

IMPORTANCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO

Jhon Fredy Osorio-Giraldo¹, Verónica Calderón-Bedoya², Octavio López de Mesa³,
David Restrepo-Berrio⁴

¹Magister en Ciencias Animales - Docente Facultad de Ciencias Agrarias Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Correo: jhonfosorio@elpoli.edu.co

²Especialista en Gerencia de Agronegocios - Docente Facultad de Ciencias Agrarias Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Correo: veronica_calderon86103@elpoli.edu.co

³Bacteriologo Laboratorista Clínico - Docente Facultad de Ciencias Agrarias Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Correo: galopezdemesa@elpoli.edu.co

⁴Ingeniero Agropecuario - Graduado Facultad de Ciencias Agrarias Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Correo: david_restrepo86172@elpoli.edu.co

RESUMEN

La alimentación en producción ganadera desempeña un papel fundamental teniendo en cuenta que es fuente de obtención de nutrientes por parte del animal, para poder desarrollar sus actividades biológicas diarias y además poder transformarlos fisiológicamente en diferentes productos de interés en las actividades pecuarias. La base de la alimentación de los bovinos en los países tropicales son las gramíneas de pastoreo, que se caracterizan por proveer una base de nutrientes para el animal. Gracias a su resistencia, las gramíneas históricamente han sido la principal fuente de alimentación bovina, pero deben trabajarse en su calidad para optimizar los resultados en los ejercicios productivos, y además deben realizarse esfuerzos para garantizar su disponibilidad constante principalmente en las épocas de escases, por lo cual deben promoverse estrategias de almacenamiento como la henificación. Debe pensarse adicionalmente en métodos de manejo que permitan disponer de alternativas forrajeras de calidad como lo son los sistemas silvopastoriles.

Palabras clave: Heno; gramíneas; leguminosas; silvopastoreo; nutrición

Recibido: 19 de abril de 2023. Aceptado: 29 de octubre de 2023

Received: April 19, 2023. Accepted: October 29, 2023

IMPORTANCE OF THE AVAILABILITY OF FORAGE ALTERNATIVES FOR FEEDING CATTLE

ABSTRACT

Feeding in livestock production plays a fundamental role, taking into account that it is a source of obtaining nutrients for the animal, to be able to develop its daily biological activities and also to be able to physiologically transform them into the different products of interest in livestock activities. . The basis of the diet of bovines in tropical countries are grazing grasses, which are characterized by providing a nutrient base for the animal. Thanks to their resistance, grasses have historically been the main source of bovine food, but their quality must be worked on to optimize the results in productive exercises, and they must also make efforts to guarantee their constant availability, mainly in times of scarcity, for which should promote storage strategies such as haymaking. Additionally, management methods that allow quality forage alternatives such as silvopastoral systems should be considered.

Keywords: Hay; grasses; legumes; silvopastoralism

Cómo citar este artículo: J. Osorio, V. Calderón, O. López de Mesa, D. Restrepo. "Importancia de la disponibilidad de alternativas forrajeras para la alimentación de ganado bovino", *Revista Politécnica*, vol.20, no.39 pp.18-30, 2024. DOI:10.33571/rpolitec.v20n39a2

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina se ha visto afectada en los últimos años por varios desafíos, entre los que más se destacan y que más relevancia tienen para los productores, técnicos y profesionales dedicados a la actividad ganadera es el cambio climático (Argüello et al, 2019) [1]. Son diferentes las causas que han generado cambios en el comportamiento climático, por ejemplo, la degradación general del medio ambiente, el inadecuado uso de los recursos naturales en diferentes actividades de producción, han hecho que directa o indirectamente se le atribuya al ser humano el cambio climático, y con este la variación y cambios significativos en la temperatura, la humedad, afectando los climas. (Díaz, 2012) [2].

El cambio climático afecta a diferentes seres vivos, entre ellos los animales, pues se afecta su confort y en general la disposición del entorno, en ese entorno se encuentra el alimento disponible para los mismos, y la nutrición de los bovinos se está viendo afectada, generando una menor disponibilidad de energía dietaria, pues por ejemplo producto del calentamiento global, los bovinos están consumiendo pasturas más lignificadas, lo que afecta y disminuye directamente la producción de carne y/o leche, (Alfonso, 2011) [3], así mismo como algunos estudios lo demuestran como el de Osorio et al (2023) [4], el comportamiento de los animales puede variar producto de las altas temperaturas.

Tanto animales cuya vocación productiva sea la leche, carne y o doble propósito tienen requerimientos nutricionales que deben ser cubiertos, para poder mantenerse y posteriormente producir los productos anteriormente mencionados. Cabe recalcar que muchas veces las pasturas dispuestas en los potreros, ya sean nativas o introducidas no alcanzan a cubrir dichos requerimientos mínimos, esto se puede evidenciar tanto productiva como reproductivamente (López et al, 2020) [5], pues se obtiene menos carne, menores volúmenes de leche y se afecta el % de natalidad ideal desde lo productivo. El mal manejo de praderas, el desconocimiento de especies adaptadas a la zona y el uso de forrajes tradicionales (Capacho et al, 2018) [6] son factores que inciden en que el animal no cubra los requerimientos nutricionales mínimos de mantenimiento y producción.

Teniendo en cuenta la importancia de la alimentación en la producción animal, y que en ocasiones se presentan dificultades para acceder a nutrientes suficientes para el mantenimiento y producción de las unidades productivas, se hace importante conocer y disponer de alternativas que permitan ofertar a los animales alimentos de calidad en épocas de escases, pues se debe buscar ser más eficiente en la producción de forrajes (que estos sean de mejor calidad nutricional), que se pueda además disponer de estos en diferentes momentos donde puede ser más difícil su obtención, por lo cual se debe tener en cuenta las alternativas para almacenar, contando con adecuados procesos para su conservación, como por el ejemplo los procesos de henuficación, que consiste en cosechar forraje e inducir la disminución de la cantidad de agua, de tal forma que pueda ser conservado sin tener pérdidas nutricionales significantes (Callejo, 2017) [7].

