



Acad OK

## PROGRAMA DE ECOLOGÍA Anexo 5 ACTA DE SUSTENTACION DE OPCION DE GRADO

En Popayán a los 3 días del mes de Jul de 2022, se reunió en esta Sede el Jurado Calificador, integrado por:

JOSE GREGORIO BETANCUR CC 4611916 y  
JHON JAIRO MUÑOZ QUICENO CC \_\_\_\_\_, para  
evaluar al estudiante CARLOS IVAN MUÑOZ ALEGRIA  
identificado con CC 1061812772, estudiante del programa de  
ECOLOGIA, en la sustentación oral de su proyecto  
Diseño de un modelo de ganadería sostenible en la finca El Limoncillo,  
Vereda Limoncillo - fondas, Municipio del Tambo Cauca.,  
dirigido por Bibiana Moutoya Bonilla identificado con CC  
34315303, desarrollado como opción de grado en  
modalidad DIPLOMADO GANADERIA SOSTENIBLE

El jurado evaluador atendiendo a los reglamentos de la FUP y del programa, y considerando que el/la estudiante (s) ha demostrado suficiencia de conocimientos, capacidad analítica y deductiva, adaptación a situaciones nuevas, capacidad para la comunicación escrita y oral, aptitud para el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas, le confiere la evaluación de:

ACEPTADO X

REPROBADO \_\_\_\_\_

[Signature]  
EVALUADOR 1

CC 4611916909

[Signature]  
EVALUADOR 2

CC



Sedes administrativas: Claustro San José Calle 5 No. 8-58 - Los Robles Km 8 vía al sur  
Sede Norte del Cauca: Calle 4 No. 10-50 Santander de Quilichao

Popayán, Cauca, Colombia

PBX (57-2) 8320225

| [www.fup.edu.co](http://www.fup.edu.co)

| Fundación Universitaria de Popayán



# Diseño de un modelo de ganadería sostenible a la Finca el Limonar, vereda Limoncito – Fondas municipio del Tambo Cauca.

Carlos Ivan Muñoz Alegria

Fundación universitaria de Popayán, facultad de ciencias agrarias y ambientales, programa de ecología, noviembre 2022.

E-mail: [Civan-98@outlook.com](mailto:Civan-98@outlook.com)

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo diseñar un modelo de ganadería sostenible mediante herramientas tecnológicas como; TaurusWebs V2021 y ArcGIS, en la finca el Limonar, vereda Limoncito Fondas, municipio del Tambo Cauca, obteniendo una mejor producción de carne y leche sin perjudicar los recursos naturales. Principalmente, se hace un diagnóstico sobre el estado actual de la finca mediante dos imágenes tomadas por un Dron que fueron analizadas en el Software ganadero, se tienen en cuenta algunos estudios de la región y como resultado se obtiene que en la finca el Limonar, se pueden tener 12 praderas de 2500 m<sup>2</sup> con un periodo de descanso de 45 días y un periodo de ocupación de 4 días, utilizando *Brachiaria decumbes* como especie de pastoreo, la cual aporta 14,125 kg de forraje verde por pradera, pudiendo sostener 15,77 Unidades de gran ganado y 133 árboles mediante un sistema silvopastoril. El modelo es diseñado en un mapa de ArcGis.

**Palabras claves.** Ganadería Bovina, sostenibilidad, TaurusWebs, ArcGis, bromatología, aforo, Co<sub>2</sub>, forraje verde, carga animal, praderas,

sistema silvopastoril, Unidad gran ganado.

## ABSTRACT

His study aims to design a sustainable livestock model through technological tools such as; TaurusWebs V2021 and ArcGIS, on the El Limonar farm, Limoncito Fondas village, Tambo Cauca municipality, obtaining better meat and milk production without harming natural resources. Mainly, a diagnosis is made on the current state of the farm through two images taken by a Drone that were analyzed in the Livestock Software, some studies of the region are taken into account and as a result it is obtained that on the El Limonar farm, They can have 12 meadows of 2500 m<sup>2</sup> with a rest period of 45 days and an occupation period of 4 days, using *Brachiaria decumbes* as a grazing species, which provides 14,125 green forage per meadow, being able to sustain 15.77 Large livestock unit and 133 trees through a silvopastoral system. The model is designed on an ArcGIS map.

