

**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES COMO ALTERNATIVA PARA EL  
MANEJO SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA Y LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO  
AMBIENTE**

**SANDRA PATRICIA ARCINIEGAS TORRES**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
PROGRAMA ZOOTECNIA  
BUCARAMANGA  
2018**

**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES COMO ALTERNATIVA PARA EL  
MANEJO SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA Y LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO  
AMBIENTE**

**SANDRA PATRICIA ARCINIEGAS TORRES**  
**Código: 1.102.371.676**

**Trabajo de Grado (modalidad Monografía) presentado como requisito para optar  
el título de Zootecnista**

**Director**  
**DIXON FABIAN FLOREZ DELGADO**  
**Zoot. Msc.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**  
**PROGRAMA ZOOTECNIA**  
**BUCARAMANGA**

**2018**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del jurado**

**Bucaramanga, Abril de 2018**

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a Dios por permitirme estar aquí y haber llegado hasta este momento tan significativo de mi formación profesional; a toda mi familia especialmente a mi madre por su apoyo, esfuerzo, confianza y consejos, cumpliendo a cabalidad su rol de madre incondicional; a mi novio Rowinson por creer en mis capacidades, brindarme tiempo, apoyo, afecto, motivarme e impulsarme para lograr mis metas; y en general a todas las personas que de una u otra manera ayudaron para que fuera posible el desarrollo de este logro.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecerle a Dios por acompañarme en todo momento y brindarme las fuerzas necesarias en los momentos en que más lo he necesitado.

A mi familia principalmente a mi mamá por darme la vida, inculcarme grandes valores, el respeto, la responsabilidad, la dedicación y el profesionalismo.

A mi novio Rowinson por apoyarme y motivarme para no desfallecer y alcanzar este logro tan importante y significativo.

Completo agradecimiento al tutor Dixon Fabián Flórez Delgado por su apoyo, asesoría, acompañamiento y disposición, para llevar a cabo la culminación del presente trabajo.

Quiero también agradecer a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por brindarme los conocimientos y valores éticos necesarios para formarme como una profesional Zootecnista comprometida con mi vocación.

## CONTENIDO

LISTA DE GRÁFICAS .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABLAS.....	11
TABLA DE ABREVIATURAS .....	12
RESUMEN .....	14
SUMMARY .....	15
INTRODUCCIÓN .....	16
JUSTIFICACIÓN .....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
1. OBJETIVOS.....	22
<b>1.1 Objetivo General .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>22</b>
2. MARCO REFERENCIAL.....	23
<b>2.1. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. TEÓRICO.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1. Relevancia de los sistemas de producción ganaderos en la seguridad alimentaria. ....</b>	<b>25</b>
<i>2.2.1.1. Producción mundial de carne de bovino .....</i>	<i>27</i>
<i>2.2.1.2. Consumo mundial de carne de bovino .....</i>	<i>28</i>
<i>2.2.1.3. Comercio internacional de carne bovina.....</i>	<i>29</i>
<i>2.2.1.4 La producción de ganado bovino en Colombia.....</i>	<i>30</i>
<b>2.2.2. Impacto ambiental de la ganadería.....</b>	<b>32</b>
<i>2.2.2.1. Impacto de la ganadería sobre el suelo .....</i>	<i>34</i>
<i>2.2.2.2. Impacto de la ganadería sobre el agua .....</i>	<i>36</i>
<i>2.2.2.3. Impacto de la ganadería sobre la biodiversidad .....</i>	<i>38</i>
<b>2.2.3. Como afecta el cambio climático la producción ganadera .....</b>	<b>41</b>
<i>2.2.3.1. Efectos del cambio climático en la producción ganadera a nivel nutricional</i>	<i>41</i>
<i>2.2.3.2. Efectos del cambio climático en la producción ganadera a nivel sanitario</i>	<i>43</i>
<i>2.2.3.3. Efectos del cambio climático en la producción ganadera a nivel social.....</i>	<i>45</i>
<b>2.2.4. Los sistemas silvopastoriles .....</b>	<b>46</b>

2.2.4.1. Principales tipos de sistemas silvopastoriles .....	47
✓ Cercas vivas.....	48
Establecimiento de las cercas vivas .....	49
✓ Banco Forrajero Mixto.....	49
Establecimiento de Bancos Forrajeros Mixtos .....	50
✓ Pasturas en callejones .....	51
Establecimiento de pasturas en callejones .....	52
✓ Árboles dispersos en Potreros .....	52
Árboles dispersos en las praderas: Establecimiento.....	53
✓ Cortinas rompevientos. ....	54
Establecimiento de Cortinas Rompeviento .....	55
✓ Pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales. ....	56
Establecimiento del sistema silvopastoril tipo Pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales. ....	57
2.2.4.2 Especies que se utilizan en los principales tipos de sistemas silvopastoriles .....	58
<b>2.2.5. Ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles .....</b>	<b>65</b>
2.2.5.1. <i>Ventajas</i> .....	65
2.2.5.2. <i>Desventajas</i> .....	68
<b>2.2.6. Aportes de los sistemas silvopastoriles al ambiente. ....</b>	<b>70</b>
2.2.6.1. <i>Fijación biológica de nitrógeno</i> .....	70
2.2.6.2. <i>Producción de madera y frutos</i> .....	73
2.2.6.3. <i>Captación de dióxido de carbono</i> .....	75
2.2.6.4. <i>Liberación de oxígeno</i> .....	77
2.2.6.5. <i>Servicios en la conservación de la Biodiversidad</i> .....	78
2.2.6.6. <i>Secuestro de carbono</i> .....	79
<b>2.3. Marco legal. ....</b>	<b>80</b>
2.3.1 LEY 99 DE 1993 (Diciembre 22).....	80
2.3.1.1. ARTÍCULO 1°. Principios Generales Ambientales.....	80
2.3.1.2. ARTÍCULO 3°. Del concepto de desarrollo sostenible.....	81
2.3.2 RESOLUCIÓN No 002508 DE 2012 (Agosto 08) .....	81
2.3.3 Decreto No 1500 de 2007 (Mayo 04).....	83

2.3.3.1 Artículo 1° Objeto.....	83
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	83
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	86
<b>4.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>4.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>87</b>
5. BIBLIOGRAFIA .....	88

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Producción mundial de carne de bovino, 2007 – 2017 .....	28
<b>Gráfica 2.</b> Producción de Carne Bovina en Colombia .....	31
<b>Gráfica 3.</b> Emisiones de gases de efecto invernadero de la ganadería .....	33
<b>Gráfica 4.</b> Componentes de un sistema silvopastoril.....	46
<b>Gráfica 5</b> Ciclo del nitrógeno .....	73
<b>Gráfica 6.</b> Fotosíntesis.....	77

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cercas Vivas con ( <i>Acacia mangium</i> ) en el Departamento de Córdoba – Colombia.....	48
<b>Figura 2.</b> Banco Forrajero Mixto con Botón de Oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ) en la finca La Reserva de Monterrey (Casanare).....	50
<b>Figura 3.</b> Pasturas en callejones en la colonia agrícola de Acacia ( <i>Acacia mangium.</i> ) – Meta.....	51
<b>Figura 4.</b> Árboles dispersos en potrero, Colombia. ....	53
<b>Figura 5.</b> Cortinas rompevientos, Venezuela.....	55
<b>Figura 6.</b> Ganado en combinación con Ceiba Toluá ( <i>Bombacopsis quinata</i> ), Córdoba. ....	57

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla. 1</b> Especies para implementar en Cercas vivas y Cortinas rompevientos.....	61
<b>Tabla. 2</b> Especies para implementar en Bancos Mixtos de Forraje .....	61
<b>Tabla. 3</b> Especies para implementar en Pasturas en callejones.....	62
<b>Tabla. 4</b> Especies para implementar en Árboles dispersos en potreros .....	64
<b>Tabla. 5</b> Especies para implementar en plantaciones con árboles maderables o frutales .....	65
<b>Tabla. 6</b> Ventajas de los sistemas silvopastoriles .....	67
<b>Tabla. 7</b> Desventajas de los sistemas silvopastoriles .....	70

## TABLA DE ABREVIATURAS

**CAAE:** Comité Aragonés de Agricultura Ecológica.

**CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

**CICEANA:** Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América.

**CFSPH:** Center for Food Security and Public Health. (Centro de Seguridad Alimentaria y Salud Pública). Universidad Estatal de Iowa – Estados Unidos.