En países tropicales se puede incentivar el uso de arreglos silvopastoriles, en los cuales se mezclan gramíneas y leguminosas que contribuyen a mejorar los indicadores productivos y reproductivos de los animales, ya que se cuenta con una mayor oferta forrajera en diferentes arreglos y estratos, donde se encuentran tanto plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustivas), leguminosas (rastreras, arbustivas) y gramíneas, y a su vez cuenta con una mayor oferta nutricional comparado con sistemas de producción tradicionales (Argüello et al, 2019) [1], además de ser una fuente de alimento para los animales, los sistemas silvopastoriles también, son una valiosa opción para contrarrestar el cambio climático.

2. METODOLOGIA DE TRABAJO LITERARIO

La metodología establecida para la búsqueda de información es fundamental para tener trazabilidad en la información encontrada, con la cual se realizará la discusión para el desarrollo del artículo. En la Figura 1, Se observan los pasos propuestos y la descripción del trabajo realizado.

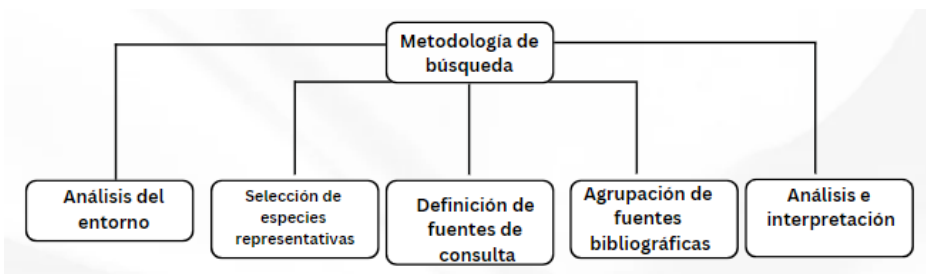


Figura 1. Metodología de búsqueda de información.

2.1 Análisis del entorno

Se realiza el análisis del entorno pecuario en países Latinoamericanos los cuales presentan condiciones similares a Colombia.

2.2 Selección de especies representativas

Se realizó la selección de especies forrajeras que representen impacto para los métodos de conservación de alimentos para los ganaderos tanto en época de invierno como de verano

2.3 Definición de fuentes de consulta

Para realizar la búsqueda se decidió filtrar por países, especie trabajada, año de publicación

2.4 Agrupación de fuentes bibliográficas

Se realizó la agrupación de información según las temáticas que generan impacto en los temas centrales para el desarrollo del artículo, en la Figura 2, se observa la distribución de temas abarcados en los 47 artículos seccionados para realizar la discusión.

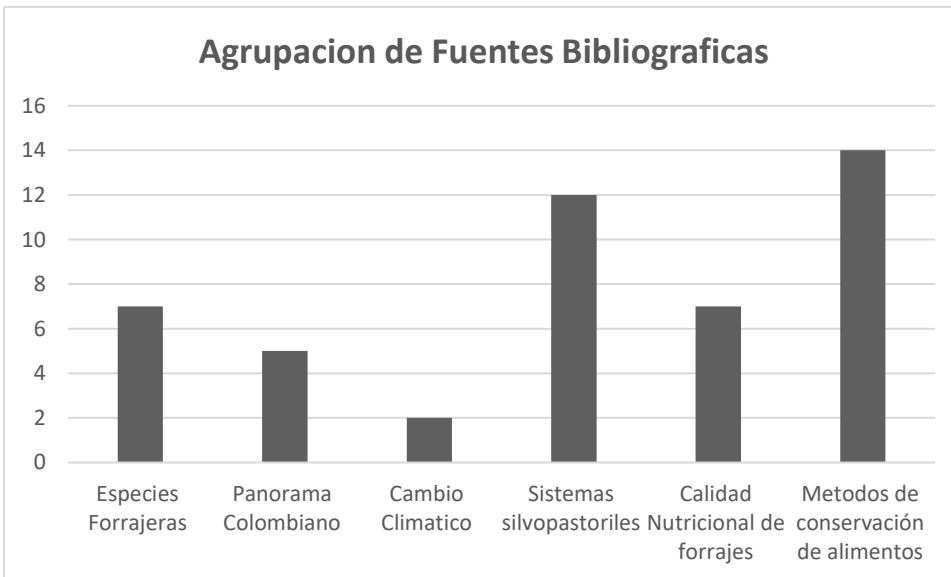


Figura2. Agrupación de fuentes Bibliográficas

2.5 Análisis e interpretación

Los autores establecieron el organigrama según los temas más relevantes, en el cual primero se estableció crear un panorama actual de la producción Ganadera Colombiana, seguida por el análisis del cambio climático, donde interaccionan los métodos de conservación de alimentos para las especies forrajeras producidas y alternativas amigables con la producción ganadera, como lo son los sistemas silvopastoriles.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