**Keywords:** Cattle, sustainability, TaurusWebs, ArcGis, bromatology, capacity, Co<sub>2</sub>, green fodder, stocking rate, pastures, silvopastoral system, Large Livestock Unit

## INTRODUCCIÓN

La ganadería en Colombia se comienza a implementar desde el año 1536, cuando Sebastián de Belalcázar decide traer los primeros semovientes como alternativa alimenticia para sus pobladores, Hoy en día esta actividad agropecuaria es representativa económicamente en todo el país ya que aporta el 1,4% del PIB, (Gómez,2016). De acuerdo al censo nacional bovino establecido por el Instituto Colombiano de Agricultura “ICA” en el primer ciclo de vacunación del año 2022 se censaron 29.301.392 semovientes distribuidas en 633.841 predios, por lo tanto, el departamento del Cauca cuenta con 334.948 cabezas, estando distribuidos en 20.964 fincas y el municipio del Tambo distribuye en 1.430 hatos 17.893 bovinos.

La Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura “FAO” dice que las especies de ganado aportan el 18% de GEI a nivel mundial , siendo el vacuno el mayor emisor de gases con alrededor de 5,0 giga toneladas de CO<sub>2</sub>, representando el 62% de todas las emisiones, no obstante, la ganadería ha tenido un aumento exponencial debido al crecimiento de la población que ha interferido en la oferta y demanda de los productos cárnicos y lácteos, donde ha tenido como resultado la utilización de tierras de manera indebida, ejemplificando un problema de ordenamiento territorial llegando a parques naturales, reservas, paramos o zonas de bosque selvático emigrando o extinguiendo especies representativas de flora y

fauna lo cual ha generado una alteración en los ecosistemas.

Por tal razón, Colombia participo en el acuerdo de París en el año 2015 el cual tiene como objetivo afrontar la crisis climática a nivel mundial a través de acciones que garanticen una transformación económica y social, incluyendo el ámbito ganadero. (United Nations Climate Change). Donde, el gobierno a través de los ministerios de agricultura, ambiente y desarrollo sostenible expide el 19 de abril del 2022 la resolución 000126, teniendo como fin implementar la política de ganadería bovina sostenible – GBS 2022-2050, normatividad que busca disminuir los efectos ambientales negativos que genera la ganadería bovina, entre ellos la de deforestación y los GEI, incentivando al productor a cambiar sus sistemas de producción y a tener un consumo responsable sobre los productos y subproductos que genera esta actividad.

La ganadería bovina sostenible “GBS” se define como “el manejo de la tierra con bases agroecológicas para múltiples finalidades, donde se protegen y se usan con inteligencia el agua, los suelos, la diversidad biológica y otros recursos naturales, todos en íntima y sinérgica relación con los bovinos, al tiempo que se generan servicios ecosistémicos para todos, fomenta el empleo formal, se promueve la calidad de vida de la gente del campo y el bienestar de los animales”(Murgueitio E., Gómez MA., Uribe F., Lopera JJ. 2020.)

Se puede decir, que la implementación de GBS es una de las actividades con gran impacto en el sector rural para contrarrestar el



Se tienen 7 praderas, con especies de pasto de *Brachiaria decumbes*, Toledo, mulato II, yaragua y grama, donde solo dos de ellas están siendo mejoradas, con pasto *Brachiaria decumbes* y con un sistema silvopastoril de cercas vivas, donde se tienen ya eucaliptos, pinos y Leucaena de 2 metros de altura, gracias a la ayuda del proyecto Colombia ganadería sostenible.

En el área de estudio también encuentra unidades productivas avícolas, porcícolas y de cultivo de fique, productos que son comercializados en la región. Los residuos sólidos orgánicos son aprovechados en la Biofabrica de la finca mediante procesos de compostaje y lombricultura, producto que es utilizado en actividades agrícolas.

Los incendios, actividad antrópica negativa ha afectado el ecosistema, por tal razón, se encuentra un bosque fragmentado con vegetación secundaria y un bosque con vegetación secundaria alta, además de tener un bosque de tierra firme donde nace una fuente hídrica la cual no tiene un sistema de aislamiento para su conservación, en esta zona es muy representativa especies como el roble (*Quercus robur*), que se encuentra en vía de extinción por la actividad minera de la región.