**CIIFEN:** Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño.

**CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

**DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

**FEDEGAN:** Federación Colombiana de Ganaderos.

**FENAVI:** Federación Nacional de Avicultores de Colombia

**FIRA:** Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.

**ICA:** Instituto Colombiano Agropecuario

**IICA:** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**IGAC:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

**INIA:** Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

**INAC:** Instituto Nacional de Carnes.

**INTA:** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

**PROSAIA:** Promoción de la Sanidad Animal y la Seguridad Alimentaria

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

**SAGARPA:** Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (México).

**WFP:** World Food Programme. Programa Mundial de Alimentos, (ONU).

## RESUMEN

Este trabajo trata los sistemas silvopastoriles como una solución factible para el funcionamiento sostenible de los sistemas de producción ganaderos y la preservación del medio ambiente, teniendo en cuenta que este sector representa una de las actividades que más contribuye con la seguridad alimentaria, siendo responsable de producir carne y leche como alimento para consumo humano; generando así productos alimenticios que presentan un gran valor nutricional, los cuales son fundamentales en el proceso de desarrollo de la personas al aportar valiosos nutrientes que son beneficiosos para la salud; además de ser una actividad generadora de ingresos y empleos; sin embargo, dicha actividad lamentablemente también ha generado impactos negativos en el ambiente, como lo son la compactación del suelo, el detrimento de la biodiversidad, la deforestación, la contaminación de fuentes hídricas y la emanación de gases que incrementan el efecto invernadero, los cuales contribuyen de manera significativa al cambio climático, siendo este uno de los inconvenientes ambientales más preocupantes, ya que perjudica a todos los seres vivos del planeta, pone en riesgo la seguridad alimentaria al generar un efecto desfavorable sobre la ganadería y a su vez afecta la salud humana; razón por la cual se hace indispensable dar a conocer este tipo de sistemas como una alternativa de solución para contribuir con la mitigación del efecto que tienen las actividades ganaderas sobre el medio ambiente, representando una opción viable para la adecuación al cambio climático.

Este trabajo, permite observar que el sistema silvopastoril, es una buena alternativa de producción bovina y de otras especies herbívoras domésticas, cambiando los esquemas de la producción tradicional ganadera; este sistema entonces presenta varias formas de implementar en las fincas de acuerdo a las condiciones y especialmente a la disponibilidad de recursos naturales, como son: cercas vivas, bancos mixtos de forraje, cortinas rompevientos, árboles dispersos en potreros, pastoreos en franjas y en plantaciones con árboles maderables o frutales, que traen diversos beneficios como lo son, la fijación y secuestro de carbono, el manejo de la erosión, el aminoramiento de los costos de alimentación para los animales, la preservación de toda la biodiversidad, el manejo sustentable de los recursos naturales, entre otros.

## SUMMARY

This work treats the silvopastoral systems as a feasible solution for the sustainable operation of the cattle activity and the preservation of the environment, taking into account that this sector represents one of the activities that contribute the most with food security, being responsible for producing meat and milk as food for human consumption; thus generating food products that have a high nutritional value, which are fundamental in the process of development of people by providing valuable nutrients that are beneficial to health; besides being an activity that generates income and jobs; However, this activity has unfortunately also generated negative consequences in the environment, such as soil compaction, the detriment of biodiversity, deforestation, water pollution and the emission of greenhouse gases, which contribute in a significant climate change, this being one of the most worrisome environmental problems, as it harms all living beings on the planet, puts food security at risk by generating an unfavorable effect on livestock and in turn affects human health; This is why it is essential to make silvopastoral systems known as a good alternative to help mitigate the effect of livestock activities on the environment, representing a viable option for adapting to climate change.

This work, allows to observe that the silvopastoral system is a good alternative of bovine production and of other domestic herbivorous species, changing the schemes of the traditional livestock production; this system then presents several ways to implement on farms according to conditions and especially the availability of natural resources, such as: live fences, mixed forage banks, windbreaks, scattered trees in paddocks, pastures in alleys and grazing in plantations with timber or fruit trees, which brings multiple benefits such as nitrogen fixation, erosion management, reduction of feed costs for animals, carbon sequestration, protection of biodiversity, sustainable use of natural resources, among others.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería se ha destacado por ser una actividad de gran importancia, debido a los diferentes productos y servicios que proporciona, teniendo en cuenta que es una de las labores que más contribuye con la seguridad alimentaria mediante el suministro de alimentos nutritivos, como lo son la carne, que es un producto que contiene niveles significativos de vitaminas, proteínas, micronutrientes y minerales los cuales son fundamentales para el proceso de desarrollo de las personas (FAO, 2014); y la leche que es un producto que se destaca por ser un alimento considerado de primera necesidad, el cual presenta una gran demanda gracias al alto valor nutricional que este posee (Agudelo & Bedoya, 2005). También cabe resaltar que, la ganadería contribuye de manera significativa con la generación de ingresos y empleos, ya que según datos de FEDEGAN esta actividad ofrece aproximadamente 950.000 empleos, por lo cual tiene una participación del 7% del empleo nacional (FEDEGAN, 2006); siendo todas estas propiedades de los productos de la ganadería, las que conllevan a que aumente su consumo pues según proyecciones de la OCDE – FAO el consumo de carne bovina a nivel mundial, tendrá un avance en la próxima década, aunque es de tener en cuenta que aumentará sólo 0,1 kg per cápita en 2023 (OCDE-FAO, 2014).

Este trabajo, se centra en la descripción de la alternativa de los sistemas silvopastoriles, y sus formas de aplicación, como una alternativa muy seria para tener en cuenta, como sistema productivo rentable en la actividad ganadera de manera sostenible, en asocio de la conservación del medio ambiente y su trato amigable.