La producción ganadera

La ganadería es la actividad en la que se toman unidades productivas animales y se disponen en condiciones favorables con el fin de obtener productos para el beneficio del hombre, es importante mencionar que estas condiciones deben ofrecerse en la mejor calidad y cantidad posible a favor de obtener los mejores resultados en pro del medio ambiente, el bienestar del animal y la rentabilidad de quienes desarrollan la actividad ganadera (Bacab, et al, 2013) [8]. La ganadería bovina en Colombia, es una importante actividad agropecuaria teniendo en cuenta que hace un significativo aporte económico a la nación, pues para 2021 representaba el 2.4% del producto interno bruto PIB, además de la contribución de un aproximado de 14.493 miles de millones de pesos del sector agropecuario 3.636 miles de millones de pesos provienen de la ganadería (DANE, 2023[9]; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021[10]; Bancolombia, 2021[11])

Para 2019 en Colombia el total del uso del suelo fue de 50.102.269 hectáreas, de las cuales 39.017.179, fueron destinadas para la explotación ganadera, representando el 77.9% del uso del suelo del territorio nacional, en las cuales se cuenta con aproximadamente 27 millones de cabezas de ganado, siendo así como la ganadería sea la actividad agropecuaria más implementada en la geografía nacional, y una de las más importantes para la economía nacional. (DANE, 2019) [12].

Para obtener los mejores resultados en la actividad ganadera deben entonces adecuarse las condiciones a favorecer, en producción ganadera con bovinos, existen diversos aspectos para tener en cuenta y a optimizar, todos muy importantes, como confort en las condiciones agroecológicas, características del sistema de producción favoreciendo la sostenibilidad en general, la sanidad, entre otras. Es bastante importante mencionar el papel de la alimentación (Anzola et al, 2014) [13] ofrecida a los semovientes, que se encuentran en los sistemas de producción, la cual se debe estudiar meticulosamente, dado que la ingesta de alimento para el animal es la principal fuente para obtener los diferentes nutrientes que permiten llenar sus requerimientos de mantenimiento y producción. Cabe mencionar que principalmente los carbohidratos, lípidos, proteínas, los minerales y las vitaminas suministradas en la alimentación son las principales fuentes de obtención de sustancias en el cuerpo del animal necesarias para el funcionamiento general de órganos, tejidos y células, haciendo posible sus actividades fisiológicas y biológicas diarias y permitiendo producir la manera más eficiente posible. (Anzola et al, 2014) [13].

La alimentación en los sistemas de producción ganadera en el trópico

El principal material alimenticio disponible en la dieta de los bovinos en pastoreo en el trópico latino americano son las gramíneas (Ariza, Mayorga, Guadrón, Valencia , & Mestra, 2020)[14] (Cardona, y otros, 2022)[15], las cuales, contienen en mayor medida como principal fuente de energía a los carbohidratos, los cuales están disponibles en estas principalmente como parte de la fibra, en los denominados carbohidratos estructurales que son básicamente la celulosa y hemicelulosa, los cuales permiten al animal disponer de sustancias que fisiológicamente aprovechará para la síntesis de energía en diferentes órganos.

Las gramíneas en menor proporción contienen carbohidratos no estructurales, los cuales permiten a partir de la fermentación ruminal obtener ácido pirúvico que es un ácido graso volátil gluconeogénico, lo que lo hace versátil como potencial fuente de energía pero además fuente en la síntesis de productos con múltiples propósitos (Mendoza Martínez, Plata Pérez, Espinoza Cervantes, & Lara Bueno, 2008) [16], esto significa que además de ser fuente de síntesis de energía para los órganos, este eventualmente puede estar disponible en procesos de síntesis de productos elaborados como la leche.

La dieta debe buscar llenar los requerimientos nutricionales de mantenimiento del animal, pero además debe de disponerse en cantidades suficientes y eficientes para poder obtener productos en el animal, los requerimientos se encuentran documentados de acuerdo al tipo de producción, etapa, peso, entre otros factores que definen las cantidades específicas por día de nutrientes a suministrar.

De este modo, teniendo en cuenta que las gramíneas han sido por excelencia los materiales forrajeros más utilizados en la alimentación de bovinos en las condiciones del trópico colombiano, su amplia disponibilidad y resistencia a las condiciones ambientales han hecho de estas el material predominante en la ganadería, por lo cual debe hacerse una selección del pasto más adecuado en las condiciones agroclimáticas existentes. Para esto se deben seleccionar especies palatables, con la mínima o nula cantidad de factores anti nutricionales posibles que afecten la salud del animal o el aprovechamiento de la dieta (Arce, Peña, & Cárdenas, 2013[17]; Perozo, 2013[18]) con la mejor calidad de nutrientes, es decir, la mayor cantidad y calidad de proteína y calidad de carbohidratos, teniendo en cuenta además que tenga una excelente adaptación a las condiciones biogeográficas donde se implementará.

Si bien existen diferentes alternativas de suplementación que pueden potencialmente mantener o mejorar los rendimientos productivos, no solo hay que realizar esfuerzos encaminados a buscar suplementos, sino que se deben buscar estrategias para fortalecer la correcta disponibilidad constante de una base forrajera de calidad y en cantidades adecuadas para favorecer la eficiencia productiva, y tratar de que la calidad de la misma sea tan buena, que se dependa cada vez menos de los suplementos en pro de la rentabilidad (Gamboa, 2021) [19].

