

**Recursos naturales:**

Son los bienes o servicios que proporciona la naturaleza sin la intervención del hombre, incluyen a todos los productos animales, vegetales, minerales, aire, temperatura, vientos, etc. Todos ellos son generados por la misma naturaleza y surgen libremente sin importar si el hombre existe o no. (Roldan, 2017).

**Sistema silvopastoril (SSP):**

Los sistemas silvopastoriles son una combinación de árboles, arbustos forrajeros y pastos con la producción ganadera en la finca, requiere una administración de estos recursos de manera que perduren en el tiempo los árboles y arbustos, así como su aprovechamiento en la alimentación animal. La importancia de estos es que pueden aportar mucho en mantener una cobertura vegetal continua sobre el suelo, posiblemente haciéndolo más fértil a mediano plazo. (Lam, 2016).

## Marco Teórico

### Sostenibilidad ganadera

En Colombia se desarrolló una estrategia llamada proyecto de ganadería sostenible para mejorar la producción de los productores mediante un trabajo amigable con el medio ambiente, promovió la integración de árboles en la producción ganadera y la conservación de los bosques nativos con el propósito de impactar la calidad de vida de las comunidades y del país por los beneficios de captura de carbono, biodiversidad y buen uso de la tierra junto con las mejoras productivas. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2018).

### Sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales se clasifican según su estructura y función en:

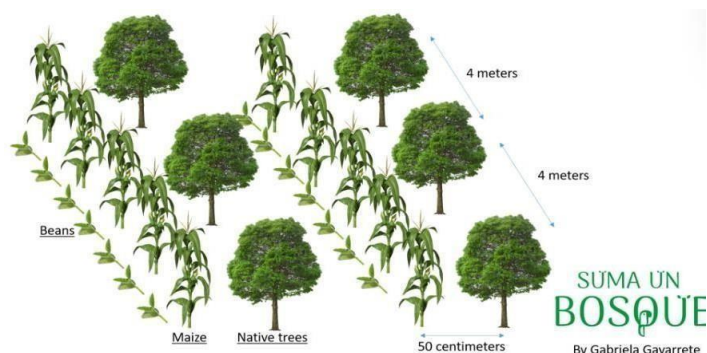
#### *Sistemas Silvoagrícolas: Árboles + cultivo + familias*

Según Castro y Esteves (2021) en su investigación señala que los sistemas Silvoagrícolas con sistemas que combinan, leñosos perennes con cultivos, lo cual es mayormente llevado a cabo por campesinos agricultores como se puede ver en la figura 2, en ese tipo de sistemas es muy común ver lo que se conoce como cerca vivas, barreras rompevientos, siembra de árboles que aporten sombra y diferentes cultivos bajo sombras de perenne, normalmente estos sistemas de producción proveen de alimentos, combustible, control de erosión, mejoramiento de la fertilidad del suelo, regulación de la condición climática y sombra.

Castro y Esteves (2021). Todos estos beneficios mencionados anteriormente son características que se buscan obtener también dentro de los sistemas pecuarios, con el fin de tener una producción ambientalmente más sostenible.

**Figura 2**

*Implementación de un sistema silvoagrícola*



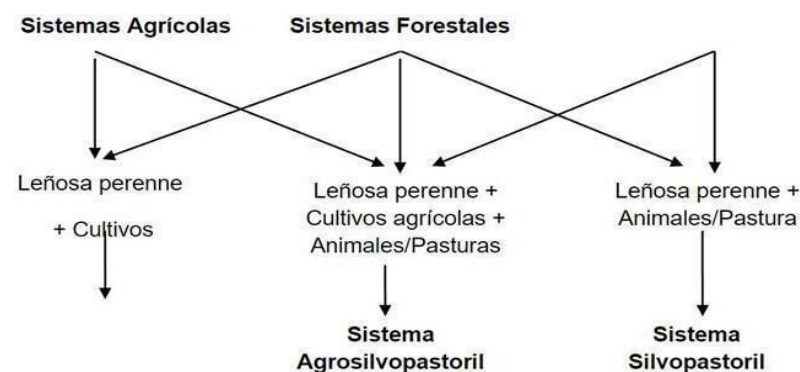
**Fuente:** Navarrete (2022).

### ***Sistemas Silvopastoriles: Árboles + animales + pasturas + familia***

En Colombia la producción pecuaria ha tenido un cuestionamiento desde el punto de vista ambiental es por ello que en el país se han venido implementando una combinación los diferentes sistemas de producción con el fin de obtener una armonía entre lo ambiental y lo productivo, sin embargo, es importante tener en cuenta que especies (agrícolas, forestales y animales) pueden ser asociados para que represente indicadores positivos en el medio ambiente y en la producción, es por ello que Bueno y Guillermo (2012) plantean el siguiente diagrama de asociación silvopastoril:

**Figura 3**

*Diagrama de un tipo de asociación silvopastoril (cultivos, animales y sistemas forestales)*



**Fuente:** Bueno & Guillermo (2012)

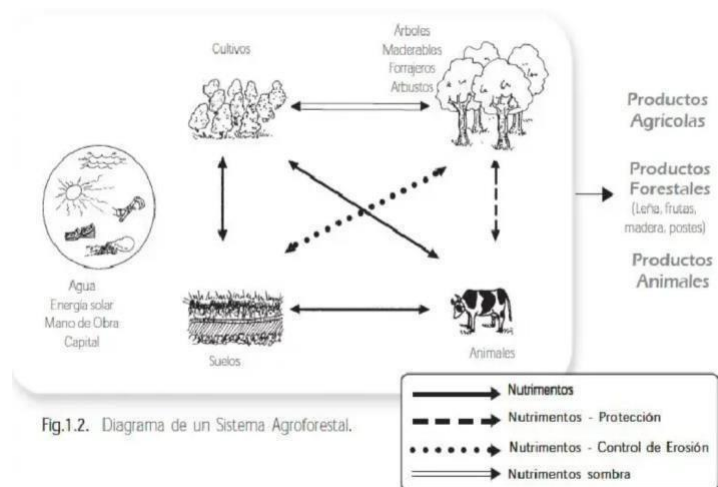


Estos sistemas se caracterizan por la combinación de los árboles con los cultivos y la producción pecuaria, funcionando de la siguiente manera: se realiza la siembra de los árboles y entre los espacios que se establecen los cultivos, una vez ocurre la cosecha se establecen los pastos que serán aprovechados y consumidos por el ganado (Bueno y Guillermo, 2012).

Rivera *et al.* (2017) identificaron en su investigación como la implementación de un sistema silvopastoril basado en pastoreo con forrajes de leucaena tiene impactos positivos a la hora de hablar en niveles de producción de leche y de carne, así mismo también encontraron importantes efectos positivos en cuanto a la capacidad de carga de los terrenos, teniendo así la capacidad de cuatro veces más que en terrenos basados en producción convencional, es decir suelos degradados y dos veces más capacidad de carga que un sistema con pasturas mejoradas, también es relevante mencionar que en esta investigación el autor logró encontrar que los sistemas silvopastoriles que cuentan con Leucaena tiene una disminución del 15% en la producción de Gases de Efecto Invernadero por unidad de producto y 20% por materia seca consumida, esto gracias a que la leucaena tiene mayor eficiencia en la fermentación ruminal; esto acompañado de la reducción de concentrados comerciales, suplementos administrados al ganado, y materiales agrícolas como fertilizantes, genera dicha reducción.

### ***Sistemas Agrosilvopastoriles: Árboles + animales + cultivo + familia***

Según Castro y Esteves (2021) este tipo de sistemas se enfocan en la combinación de cultivos, árboles, pasturas, animales y forrajes, tienen la característica de ser más familiares y basados en prácticas ancestrales, produciendo más con fines de satisfacer sus necesidades; sin embargo, aquello que ya no es aprovechado de manera doméstica, es vendido de manera local. Según esto podemos decir que este tipo de sistemas es mucho más común en producciones pequeñas y familiares.

**Figura 4***Diagrama de un sistema agrosilvopastoril*

**Fuente:** Olmos D. (s.f). Sistemas agrosilvopastoriles

**Tipos de Sistemas Silvopastoriles***Árboles en potrero: cercas vivas, árboles dispersos y zona boscosa en la finca*

Los arreglos agroforestales dentro de un sistema de producción pecuario, encierran diferentes actividades y estructuras como lo son las cercas vivas, la cual está basada en la siembra de árboles de crecimiento rápido alrededor de los cultivos, pasturas y huertos con el fin de protegerlas, por lo general son plantadas en los límites de las fincas y de los cultivos propios Castro y Esteves (2021), las cercas vivas tienen diferentes beneficios en los sistemas, entre ellos la mejora en la calidad de suelo, mejora calidad del aire, gracias a su fijación de carbono, ayuda en el proceso de división de los potreros facilitando en el manejo de los animales y tienen participación en las dietas del ganado, ya que dependiendo de la especie de árbol puede ser usado como forraje, brinda también sombra que es un factor importante dentro del manejo y ayudan a la conservación de la biodiversidad.

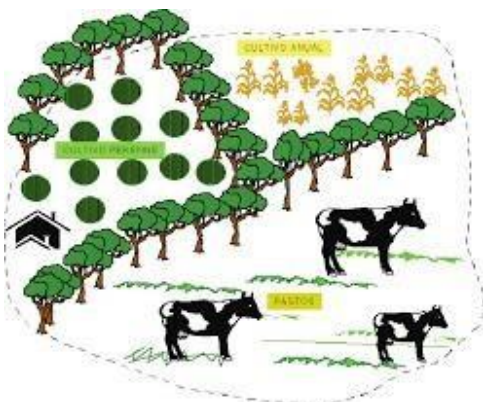
Ahora bien, los árboles dispersos son otro tipo de arreglo agroforestal, siendo árboles que podemos encontrar fuera de los bosques, los cuales brindan una serie de beneficios que tienen

importantes impactos positivos en el medio ambiente, por ejemplo, cuando se asocian con los sistemas silvopastoriles, ayudan en el sostenimiento de la fauna que normalmente se encuentra en esas áreas (Castro & Esteves, 2021).