## JUSTIFICACIÓN

El sector ganadero, es una de las actividades que representa un mayor aporte para la seguridad alimentaria del mundo (FAO,2012), teniendo en cuenta que, junto con el resto del sector primario se ha dado a conocer por ser un apoyo para el desarrollo, al proveer materias primas y alimentos, divisas, empleos, y al ayudar a distribuir ingresos en el sector rural (SAGARPA, 2004); sin embargo, esta es una de las labores que más ha generado efectos negativos en el medio ambiente, entre cuyos efectos se presenta la compactación y erosión del suelo, modificación del relieve, contaminación del agua, deforestación y pérdida de la biodiversidad, uniformidad genética de los pastizales (Blanco,2010), así como también emite cantidades significativas de gases como el metano, óxido nitroso y dióxido de carbono, responsables en gran medida del cambio climático (Pérez,2008). Ante esta situación, se requiere de nuevas alternativas de producción limpia que permita un mejor aprovechamiento de los bienes naturales por lo cual, se hace necesario investigar sobre alguna alternativa de solución que al ser implementada permita intensificar la producción ganadera realizando un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, surgiendo como alternativa de solución los sistemas silvopastoriles, como una estrategia para la problemática que genera la ganadería, mediante la integración de arbustos y árboles en función de la producción ganadera (Russo, 2015), esto con el fin de ayudar a mejorar e intensificar la producción mediante una utilización apropiada de los recursos naturales, desempeñando una labor decisiva en la disminución de los efectos adversos de la ganadería en la preservación de la biodiversidad (López, Sánchez, Iglesias, Lamela, Soca, Arece y Milera, 2017), contribuyendo así con la productividad del sistema y con la conservación del medio ambiente, lo cual sería viable para el productor porque estaría mejorando la rentabilidad y el rendimiento de los sistemas de producción como los de rumiantes y a su vez ayudando con la conservación del medio ambiente generando así una ganadería sostenible (Ibrahim, Villanueva & Casasola, 2007), la cual se fundamente en un desarrollo sostenible, mediante una adecuada utilización y preservación de los recursos renovables y la inclinación a la innovación tecnológica de tal forma que, se garantice la constante complacencia de los requerimientos humanos para las siguientes

generaciones resaltando que, el desarrollo sustentable ayuda a conservar el agua, la tierra y los recursos genéticos tanto animales como vegetales, además de que no deteriora el medio ambiente (Fernández & Gutiérrez, 2013).

Por lo tanto, es importante destacar que, estos sistemas representan una opción para la mitigación y adecuación al cambio climático (Montagnini, 2010), pues aseguran una mayor biodiversidad, regulan la energía que deriva del sol y cae sobre la superficie del suelo generando protección sobre la temperatura del sistema, ayudan a mermar la erosión, recuperan la vida del suelo, favorece la aparición de distintos hábitats para especies de insectos y microorganismos benéficos (Milera, 2011), además permiten el uso de plantas forrajeras arbóreas que tienen un elevado valor nutricional, las cuales al ser correctamente utilizadas pueden colaborar con la atenuación del cambio climático, ya que ayudan a aumentar la digestibilidad, gracias a los elevados contenidos de proteína que presentan y minimizan la producción de metano a nivel ruminal (Milera,2013), siendo un tema de gran relevancia para el desarrollo de esta actividad pecuaria a nivel mundial, teniendo en cuenta que a nivel general se han presentado cambios ocasionados por el incremento de la población mundial, lo cual ha generado el incremento de los niveles de consumo, estimulando así el acrecentamiento de la producción ganadera y agrícola con el objetivo de asegurar la disponibilidad alimentaria (Nieto, Guzmán & Steinaker,2014).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si bien es cierto, la seguridad alimentaria se conoce como el acceso en toda ocasión de las personas a una alimentación completa, balanceada y constantes que permita llevar una vida sana y activa (FAO,2002), en lo cual es fundamental resaltar que, la ganadería es una actividad de gran importancia que contribuye de manera significativa con la seguridad alimentaria, pues no solo ofrece carne como alimento, sino que también es la responsable del suministro de leche, ayudando así de tres formas diferentes, como lo son, realizando una aportación al suministro total de alimentos, mejorando en gran medida el acceso a los alimentos por parte de los propietarios del ganado y, si se gestiona adecuadamente, contribuye a un balance positivo de proteínas (FAO,2012), aunque cabe mencionar que, la perspectiva de la ganadería, a través del tiempo, ha producido una lista de impactos ambientales perjudiciales para los seres de la naturaleza, relacionados principalmente con la degradación del suelo, por lo tanto según estudios realizados por Gerber, Steinfeld, Henderson, Mottet, Opio, Dijkman, Falcucci & Tempio en el año 2013, es posible dar a conocer que, la ganadería se aborda como uno de los campos que presentan las consecuencias más severas en los problemas medioambientales más sobresalientes, desde el entorno local hasta el mundial (Gerber et al,2013).

Sin embargo, al incrementarse la población se hizo necesario intensificar la ganadería, teniendo presente que la producción intensiva es la estrategia más viable para lograr alimentar a las poblaciones que van en aumento, aunque es imprescindible desarrollar un buen empleo de los recursos naturales y el desempeño ecológico (FAO, 2011), debido a que la ganadería ha venido ocasionando un serio impacto ambiental al generar afectaciones en los diferentes recursos naturales principalmente referente a la afectación del suelo, a la contaminación de fuentes hídricas, al detrimento de la biodiversidad y a la emanación de gases efecto invernadero, ocasionando que se acentúen los efectos del cambio climático (FAO,2006), dando a conocer que dicho cambio se conoce como un conjunto de factores ambientales alterados, que ocurren durante un periodo, los cuales son imputados ya sea de manera directa o indirecta a la labor humana, siendo esta la que en gran parte ocasiona que se altere la estructura de la atmosfera terrestre sumado

a la alteración del clima que se ha manifestado durante fases de tiempo comparables (CMNUCC, 1992; citado por Benavides & León, 2007), siendo uno de los efectos más importantes del cambio climático es el aumento de las temperaturas mínimas y máximas que se observa en nuestro planeta (Verde, Hernández & López, 2012), y esto a su vez influye en la producción bovina a nivel mundial, teniendo en cuenta que la disposición del ganado para contrarrestar las circunstancias adversas de clima es cambiante, predominando características de piel y pelaje, edad y hábitos alimenticios (Ariasa, Maderb & Escobara, 2008).

Además, la ganadería tanto en Colombia como a nivel mundial, ha llevado a cambios drásticos en las formas de producción agrícola, debido a prácticas inadecuadas como el sobrepastoreo con afectaciones a nivel de suelo, agua, aire y en el ecosistema en general, produciendo a su vez efectos a nivel social y político (Mora, Ríos & Almario, 2017); por lo cual en este punto cabe destacar que, al verse afectados los recursos naturales, también se verá afectada la calidad de las pasturas para la alimentación de los bovinos, reflejándose en una rigurosa rebaja de la carga ganadera de la tierra y también en un bajo nivel nutricional del ganado, debido a que las plantas disminuirán su contenido nutricional respecto a las características de los nutrientes, causando que el ganado no satisfaga sus necesidades de sostenimiento en cuanto a materia seca, así como tampoco se cubrirán los requerimientos nutricionales, pudiéndose ver afectadas las funciones productivas y/o reproductivas del animal (Spilsbury, Ramírez, & Preciado, 2012).

Por otro lado, estudios realizados por la OCDE y la FAO (2012), es posible verificar que, actualmente el ámbito del rendimiento alimenticio, ha manifestado la obligación en el mundo de generar más alimentos para los habitantes, debido a que se ha ido presentando un constante crecimiento poblacional, por lo cual los expertos y productores, deben afrontar el desafío de generar alternativas de solución para mitigar los efectos adversos de las actividades agropecuarias, referente al deterioro del suelo, del agua y del aire, y simultáneamente va aumentando la presión que recae sobre los recursos naturales (OCDE & FAO, 2012), por lo cual, es necesario ahondar en las estrategias que se pueden implementar en estos sistemas de producción bovino con el objetivo de

aminorar los efectos negativos que generan las actividades ganaderas en el medio ambiente y a su vez promover un manejo sostenible de la ganadería, en el cual se optimice la producción animal brindando un mejor uso de los recursos naturales para la manutención de los bovinos, además de que contribuya con el bienestar animal y con el cuidado y conservación del medio ambiente respetando el bienestar y salud animal, el ambiente y sin emplear sustancias químicas de síntesis (CAAE, 2006).