### **Metodología:**

Para la realización del diseño de GBS se tuvo en cuenta herramientas tecnológicas como el Software TaurusWebs V2021, mediante su funcionalidad de uso de drones, donde se toman dos imágenes de cinco praderas para la estigmatización

bromatológica digital, generando una imagen algorítmica de cada una de ellas, representando en escalas de color verde el estado bromatológico de las praderas; Proteína Cruda (% PC), Fibra Detergente Neutra (FDN) Fibra Detergente Ácida (FDA) y energía (Mjul) con base en la materia seca, así mismo, identificó la cantidad de biomasa (aforo) representado en color naranja la cantidad de pasto producido en Kg/m<sup>2</sup> y la estimación de la huella de carbono en color blanco (Kg Co<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>), como también suelos y objetos inertes. (SADEP, 2021).

Al tener estos resultados se hace un análisis en conjunto de las dos tomas identificando debilidades y fortalezas para así ya establecer el Modelo de ganadería sostenible.

Para el diseño del modelo se hacen dos mapas en ArcGIS, que nos muestra un antes y un después, el antes describe el estado actual que se encuentra la finca (Figura 1) teniendo en cuenta, praderas, parches de bosques naturales y forestales, nacimientos, infraestructuras agropecuarias, domésticas y vías, la segunda con los datos obtenidos mediante el software muestra un sistema rotativo de praderas basándose en la cantidad de forraje verde producido en la finca, que determinara número de potreros y la carga animal por área en UGG.

Debido a que los resultados no son acordes para diseñar un modelo GBS, se hace un último mapa teniendo en cuenta el estudio de Lame, A & Meléndez, W (2019) "Evaluación agronómica de 10 accesiones de rhodes grass (*Chloris gayana*) en el municipio de el Tambo Cauca, Donde tiene como testigos dos especies de

buen rendimiento en la región como, *Brachiaria*; *Decumbes* Y Toledo. Mediante esta investigación se estima la cantidad de forraje por hectárea en la variedad *decumbes*, la cual se implementará en el modelo de GBS, tendiendo este dato se determina número de praderas y carga animal/pradera, con arreglos silvopastoriles, sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos, (Biofabrica), aprovechamiento de aguas lluvias, aislamiento de zonas de bosques, fuentes hídricas y plantaciones forestales.

Como paso siguiente se tiene cuenta el documento de las leyes universales de André Voisin para el pastoreo racional (Rúa, 2009), donde proponen ecuaciones matemáticas muy simples, con el fin de calcular el número de potreros, el tamaño de los mismos, los tiempos de ocupación y descanso, y la carga animal a soportar en una determinada pastura.

Datos a tener en cuenta:

- la cantidad de pasto por metro cuadrado generado por la *Brachiaria Decumbes*, que genera en esta región es 16,5 Kg/Ha, (1,65kg/m<sup>2</sup>) en tiempos secos, con un periodo de descanso de 45 días. (Lame, A & Meléndez, W 2019).
- El dato anterior no es el promedio de aforo que se usó para realizar los cálculos en la división de los potreros ya que se tendrá en cuenta el porcentaje de pérdidas de forraje por pisoteo y excretas de los animales que es del 20% (Valencia, G).

- El periodo de ocupación es de 4 días, tiempo máximo para prevenir sobrepastoreo, cuando se utiliza *Brachiaria decumbes*.
- El área total de pastoreo de la finca el Limonar es de 3ha.
- Se tiene como base la unidad de gran ganado (UGG) que son 450 kilogramos, para estimar la carga animal.
- La UGG, consume el 12% de su peso vivo, entonces consumirá 54KgFv/diarios.
- La siembra de los árboles para el sistema silvopastoriles es cada 15 metros según lo dispone, Silva & Zapata, 2020.

## RESULTADOS

De acuerdo a las imágenes tomadas con el Dron se encuentran los siguientes resultados:

Imagen 1: pradera 1.

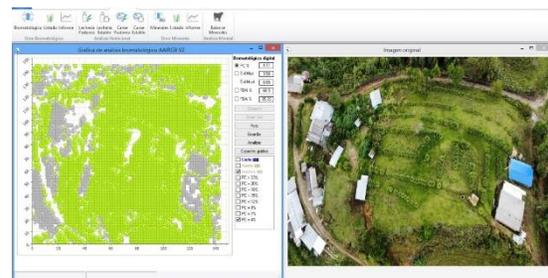


Figure 2 análisis bromatológico, pradera 1.