Dentro de los sistemas silvopastoriles se tiene un arreglo agroforestal que tiene gran importancia ambiental pues son aquellos árboles que son plantados en los diferentes sistemas productivos, ya que tiene gran participación en el mantenimiento y mejora de los ecosistemas, además es usada como tele medición para las zonas boscosas. (Castro & Esteves, 2021).

### **Figura 5**

*Ejemplo de aplicación de un sistema silvopastoril de Árboles en potreros*



**Fuente:** Mantagniti (1992). Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos.

Organización para estudios tropicales.

### ***Bancos de proteína***

Gutiérrez R *et al.* (2010) indican que los bancos de proteína son áreas en las que se siembran leguminosa forrajeras herbáceas o arbustivas, con fines de corte o de pastoreo directo para especies rumiantes. Las especies que hacen parte de un banco de proteína, como su nombre lo indica son especies que dentro de sus aportes nutricionales se destaca la proteína, aportando más del 15%, la cual es fuente primordial para el desarrollo de los músculos de los animales.

Según Amézquita, (2002), citado por Cárdenas (2016), los bancos de proteína responden a gran parte de los problemas de deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería. Además, según su estudio en el trópico alto, se señala que tener bancos de proteína donde se mezclan gramíneas con leguminosas mejora la producción de leche para la región.

### **Figura 6**

*Aplicación de Bancos de proteína con forrajes mixtos*



**Fuente:** Contexto Ganadero (2017). La fórmula de los bancos forrajeros mixtos.

### ***Árboles dispersos en potrero***

Aria *et al.* (2021) indican que los árboles de potrero son agro sistemas donde se encuentran árboles ya sean agrupados o dispersos dentro de un sistema de producción acompañando a las pasturas, estos aportan sombra, madera, leña, conservación del medio ambiente, fuente de anidación para animales, mejora el balance hídrico, almacenamiento de carbono, reducción en la erosión del suelo, concentración de nutrientes, entre otras. Tener árboles en un sistema productivo, ya sea de manera dispersa, es una potencial ayuda para la recuperación de los suelos e incluso como fuente de alimento para los animales, ayudando a la reducción de costos.

**Figura 7**

*Ilustración de cómo se podría aplicar la alternativa de árboles dispersos en potrero*



**Fuente:** Riveros A. (2020). Caja de herramientas para promover la ganadería sustentable

**Setos perimetrales**

Escobar *et al.* (2022), expresan que los cercos perimetrales son árboles y arbustos plantados de forma lineal, quienes tienen la característica que pueden variar su espesor y altura según las condiciones del sistema y los deseos del productor, así mismo cumplen funciones como la de actuar como cercas vivas, cortina rompevientos, fuentes de leña, frutas y forrajes para el ganado.

**Figura 8**

*Ilustración de seto perimetrales naturales en cultivos*



**Fuente:** Anónimo (2023) El seto natural, muy útil para los cultivos

### ***Franjas en contorno***

Escobar *et al.* (2022), exponen que estas franjas son plantaciones de árboles y arbustos puestos en los linderos o en medio de las parcelas, tienen la característica de ser amplios entre los surcos y más estrechos entre los árboles del surco. Dentro de sus beneficios ambientales está el aporte de nutrientes al suelo, reduce la pérdida de agua en el suelo ayudando así a mantener los cultivos en épocas de fuerte sequía y ayudan en el control de la erosión de suelo. En cuanto a los beneficios productivos, estos árboles y arbustos pueden aportar forraje para la alimentación del ganado, así como leña y madera.

### **Figura 9**

*Ilustración de un sistema con franjas de contorno*



**Fuente:** Riveros (2020) Caja de herramientas para promover la ganadería sustentable.

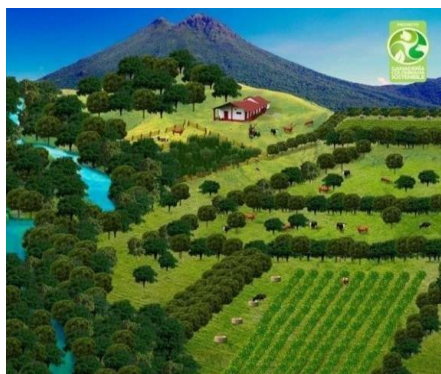
### **Establecimiento de SSP**

En Colombia el proyecto de ganadería Colombiana Sostenible promovió el establecimiento de SSP en cinco regiones del país. Los sistemas incluyen cercas vivas, árboles dispersos en potreros, bancos forrajeros y sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia* (Murgueitio *et al.*, 2003). Los principales SSP incluyen árboles dispersos en potreros, plantaciones de maderables con áreas de pastoreo para ganado, pasturas entre callejones de árboles, barreras rompavientos, cercas vivas, bancos de forraje con arbustos; y sistemas

silvopastoriles intensivos donde se combinan una alta densidad de arbustos con pastos mejorados y especies de palmas o árboles en densidades de 4.000 a 40.000 plantas por hectárea. (Murgueitio *et al.*, 2003).

### Figura 10

*Ilustración de un sistema silvopastoril intensivo con combinación de arbustos, pastos, arboles y/o palmas*



**Fuente:** Ganadería Colombiana sostenible (s.f.). Sistemas silvopastoriles.

### Tipo de árboles que se adaptan a la zona

Según un estudio elaborado por Hoyos *et al.* (2019), se determinó que, en los sistemas silvopastoriles del trópico alto, el aliso (*Alnus acuminata*) es un árbol es una especie que predomina y se adapta muy bien a la zona, de este se obtiene madera y además posee características que permiten la restauración ecológica de los suelos.

El botón de oro es una especie arbustiva que tiene muy buen desempeño en el trópico alto gracias a su rusticidad, además presenta valor nutricional y tasa de producción de biomasa en valores altos.

Según Agrosavia (2021) la acacia amarilla (*Acacia melanoxylon R. Br*) es una especie que tiene gran adaptación en esta zona además de ser muy buena en cuanto a la fijación de nitrógeno, también cabe resaltar a que en su producción ofrece forraje, leña y madera.

La palma de cera (*Ceroxylon* sp), esta especie en la zona de sabana centro tiene importantes participaciones ambientales, ya que son un importante atrayente de fauna y mejorador del paisaje, además es usado para construcciones dentro del sistema.

Roble andino (*Quercus humboldtii*), esta especie ofrece al sistema productivo leña fina y madera.

Pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*), dentro del sistema productivo se encarga de ofrecer madera fina a la cual se le pueden obtener diferentes ingresos particulares.

Chilco (*Baccharis latifolia*) esta es una especie que puede servir como planta medicinal además de proveer leña al sistema.

Cedro nogal (*Cedrela montana*) aporta al sistema madera fina y leña

Mano de oso (*Oreopanax floribundum*) tiene gran importancia ambiental ya que participa en la regulación hídrica y conservación.

Tilo (*Sambucus peruviana*) aporta forraje el cual puede ser suministrado al ganado.

Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*) su importancia ambiental radica en la conservación hídrica.

Laurel (*Morella pubescens*) tienen un importante papel en la conservación hídrica, además de ser una fuente de forraje para la alimentación del ganado.

Cedro negro (*Juglans neotropica*) aporta madera fina y madera aserrada, de igual manera son un gran atrayente para la fauna.

Chocho (*Erythrina rubrinervia*) es una importante fuente de forrajes, postes y artesanías, además es gran atrayente de especies polinizadoras.

Cerote (*Hesperomeles obtusifolia*) tiene gran participación atrayendo la fauna y aporta frutos para el sistema, los cuales pueden ser vendidos o suministrados al ganado.



**Figura 11**

*Fotografía de la especie arbustiva Botón de oro*



**Fuente:** Solarte (2013). Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas pastoriles intensivos.

**Tipo de arbustos y plantas pequeñas**

Según un estudio elaborado por Hoyos *et al.* (2019), en el trópico alto predomina el pasto kikuyo casi en un 80% de la superficie de pastoreo, pero se considera que este tipo de monocultivo predispone la aparición de organismos plagas y puede ocasionar la reducción de la calidad de forraje, por lo que se ha propuesto la implementación de variedades como el ryegrass, estas dos asociadas para mejorar las condiciones de la fibra en dieta. Sin embargo, como lo propone este mismo autor, una alternativa más elaborada es la implementación de los sistemas silvopastoriles con la integración de especies de porte bajo como las gramíneas y algunas leguminosas, con especies arbustivas en un estrato medio y especies arbóreas de estrato alto; los cuales han tenido excelentes resultados en la producción animal y conservación de las propiedades físicas y biológicas del suelo.

## Figura 12

### *Pasto kikuyo*



**Fuente:** Pasturas tropicales (2022). Pasto Kikuyo.

### **Pasos para establecer el SSP:**

A la hora de establecer un sistema silvopastoril se deben tener en cuenta, la cantidad de terrenos, el fin productivo, raza de animal que se tiene, disponibilidad de terreno y de presupuesto.

### ***Semilla***

Para sabana centro en cuanto a cerca viva se pueden emplear: stans (Chicalá), *Pittosporum undulatum* (Jazmín del cabo) para temas de alimentación directa del ganado *Sambucus peruviana* (Sauco o Tilo) y *Acacia decurrens* (acacia negra), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Holcus lanatus* (Falsa poa), *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* y por último para la implementación de los árboles dispersos, *acacia decurrens*, *Holcus lanatus* (Falsa poa) y *Trifolium repens*.