En este punto es importante dar a conocer que, los sistemas silvopastoriles son básicamente una estrategia que se fundamenta en la integración de arbustos y árboles en el manejo de la producción ganadera con el fin de mejorar la crianza del ganado e intensificar el rendimiento por medio del adecuado uso de los recursos naturales, desempeñando un papel decisivo en la disminución de los efectos adversos de la ganadería en la defensa de la biodiversidad (López, Sánchez, Iglesias, Lamela, Soca, Arece y Milera, 2017), contribuyendo así con el rendimiento del sistema y con la conservación del medio ambiente; entonces en este punto se hace necesario generar la siguiente pregunta, ¿es viable para un ganadero implementar un sistema silvopastoril como una opción sostenible para el manejo de su actividad ganadera?

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General**

Analizar los sistemas silvopastoriles como una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería y la conservación del medio ambiente.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la importancia que representa la ganadería para la seguridad alimentaria de la población.
- Identificar los impactos ambientales que genera la ganadería en el mundo y los impactos que genera el cambio climático en el sector ganadero.
- Caracterizar diferentes tipos o arreglos de sistemas silvopastoriles existentes.
- Determinar la función de los sistemas silvopastoriles para el manejo sostenible de la ganadería y la conservación del medio ambiente.
- Analizar las ventajas y las desventajas que presentan los sistemas silvopastoriles.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. MARCO CONCEPTUAL

El desarrollo de las actividades ganaderas ha ocasionado un serio impacto ambiental, según la FAO la producción ganadera representa una de las razones primordiales de los impactos en el ambiente más preocupantes a nivel mundial, como lo son el aumento de la temperatura ambiental, el detrimento de biodiversidad, la desertificación de las tierras, la polución del aire y del agua, planteando que la ganadería es considerada como la responsable del 18% de emanaciones de gases que generan efecto invernadero (FAO, 2006a).

Referente al impacto ocasionado al suelo por parte de la ganadería, se da a conocer que, el impacto negativo se presenta principalmente mediante el pisoteo, ya que los animales compactan el suelo, ocasionando una drástica disminución en el movimiento interior del agua y un aumento en la densidad aparente del mismo (Pinzón y Amézquita, 2007). En cuanto al agua se dice que, las actividades ganaderas son posiblemente las que más generan contaminación del agua, ya que contribuyen con la eutrofización, que es un proceso de desgaste de la calidad del agua (Ledesma, Bonansea, Rodríguez & Sánchez, 2013) y en lo referente a la biodiversidad, es importante exaltar que existen diversos estudios que han asociado el pastoreo del ganado bovino con el detrimento de biodiversidad y el deterioro de la riqueza de especies nativas (Verdú, Crespo & Galante, 2000). Por esta razón se ve en los sistemas silvopastoriles una estrategia que integra la producción de árboles y arbustos en las funciones de la producción bovina con la intención de acrecentar la crianza del ganado e intensificar la producción a través del empleo apropiado de los recursos naturales, ayudando a reducir los efectos negativos de la ganadería (López, Sánchez, Iglesias, Lamela, Soca, Arece y Milera, 2017).

A su vez es importante exaltar que, existen algunas variaciones en los sistemas de producción silvopastoriles que pueden ser establecidos en las ganaderías, con el fin de contribuir con el rendimiento del sistema y con la conservación del medio ambiente; entre los cuales se pueden encontrar las cercas vivas, los bancos mixtos de forraje, el pastoreo en plantaciones con árboles frutales o maderables, las pasturas en callejones, las

plantaciones arbóreas distribuidas en las praderas y las cortinas rompevientos (SAGARPA, 2007); haciendo referencia a las cercas vivas que se distinguen por ser unas líneas ya sea de arbustos o de árboles en los que se sujetan diversos hilos de alambre, lo cual tiene como fin implantar límites entre fincas o cultivos (Sánchez, Villanueva, Torres, Tobar & Clerck, 2008); los bancos forrajeros mixtos que consisten en una variedad de arreglo que se realiza con varios cultivos intensivos de arbustos con el fin de obtener follajes; las pasturas en callejones que se caracterizan porque se fijan hileras o bandas de plantas leñosas perennes, destacándose las leguminosas que presentan un rápido crecimiento, con el sembrado de pastos en callejones; los árboles dispersos en potreros que hacen referencia a los árboles que son establecidos de manera dispersa en los potreros; el pastoreo en plantaciones maderables o frutales que se distinguen porque en estos se establecen pasturas permitiendo que los animales tomen su alimento de allí; y las cortinas rompevientos que básicamente son como filas de árboles que son sembrados de manera opuesta a la trayectoria de las corrientes de aire dominantes con el objetivo de reducir su velocidad.

Por otra parte, es importante dar a conocer también las ventajas que tiene la implementación de los sistemas silvopastoriles, como lo son la integración de árboles y arbustos en las producciones ganaderas, el reciclaje de nutrientes, el empleo razonable de los recursos naturales, la fijación de nitrógeno, la regulación del estrés climático, el control del deterioro edáfico, la captación de carbono, el favorecimiento de la actividad biológica tanto de la micro como de la macrofauna, la reducción de los costos de alimentación para los animales y la preservación de la biodiversidad. Así mismo, los sistemas silvopastoriles presentan algunas desventajas como lo son, la posible competencia por la luz, la presencia de plagas y el ramoneo. Sin embargo, son múltiples los beneficios que ofrecen los sistemas silvopastoriles, pudiéndose destacar la interacción de árboles, arbustos, animales y suelo, lo cual permite que se lleven a cabo diferentes procesos que contribuyen con el amparo de la variedad de especies vegetales y animales, y el medio ambiente, entre los cuales se destaca la fijación biológica de nitrógeno, la obtención de frutos y madera, la captación de dióxido de carbono, el captación de carbono, la liberación de oxígeno y los servicios en la preservación de la biodiversidad, siendo procesos que generan gran aporte a la conservación del ambiente;

brindando así una opción al productor de llevar a cabo un manejo sostenible de la ganadería al implantar sistemas silvopastoriles en sus fincas.

En este orden de ideas la revisión bibliográfica respecto a los sistemas silvopastoriles, que se relacionan en este documento, permite afianzar conocimientos y de alguna manera visualizar alternativas de solución hacia una ganadería productiva, pero más amigable para el ambiente, preservando los recursos naturales, a través de condiciones de bienestar animal, en condiciones de sostenibilidad y sustentabilidad, como es la tendencia actual de la producción agropecuaria del mundo.

## **2.2. TEÓRICO**

### **2.2.1. Relevancia de los sistemas de producción ganaderos en la seguridad alimentaria.**

La ganadería se conoce como una actividad que se enfoca en la cría de bovinos, con el fin de hacer uso de los productos que pueden obtenerse de estos animales (Carmona, González & Bolívar, 2016), resaltando la gran importancia que representa la diversidad de productos y servicios que estos proporcionan, ya que contribuye significativamente con la seguridad alimentaria, principalmente en los países que presentan bajos ingresos y carencia de alimentos, por medio del suministro de alimentos de buena calidad como lo son la leche y la carne, pero también cabe resaltar su contribución a la generación de ingresos y empleos ofreciendo un aporte aproximado de 950.000 empleos, presentando una participación del 7% del total nacional, y a su vez contribuye con un aporte del 25% del empleo rural (FEDEGAN, 2006), también es posible dar a conocer que contribuye de forma indirecta como fuente de energía, ya que el excremento del ganado bovino se emplea para la producción de biogás y de esta manera obtener energía eléctrica (Vera, Estrada, Martínez & Ortiz, 2014).