La importancia de generar y almacenar excedentes de alimentación

A pesar de la resistencia de las gramíneas a las condiciones agroecológicas del trópico, existen diversos factores que dificultan la correcta alimentación de los bovinos ambientales como el cambio climático, sociales como el acceso oportuno a herramientas tecnológicas y económicas como las fluctuaciones que afectan la comercialización de semovientes, que pueden hacer difícil la disponibilidad de forrajes en algunas épocas en los sistemas de producción (Franco, Calero, & Ávila, 2005 [20]; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012) [21], por lo cual se hace importante pensar no solo en tener en cuenta mejorar la calidad y disponibilidad de forraje para el pastoreo, sino también pensar en generar excedentes y almacenarlos para reserva con el fin de disponer de los mismos en diferentes épocas de escases (Vives, 2012) [22]. Ya que además cuando dicho forraje se pasa del tiempo ideal de consumo representa un descenso de la producción, debido a que su composición puede tener variaciones que no son tan favorables a nivel nutricional (Gómez, Caicedo, & Vargas, 2019) [23]. En este sentido existen muchos métodos de con los cuales se puede suplementar la alimentación de los bovinos dentro de los cuales están los ensilados, henificados, bloques nutricionales, subproductos agroindustriales, desechos de cosechas que en algunos casos se combinan con otros productos y genera en los animales una asimilación satisfactoria (Vargas, y otros, 2018) [24].

Existen diferentes métodos bien conocidos por los productores como el ensilaje y la henificación para almacenar gramíneas, pero que no se ha masificado su implementación en pro de disponer de alimento en las épocas de escases, el ensilaje por ejemplo, el ensilaje es una excelente alternativa (Filippi, 2011) [25] que requiere de un proceso de preparación del material vegetal, adición de promotores de fermentación u otros complementos, compactación del material, para su posterior fermentación y final aprovechamiento (Reyes et al, 2013) [26]. Este proceso busca deshidratar levemente, empacar en condiciones que favorezcan procesos anaeróbicos y favoreciendo la fermentación para tratar de conservar la máxima calidad posible del alimento. En muchos sistemas de producción se implementa esta alternativa, sin embargo para algunos productores por el proceso de elaboración puede no ser su elección. Y además existe la alternativa de henificar, que es un método posiblemente más simple que consiste solo en deshidratar y almacenar el forraje a conservar (Ríos Cando, 2022) [276], este método se convierte en una excelente alternativa para promover el almacenamiento en los sistemas de producción.

Teniendo en cuenta las condiciones medio ambientales del territorio colombiano y en pro de mantener constante la oferta de forraje y disminuir o mitigar pérdidas tanto económicas como en términos de producción

animal en la actividad ganadera, la henificación a partir de las diferentes especies de pasto convierte un forraje verde en un producto no perecedero disponible para ser almacenado y suministrado en épocas críticas de escases ideal para ser usado como estrategia para el almacenamiento de alimento para las épocas de escases.

Producción de heno para almacenamiento de forraje

Este proceso consta de tomar material vegetal como las gramíneas y someterlo a una reducción de la humedad de un 70 a 90% luego del momento del corte, y un 12 al 20% al momento de almacenar, este se recogerá en pacas o rollos. El heno es la fuente más económica de nutrientes para los animales después del pastoreo directo, y es una excelente alternativa por la facilidad de almacenamiento, por su contenido proteico, digestibilidad y por la disponibilidad de energía metabolizable, con la ventaja de que es un método de almacenamiento del material por fuera del potrero, permitiendo guardar alimento y seguir produciendo en el área de campo (Hernández et al, 2019) [27].

Las técnicas aplicadas en el manejo de cultivos específicos para las conservación define 3 niveles de tecnificación, el primero es completamente tradicional y exige un manejo manual, el segundo es una mecanización simple basada en la movilidad de animales de tiro o maquinaria pequeña y por último, sistemas completamente mecanizados (Suttie, 2003) [29].

En los sistemas completamente mecanizados se emplean medios mecánicos como acondicionadores, segadoras, enfardadoras, para facilitar y acelerar los procesos, esto es posible cuando los predios son grandes y hay disponibilidad de equipo pesado, todo este equipo especializado, ayudara a incrementar la velocidad y eficiencia de los procesos (Callejo & Díaz, 2004) [30]. Cuando el material ya es cortado, se somete al proceso de deshidratación y está seco se dispone a ser enfardado, se puede empacar en pacas también gracias a herramientas mecanizadas de tractor, que las compacta y se almacenan en un lugar limpio, libre de plagas y humedad (Martínez, 2020) [31]

Existen métodos altamente tecnificados como los que se acaban de mencionar y que requieren de mecanización para la elaboración de heno, sin embargo hay métodos más simples y de fácil acceso para pequeños y medianos productores (Reiber et al, 2006) [32], que se basan en el corte del pasto con guadaña que es una herramienta tradicional para el corte de forraje. El manejo de este método puede ser llevado a cabo con una inversión modesta y un equipo mínimo y pueden acelerar y mejorar considerablemente la producción de heno en pequeños y medianos productores del trópico colombiano (Suttie, 2003) [29], para el empacado existen herramientas manuales como las henificadoras artesanales, que son cajones dotados para incorporarle pasto seco manualmente y armar las pacas. Estos métodos más simples, son una excelente alternativa ya que resulta económica y el conocimiento necesario es el de saber manejar bien el pasto, saber manejar adecuadamente la guadaña y realizar la labor operativa de empacar las pacas en la henificadora artesanal.

El silvopastoreo como alternativa forrajera que complementar a las gramíneas en calidad y cantidad de alimento disponible

Debe además tenerse en cuenta que hay alternativas nutricionales en pastoreo diferentes a las gramíneas, por ejemplo, el uso de arbustivas leguminosas y no leguminosas (Portillo et al, 2019) [33], o árboles que aportan forraje, frutos y semillas, los cuales al implementarse teniendo en cuenta de igual manera todas las consideraciones antes mencionadas en potencial de aporte de calidad y cantidad de forraje. Estas especies tradicionales en muchas ocasiones contienen mayores valores nutricionales con respecto a las gramíneas y además mayor capacidad de producción de biomasa por unidad de área, favoreciendo una mayor disponibilidad de cantidad y calidad de alimento para las unidades productivas. La asociación entre gramíneas

y arbustos o arboles de diferente porte a los forrajes de pastoreo para el aprovechamiento de los animales se conoce como silvopastoreo.