Esta figura indica que la proteína promedio de esta pradera es del 4.11%, donde, el puntaje más alto fue de 12% y el más bajo de 4%, se estima que el %FDN es de 68,5 y el %FDA de 35,22, mientras que la imagen dos de la pradera 3,4,5 y 6 se identificó que el porcentaje de proteína está en un 6,45%, con un nivel máximo de 9% y mínimo del 4.

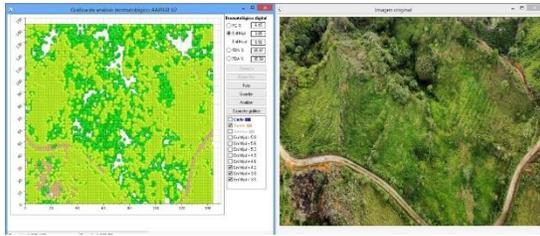


Figure 3 bromatología (cantidad de energía Mjul), pradera 3, 4,5, y 6.

La cantidad de energía promedio que aporta la pradera 3,4,5, y 6 es de 3,85 Mjul, donde una gran mayoría del área aporta un 3,9 Mjul y otra parte representativa el 3,5 Mjul, el pico más alto en estas praderas fue de 4,2 Mjul, mientras que en la pradera uno (Imagen 1), indico la cantidad de energía promedio que aporta la pradera que es de 3.5 Mjul.

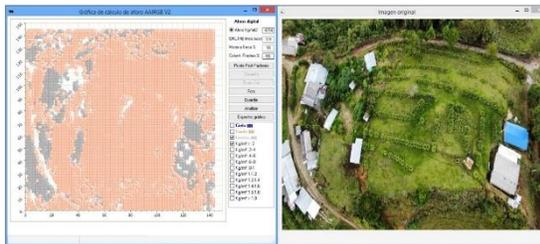


Figure 4 Aforo pradera 1.

A continuación, se muestran los resultados generales obtenidos en el software TaurusWebs

Table 1. Resultados software.

IMAGEN	BROMATOLOGIA DIGITAL			ENERGIA	AFORO		HUUELLA DE CARBONO Kg Co2/m2
	%PC	%FDN	%FDA		Aforo k/m2	%MS	
IMAGEN 1	4,11	68,5	35,2	3,56	0,54	18	0.176
IMAGEN 2	6,45	65,8	35,6	3,85	0,2	18	0.026
PROMEDIO	7,33	67,1	35,4	3,70	0,37	18	0,101

La producción de forraje en esta área, es de 0.54 kg/m<sup>2</sup>, con un porcentaje de materia seca del 18% y una cobertura del 68%, los parches con aforo mayor a 2kg/m<sup>2</sup>, El aforo digital 2 (Imagen 2), evaluó que esta área es menor a 0,2kg/m<sup>2</sup>, con un porcentaje de materia seca del 18% y una cobertura total del 81%.

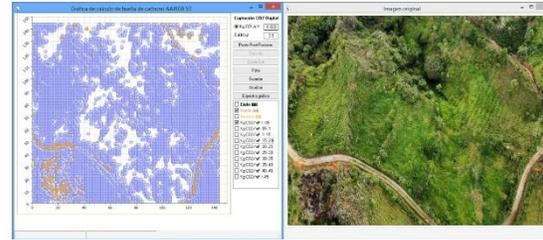


Figure 5 Captación Co2, pradera 3,4,5 y 6.

Se encuentra una captación de Co2 de 0,026 Kg/m<sup>2</sup>, mientras que la imagen 1 estima que la captación de la pradera 1 es de 0,117 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

## Estimación de número de praderas y carga animal.

Para estimar el número de potreros requeridos se tuvo en cuenta los días en descanso (45) ÷ días en ocupación por potrero (4) + 1), teniendo como resultado que se deben **tener 12 praderas**.

Estas 12 praderas tendrán un área de **2500 m<sup>2</sup>**, resultado que sale de la división del área total de la finca (3Ha) por el número de potreros (12).

Es necesario determinar la oferta forrajera que generara cada potrero que resulta del área de las mismas (2500 m<sup>2</sup>), por la multiplicación de la cantidad de forraje producido por metro cuadrado (1,65 kg/m<sup>2</sup>), teniendo como resultado que se producen 4.125 kg de forraje verde (Fv) por pradera, al cual se le resta el 20% de pérdida de pastoreo por digestión, orina y descanso de los rumiantes, al final se estima tener un **consumo de 3.300 kgFv/pradera**.