(Artunduaga, 2018)

### ***Preparación del terreno***

Se retira la maleza que se encuentra en el terreno, se determina la o las especies que se va a plantar, así mismo se establece el espacio y área que se va a ocupar para siembra de las nuevas especies.

### ***Mantenimiento y poda***

Se realiza el control de plagas en los árboles y arbustos plantados, durante su época de crecimiento es importante suplirlo de abono (sobre todo en los casos donde el suelo ha perdido su fertilidad), en cuanto al tema de la poda, esto depende del productor y de los objetivos que tenga para las especies arbóreas.

### ***Aprovechamiento sostenible***

Según el documento de sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los objetivos de desarrollo sostenible; por la FAO, Los principales beneficios de los sistemas silvopastoriles, cuando se comparan con las pasturas sin árboles son:

Incremento de la producción de forrajes de mayor calidad, lo cual reduce la necesidad de suplementación con fuentes externas (Chará *et al.*, 2017).

Incremento (hasta 4 veces más) de la producción ganadera por ha (Thornton *et al.*, 2010).

Mayor captura de carbono en la biomasa aérea y en el suelo (Nair *et al.*, 2009).

Mejoramiento de las propiedades del suelo, debido al incremento en la absorción de nutrientes de las capas profundas del suelo, mejor disponibilidad de nutrientes de la hojarasca incremento en el aporte de nitrógeno por los árboles fijadores de N<sub>2</sub> (Chará *et al.*, 2017);

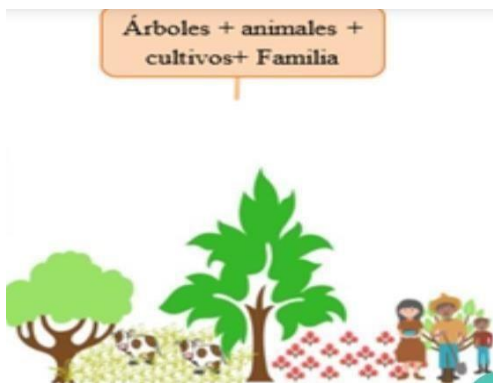
Mejor resiliencia del suelo a la degradación, pérdida de nutrientes y cambio climático (Chará *et al.*, 2017)

Mejor retención de agua y capacidad de infiltración del suelo, lo cual contribuye a la regulación del ciclo hidrológico mediante la reducción de la intensidad de escorrentía (Chará *et al.*, 2017).

Hábitats de mayor biodiversidad y mejor bienestar animal. (Chará *et al.*, 2017).

### Figura 13

*Asociación entre árboles, animales, cultivos y familias (Tipo de sistema silvopastoril)*



**Fuente:** Agrosavia (2021). Avances en investigación en sistemas silvopastoriles en el centro de investigación Obonucu.

### Beneficios de los SSP

Un SSP es un uso que se le da a la tierra con árboles, arbustos, palmas y otros, con el fin de ofrecer una ganadería más amigable con el medio ambiente, sugiere una mejor dieta nutricional para los animales, previene la erosión de suelos y contribuye a la reforestación. Los sistemas silvopastoriles aportan diversos hábitats que conservan la biodiversidad, siendo las comunidades de aves las de mayor presencia (Rozo *et al.*, 2021) por lo cual Williams *et al.* (2020), afirman que estos sistemas constituyen nuevos escenarios o hábitats ante las amenazas del avance del sector agropecuario.

También, autores como Baldassini y Paruelo (2020) reportaron que estos tipos de sistemas reducen la deforestación para proporcionar forraje a los animales y esto trae consigo beneficios como la preservación de bosques, la conservación y protección de plantas, animales y recursos hídricos. Los SSP además promueven las interacciones ecológicas que se manifiestan positivamente a través del incremento en la producción por unidad de área, y su cultivo dentro las fincas que se incrementan o diversifican con actividades derivadas como la venta de madera,

animales, productos de animales y los beneficios en el suelo y bienestar animal. Por lo tanto, estos sistemas pueden ser más productivos, rentables y sostenibles que el cultivo forestal especializado o la producción animal por sí solos (José, 2009).

### ***Protección del Suelo***

Como lo afirma Alonso (2011), los sistemas silvopastoriles promueven un mejor uso del suelo, reduce el uso de insumos externos por la utilización eficiente de los productos orgánicos, además de propiciar el reciclaje continuo de nutrientes y beneficios tales como:

### ***Protección Hídrica***

En cuanto a los efectos que tienen los SSP en la protección hídrica del suelo, un estudio elaborado en Colombia indica que los suelos de un sistema silvopastoril cuenta con menor densidad aparente y menor resistencia a la compactación, siendo así de gran importancia en cuanto a la reversión de la compactación del suelo que se genera por el pisoteo constante del ganado, esto permite también que el suelo tenga mayor conservación del agua y mayor infiltración, lo que hace que el suelo sea húmedo en épocas de sequía y permite que hayan condiciones propias para mantener la producción de forraje para la alimentación del ganado Somarriba (2018).

### ***Materia orgánica***

Los sistemas silvopastoriles gracias a sus árboles y arbustos aportan al sistema una vegetación que es capaz de absorber y transformar la energía solar en biomasa la cual se encarga de brindar una fuente de biota como lo son aquellas hojas y ramas que caen, siendo estas de gran importancia en la conservación de las propiedades y en la producción de nutrientes del suelo, de igual manera se ve elevado el número de microorganismos en el suelo; los cuales se encargan de la descomposición y aprovechamiento de la biomasa, dentro de estos grupos de microorganismos hallados en los sistemas silvopastoriles encontramos: hongos, actinomicetos y micorrizas, que son

una evidencia de que en un sistema de producción se cuenta un suelo sano y en condiciones fértiles (Somarriba, 2018).

### ***Reciclaje de nutrientes***

El reciclaje de los nutrientes se da mayormente por medio de las heces de los animales que caen al suelo, sin embargo, esta no es la única manera, pues por medio de la biomasa que ofrecen los sistemas silvopastoriles permite que exista un rebote de nutrientes de esta, es así como por medio de la descomposición de la biomasa se del reciclaje de los nutrientes. Crespo G (2008), menciona que las hojarascas tienen un importante aporte de N, P y K para el suelo. Así mismo, Crespo (2008) afirma que los sistemas silvopastoriles tienen mejores resultados en cuanto al reciclaje de nutrientes, debido a que cuentan con mayor disponibilidad de material vegetal que retorne al suelo, caso contrario en los sistemas de producción convencionales, quienes cuentan con pasturas sin especies arbóreas, generando que el suelo no tenga oportunidades de generar biomasa suficiente para el reciclaje de los nutrientes.

## Resultados

**Tabla 1**

*Recopilación de datos sobre estudios de arreglos sostenibles aplicados en la zona o lugares con condiciones climáticas similares.*

---

Año	Tipo de documento (artículo, tesis, informe de resultado s etc.)	Nombre del documento	Autores/ Institución	Zona/Región	Características del arreglo
-----	---	----------------------	-------------------------	-------------	-----------------------------

---

---

2021	Artículo científico	Dinámica de la producción de forraje en <i>Sambucus peruviana</i> como arbustiva forrajera en sistemas de producción ganadera del trópico alto colombiano	JC Benavides Cruz; AM Sierra Alarcón, OL Mayorga Mogollón Agrosavia	Microrregión de la Sabana de Bogotá y el Valle de Ubaté y Chiquinquirá.	Arreglo silvopastoril de franjas de pastoreo con sistemas silvopastoriles en alta densidad en setos forrajeros en doble línea conformado por la especie arbustiva forrajera Tilo ( <i>Sambucus peruviana</i> ), sembrados a una distancia de 0.7 m entre arbustos y 2 m entre líneas para una densidad de 1500 arbustos por hectárea. En la línea central se establecieron árboles maderables de Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ), a una distancia de 3 m entre árboles, para una densidad de 150 árboles de esta especie por hectárea; entre franjas de pastoreo se dejó 20 m de distancia donde se encontró como base forrajera el pasto Kikuyo ( <i>Cenchrus clandestinus</i> ).
------	---------------------	---	---	---	---

---



---

2016	Monografía	Importancia de los bancos proteicos en los sistemas de producción de leche.	L., Cárdenas	Trópico alto (Ubaté)	<p>En el trópico alto se ha venido utilizando la Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), como alternativa sostenible para la creación de bancos de proteína. Esta especie es muy importante en la alimentación de los bovinos de producción lechera. Y como lo afirma Muslera y Ratera (1991), citado por Cárdenas L. (2016), la alfalfa se adapta a altitudes comprendidas entre los 700 y 2800 msnm y se adapta a suelos profundos.</p> <p>Además, según Rivas <i>et al.</i> (2005) citado por Cárdenas L. (2016), nos comparte que “la alfalfa es un cultivo que permite aumentar la carga animal, mantener el stock, mejor ganancia de peso y/o rendimiento en la producción individual de la leche”; y tiene otros beneficios como la reducción de los costos, incorpora materia orgánica, recupera la fertilidad del suelo, aumenta la estabilidad de producción y se puede cosechar y conservar como reserva forrajera.</p>
------	------------	---	--------------	----------------------	--