Por otro lado, es fundamental tener presente que, según la FAO la producción ganadera contribuye con un porcentaje muy alto de la producción agrícola en el mundo, estando alrededor del 40% y es considerado como el soporte de las vías de manutención y la disponibilidad de alimentos para alrededor de mil millones de habitantes, además de mencionar que, las actividades ganaderas aportan el 15% del total de la energía

alimentaria así como también contribuye con el 25% de las proteínas incorporadas en la dieta en lo cual es importante resaltar que, los productos que provienen de la actividad pecuaria son los que proveen micronutrientes esenciales que no se adquieren buenamente de otros alimentos de origen vegetal (FAO, 2010).

Referente a la carne y los productos cárnicos, es posible destacar que, dichos productos presentan considerables niveles de vitaminas, proteínas, micronutrientes y minerales, los cuales son fundamentales para el proceso de desarrollo de los humanos al aportar valiosos nutrientes que son beneficiosos para la salud (FAO, 2014). Su proteína es de alto valor biológico, pues contiene minerales esenciales como lo son, el selenio, el zinc y el hierro hémico de alta biodisponibilidad, en lo cual cabe resaltar que la carne bovina es una fuente incalculable de vitamina B12, cuya falta en la dieta alimentaria puede ocasionar deficiencia del desarrollo cerebral en los recién nacidos y a su vez puede provocar anemias en los adultos, asimismo cabe destacar que, la carne también es una fuente valiosa en ácidos grasos importantes para la salud como los poliinsaturados y el ácido linoleico conjugado (CLA), (Saadoun & Cabrera, 2016).

En cuanto a la leche de vaca, cabe resaltar que, los registros de la FAO de 2013, dan cuenta que el 85% de la totalidad de la producción de leche proviene de las vacas (FAO, 2013), resaltando que la leche se destaca por ser un alimento considerado de primera necesidad, el cual presenta una gran demanda gracias al alto valor nutricional que presenta en sus componentes, razón por la que es apreciado como un alimento de gran importancia en la alimentación de niños, enfermos, adultos mayores y en general de toda persona (Agudelo & Bedoya, 2005), mencionando que la leche aporta nutrientes esenciales y a su vez es considerada como una fuente significativa de grasas, energía y proteínas de muy buena calidad, que ayudan significativamente a la absorción indispensable de nutrientes dentro de los cuales sobresale el calcio, selenio, magnesio y las vitaminas B2, B5 y B12 (FAO, 2015).

En este punto, es adecuado mencionar que, los alimentos que provienen de la leche y los productos lácteos poseen abundantes nutrientes y su ingesta hace más variables las dietas que se fundamentan esencialmente en el consumo de verduras y hortalizas, debido a que la leche que proviene de los animales juega un rol esencial en las dietas

de los niños en localidades que presentan un nivel de consumo de grasas bajo y con acceso restringido a otros alimentos que provienen de los animales teniendo en cuenta que, este es un alimento nutritivo y un componente importante de la alimentación humana, ya que ofrece al ser humano grasas y proteínas de alta calidad nutricional (García, Montiel & Borderas, 2014).

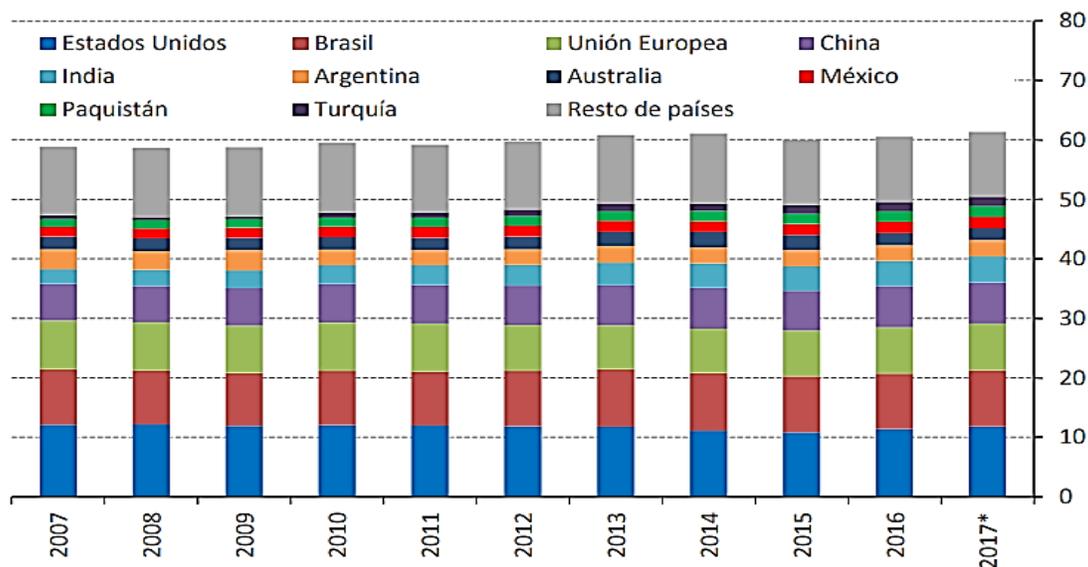
Teniendo en cuenta la importancia de la actividad ganadera al generar productos alimenticios que presentan un gran valor nutricional, es posible mencionar que, este sector pecuario, se ha ido modificando a un paso acelerado en las últimas décadas, gracias al incremento de los requerimientos de alimentos que provienen de los animales en las economías que más rápido aumentan en el mundo, las cuales han influido considerablemente con el incremento de la producción ganadera, que ha sido posible a través de los cambios tecnológicos y a las variaciones estructurales que se han puesto en funcionamiento en el sector (FAO, 2014a), representando unas de las secciones de desarrollo más dinámicas de la economía agrícola, en lo cual es importante resaltar que, el avance y la modificación del sector ha permitido ofrecer oportunidades de progreso agrícola, contribuyendo de una manera positiva con la disminución de la pobreza y mejorando la seguridad alimentaria, pero se debe tener en cuenta que, el apresurado ritmo de la variación permitiría segregar a los pequeños productores así como también es importante el hecho de abordar los riesgos sistémicos que esto puede ocasionar tanto a la personas en cuanto a su salud como al medio ambiente, con el fin de asegurar la sostenibilidad (FAO, 2009).

#### *2.2.1.1. Producción mundial de carne de bovino*

Al ahondar sobre este tema, es posible verificar que, entre los años 2007 y 2016, según FIRA (2017) se presentó una producción con un notable crecimiento, manifestando una valoración promedio anual de 0.3 %. Aunque, es de mencionar que, se presentaron tasas de decrecimiento en algunos países que son importantes productores, pues en Estados Unidos, la producción disminuyó a una tasa promedio por año de 0.6%; en Unión Europea un 0.5%; en Argentina un 2.2%; y en Australia un 0.2%. Sin embargo, cabe resaltar que, en dicho período la producción creció en Turquía a razón de 14.3 por ciento promedio anual, en India un 6.2 por ciento, en Paquistán un 3.0 por ciento, en México un

1.8 por ciento y en China un 1.3 por ciento, por lo tanto, al observar la (Gráfica 1) que representa la producción a nivel mundial de carne de bovino entre los años 2007 y 2017, se evidencia que, en el año 2016 dicha producción fue de 60.5 millones de toneladas (FIRA, 2017), para el año 2017 la producción mundial de carne de bovino ascendió a una nivelación récord de 61.3 millones de toneladas, presentando un incremento por año de 1.4% (blasinayasociados,2016).