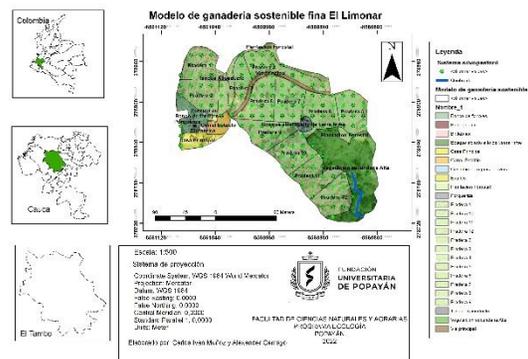
El consumo ocupación total resulta del (consumo animal (54kg) \* el periodo de ocupación (4 días), entonces, **un animal en cuatro días consumirá 216KgFv/pradera**.

Ahora bien, la carga animal se obtiene de la división del Fv disponible (3.300kg) sobre el consumo total de ocupación (216kg), al hacer la operación resulta que en las tres hectáreas se **pueden tener 15,27 UGG**.

Entonces, en la finca el Limonar, teniendo 12 praderas de 2500m<sup>2</sup> con un periodo de descanso de 45 días y

un periodo de ocupación de 4 días, donde la gramínea utilizada es *Brachiaria decumbes*, que aporta una producción de Fv de 1,65kgm<sup>2</sup>, se pueden sostener 15,77 UGG.

Teniendo estos datos se hace el mapa en ArcGIS, sosteniendo del anterior mapa lo siguiente; banco de forrajes, Biofabrica, bosque abierto de tierra firme, casa principal, establo, corral establo, plantación forestal, porquerizas, vegetación secundaria alta, tanque de acueducto y vías principales.



## **ANÁLISIS.**

Se hace un análisis de cada uno de los parámetros utilizados por TaurusWebs.

### **Bromatología.**

Según contexto ganadero 2022, la cantidad de %PC para bovinos doble propósito debe ser mínimo del 9,2 %, siendo en este caso más alto al %pc analizada por el Software que fue de 7,33 aunque, en la figura 2 arrojo resultados de proteína del 12%, debido a que anteriormente se había aplicado un fertilizante de síntesis química en diferentes zonas de la pradera que ayudo a la mejora de las condiciones proteicas, es decir que si se hubiera aplicado a todas las áreas se había podido obtener un %pc del 12%, siendo un número que favorece a la ficha técnica de la *Brachiaria decumbes* (semillanos, S.f) y al manejo de vacunos doble propósito.

### **Energía:**

El joule es la unidad de medida establecida internacionalmente para establecer condiciones de energía, por ende, una megajoule, (Mjul), equivale a 4,185 mega calorías (Balbuena, 2003).

En cuanto al resultado arrojado por TaurusWebs, la cantidad de energía metabolizable está en 3,70 Mjul, siendo muy baja para la calidad de pasto utilizado (*Brachiaria Decumbes*) indicando que no es apto para animales en producción ya que el punto máximo de esta gramínea es de 4,3 Mjul (contexto ganadero, 2002), lo que puede ocasionar en los bovinos

bajo estado de ánimo, baja producción y estados corporales deficientes, por lo tanto, sería necesario establecer planes de fertilización que garantice un alza de la energía de acuerdo a la variedad de gramínea utilizada.

### **Aforo:**

Se encuentra un aforo promedio de 0,37 kg/m<sup>2</sup>, en pasto *Brachiaria decumbes*, cantidad insuficiente para el mantenimiento y producción de la ganadería bovina. Según Lame, A & Meléndez, W (2019), esta variedad en el municipio del Tambo puede llegar a producir más de 16,5 toneladas por hectárea (Ton/ha), cada corte, es decir, 1,65 kg/m<sup>2</sup>.

En la pradera 1, se encontraron parches con 2 kg/m<sup>2</sup>, siendo superior a lo mencionado anteriormente, este resultado es debido a la fertilización que se le aplico a estas zonas, siendo una actividad positiva para replicar en otros potreros.

### **Captación de Dióxido de Carbono (Co2)**

La captación de Co<sub>2</sub> en estas praderas fue de 0,101 kgco<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, respectivamente baja y es debido a que no se encuentran praderas acordes para un sistema de ganadería sostenible, no se tienen asociaciones de árboles y gramíneas que es una alternativa favorable para la captación de Co<sub>2</sub>, además de esto se encuentran áreas inertes dentro de las praderas que afectan la biomasa del forraje.