Según Mahecha, 2002 [34], un Sistema Silvopastoril (SSP) es un tipo de agroforestería, en el que se integran de manera directa árboles y/o arbustos con pasturas y animales. De modo que, los semovientes aprovechan la oferta de forraje a su disposición y mientras que se benefician por el mejoramiento de las condiciones micro climáticas en un ambiente de bajo estrés calórico que les permite mejores condiciones. En este sistema con el uso de pastos mejorados, fórmulas balanceadas y aditivos, además de optimizar el aprovechamiento de los nutrientes por parte de los bovinos se estaría reduciendo la emisión del metano producto de la fermentación ruminal y simultáneamente, incrementando la producción de proteína de origen bovino. (Buitrago, Ospina, & Narváez, 2018) [35]. Los sistemas silvopastoriles tienen diferentes ventajas para el ecosistema (López et al, 2017) [36], los animales y el productor, lo que a su vez genera un impacto en la sostenibilidad ambiental, social y económica.

Por ejemplo los sistemas silvopastoriles favorecen la biodiversidad, teniendo en cuenta que diversas plantas sirven atraen diferentes especies distintas a los animales aprovechados zootécnicamente, esta mencionada biodiversidad favorece la dinámica del suelo (Rodríguez et al, 2008) [37], que es el sustrato que sostiene a las plantas y directa e indirectamente a los animales que dependen de ellas como los bovinos en pastoreo, también la biodiversidad favorece el ciclo biológico que favorecen a las plantas y a los bovinos. Muchas plantas utilizadas en los sistemas silvopastoriles tienen la capacidad de generar asociaciones biológicas directas que favorecen igualmente la calidad de suelo (Vallejo, 2013) [38]. Directamente en el animal hay efectos muy importantes, para mencionar uno de los más relevantes, por la disposición de sombra, se disminuye el estrés por calor (Aréchiga, 2000[39]; Betancour et al, 2003[40]; Panadero, 2010 [41]; Murgueitio et al, 2013 [42]), los sistemas silvopastoriles tienen efectos que ayudan a mitigar el impacto ambiental (Alayon, 2016 [43]; Jiménez et al, 2019[44]; Kanninen,2003[45]), como retención gases que favorecen el cambio climático, así mismo muchas especies utilizadas en los arreglos disminuyen la producción de gases en los animales. Estas y otras ventajas muestran cómo se favorece la sostenibilidad del suelo, lo que sugiere que también serían menos necesario incorporar elementos externos al sistema para recuperarlo y lo que a su vez favorece económicamente al productor. Si se trabaja en la implementación adecuada y masiva de los sistemas silvopastoriles, evidentemente pueden generarse impactos en la sostenibilidad ambiental, social y económica.

Existen diferentes tipos de arreglos para implementar sistemas silvopastoriles (Pezo e Ibrahim,1999 [46]), entre los principales se pueden mencionar Árboles en cultivos agrícolas, cultivos agrícolas en callejones, plantación de árboles en contorno de la finca, cercas vivas, franjas en potrero, bosque en potrero, cortinas rompe vientos, arboles dispersos en los potreros, arreglo bajo plantaciones forestales, entre otros (Bueno, 2012) [47]. Es importante evaluar según las particularidades del sistema de producción, cual es el ideal a implementar, deben tenerse diferentes elementos en cuenta como agroecología del sistema de producción, aspectos operativos, aspectos socio económicos. No existe un mejor sistema silvopastoril, sino unas condiciones que indican cual es el mejor a implementar. Los sistemas silvopastoriles son una interesante alternativa para mejorar la producción bovina en los sistemas de pastoreo en el trópico.

La producción de heno y los arreglos silvopastoriles asociados como alternativas para mejorar la alimentación bovina.

Las estrategias de alimentación a implementar en un sistema de producción, siempre deben ir soportadas además de con un análisis técnico, con la respectiva revisión de la relación costo beneficio, para poder definir la viabilidad, sostenibilidad y rentabilidad de las estrategias a implementar en el predio. Es importante además que la investigación trabaje el tema de calidad de forrajes, haciendo selección y mejoramiento vegetal en pro de que las plantas ofrecidas en la dieta del animal, tenga la mejor calidad de nutrientes posibles para disponer de fuentes eficientes energéticamente y de síntesis de diferentes sustancias, para los procesos fisiológicos

de mantenimiento y producción en el animal. Adicionalmente debe trabajarse en mejorar no solo la calidad sino la disponibilidad de las cantidades adecuadas de forraje como base de la producción.

Es importante buscar alternativas a la producción de forraje tradicional a partir de gramíneas que permitan disponer de alimento en las épocas de escases y mejorar la disponibilidad en cantidad y calidad de alimento. La henificación de gramíneas mejoradas muestra ser una gran alternativa para disponer de forraje en las épocas de escases y la implementación de sistemas silvopastoriles son una gran estrategia para mejorar la cantidad y calidad de alimento disponible, favoreciendo la sostenibilidad del sistema. Deben desarrollarse esfuerzos desde las instituciones para promover la implementación de estas estrategias en las ganaderías del trópico colombiano.

4. DISCUSION

Según lo encontrado en la revisión de literatura, realizada, diferentes autores concuerdan en múltiples ideas de la revisión expuestas, por ejemplo la conservación de excedentes de alimento y tener disponibilidad de alternativas forrajeras como los sistemas silvopastoriles a la hora de brindar alimentación a los bovinos, es sumamente importante (Argüello et al, 2019 [1]; Osorio et al, 2023 [4]) sobre todo en un contexto global como lo es el cambio climático y sus afectaciones al medio ambiente, donde podemos ver que se están afectando significativamente los sistemas de producción agropecuarios, específicamente la ganadería bovina, no obstante, contar con un buen material vegetal como alternativa es de suma importancia, para así poder suplir las necesidades nutricionales de los bovinos en pro del bienestar animal.