**Gráfica 1.** Producción mundial de carne de bovino, 2007 – 2017  
(Millones de toneladas, equivalente en canal)



Fuente: Tomado de FIRA, 2017

### 2.2.1.2. Consumo mundial de carne de bovino

Al ahondar en el consumo mundial de carne de bovino, es posible verificar que, durante la etapa entendida entre 2005 y 2014 se evidenció por año un incremento medio de 0.4 por ciento, mencionando que, los países que más se destacan por consumir carne de bovino son Estados Unidos, Brasil, Unión Europea, China, Argentina, Rusia, India, México y Pakistán, destacando que, el consumo fue una variable paralela a la variable de producción, ya que los principales productores son a su vez los principales consumidores, además cabe mencionar que, dichos países suman alrededor del 80% de la producción y 77% del consumo mundial de carne de bovino. El consumo mundial de los principales países alcanzó su nivel máximo en 2007, cuando estos países presentaron un consumo de 45.2 millones de toneladas, sin embargo, es importante dar

a conocer que, entre el año 2007 y el año 2014, el consumo de los principales países presentó altas y bajas, pues durante el año 2014 el consumo fue de 44.2 millones de toneladas, por lo cual, para el 2015, se esperaba un ligero aumento en el consumo de dichos países de 0.04 por ciento anual (FIRA, 2015), esto teniendo en cuenta que, el consumo mundial de carne bovina para el año 2013 fue de 56 millones de toneladas ubicándose un 1% por debajo en el año 2012 (Errecart, Lucero & Sosa, 2015).

Por otra parte, al investigar sobre el país que es considerado como el mayor consumidor de carne de bovino, se pudo evidenciar que dicho país es Uruguay, ya que para este país se estimó un consumo de 59,4 kilos per cápita para el año 2017, lo que representa un incremento de 1,6 kilos con relación al consumo presentado en el año 2016 (INAC, 2017).

Además, es importante dar a conocer que, la OCDE – FAO han realizado unas proyecciones sobre el consumo mundial de carne de bovino, por lo cual se espera que dicho consumo avance de nuevo en la próxima década, aunque es de tener en cuenta que aumentará sólo 0,1 kg por persona en 2023, al verificar con el promedio de la etapa base. También se plantea que, el consumo por persona caerá sutilmente en los países desarrollados mientras que se elevará en los países que se encuentran en desarrollo. A su vez, cabe dar a conocer que, la disminución en América del Norte será de 3,1 kg per cápita, lo cual ocurrirá como consecuencia del aumento de precios en relación con otras carnes competitivas (OCDE-FAO, 2014).

### *2.2.1.3. Comercio internacional de carne bovina*

Referente al comercio internacional de carne de bovino, es posible mencionar que, para el año 2016 se planteó que el comercio internacional de carne bovina crecerían un 0.8 por ciento anual para lograr alcanzar los 9.6 millones de toneladas, además, es adecuado dar a conocer que, el 16.3% de la producción mundial de dicha carne se comercializa internacionalmente.

Por otro lado, es importante resaltar que los países que son considerados como los mayores exportadores de carne bovina son India, Brasil, Australia, Estados Unidos y Nueva Zelanda, en los cuales se concentra el 72.9% de las exportaciones mundiales de

dicha carne, resaltando que el principal país exportador de carne de bovino es India. Se esperaba que en el año 2016 se concentrará un 20.2 por ciento de las exportaciones mundiales. Así, para el año 2017 las exportaciones de este país alcanzarían 1.95 millones de toneladas, lo cual representaría un crecimiento anual de 8.0 por ciento. Otro caso por resaltar es el crecimiento de las exportaciones es Argentina, ya que se esperaba que creciera en 23.7 por ciento durante 2016. Lo anterior es resultado de las medidas tomadas para acrecentar la competitividad de las exportaciones de carne de bovino en Argentina (FIRA, 2016).

Para el año 2017 se esperaba un aumento en las exportaciones globales de carne bovina manifestando un crecimiento en los mayores exportadores de carne bovina apoyado por un crecimiento en la producción casi en todos los casos. Sin embargo, se debe tener presente que, la situación varía entre los diferentes países exportadores y las condiciones de los mercados internacionales se mantendrán su dinámica en el futuro cercano. Los primeros 4 exportadores de carne bovina (Brasil, India, Australia y USA) realizaron el 73% del total de las exportaciones en el año 2017, resaltando que India y Brasil mantuvieron el liderazgo en el 2017 y a su vez es de tener en cuenta que, en ambos países se presentó un aumento en la producción, una creciente demanda internacional y mayor acceso a mercados. Asimismo, es de resaltar que, Brasil es un país que presenta una posición dominante en Europa y Oriente Medio, por lo cual se proyectaba un aumento de sus envíos con el acceso a China y USA (PROSAIA, 2017).

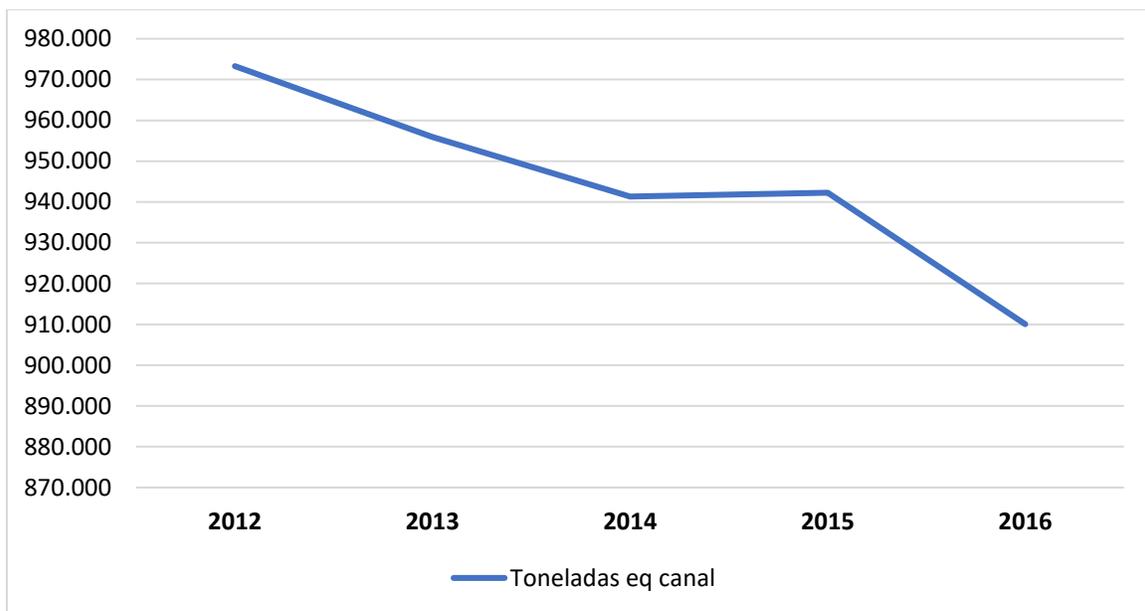
#### *2.2.1.4 La producción de ganado bovino en Colombia*

Inicialmente es de mencionar que, en Colombia la ganadería bovina es un sistema de producción animal que se ha visto muy beneficiado con la ubicación geográfica de este país, ya que es bien sabido que Colombia posee una gran variedad en sus pisos térmicos presentándose desde el nivel del mar hasta páramos, lo cual hace posible el aprovechamiento de las distintas razas bovinas productoras de carne, leche y doble propósito. Por otra parte, al ahondar en la población bovina que se maneja en el país, es posible mencionar que, según datos del ICA dicha población presentó un aumento para el año 2017, esto teniendo en cuenta que en el año 2016 el inventario bovino sumaba 22'689.420 animales y para el año 2017 dicha población estuvo constituida

aproximadamente por 23'475.022 animales, lo cual señala que el hato bovino colombiano se incrementó en unos 785.602 animales, en otras palabras, aumento un 3,5% (ICA, 2017).