Por tal razón, es necesario establecer sistemas silvopastoriles que regulen la

huella de carbono, aumenten la producción de forraje por m<sup>2</sup> y la producción de carne y leche en el hato ganadero.

En general, se encontró una finca con un sistema productivo bajo en cuanto a %PC, energía, cantidad de forraje y captación de Co<sub>2</sub>, el mal manejo de las practicas ganaderas seria el causante de estos resultados; como no tener un plan de fertilización, un sistema rotativo de praderas, ni el conocimiento adecuado de la carga animal por pradera que se debe tener.

De acuerdo al diseño del modelo de GBS, al implementar el biodigestor y al hacer una debido manejo de la Biofabrica se puede hacer un buen aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, como la porquinaza y la bovinaza, disminuyendo los impactos ambientales como la generación de olores ofensivos y la presencia de vectores, como también ayudara a la disminución de gastos generales de la finca por el abono orgánico producido que será utilizado para la fertilización de las praderas y la obtención del gas utilizado en actividades domésticas.

Al tener 12 praderas en vez de 7 con un área específica, servirá para que los pastos tengan un periodo de descanso adecuado que servirá para tener una mejor calidad y producción de forraje y así tener un mejor confort animal con mejores índices de producción carne y leche.

Se decide cambiar el bosque fragmentado, por un bosque forestal debido a que esta zona no está

teniendo ninguna importancia ecosistémica, siendo víctima de incendios constantes, además el bosque forestal, será un sitio que permitirá el aprovechamiento para la remodelación de cercas, con el fin de no utilizar especies arbóreas nativas que afecten los ecosistemas.

## **CONCLUSIONES.**

- La implementación del modelo de GBS, espera ser reconocido a nivel regional por la conservación de los recursos naturales y el buen manejo de prácticas ganaderas que conllevara a un mejor bienestar animal y por ende una mejor producción de carne y leche de la finca.
- El componente social jugara un papel importante en este proyecto, se espera que aparte de ser un negocio familiar, sea la posibilidad de emplear personal de la comunidad, mejorando su calidad de vida.
- Con la implementación de este modelo, se esperan que la finca el Limonar sea un área de investigación para la población Tambeña.
- La utilización de la tecnología en la ganadería, conllevo a un ahorro en tiempo, se espera más adelante hacer un estudio manual, con el fin de hacer una comparación de resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Balbuena, O (2003). Nutrición y alimentación requeridos por la vaca de cría.
- Contexto ganadero (2017). Conozca cuanta energía necesitan sus vacas para producir leche, recuperado el 25 de noviembre del 2022. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-cuanta-energia-necesitan-sus-vacas-para-producir-leche>
- Federación nacional de Ganaderos (FEDEGAN)
- Global Rountable For (2022). Mesa de ganadería sostenible MGS-COL
- Instituto Colombiano de Agricultura (ICA)
- Lame, A; Meléndez, W (2019) “Evaluación agronómica de 10 accesiones de rhodes grass (*Chloris gayana*) en el municipio de el Tambo Cauca.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural, ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2022). Resolución 000126 del 19 de abril del 2022.
- Ministerio de Ambiente, (2008). Estrategia Nacional de Pago por Servicios Ambientales.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural, ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2021) “Por la cual se adoptan los Lineamientos de Política para la Ganadería Bovina Sostenible – GBS 2021 - 2050 y se dictan otras disposiciones”
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura FAO (2021) Ganadería sostenible y cambio climático en América Latina y el Caribe.
- Ortiz, R & Silvia, S (2006). Calculo y manejo en pastoreo controlado. ii) pastoreo rotativo y en franjas.
- Proyecto Colombia ganadería sostenible. <http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/>
- Rúa, M (2009) las leyes universales de André Voisin para el pastoreo racional
- Tauruswebs V2021 software. <https://www.tauruswebs.com/>
- United Nations Climate Change (2022), conferencia sobre el cambio climático de Sharem el Sheij – noviembre 2022
- Universidad externada de Colombia (25 de abril del 2022). Resolución 000126 de 2022 “Por la cual se adoptan los lineamientos de Política de Ganadería Bovina Sostenible- GBS 2022-2050 y se dictan otras disposiciones”.
- Valencia, E (S.f). Manual de manejo de parcelas en pastoreo.

- YARA (S.f). Manejo nutricional de su pradera.
- Zapata, A; Silva, B (2020). CIPAV Sistemas silvopastoriles aspectos teóricos y prácticos.