Suttie (2003) [29], y a su vez Callejo & Díaz (2017) [30], resalta que la implementación de henificación está sujeta a los niveles de tecnología y mecanización, pues la capacidad instalada con que se cuenta a la hora de realizar dicha labor, puede hacer que se presenten resultados variables, los cuales se pueden ver reflejados, en cantidad y calidad de alimento ofrecido a los ejemplares, por tal razón es importante caracterizar y evaluar de forma gradual como se implementan estas técnicas de almacenamiento de forraje.

Es de vital importancia, continuar con investigaciones en el tema y seguir generando discusiones desde las revisiones bibliográficas para afinar y optimizar la implementación de las técnicas de conservación de forrajes; si bien hay distintas técnicas ya conocidas para el almacenamiento de alimento, es necesario innovar con estas estrategias, ya que como lo plantean autores como Bacab et al (2013), es de suma relevancia ofrecer a los ejemplares, alimentación de óptima calidad para así aumentar la calidad de los productos que se obtienen de estos.

Adicionalmente, algunos autores como Mahecha (2002), plantean que el uso de los sistemas silvopastoriles no solo para forraje sino para favorecer el medio ambiente y confort de los animales, complementan la aplicación de los métodos de conservación de alimentos; estos juegan un gran papel en la mitigación de algunos efectos del cambio climático y el calentamiento global, tales como el aumento de las temperaturas y los gases de efecto invernadero. Es importante pensar que el material revisado en este artículo propende por el medio ambiente, el bienestar animal y el bienestar humano directamente.

5. CONCLUSIONES

Poseer alternativas forrajeras a la hora de brindar alimentación a los bovinos es sumamente importante, sobre todo en un contexto global como lo es el cambio climático y sus afectaciones al medio ambiente, los cuales afectan directamente las explotaciones agropecuarias, sobre todo la ganadería bovina, no obstante, contar con un buen material vegetal como alternativa es de suma importancia, para así poder suplir las necesidades nutricionales de los bovinos.

Las técnicas de conservación como la henificación y el correcto almacenamiento de su producto permiten tener reservas de alimento de calidad en épocas de escases.

El uso de dichas tecnologías de conservación es sumamente importantes, siempre y cuando se cuente con acompañamiento técnico en la explotación, ya que se deben orientar a hacia la innovación dentro de la ganadería.

Los sistemas silvopastoriles son una gran alternativa productiva para brindar alimento a los animales, teniendo ventajas como lo son la diversidad de botánica de la que dispone el animal para poder alimentarse a diferencia de sistemas de producción tradicional, estos mismos sistemas silvopastoriles son importantes en la mitigación del cambio climático.

Los sistemas silvopastoriles son valiosas alternativas a los forrajes tradicionales usados en las ganaderías, estas alternativas se pueden llegar a traducir en reducción de costos de operación para la ganadería que haga empleo de estos.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todo el personal operativo, académico, investigativo y administrativo del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, que han hecho posible desarrollar investigaciones y espacios que han permitido buscar avances en las Granjas de la institución en el tema estudiado en el presente documento.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argüello-Rangel, J., Mahecha-Ledesma, L., & Angulo-Arizala, J. (2019). Arbustivas forrajeras: importancia en las ganaderías de trópico bajo Colombiano. *Agronomy Mesoamerican*, 899-915. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n3/2215-3608-am-30-03-00899.pdf>

Díaz Cordero, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y sociedad*. Obtenido de <https://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/bitstream/handle/123456789/1392/CISO20123702-227-240.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alfonso, J. G. (2011). Cambio climático: ¿Cómo afecta la producción ganadera?. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(8), 1-8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63621920007.pdf>

Osorio-Giraldo, J. F., Mahecha-Ledesma, L., Moncada-Angel, A. H., & Carmona-Agudelo, J. C. (2023). Comportamiento y respuesta fisiológica de vacas Brahman de cría en arreglos silvopastoriles. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(3), e22463. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/22463>

López Vigoa O., Sánchez Santana T., Iglesias Gómez J.M., Lamela López L., Soca Pérez M., Arece García J., Milera Rodríguez M.C, 2017. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes.*; 40(2): 83-95. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000200001&script=sci_arttext&tling=pt

Capacho-Mogollón, A. E., Flórez-Delgado, D. F., & Hoyos-Patiño, J. F. (2018). Biomasa y calidad nutricional de cuatro variedades de alfalfa para introducir en Pamplona, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 15(1), 61-67. Obtenido de [file:///C:/Users/cardo/Downloads/dianabulla,+Art-06_Rev-CienciayAgricultura-15-1-m%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cardo/Downloads/dianabulla,+Art-06_Rev-CienciayAgricultura-15-1-m%20(1).pdf)

Callejo, A., & Díaz, V. (2004). El proceso de henificación. *Conservación de forrajes*, 17-37. Obtenido de https://oa.upm.es/34353/1/INVE_MEM_2004_186667.pdf

Bacab, H. M., Madera, N. B., Solorio, F. J., Marrufo, D. F., & Vera, F. (2013). Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 67-81. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/837/83728497006.pdf>