---

---

2017	Trabajo o investigativo o	Diseño de un sistema silvopastoril para la finca el paraíso de la vereda guacamayas, municipio de Gachalá Cundinamarca	J Urrego.; W Beltrán	Gachalá, Cundinamarca	La implementación de un sistema silvopastoril dio inicio incentivados por los bajos niveles de producción del sistema debido a la mala calidad de los forrajes, resultado de problemas con el suelo, ocasionados por la ganadería extensiva la cual está enfocada en la producción de ganado de leche; para ello se empieza la implementación del sistema silvopastoril usando árboles de aliso ( <i>alnus acuminata</i> ) y en cuanto a temas de forraje emplearon especies como: Raygrass Inglés ( <i>Lolium perenne L.</i> ), Raygrass Italiano ( <i>Lolium Multiflorum Lam.I</i> ), Trébol Rojo Gigante ( <i>Trifolium pretense L.</i> ), Trébol Blanco ( <i>Trifolium repens</i> ), como resultado de esta implementación y asociación entre árboles y forraje obtuvieron mejores ganancias en la producción de leche, así como hubieron también mejoras ambientales reflejadas en la calidad del suelo ya que se notó menos erosión en el suelo, así como reducción en la emisión de gases de efecto invernadero debido a que los árboles de asilo ayudan en la captación de estos.
------	------------------------------------	--	-------------------------	--------------------------	---

---



---

---

2021	Trabajo o Investigativo o  Holstein pastoreando en diferentes sistemas del trópico bajo	Comparación n productiva y de calidad en leche de vacas  Holstein pastoreando en diferentes sistemas del trópico bajo	J. Hoyos; J. Angulo; L. Mahecha; H. Houwers; M. Ceron.	Trópico Alto Colombiano	<p>En este estudio sobre los sistemas silvopastoriles con implementación de diferentes especies arbustivas, arbóreas y forrajeras que se adaptan al trópico alto, como la sabana centro; se evaluaron cinco tipos de sistemas SSP en vacas Holstein así:</p> <p>K: Kikuyo (<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.) Morrone) con proceso de renovación.</p> <p>R: (ryegrass (<i>Lolium ssp</i>) con menos de un año de establecido. sspR: sistemas silvopastoriles de ryegrass botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) y aliso (<i>Alnus acuminata</i>) (sspR) con menos de un año de establecido.</p> <p>sspK: sistemas silvopastoriles de kikuyo, botón de oro y aliso. sspRK: sistemas silvopastoriles de ryegrass, kikuyo, botón de oro y aliso, con menos de un año de establecido.</p> <p>Se hizo un estudio dinámico en dos grupos de vacas Holstein donde se pudo determinar que “los sistemas pastoriles conformados por ryegrass. (<i>Lolium ssp.</i>) son superiores en producción de leche a los sistemas conformados por kikuyo (<i>Cenchrus clandestinus</i>) (Hochst. ex Chiov.), aún más si el ryegrass se integran en arreglos silvopastoriles con botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) y alisos (<i>Alnus acuminata</i>)”.</p>
------	---	---	---	-------------------------------	---

---

2016	Trabajo investigativo	Alternativa silvopastoril para trópico alto con base en bancos forrajeros con Dalia ( <i>Dhalia imperialis</i> ) y sauco ( <i>Sambucus nigra</i> ) en el páramo de cruz verde, Ubaque, Cundinamarca,	Javier Roberto Gonzalo Guarín	Paramo de cruz verde, Ubaque, Cundinamarca	<p>En esta zona se estableció un sistema silvopastoril usando la Dalia en asociación con el sauco, los cuales tienen muy buena adaptación al clima, adicional que ofrece muy buenos porcentajes de nutrientes que se le pueden brindar al ganado, en la zona del páramo es muy común encontrar suelos que presentan una gran compactación debido a la agricultura y ganadería convencional, sin embargo, en el área en la que se estableció el SSP se presentó mejor retención de agua y menor DA (Densidad aparente). Se ejecutaron 4 tratamientos de la siguiente forma:</p> <p>Tratamiento testigo: pastura abierta compuesta por: kikuyo (<i>Penisetum clandestinum</i>), Falsa poa (<i>Holcus Lanatus</i>), trébol blanco y rojo (<i>Trofilium repens</i> y <i>Trifolium pratense</i>), rabo de mula (<i>Sporobolus bogotensis</i>), pasto comunista (<i>Poligonum segetum</i>) y lengua de vaca (<i>Rumex crispus</i>), parcela sin árboles.</p> <p>Tratamiento 1: parcela con Dalia sembradas a un (1) m de distancia en “tres bolillos”. Tratamiento 2: parcela con Sauco sembradas a un (1) m de distancia en “tres bolillos”.</p> <p>Tratamiento 3: parcela con Dalia y Sauco sembradas a un (1) m de distancia en “tres bolillos”, en una relación de 50 % cada una.</p> <p>Se implementó el sauco como especie arbustiva y se confirmó su aporte nutricional, dando resultados como: proteína (18.75% y 20.62%),</p>
------	-----------------------	--	-------------------------------	--	--

---

materia seca (14.79% y 14.47%). En cuanto a los valores nutricionales de la dalia se obtuvo lo siguiente proteína (1487 y 2028 kg/PC/ha) y minerales (12,54% y 13,14%).

Ahora bien, al momento de hacer la asociación de estas dos especies se obtuvieron valores nutricionales muy importantes: proteína (23.56% y 23.35%), materia seca (14.63% y 12.95%), a 90 y 120 días respectivamente.

---

---

2019	Trabajo investigativo	Estimación de la captura y almacenamiento de carbono y Producción de forraje de un sistema silvopastoril con <i>Acacia Decurrens</i> y pasto <i>Pennisetum clandestinum</i> en el municipio de Mosquera, Cundinamarca	Carlos Mario Artunduaga, María Alexandra Huertas, Juan Carlos Cerón Yeimy Rodríguez & Jair Bermúdez	Mosquera, Cundinamarca	<p>Para el desarrollo de esta investigación se hicieron tres parcelas de muestreo, cada una de 868.96 m<sup>2</sup>, con un total de 87 árboles por parcela; se midieron 54 árboles de cada parcela, midiendo las siguientes variables:</p> <p>Diámetro a la altura del pecho (DAP), altura de la copa y altura total del árbol (m), para determinar la biomasa en área (KG) y carbono almacenado (tn/ha).</p> <p>Empleando el método alométrico multiespecie de chavé y colaboradores. Como resultado, se obtuvo mayor producción de biomasa forrajera que en un sistema de monocultivo, a pesar de estar en época de sequía, de igual manera se evidenciaron mayores niveles de captura de carbono que en los monocultivos arrojando los siguientes resultados (95 t/ha/año en SSP vs 68 t/ha/año en monocultivos). En cuanto a aspectos nutricionales los forrajes asociados a este sistema silvopastoril presentaron muy buenos niveles, lo cual indica la viabilidad para alimento de ganado en esta zona</p>
------	-----------------------	---	---	------------------------	--

---

---

2022	Artículo científico	Economía del carbono: Contabilidad de CO2 en cercas vivas de sistemas productivos lecheros altoandinos de Colombia	Diego Abril Herrera, Jairo Mora Delgado y Gloria Lucía Martínez Restrepo	Guatavita, Cundinamarca	<p>Para la investigación tomaron 4 sistemas productivos de ganadería de leche. En el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta las siguientes variables: Biomasa forestal, carbono almacenado en la biomasa, estimación de DAP, lo cual arrojó la siguiente serie de resultados:</p> <p>DAP: 3,34 Cm lo cual permitió que se pudiera estimar la biomasa forestal siendo esta de 3,46 kg y el carbono almacenado fue de 1,73 kg, con datos mucho más elevados que los datos encontrados en las revisiones bibliográficas respecto a otros sistemas de producción. La investigación ayudo a identificar la importancia que tiene la especie <i>Alnus acuminata</i> en cuanto a la fijación de carbono, reduciendo los GEI.</p>
------	---------------------	--	--	-------------------------	---

---

---

2012	Artículo científico	Balace de gases efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena <i>Leucocephala</i> en Colombia	Juan Fernando Naranjo, Cesar Augusto Cuartas, Enrique Murgueito, Julián Chara y Rolando Barahona	Universidad de Antioquia, Medellín y Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín	<p>Para esta investigación se tomaron sistemas productivos con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Pasturas degradadas (PD)</li> <li>● Pasturas mejoradas (PM)</li> <li>● Sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi)</li> <li>● Sistemas silvopastoriles intensivos + maderables</li> </ul> <p>Se tuvieron en cuenta las siguientes variables: Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) y Dióxido de carbono. Resultados: Esta investigación demostró que los SSPi y los SSPi maderables tienen una importante participación en la mitigación del cambio climático, ya que cuentan con especies que participa de manera activa en la remoción de los gases de efecto invernadero, además se pudo demostrar y corroborar que las pasturas degradadas y las mejoras son quienes más producen GEI.</p>
------	---------------------	--	--	--	--

---



---

2015	Artículo científico	Características, manejo, usos y beneficios del Sauco ( <i>Sambucus nigra L.</i> ) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del trópico alto.	B. Grajales; M. Botero; J. Ramírez	Trópico alto colombiano	Según resultados del estudio se pudo determinar que, desde un punto de vista económico, la incorporación de forraje arbóreo <i>S. nigra</i> en las dietas puede llegar a reemplazar hasta un 20% de la proteína lo que permite un ahorro económico. Además, en sistemas silvopastoriles, se tiene el Saúco como especie multipropósito, el cual por sus propiedades permite ser implementado bajo diferentes herramientas de manejo del paisaje y proporciona forraje de buena calidad, mejora las condiciones de la leche, aporta en la protección de los recursos y en general ofrece diversidad de subproductos que pueden ser aprovechados con diferentes fines.
------	---------------------	--	------------------------------------	-------------------------	--

---

---

2019	Artículo científico	Evaluación de estratos arbóreos y arbustivos en un sistema silvopastoril en el trópico altoandino colombiano	L. Escobar; C. Guatusmal; D. Meneses; J. Cardona; E. Castro	Universidad de Costa Rica	Se desarrolló un diseño de bloques al azar, donde interactuaron especies arbóreas/arbustivas diferenciadas por su hábito de crecimiento (estrato alto: <i>Cedrela montana</i> , <i>Quercus humboldtii</i> , <i>Ficus andicola</i> ; estrato medio: <i>Salix babylonica</i> , <i>Alnus acuminata</i> , <i>Smilax pyramidalis</i> ; estrato bajo: <i>Morella pubescens</i> y <i>Sambucus nigra</i> ) y altitud (2750, 2770 y 2800). Y se pudo evidenciar que estas poseen un gran potencial para ser aplicadas en los sistemas silvopastoriles de manera asociada.
------	---------------------	--	---	---------------------------	--