En cuanto a la producción de carne formal, procedente del sacrificio bovino, cabe resaltar que, dicha producción se redujo en un 6,8 por ciento, llegando a 910.052 toneladas en 2016 (Gráfica 2), esto a causa del sacrificio clandestino y el contrabando de animales, siendo unas situaciones que afectan de manera crítica el crecimiento real del sector cárnico, pues al investigar sobre la ilegalidad en la faena de animales, se da cuenta que para el año 2016 se presentó un estimado alrededor de los 4,2 millones de bovinos sacrificados. Además, según los indicadores generales de la producción de carne bovina en el país, durante el periodo 2012 a 2016 es posible evidenciar que en el 2012 las toneladas equivalentes en canal de carne bovina fueron de 973.287 toneladas cifra que ha venido disminuyendo, ya que al año 2015 la producción fue de 942.285 toneladas y al año 2016 disminuyó un tanto más, presentando una cifra de 910.052 toneladas (FEDEGAN,2016).

**Gráfica 2.** Producción de Carne Bovina en Colombia (toneladas, equivalente en canal)



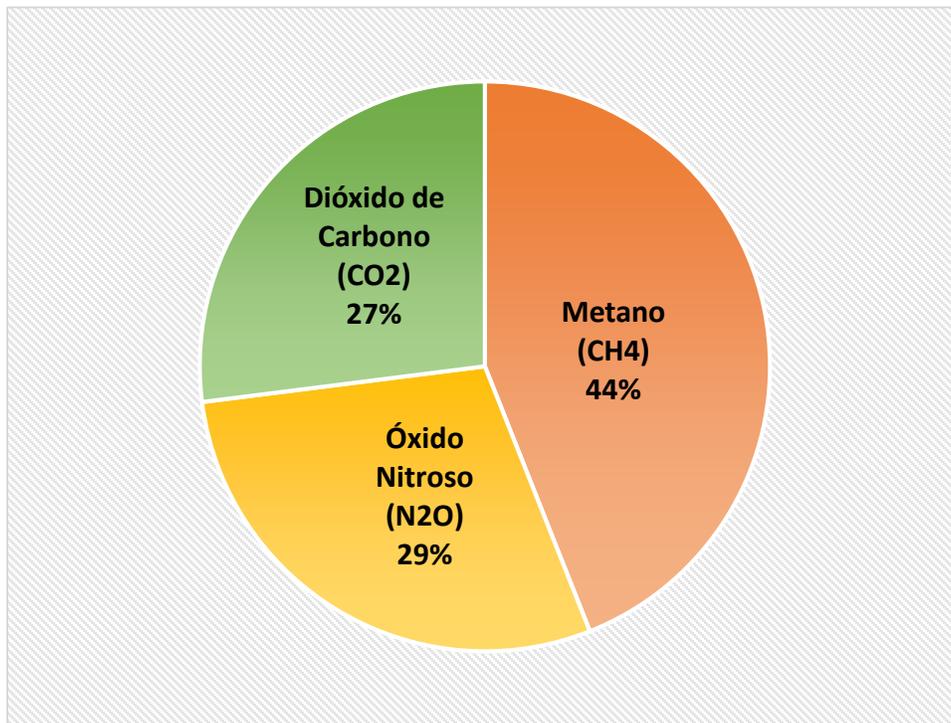
**Fuente:** Adaptado de FEDEGAN, 2016

Por otro lado, al investigar sobre el sacrificio de ganado bovino a nivel nacional durante el año 2016 es posible evidenciar que, durante dicho año se presentó el sacrificio de 3'652.242 bovinos, es decir, cerca de 334 mil animales menos que en el año 2015 (DANE,2016), además de dar a conocer que, en el año 2016 el consumo de carne de res en Colombia presento una disminución de medio kilo por persona respecto al consumo presentado en el año 2015, llegando a un consumo de 18,6 kilos/persona/año (FEDEGAN, 2017), lo cual se dio debido a que los colombianos prefieren el consumo de carne de pollo, pues según los datos de FENAVI, el consumo de dicha carne en el año 2015 fue de 30,2 kilos/persona/año (FENAVI, 2016).

### **2.2.2. Impacto ambiental de la ganadería**

Al profundizar en el tema del impacto ambiental que genera la ganadería, es posible mencionar que, según la FAO la producción ganadera es considerada como una de las mayores fuentes de los inconvenientes ambientales más preocupantes que se presentan en el mundo, dentro de los cuales se encuentra el aumento de la temperatura terrestre, la afectación de tierras, el detrimento de la biodiversidad, las afectaciones a la atmosfera y contaminación de fuentes hídricas, planteando que la ganadería bovina produce el 18% de los gases que incrementan el efecto invernadero (FAO, 2006a), esto teniendo en cuenta que, la ganadería es una ocupación en la que se produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a razón de un 27%, metano (CH<sub>4</sub>) en una proporción de 44% y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) a razón de 29% (Gráfica 3), (Gerber et al, 2013).

**Gráfica 3.** Emisiones de gases de efecto invernadero de la ganadería



Fuente: Adaptado de Gerber, 2013.

En este punto cabe resaltar que, los gases de efecto invernadero son producidos mientras se llevan a cabo todas las fases productivas de la ganadería, mencionando que esta actividad contribuye de una manera considerable con el cambio climático al emitir dichos gases (FAO,2013a), ya sea directamente mediante la fermentación entérica o el estiércol de los bovinos (Bonilla & Lemus,2012), o de manera indirecta por medio de las tareas requeridas para la producción de comida y establecimiento de pasturas en áreas de bosque (Casasola & Villanueva, 2015), esto debido a que el estiércol que se produce en las ganaderías puede originar efectos ambientales negativos, a causa de la emanación de gases que contaminan hacia la atmósfera, y el acopio tanto en el suelo como en los cuerpos hídricos en la superficie de micronutrientes y macronutrientes (Pinos, García, Peña, Rendón, González, & Tristán, 2011), además de mencionar que, la transformación de bosques en pastizales conlleva inminentemente a la deforestación la cual genera un serio impacto ambiental, ya que es considerada como una de las razones primordiales del detrimento de especies tanto animales como vegetales únicas

en los bosques, y a su vez se destaca por causar un deterioro ambiental desmedido, ya que emana a la atmósfera cantidades considerables de dióxido de carbono (FAO, 2005).