Departamento Administrativo Nacional DE Estadística - DANE. (2023). Producto Interno Bruto -PIB- nacional trimestral. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/pib-informacion-tecnica>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de Con la estrategia 'Juntos por el Campo', el sector agropecuario mantiene el crecimiento en el primer trimestre de 2021 con una variación de 3,3%: <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Con-la-estrategia-%E2%80%98Juntos-por-el-Campo%E2%80%99,-el-sector-agropecuario-mantiene-el-crecimiento-en-el-primer-trimestre-de-2021-con-.aspx>

Bancolombia. (2021). Grupo Bancolombia. Obtenido de Radiografía del sector agropecuario en el tercer trimestre de 2021: <https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/informe-sector-agropecuario-tercer-trimestre-2021>

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) - Información 2019*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena#anexos>

Anzola, H., Durán, H., Rincón, J. C., Martínez, J. L., & Restrepo, J. (2014). Uso Eficiente de Forrajes Tropicales en la Alimentación del Ganado. *Revista Ciencia Animal*, 1(7), 111-132. Obtenido de <https://ciencia.la-salle.edu.co/ca/vol1/iss7/8/>

Ariza, C., Mayorga, O. L., Guadrón, L., Valencia, D. M., & Mestra, L. I. (2020). El valor nutricional de recursos forrajeros de Colombia. *Sistema de información. Alimento*. Obtenido de <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/151/133/1092-1>

Cardona, J. L., Castro, E., Avellaneda, Y., Valenzuela, M., Ríos, L. M., & Monroy, T. (2022). Alimentación estratégica en sistemas ganaderos del trópico alto colombiano. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -AGROSAVIA*. Obtenido de <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/273/255/1637-1>

Mendoza-Martínez, G. D., Plata-Pérez, F. X., Espinosa-Cervantes, R., & Lara-Bueno, A. (2008). Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. *Universidad y ciencia*, 24(1), 75-87. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400009&lng=es&tlnq=es

Arce, B. A., Peña, A. J., & Cárdenas, E. A. (2013). Sistema De Apoyo a La Toma De Decisiones Para La selección De Especies Forrajeras (STDF) En función De La Oferta Ambiental En Colombia. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 14(2), 215-229. Obtenido de doi:10.21930/rcta.vol14_num2_art:483. <https://revista.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/483>

Perozo, A. (Ed.). (2013). *Manejo de pastos y forrajes tropicales*. Ali David Perozo Bravo. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gCAGCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP8&dq=Perozo,+A.+\(Ed.\).+\(2013\).+Manejo+de+pastos+y+forrajes+tropicales.+Ali+David+Perozo+Bravo&ots=rZxz9qWGI&sig=JrpNMOBg8jhZ-oHiH4h4yKVxzms#v=onepage&q=Perozo%2C%20A.%20\(Ed.\).%20\(2013\).%20Manejo%20de%20pastos%20y%20forrajes%20tropicales.%20Ali%20David%20Perozo%20Bravo&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gCAGCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP8&dq=Perozo,+A.+(Ed.).+(2013).+Manejo+de+pastos+y+forrajes+tropicales.+Ali+David+Perozo+Bravo&ots=rZxz9qWGI&sig=JrpNMOBg8jhZ-oHiH4h4yKVxzms#v=onepage&q=Perozo%2C%20A.%20(Ed.).%20(2013).%20Manejo%20de%20pastos%20y%20forrajes%20tropicales.%20Ali%20David%20Perozo%20Bravo&f=false)

Gamboa, L. (2021). Estrategias de suplementación alimenticia no convencional para ganado bovino. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42136/Lgamboag.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Franco, L., Calero, D., & Ávila, P. (2005). ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE FORRAJES. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 20. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Leaflets/Alternativas%20para%20la%20conservacion%20de%20Forrajes.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2012). ALTERNATIVAS PARA ENFRENTAR UNA SEQUÍA PROLONGADA EN LA GANADERÍA COLOMBIANA. Obtenido de https://static.contextoganadero.com/Publicaciones/Cartilla_Sequia_4aed_agosto2012.pdf

Vives Noguera, R. E. (2012). Suplementación estratégica y mejoramiento de la alimentación de bovinos en época de verano Hacienda La Nena, Municipio de Fundación Magdalena (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista). Obtenido de <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/832/1/SUPLEMENTACION ESTRATEGICA MEJORAMIENTO ALIMENTACION HACIENDALANENA.pdf>

Gómez, S., Caicedo, R., & Vargas, J. (2019). Efecto de la suplementación estratégica en un sistema de lechería en Cundinamarca, Colombia. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 1109-1116. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000300014#:~:text=El%20estudio%20tuvo%20como%20objetivo,de%20producci%C3%B3n%20diaria%20de%20leche.

Vargas, J., Sierra, A., Benavidez, J., Avellaneda, Y., Mayorga, O., & Ariza, C. (2018). Establecimiento y producción de raigrás y tréboles en dos regiones del trópico alto colombiano. Agronomía Mesoamericana, 29(1), 177-191. Obtenido de [https://www.redalyc.org/journal/437/43754020015/html/#:~:text=Se%20establecieron%20parcelas%20de%208,sequ%C3%ADa%20\(junio%20y%20julio\)](https://www.redalyc.org/journal/437/43754020015/html/#:~:text=Se%20establecieron%20parcelas%20de%208,sequ%C3%ADa%20(junio%20y%20julio)).