---

---

2020	Artículo científico	Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas Holstein suplementadas con ensilaje Botón de oro (Tithonia diversifolia) o ensilaje de maíz	Angulo J., Cobo A., Posada A. y Mahecha L.	Antioquia	<p>Se realizó una investigación en la que se busca identificar la producción y calidad de la leche en vacas Holstein empleando dos dietas, una con ensilaje de Botón de Oro (EBO) y ensilaje de Maíz comercial (EMA), analizando las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Consumo de materia seca total</li> <li>● Producción y calidad de la leche</li> <li>● Análisis económico</li> </ul> <p>Resultados: En la investigación se pudo identificar que, si bien en el consumo de materia no se notaron grandes diferencias, en cuanto a la cantidad de leche producida si se vieron cifras significativas que indican que la suplementación con botón de oro es mucho más eficiente, de igual manera se notó que hay un mayor rendimiento económico con esta misma especie. Es por ello por lo que el ensilaje de botón de oro es mucho más eficiente, en cuanto rendimiento económico y productivo que el ensilaje de maíz comercial.</p>
------	---------------------	--	--	-----------	---

---

---

2012	Artículo científico	Caracterización fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelo en Caquetá, Colombia	Bertha Ramírez., Lavallo P., Orjuela J. y Villanueva	Caquetá, Colombia	Se determinaron tres grupos, el primero de ellos era de ganadería tradicional, el segundo grupo son los silvopastoriles y por último tenemos los agroforestales. Se logró identificar que en los sistemas tradicionales presentan pérdida de biodiversidad de la materia orgánica de los suelos, pérdida en los porcentajes de infiltración del agua, más del 70% de la fauna del suelo pérdida suelos más compactos, ácidos y gran cantidad de aluminio siendo muy tóxico.
------	---------------------	---	--	-------------------	---

---

---

2022	Artículo científico	Retorno potencial de nutrientes vía hojarasca foliar en sistemas silvopastoriles en el norte de Colombia	Martínez J., Osorio N., León J., Cajas Y. y Berrío E.	Norte de Colombia	<p>La investigación se llevó a cabo en un área de sistemas silvopastoriles, donde se tomaron 3 de estos sistemas denominados: SSP1, SSP2 y SSP3, se usó un diseño de bloques al azar tres repeticiones, analizando las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción de hojarasca foliar</li> <li>● Retorno de nutrientes vía foliar</li> </ul> <p>La investigación demostró que los sistemas silvopastoriles tienen un mejor retorno de los nutrientes (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Carbono) y una alta producción de hojarasca respecto a la pastura control que son pasturas tradicionales. Donde la especie A Samán presentó un aporte de hojarasca foliar del 49% de la hojarasca analizada, además de ser la más activa en el proceso de nutrientes como carbono, nitrógeno y fósforo.</p>
------	---------------------	--	---	-------------------	--

---

---

2021	Artículo científico	Efecto del componente arbóreo sobre la dinámica de crecimiento y calidad nutricional de una pradera mixta en el trópico alto.	Navas A.; Aragón L.; Triana J.	Sopó (Cundinamarca)	Se desarrolló una investigación de 9 meses donde se evaluó una pradera mixta de <i>C.clandestinum</i> y <i>L. perenne</i> , en un sistema silvopastoril de pastos en callejones con <i>A. melanoxylum</i> y se pudo determinar que las interacciones que se presentan bajo la cobertura arbórea contribuyen a mejorar el suelo y la calidad nutricional del forraje, principalmente la proteína cruda, sin afectar negativamente la producción de biomasa comestible. El establecimiento de <i>A. melanoxylum</i> en arreglos silvopastoriles es una alternativa al pastoreo de monocultivos de gramíneas, las cuales son más vulnerables a condiciones climáticas extremas.
------	---------------------	---	--------------------------------	---------------------	--

---

---

2020	Artículo científico	Efecto de las prácticas agroecológicas sobre características del suelo en un sistema de lechería especialidad del trópico alto colombiano	Escobar M.; Navas A.; Medina C.; Corrales J.; Tenjo A.; Borrás L.	Cerínza, Boyacá (altura 2.725m .s.n.m )	Se desarrolló un estudio en un sistema de producción de lechería especializada con animales de raza Holstein con pastoreo rotacional en praderas donde predomina el kikuyo ( <i>Cenchrus clandestinum</i> ). Los potreros presentan 35% de cobertura arbórea, en arreglo de cercas vivas y árboles dispersos, con aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ) principalmente. Se pudo determinar que la implementación de prácticas agroecológicas en los sistemas ganaderos como el cambio de ivermectinas por otros principios activos, rotación de animales en pastoreo y establecimiento de sistemas silvopastoriles, contribuyen en el desarrollo de los sistemas ganaderos sostenibles.
------	---------------------	---	---	---	--

---

---

2023	Trabajo Investigativo	Uso potencial de sistemas silvopastoriles en ganadería bovina: Efecto nutricional y ambiental en trópico alto colombiano	Rincón B.; Murcia S.; Cortes J.	Trópico alto colombiano	Se realizó un estudio por medio de búsqueda de información de carácter científico donde se pudo determinar que las especies forrajeras más eficientes productivamente (FV/Arbusto) son el saúco negro y el botón de oro, contrario al aliso y acacia con reportes reducidos en zonas frías. La especie forrajera más importante en beneficio del bienestar animal es el aliso, dado el aprovechamiento que genera en las partes más altas de Colombia, no solo en suelos sino animales.
------	--------------------------	--	---------------------------------	-------------------------	---

---



---

2023	Artículo	Uso potencial de dos cultivos forrajeros herbáceos ( <i>Axonopus catarinensis</i> y <i>Smallanthus sonchifolius</i> ) en sistemas silvopastoriles del trópico alto colombiano	Lopera J.; Angulo J.; Murgueitio E.; Mahecha L.	Altiplano tropical de Colombia.	Se hizo un estudio con recolección y análisis de información de las especies forrajeras <i>A. catarinensis</i> y <i>S. sonchifolius</i> de las cuales se pudo determinar según experiencias de algunos productores, que estas especies quizás pueden mejorar la producción y calidad de la leche, además de contribuir a la generación de productos lácteos con atributos funcionales beneficiosos en la salud humana y en la economía familiar, es decir que tienen potencial para ser incluidos en los sistemas silvopastoriles para la producción lechera en el trópico alto Colombiano.
------	----------	---	---	---------------------------------	---

---

---

2021	Artículo científico	Producción y calidad del forraje de <i>Sambucus nigra</i> en cercas vivas, trópico alto	Navas A.; Hernández J.; Velásquez J	Municipio de Paipa, Boyacá, Colombia (2486 m.s.n.m.)	En la finca San Joaquín dedicada a la lechería especializada se establece un arreglo silvopastoril con cercas vivas de Sauco. ( <i>sambucus nigra</i> ). Donde se pudo observar que estas generaron una alta producción de biomasa comestible por km al año y presentaron una buena calidad nutricional. Y se concluyó que este sistema silvopastoril puede contribuir a la reducción de la estacionalidad de producción de forraje en los sistemas ganaderos del trópico alto, además de reducir la necesidad de consumos externos para la suplementación de los animales.
------	---------------------	---	-------------------------------------	--	---

---

---

2017	Mono grafía ía	La acacia negra ( <i>acacia decurrens</i> ) como alternativa forrajera en el trópico alto andino colombiano	J. Pineda UNAD	Trópico alto Andino Colomb iano (Cundi namarc a), y especial mente en el altiplan o de la Sabana de Bogotá y parte del altiplan o Cundib oyacens ense	Se realizó una revisión literaria de investigaciones acerca de la <i>Acacia decurrens</i> como alternativa forrajera de animales rumiantes en el trópico alto andino de la cual se pudo determinar que con el establecimiento de esta especie se mejora la calidad del suelo y la pradera y puede tener potencial para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en clima frío.
------	----------------------	---	-------------------	---	---

---



---

---

2014	Artículo científico	Potencial forrajero de <i>Tithonia diversifolia</i> Helms. A Grey en la producción de vacas lecheras	Gallego L; Mahecha L.; Angulo J.	Trópico alto colombiano	Se hizo una búsqueda y análisis del uso potencial de la <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray (botón de oro) en la alimentación de vacas lecheras en el trópico alto colombiano. Y se logró determinar que la T. diversifolia es una buena alternativa para mejorar las condiciones de manejo en los sistemas de lechería de trópico alto en Colombia ya que puede optimizar la producción de leche y su calidad; además fue evidente entonces que, con el uso de forrajeras arbustivas, y especialmente con el botón de oro, se pueden mejorar en forma económica y ecológica los parámetros de producción animal.
------	---------------------	--	----------------------------------	-------------------------	---

---

**Tabla 2**

*Correlación de la situación actual de la ganadería, con una ganadería sostenible de acuerdo con el planeamiento del problema*

Parámetro	Ganadería tradicional (situación actual)	Ganadería sostenible	Características
Productividad lechera	En Colombia la productividad de leche es baja con relación a otros países. 3,5 L	Se incrementan los niveles de productividad de leche 9L	En un estudio realizado por Oñate K. en el año 2016, sobre una evaluación comparativa de un sistema de producción convencional con un sistema de producción sostenible; se determinó que en la producción de leche vaca/día se existe un mejor comportamiento en el SSP, registrando aumentos del 61% en la producción de leche, al pasar de producir 3.5 L vaca/día en ganadería convencional a 9 L vaca/día en SSP.
Número de animales por hectárea	2 UA/h	4 UA/h	En el estudio comparativo de Oñate 2016, se demostró que la carga disminuye en la ganadería convencional a razón de la falta de alimento, se utilizan cargas de 2 UA/h a

			diferencia de los SSP donde se usan cargas de 4 UA/ha debido a la mayor oferta forrajera.
Huella ambiental	Produce un alta huella ambiental.	Se facilita la captación de carbono	En un estudio realizado por investigadores del Departamento de Producción Animal de la UN en Medellín. "Encontramos que hay una reducción de aproximadamente el 30% en la emisión de gas metano por cada kilogramo de dieta fermentada que consume el animal. Además, también se duplica la producción del ganado y se reduce el uso de fertilizantes nitrogenados de síntesis química, lo que hace más sustentable el ejercicio de la ganadería en el país" Afirmó Ronaldo Barahona, docente de la Universidad Nacional.
Suelos	Deteriorados	Mejorados	Gracias a que el suelo contiene materia orgánica y a las condiciones climáticas generadas por los árboles, la acción biológica de la fauna se ve favorecida, trayendo

---

			como consecuencia un incremento en la mineralización y el nitrógeno disponible en el suelo. Así mismo, cabe mencionar que la incorporación de materia orgánica al suelo se da de manera progresiva mediante la actividad de la Endo fauna y ayuda a renovar la estabilidad del suelo y la disposición de infiltración del agua. (Arciniegas <i>et al.</i> , 2018)
Aspecto socioeconómico	Limitada calidad de vida, menor ocupación y generación de empleo.	Aumento de consumo de proteína con mayor valor nutricional en la familia, mayor rentabilidad y generación de empleo.	En el libro determinación de huellas ambientales, prácticas y estrategias integradas de manejo en sistemas ganaderos del trópico alto, realizado Páez <i>et al.</i> (2021) de la UNAD, se observó que la mayoría de los sistema practicas ganaderas (BPG) o su aplicación es mínima, por lo que los beneficios sociales, ambientales y económicos que se generan son escasos; algunos de los beneficios sociales que se pueden potenciar incluyen, un mejor

---

---

aprovechamiento del uso del suelo, mejorando el estatus de las familias campesinas, la producción de leche para autoconsumo y la generación de empleo. “Los sistemas de producción animal tienen importantes valores sociales y económicos para el bienestar y subsistencia de las poblaciones rurales, entre los que se destacan: el suministro de alimento, la productividad del uso del suelo, el arraigo cultural, y ser fuente de ingresos y de empleo; valores que resultan especialmente relevantes cuando la ganadería es predominantemente familiar, contribuyendo a la nutrición familiar y aportando proteína animal. A medida que aumenta el ingreso familiar, aumenta el consumo de proteínas, principalmente de origen animal. (Vanegas *et al.*, 2016)

---



### **Análisis y discusión de resultados**

Teniendo en cuenta los resultados de los estudios evaluados, se determinó que existen especies arbóreas y forrajeras predominantes en el trópico alto colombiano y que son potenciales para contribuir a una ganadería sostenible en la región sabana centro de Bogotá.

Dentro de las especies arbóreas y arbustivas se destacan: Sauco, botón de oro, aliso, acacia y leucaena; cabe resaltar que según Rincón *et al.* (2023), las especies Sauco y Botón de oro, presentan un mayor rendimiento en biomasa y producción de leche; sin embargo es importante valorar las especies arbóreas como Leucaena y Acacias, las cuales además de ser una gran fuente de proteína por pertenecer a la familia *Fabaceae*, aportan nitrógeno atmosférico que contribuye en la conservación y recuperación de suelos (Sotelo *et al.*, 2017), siendo esto último sumamente relevante para la ganadería sostenible. Además, Acacia y Leucaena pueden ser de gran importancia brindando sombra para el mantenimiento de ganado, lo cual mejora la producción de leche entre un 15 - 20%, sin olvidar otros beneficios como el aprovechamiento de madera para postes y leña (Ibrahim *et al.*, 2007)

En cuanto a forrajes se destacan especies como kikuyo, alfalfa, trébol rojo, trébol blanco y ryegrass que predominan en el trópico alto colombiano por su adaptabilidad y buenos resultados en niveles de producción y nutrición animal. No obstante, el establecimiento de estos forrajes como monocultivo no está contemplado en el concepto de ganadería sostenible, por lo cual se plantean arreglos de policultivo que incorporen tanto especies gramíneas como el kikuyo y ryegrass y otras leguminosas como alfalfa y trébol. Fernández- Domingues *et al.* (2020), relacionan la implementación de policultivos en ganadería sostenible con la salud biológica de los suelos, siendo entonces beneficioso el uso de pasturas, asociadas con leguminosas forrajera en el

establecimiento de microorganismos como *Azospirillum Spp.* que mejoran la fertilidad de los suelos y por ende la capacidad de carga animal por hectárea.

Por otra parte, en la correlación de parámetros productivos y económicos, se resalta un aspecto de gran relevancia para la zona sabana centro como lo es la productividad lechera en la cual se pretende tener un mejor rendimiento a un menor costo. Se considera que existe un mejor desempeño en producción de leche por vaca/día con prácticas sostenibles a diferencia de la ganadería tradicional. Sin embargo, no solo se debe buscar conseguir incremento en la cantidad de litros de leche, sino que también se debe tener presente la calidad y composición que esta tiene ya que haciendo un correcto balance de la dieta se logra mayor productividad de lactosa, grasa y proteína y además la hace más apetecida por la industria dedicada al procesamiento de alimentos derivados Hoyos *et al.* (2021).

Otro parámetro que favorece a la ganadería sostenible es el número de animales que se pueden incrementar por hectárea, ya que al brindar una mayor oferta forrajera se puede aumentar la carga animal en los potreros para un mejor aprovechamiento de la tierra y los recursos naturales, que además de ser rentable para los productores permite cumplir con la demanda de alimentos que aumenta cada día por el crecimiento global y así mismo poder garantizar la seguridad alimentaria FAO (2008).

Desde un punto de vista estratégico resulta más fácil evitar el deterioro del suelo con un buen manejo, que enfrentar una recuperación de estos con procesos más largos y costosos que a futuro pueden traer consecuencias negativas tanto a nivel económico como ambiental (Serna 2007). Lo que a su vez se asocia con la Huella ambiental, ya que la implementación de buenas prácticas ganaderas, de bancos de proteína, cercas vivas, árboles dispersos y demás actividades sostenibles, mitigan el cambio climático no solo favoreciendo la captación de CO<sub>2</sub>, sino a través

de la recuperación de ecosistemas, la nutrición balanceada que hace que se generen menos gases de efecto invernadero de las producciones bovinas, representando entonces más de un beneficio ambiental para la comunidad y el mundo en general. (Botero, 2018)

## Conclusiones

De acuerdo con la información recopilada se pudo identificar que los términos relacionados con sostenibilidad, aplicada a la producción animal se han nombrado con mayor frecuencia aproximadamente en los últimos 20 años a nivel mundial, sin embargo, en el país y las zonas específicas donde la ganadería es la actividad más representativa no existen suficientes estudios e información que permitan a la comunidad hacer un mejor uso y aprovechamiento de recursos naturales.

Tal como sucede en la región Sabana Centro, donde encontramos dos de las empresas más representativas del país y sin embargo la información sobre la ganadería, la producción de leche, y la implementación de prácticas sostenibles es muy limitada.

En los últimos años se han realizado algunos estudios con alternativas sostenibles para la producción ganadera, como lo son la implementación de las buenas prácticas ganaderas asociadas con los diferentes sistemas silvopastoriles donde se incluyen especies arbóreas, arbustivas y forrajeras para obtener beneficios económicos y ambientales, sin embargo, en la región sabana centro se debe profundizar en estas alternativas teniendo en cuenta que es una zona con un excelente potencial para producción, recuperación de suelos, aprovechamiento de tierras y desarrollo rural teniendo en cuenta su ubicación, la lechería especializada, los potreros amplios, y las empresas representativas como Alquería SA y Colanta que se valen de esta región para representar al país con sus derivados lácteos.

La región sabana centro produce leche bajo prácticas de ganadería tradicional y al comparar esta, con una ganadería sostenible se puede afirmar que esta información brinda a la comunidad bases para implementar algunas estrategias que permitan tener un buen desarrollo de la

actividad pecuaria bajo pequeños cambios de poco costo pero que potencializarían los resultados productivos y ambientales con una buena relación costo-beneficio.

La raza Holstein tiene cuenta con características físicas y fisiológicas que la hacen hay que destacar en la producción de leche, además es una raza que se adapta muy bien a las condiciones de la sabana centro, por lo que es importante contar con un excelente plan de alimentación, donde se incluyen plantas que suplementen y contribuyan a mejorar aspectos productivos, además de brindar un buen manejo que permita potencializar sus características para obtener mejores resultados en la zona y que a su vez hagan parte de una ganadería sostenible.