Filippi, R. (2011). Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Universidad de la Frontera. Chile, 1-95. Obtenido de https://praderasypasturas.com/files/menu/catedras/produccion_de_leche/2011/05_Elaboracion_de_Ensilaje.pdf

Reyes, N., Mendieta, B., Fariñas, T., Mena, M., Cardona, J., & Pezo Quevedo, D. (2013). Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP). Fase I. obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7886/173.pdf?sequence=2>

Ríos Cando, L. R. (2022). El ensilaje y henolaje como estrategia de conservación de forraje para la alimentación bovina en época de sequía o presencia de ceniza volcánica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/16281>

Hernández, J. A., Pérez, B. A., Ruiz, A. K., & Castro, A. (2019). Producción de heno con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) como tecnología de aprovechamiento de forraje para alimento del ganado bovino en el centro agroindustrial y de fortalecimiento empresarial de Casanare. *Revista INNOVA CAFEC*, 1. Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/ricafec/article/view/3966>

Suttie, J. M. (2003). PRODUCCIÓN DE HENO. Producción y protección vegetal. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x7660s/x7660s06.htm#:~:text=El%20proceso%20de%20henificaci%C3%B3n%20convierte,se%20limitan%20a%20un%20m%C3%ADnimo>.

Callejo Ramos, A. (2017). Conservación de forrajes (II): Fundamentos de la henificación. *Frisona Española*, (220), 104-109. Obtenido de https://oa.upm.es/53335/1/INVE_MEM_2017_286058.pdf

Martínez, F. (2020). Proceso de henificación. Obtenido de Info Pastos y Forrajes: https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-henificacion/#PROCESO_DE_FABRICACION_DE_HENO

Reiber, C., Cruz, H., Peters, M., Franco, L. H., Lascano Aguilar, C. E., Avila Vargas, P., ... & Lentés, P. (2006). Heno, forraje conservado para la época crítica. Obtenido de https://cgs-pace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/69707/67603_Heno_forraje_conservado_para_la_%C3%A9poca_cr%C3%ADtica.pdf?sequence=1

Portillo-López, P. A., Meneses-Buitrago, D. H., Morales-Montero, S. P., Cadena-Guerrero, M. M., & Castro-Rincón e (2019). Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia. Corporación, Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Obonuco, Pasto, Colombia. Correo electrónico: pportillo@agrosavia.co

<https://www.redalyc.org/journal/2691/269161217002/movil/>

Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de ciencias pecuarias*, 15(2), 226-231. Obtenido en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3242906>

Buitrago, M., Ospina, L., & Narváez, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico Museo Historia Natural*, 22(1), 31-42. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v22n1/0123-3068-bccm-22-01-00031.pdf>

Lopez Almeyda, A., & Gerrero Vega, D. A. (2020). Revisión de los efectos de la suplementación alimentaria de dietas balanceadas para la disminución en los intervalos entre partos en bovinos en el trópico bajo. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/items/d7e0577a-36b8-4333-8975-4d7be921618e>

Rodríguez, I., Crespo, G., Torres, V., Calero, B., Morales, A., Otero, L., & Santillán, B. (2008). Evaluación integral del complejo suelo-planta en una unidad lechera, con silvopastoreo, en la provincia La Habana, Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4), 403-410. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015490012.pdf>

Vallejo-Quintero, V. E. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia forestal*, 16(1), 83-99. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-07392013000100006&script=sci_arttext

Aréchiga, F. C. F. (2000). Efectos adversos del estrés calórico en la reproducción del ganado bovino. Hernández Cerón J Editor. Mejoramiento Animal: Reproducción

Betancourt, K., Ibrahim, M., Harvey, C. y Vargas, B, (2003). "Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua". *Agroforestería de las Américas* 10. 39.: 39-40. Obtenido de <http://bco.catie.ac.cr:8087/portal-revistas/index.php/AGRO/article/view/224>

Panadero, A.N. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revue De Medecine Veterinaire*, 1, 113-122. <https://www.semanticscholar.org/paper/Importancia-de-los-sistemas-silvopastoriles-en-la-Panadero/c6467a5b927818ce7775f3f3664e3f54e40342ef>

Murgueitio, E., Chará, J., Solarte, A., Uribe, F., Zapata, C., & Rivera, J. (2013). Agroforestería pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Rev Col Cienc Pecu;*(26):313-316. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324845>

Alayon-Gamboa, J. A. (2016). Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México. *Agro productividad*, 9(9). Obtenido de <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/809>

Jiménez Ruíz, E. R., Fonseca González, W., & Pazmiño Pesantez, L. (2019). Sistemas silvopastoriles y cambio climático: estimación y predicción de biomasa arbórea. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1), 45-55. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-85962019000100045&script=sci_arttext

Kanninen, M. (2003). Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: Potencial para América Latina. *Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales*, 54. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11765/Potencialidades_de_los_sistemas_silvopastoriles.pdf?sequence=1#page=59

Pezo, D., & Ibrahim, M. (1999). *Sistemas silvopastoriles*. CATIE. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BrWHDQcM7PwC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Pezo,+D.,+%26+Ibrahim,+M.+\(1999\).+Sistemas+silvopastoriles.+CATIE.&ots=wrYJsS-L6b&sig=bQz_lkpXZcD6R996AqIWmn-sAmE#v=onepage&q=Pezo%2C%20D.%2C%20%26%20Ibrahim%2C%20M.%20\(1999\).%20Sistemas%20silvopastoriles.%20CATIE.&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BrWHDQcM7PwC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Pezo,+D.,+%26+Ibrahim,+M.+(1999).+Sistemas+silvopastoriles.+CATIE.&ots=wrYJsS-L6b&sig=bQz_lkpXZcD6R996AqIWmn-sAmE#v=onepage&q=Pezo%2C%20D.%2C%20%26%20Ibrahim%2C%20M.%20(1999).%20Sistemas%20silvopastoriles.%20CATIE.&f=false)

Bueno G. Guillermo A. (2012) *Sistemas silvopastoriles, arreglos y usos Silvopastoral* CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. *Rev Sist Prod Agrocol.* 3: 2: 2012. <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/604>