## Bibliografía

- Abril, D., Mora, J., & Martínez, G. (2022). Economía del carbono: Contabilidad de CO<sub>2</sub> en cercas vivas de sistemas productivos lecheros altoandinos de Colombia. Universidad del Tolima. <https://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/3011>
- Agrosavia. (2021). Avances en investigación en sistemas silvopastoriles en el centro de investigación Obonucu [Ilustración]. Agrosiva. <https://www.agrosavia.co/noticias/avanceseninvestigaci%C3%B3n-en-sistemassilvopastoriles-en-el-centro-de-investigaci%C3%B3n-obonuco>
- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 45(2), 107-115. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>
- Alquería S.A. (2018). Ganadería sostenible para un mejor mañana. Alquería. <https://www.alqueria.com.co/sostenibilidad/ganaderia-sostenible-y-regenerativa>
- Angulo J., Cobo A., Posada A. y Mahecha L. (2020). Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas Holstein suplementadas con ensilaje Botón de oro (Tithonia diversifolia) o ensilaje de maíz. Universidad del Cauca, 20 (1). <https://edspebscohostcom.bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=dc4ae57c-f1d3-4930-83c8-9aafdac450dc%40redis>
- Arciniegas, S., & Flórez, D. (2018). Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería. Vol. 15 No 2, pp. 107-116. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560064389006/html/>
- Aria J., Lombo D., Caballero A., Rivera M. & Burbano E. (2021). Caracterización y diversidad de árboles dispersos en pasturas de un paisaje de bosque seco tropical en el Caribe

colombiano. pp. 2-9.

[https://www.researchgate.net/profile/JaimeAriasRojas/publication/352910225\\_Caracterizacion\\_y\\_diversidad\\_de\\_arboles\\_dispersos\\_en\\_pasturas\\_de\\_un\\_paisaje\\_de\\_bosque\\_seco\\_tropical\\_en\\_el\\_Caribe-Colombiano/links/60df6e3b299bf1ea9eda5d6f/Caracterizacion-y-diversidad-dearbolesdispersos-en-pasturas-deun-paisaje-de-bosque-seco-tropical-en-el-Caribe-Colombiano.pdf](https://www.researchgate.net/profile/JaimeAriasRojas/publication/352910225_Caracterizacion_y_diversidad_de_arboles_dispersos_en_pasturas_de_un_paisaje_de_bosque_seco_tropical_en_el_Caribe-Colombiano/links/60df6e3b299bf1ea9eda5d6f/Caracterizacion-y-diversidad-dearbolesdispersos-en-pasturas-deun-paisaje-de-bosque-seco-tropical-en-el-Caribe-Colombiano.pdf)

Artunduaga, C. (2018). Implementación de dos sistemas silvopastoriles didácticos en el Centro de Biotecnología Agropecuaria de Mosquera. *Revista Siembra CBA*, Vol. 1, pp. 68-79.

<https://as-aeu-ecp-dev-sbn.azurewebsites.net/media/pp1ftbpt/2589-texto-delart%C3%ADculo-10644-1-10-20191226.pdf>

Baldassini, P., & Paruelo, J. M. (2020). Sistemas agrícolas y silvopastoriles en el Chaco Semiárido. Impacto sobre la productividad primaria. *Ecología Austral*, 30(1), 45-62.

<https://doi.org/10.25260/EA.20.30.1.0.961>

Botero, J. (2018). Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de carbono.

FAO. <https://www.fao.org/3/Y4435S/y4435s07.htm>

Bueno, G., & Guillermo, A. (2012). Sistemas silvopastoriles, arreglos y usos. *Revista Sistema Productivo Agroecol*, Vol. 3.

<https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/604/659>

Cárdenas, L. (2016). Importancia de los bancos proteicos en los sistemas de producción de leche. Universidad de Cundinamarca. [En línea].

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/309/IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20BANCOS%20PROTEICOS%20EN%20LOS%20SISTEMAS%20DE%20PRODUCCION%20DE%20LECHE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cardona A. (2019). Qué es la erosión del suelo: causas y consecuencias. Obtenido de ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-erosion-del-suelo-causas-y-consecuencias-1500.html>
- Castro, J., & Esteves, D. (2021). Caracterización espacial de arreglos agroforestales en cuatro paisajes agrícolas del trópico alto, Cundinamarca – Colombia. [Trabajo de investigación, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA].  
Repository.udca.edu.<https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4326/Castrotrabajof.pdf?sequence=1>
- Chará, J., Rivera, J., Barahona, R., Murgueitio, E., Deblitz, C., Reyes, E., Martins, R., Molina, J., Flores, M., & Zuluaga, A. (2017). Intensive silvopastoral systems: economics and contribution to climate change mitigation and public policies. En F. Montagnini (Ed.), *Integrating landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty* (pp. 395-416).
- Colpos. (2010). Desarrollo rural sustentable. Línea prioritaria de investigación (pp. 1-3).  
[https://www.colpos.mx/wb\\_pdf/Investigacion/LPI/lpi-10/PE%20LPI%2010.pdf](https://www.colpos.mx/wb_pdf/Investigacion/LPI/lpi-10/PE%20LPI%2010.pdf)
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Vol. 42, pp. 329-335. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015490001.pdf>
- Escobar L., Guatusmal C., Moreno D. & Castro E. (2022). Sistemas silvopastoriles: Alternativa sostenible (pp. 14-19).  
[https://www.researchgate.net/profile/DianaMorenoVargas/publication/363888317\\_Sistemas\\_silvopastoriles\\_alternativa\\_sostenible\\_para\\_las\\_fincas\\_de\\_tropico\\_altoandino/links/6333](https://www.researchgate.net/profile/DianaMorenoVargas/publication/363888317_Sistemas_silvopastoriles_alternativa_sostenible_para_las_fincas_de_tropico_altoandino/links/6333)



ae2a5f6370520d0147e3/Sistemas-silvopastoriles-alternativa-sostenible-para-las-fincas-de-tropico-altoandino.pdf

Gallego L.; Mahecha L.; Angulo J. (2014) Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Grey en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*. Vol.25 No 2

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212014000200017](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212014000200017)

Gallo, W., & Sanabria, A. (s.f). Evaluación del impacto ambiental y la ganadería extensiva en Colombia. Universidad Externado.

<https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/0e08b404-c874-4031-a755-5b0d1c168d7c/content>

Ganadería (2017). Holstein. Ganadería.com. <https://definicion.de/efecto-invernadero/>

Ganadería Colombiana sostenible (s.f.) Sistemas silvopastoriles [Ilustración].

<http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/index.php/sistemas-silvopastoriles/>

Garzón, D. (2018). REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL EFECTO DE LA CLASIFICACIÓN LINEAL LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS DE LA RAZA HOLSTEIN-COLOMBIA. Universidad de Cundinamarca.

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1819/MONOGRAFIA%20DIEGO%20GARZON%20TEQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzales, J. (2016). Alternativa silvopastoril para trópico alto con base en bancos forrajeros con dalia (*Dahlia Imperialis*) y sauco (*Sambucus Nigra*) en el páramo de Cruz Verde, Ubaque, Cundinamarca, Colombia.

<https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/547/Tesis%20dalia%20final%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Grajales B.; Botero M.; Ramírez J. (2015) Características, manejo, usos y beneficios del saúco (*Sambucus nigra* L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto. revista De Investigación Agraria Y Ambiental, 6(1), 155-168  
<https://doi.org/10.22490/21456453.1271>
- Gutiérrez L, Rodríguez T, Martínez G, Aguirre C. y Sanches A. (2012). Banco de proteína para rumiantes en el semiárido mexicano. Vol. 47, pp. 10-21.  
<http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/bancpro.pdf>
- Herrera, D., Delgado, J., & Martínez, J. (2022). Economía del carbono: contabilidad de CO2 en cercas vivas de sistemas productivos lecheros altoandinos de Colombia. Revista Agroforestería. <https://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/3011/2446>
- Herogra (2022). La compactación del suelo: qué es, efectos y cómo prevenirla. Herogrespeciales. <https://herograespeciales.com/la-compactacion-del-suelo-que-es-efectos-y-comoprevenirla-2/>
- Hoyos J.; Angulo J.; Mahecha L.; Willem H.; Cerón M. (2019). Comparación productiva y de calidad en leche de vacas Holstein pastoreando en diferentes sistemas del trópico alto. Revista UNAL Acta Agronómica, Vol. 70, No 1.  
[https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/80801/82039](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/80801/82039)
- Iagua (2023). ¿Qué es el efecto invernadero? <https://www.iagua.es/respuestas/que-esefectoinvernadero>
- Ibrahim, M., Villanueva, M., & Casasola, F. (2007). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. Pastos y Forrajes, Volumen 15.  
<http://www.bioline.org.br/pdf?la07035>

- Jaramillo A.; Mendoza J.; Sánchez D. (2017). Desarrollo regional y análisis del sector lácteo en la sabana de Bogotá. Un estudio de caso para Alpina S.A. y alquería en el periodo de 2010-2015. U. La Salle.  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1838&context=economia>
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforest Syst*, 76(1), 1–10
- Lam, F. (2016). Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles. Biopasos.  
<https://www.biopasos.com/documentos/086.pdf>
- Lopera, J., Angulo, J., Murgueitio, E., & Mahecha, L. (2023). Uso potencial de dos forrajeras herbáceas (*Axonopus catarinensis* y *Smallanthus sonchifolius*) en los sistemas silvopastoriles del trópico alto colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 34 (3).  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/52873>
- Martínez, A. (2021). Definición de ganadería. <https://conceptodefinicion.de/ganaderia/>
- Martínez J., Osorio N., León J., Caja Y, Contreras J. y Berrio E. (2022). Retorno potencial de nutrientes vía hojarasca foliar en sistemas silvopastoriles en el Norte de Colombia. *Agronomía Costarricense*, 47(1). <https://doi.org/10.15517/rac.v47i1.53946>
- Mercado, M., Gonzales, V., Rodriguez, D., Carrascal, A. (2013). Perfil sanitario Nacional de leche cruda para consumo humano directo. Ministerio de Salud y Protección Social/FAO.  
<https://bit.ly/2F1CD2m>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). Proyecto ganadería sostenible. GOV.CO.  
<https://accionclimatica.minambiente.gov.co/proyecto-ganaderia-sostenible/>

- Mantagniti, F. (1992). Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para estudios tropicales. [Ilustración]. Sistemas agroforestales.  
<https://hopelchen.tecnm.mx>
- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. 15(10). Recuperado de <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd15/10/murg1510.htm>
- Nair, P., Kumar, B., & Nair, V. (2009). La agroforestería como estrategia para el secuestro de carbono. Revista de Nutrición Vegetal y Ciencia del Suelo.  
[https://www.researchgate.net/publication/229921719\\_Agroforestry\\_as\\_a\\_strategy\\_for\\_carbon\\_sequestration](https://www.researchgate.net/publication/229921719_Agroforestry_as_a_strategy_for_carbon_sequestration)
- Naranjo J., Cuartas C., Murgueitio E., Chara J. y Barahona R. (2012). Balance de gases de efecto invernadero en sistemas intensivos con *Leucaena Leucocephala* en Colombia.  
<https://lrrd.cipav.org.co/lrrd24/8/nara24150.htm>
- Navarrete, G. (2022). Sistema agroforestal implementado en Cerro Tecana con el proyecto Suma un Bosque: árboles nativos, maíz y frijol. [Ilustración].  
<https://stewards.globallandscapesforum.org/es/bosque/3765/sistemas-agroforestalescomoherramienta-para-la-restauracion-de-bosques-en-cerro-tecana-santa-ana/>
- Navas, A., Aragón, L., & Triana, J. (2020). Efecto del componente arbóreo sobre la dinámica de crecimiento y calidad nutricional de una pradera mixta en el trópico alto. Revista de Medicina Veterinaria, V1, Número 41.  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1379&context=mv>
- Navas, A., Hernández, J., & Velásquez, J. (2021). Producción y calidad de forraje de *Sambucus nigra* en cercas vivas, trópico alto colombiano. Agronomía Mesoamericana, Vol. 32, No 2, pp. 523-537. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v32n2/2215-3608-am-32-02-00523.pdf>

Oñate, K. (2016). Evaluación comparativa de un sistema silvopastoril implementado en la finca Rancho Alegre del municipio de San Diego (departamento del Cesar) con un sistema de producción convencional, para evaluar la producción de carne y leche en vacas de la raza cebú. UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13881/1065629976.pdf?sequence=1>

Páez E.; Puerto J.; Fonseca J.; Corredor E. (2021). Determinación de huellas ambientales, prácticas y estrategias integradas de manejo en sistemas ganaderos de trópico alto. UNAD.

<https://libros.unad.edu.co/index.php/selloeditorial/catalog/book/859789586517973>

Palomino, P., Jiménez, H., & Naranjo, J. (2018). Implementación de buenas prácticas Ganaderas: principios básicos. Editorial CES.

<https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/3585/Implementaci%F3n-de-Buenas-Pr%E1cticas-Ganaderas-principios-b%E1sicos.pdf?sequence=1>

Pasturas Tropicales (2022). Pasto Kikuyo. [Fotografía]. Pasturas Tropicales los especialistas en pastos. <https://pasturastropicales.com/pasto-kikuyo/efecto>

Pineda, J. (2022). Industria láctea. Encolombia.

<https://encolombia.com/economia/agroindustria/industria-lactea/>

Pérez, P., & Merino, M. (2010). Definición de impacto ambiental. Significado y concepto.

<https://definicion.de/efecto-invernadero/>

Ramírez B., Lavelle P., Orjuela J. y Villanueva O. (2012). Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo en los suelos del Caquetá Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Vol. 25, No 3.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902012000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902012000300006&script=sci_arttext)

Rincón, B., Murcia, S., & Cortes, J. (2023). Uso potencial de sistemas silvopastoriles en Ganadería Bovina: efecto nutricional y ambiental en trópico alto colombiano.

Universidad de Cundinamarca. Versión 6.

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/5024/USO%20POTENCIAL%20DE%20SISTEMAS%20SILVOPASTORILES%20EN%20GANADERIA%20BOVINA%20EFECTO%20NUTRICIONAL%20Y%20AMBIENTAL%20EN%20T>

Rivera J., Isabel M., Julián C., Enrique M. & Rolando B. (2017). Sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena* (Lam.) de Whit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático.

<https://websebscohostcom.bibliotecavirtual.unad.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=15&sid=d9d4d35b-9521-4451-9813-f90a007fdd98%40redis>

Roldan, N. (2017). Recursos naturales. Economipedia.

<https://economipedia.com/definiciones/recursos-naturales.html>

Rozo, A. M., Lizcano, D. J., Arango, S. M., Suarez, Á. V., Daza, E. Á. y Acevedo-Charry, O. (2021). Diferencias en paisajes sonoros de sistemas silvopastoriles y potreros tradicionales del piedemonte llanero, Meta, Colombia. *Biota Colombiana*, 22(1), 74-95.

<https://doi.org/10.21068/c2021.v22n01a05>

Rubio, G. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural Los Alcornocales.

DigitalCSIC. <https://digital.csic.es/handle/10261/57951>

Serna, A. (2007). Reflexiones relacionadas con factores decisivos en el desarrollo sostenible de la ganadería en Latinoamérica. Instituto de Ciencia Animal (ICA).

<https://webpebscohostcom.bibliotecavirtual.unad.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=b16537a9-ccf5-48d8-a964-2bcf8c8e5daa%40redis>

- Solarte L., Muergueitio E., González J., Uribe F y Manzano L. (2013). Protocolo para la siembra de botón de oro y Leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas pastoriles intensivos [Fotografía]. <https://www.fedegan.org.co/protocolopara-la-siembra-de-boton-de-oro-y-leucaena-en-potreros-con-praderasmejoradas-para-el>
- Somarriba, E. (2018). Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. [https://www.researchgate.net/profile/EduardoSomarriba/publication/324416322\\_Sistemas\\_Agroforestales\\_Funciones\\_productivas\\_socioeconomicas\\_y\\_ambientales/links/5accec250f7e9b1896547daa/Sistemas-Agroforestales-Funciones-productivas-socioeconomicas-yambientales.pdf#page=338](https://www.researchgate.net/profile/EduardoSomarriba/publication/324416322_Sistemas_Agroforestales_Funciones_productivas_socioeconomicas_y_ambientales/links/5accec250f7e9b1896547daa/Sistemas-Agroforestales-Funciones-productivas-socioeconomicas-yambientales.pdf#page=338)
- Sotelo M; Suárez Salazar JC; Álvarez Carrillo F; Castro Núñez A; Calderón Soto VH; Arango J. (2017). Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico - Sistemas silvopastoriles: ¿una opción viable? Publicación CIAT No. 448. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 24 p. <http://hdl.handle.net/10568/89088>
- Suarez, D., & Cañas, S. (2021). Análisis y diagnóstico de variables productivas en un sistema lechero especializado en el municipio de Sopó, Cundinamarca. Universidad La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2006&context=zootecnia>
- Torres, C. (2022). La ganadería sostenible ayuda a enfrentar la crisis climática. Entrevista BBVA. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/laganaderia-sostenible-ayuda-a-enfrentar-la-crisis-climatica/>
- Thornton, P., & Herrera, R. (2010). Los vínculos entre el rápido crecimiento de la producción ganadera, el cambio climático y los impactos en los recursos hídricos, el uso de la tierra y la deforestación. Documento de antecedentes para el Informe sobre el desarrollo mundial 2010.

- [https://www.researchgate.net/publication/46443906\\_The\\_interlinkages\\_between\\_rapid\\_growth\\_in\\_livestock\\_production\\_climate\\_change\\_and\\_the\\_impacts\\_on\\_water\\_resources\\_land\\_use\\_and\\_deforestation\\_Background\\_paper\\_for\\_the\\_2010\\_World\\_Development\\_Report](https://www.researchgate.net/publication/46443906_The_interlinkages_between_rapid_growth_in_livestock_production_climate_change_and_the_impacts_on_water_resources_land_use_and_deforestation_Background_paper_for_the_2010_World_Development_Report)
- Unicom. (2020). Razas bovinas: Gyr. FEGASACRUZ. <https://fegasacruz.org/gyr/>
- Urbina, M. (2020). Alternativas de reconversión de una ganadería tradicional productora de leche en una ganadería sostenible: un estudio de caso de la Sabana de Bogotá. Biblioteca Universidad Javeriana.  
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/52428/TESIS%20FINAL%20FINALGRADO-1-convertido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urrego, J., & Beltrán, W. (2017). Diseño de un sistema silvopastoril para finca el paraíso de la vereda Guacamayas, municipio de Gachalá, Cundinamarca.  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/12373/3033950.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vanegas L., Van N., Cruz D., Sandrin F. (2016). Contribución proteica de animales silvestres y domésticos a los menús de los contextos rurales, periurbanos y urbanos de varias regiones de Colombia. *Biota Colombiana*, Vol. 17(1), pp. 26-43.  
<https://www.redalyc.org/journal/491/49148412003/html/>
- Vega, J. (2018). Con silvopastoreo se puede incrementar hasta 28% la producción de leche. *Agronegocios*. <https://www.agronegocios.co/agricultura/consilvopastoreo-se-puede-incrementarhasta-28-la-produccion-deleche2789169#:~:text=La%20pr%C3%A1ctica%20consiste%20en%20la,disminuye%20los%20costos%20de%20orde%C3%B1o.>



Westreicher, G. (2020). Ganadería intensiva. Economipedia.

<https://economipedia.com/definiciones/ganaderia-intensiva.html>

Williams B. A., Grantham, H. S., Watson, J. E. M., Alvarez, S. J., Simmonds, J. S., Rogéliz, C. A.,

Da Silva, M., ForeroMedina, G., Etter, A., & Nogales, J. (2020). Minimising the loss of biodiversity and ecosystem services in an intact landscape under risk of rapid agricultural development. *Environmental Research Letters*.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17489326/ab5ff7>