#### *2.2.2.1. Impacto de la ganadería sobre el suelo*

Para ahondar sobre el impacto que ha generado la ganadería bovina sobre el suelo, inicialmente se debe dar a conocer que, el suelo es definido como un cuerpo natural que se encuentra conformado por varias capas de suelo, las cuales están formadas por aire, materiales de minerales meteorizados, agua y materia orgánica, conociéndose comúnmente como el medio natural en el que se da el crecimiento de las plantas (FAO, 2013b), resaltando que, el suelo representa un papel fundamental para la producción de alimentos ya que, este es considerado como soporte de la agricultura y el espacio en el que se dan casi todo tipo de plantas encaminadas a la producción de alimentos tanto para las personas como para los animales, proporcionando agua, oxígeno, nutrientes esenciales y la base para que las raíces de dichas plantas sean capaces de desarrollarse y florecer. Asimismo, es importante destacar que el suelo cumple una función de amortiguación, ya que este es uno de los principales encargados de resguardar de las fluctuaciones de temperatura a las frágiles raíces de las plantas (FAO, 2015a), esto teniendo en cuenta que el material vegetal que cae al suelo se descompone aportando nutrientes, gracias al efecto protector que se genera mediante el follaje forestal contra los ardientes rayos del sol y las tempestuosas lluvias, de la misma manera, el sistema radicular ayuda a impedir la erosión del suelo, es por esto que cuando no hay presencia de árboles, se presenta un rápido agotamiento en el suelo (FAO, 2006b).

En este punto cabe mencionar que, la ganadería genera un impacto negativo sobre el suelo debido a diferentes factores, ya sea mediante el pisoteo, ya que los animales compactan el suelo, lo cual se presenta en los primeros 15 cm de suelo, generando una drástica disminución en el movimiento del agua que se da en las partes internas del suelo, y un aumento en la densidad aparente del mismo, trayendo como consecuencia una notable reducción en la porosidad, asimismo genera cambios negativos en la relación suelo - agua - aire afectando de este modo el sistema radicular de las plantas, más exactamente referente a su crecimiento, así como también se ve afectada la productividad de las mismas (Pinzón y Amézquita, 2007).

Por otra parte, es posible dar a conocer el pastoreo como otro factor que afecta al suelo, mencionando que, el pastoreo hace referencia a la acción de explorar zonas de alimentación, y al encontrar el alimento consumir algunos bocados, resaltando que dicho proceso de pastoreo implica, la actividad selectiva de los animales por medio de la cual estos elijen el forraje que van a consumir y también implica las alteraciones que se presentan en el ambiente hídrico, lumínico y edáfico a causa del pisoteo, del traslado de nutrientes y de la evacuación del excremento que se da en el transcurso del pastoreo (Quiroga, 2007), el cual al llevarse a cabo se encarga de favorecer la erosión y la reducción de importantes funciones del suelo, como lo es la regulación del clima, destacando que, las hierbas que se encuentran en las zonas de pastoreo protegen el suelo contra la erosión del mismo y además dan soporte a las actividades biológicas del suelo (FAO, 2015b).

Además, en este punto, es de dar a conocer que, cuando el suelo es pastoreado, esto influye con el contenido hídrico del mismo, siendo una influencia de tipo físico-mecánico, esto teniendo en cuenta que afecta el estado de compactación de los primeros centímetros del suelo, ocasionando un descenso de la capacidad para el aire, lo cual conlleva a una pobre aireación, una reducción tanto de la actividad biológica como de la capacidad o velocidad de infiltración del agua de lluvia (Rucks, García, Kaplán, Ponce de León y Hill, 2004). A su vez cabe dar a conocer que, cuando el suelo está más seco, es cuando el pisoteo de los bovinos genera más compactación del suelo, la cual se asocia con una pérdida de macroporosidad (Medina, 2016).

Por otro lado, también es importante mencionar que, en Colombia el uso del suelo no se ha dado de una manera adecuada, lo cual le ha generado serios impactos negativos, ya que, según el IGAC el 9,2% del territorio nacional es donde se hospedan los suelos más sobresalientes para cultivar, el 8,7% de los suelos tienen una aptitud para lo forestal y el 2,7% de los suelos presenta una tendencia a lo agroforestal, entretanto el 60,6% del suelo de manera obligatoria debe conservarse debido a su riqueza ambiental y el 16,1% restante del suelo se encuentra protegido por la ley, sin embargo, en Colombia se tiene estipulado que alrededor de 14 millones de hectáreas son empleadas para el desarrollo exclusivo de la ganadería; lo cual es una cifra que se encuentra muy por lo alto de la cifra

real de tierras que son aptas para la ganadería, ya que se tiene determinada que la cifra adecuada es de 2,7 millones, mencionando que esta situación genera un serio problema en el suelo como lo es la compactación, ocasionado por el constante pisoteo de los bovinos en los terrenos, resaltando que el suelo afectado tardará cientos de años en ser recuperado (IGAC,2017), asimismo incrementa la deforestación, que es considerada como uno de los problemas más urgentes, teniendo en cuenta que, los bosques son el entorno en el que viven múltiples especies animales y vegetales que sirven como sustento para la población, y a su vez contribuyen a la preservación de las cuencas hidrográficas de montaña, el cuidado del agua y del suelo, así como también interviene en el ajuste del microclima (Reyes, 2003).

#### *2.2.2.2. Impacto de la ganadería sobre el agua*

En este punto es fundamental el hecho de dar a conocer que, el agua dulce en el mundo cada día se está agotando más, pues tan solo las actividades ganaderas se han apoderado de aproximadamente una décima parte del consumo de agua mundial, siendo a su vez la ganadería seguramente una de las actividades que más contamina el agua, ayudado a que se presente la eutrofización, que hace referencia al detrimento de la calidad del agua gracias al crecimiento de nutrientes, esencialmente de fósforo y nitrógeno, los cuales restringen su uso y ejercen mayores efectos a nivel sanitario, económico y ecológico (Ledesma, Bonansea, Rodríguez & Sánchez, 2013). Por otra parte, cabe mencionar que, la mayor parte del incremento de la producción ganadera se presenta principalmente en las granjas industriales, que suelen agruparse en los alrededores de los principales centros urbanos, ocasionando serios impactos negativos ya que, este tipo de grandes concentraciones de animales suelen ocasionar inconvenientes de contaminación trascendentales, siendo los restos de origen animal, las hormonas, los antibióticos y los plaguicidas los mayores causantes de la contaminación (FAO, 2013c).

Así como también es de mencionar que, la ganadería es una de las actividades que más implementa agua dulce, que debe presentar unas condiciones de calidad específicas para las diferentes actividades, entre las cuales se incluyen la limpieza de instalaciones, equipos y tanques, y el abastecimiento del agua para el consumo de los bovinos,

mencionando que las fuentes hídricas pueden salir perjudicadas debido al empleo de abonos orgánicos e inorgánicos, a los daños ocasionados a los lechos naturales de las aguas y al deterioro de los sectores donde nace el agua (Álvarez y Borda, 2012), a partir de esto es posible resaltar que, el gran requerimiento de agua por parte de la actividad ganadera ha quedado demostrado mediante un análisis realizado por la FAO en el año 2005 en el que se da a conocer que, las regiones que presentan mayor escasez de recursos hídricos, son las mismas en las que se emplea una abundante cantidad de agua para la ganadería, llegando muchas veces a sobrepasar la cantidad de agua que es designada para el consumo humano, asimismo en dichos territorios, el daño ocasionado al agua que puede ser utilizada para otros fines, igualmente representa un inconveniente a tener en cuenta debido a que, los bovinos contaminan el preciado líquido con patógenos que representan un inminente peligro para la salud de las personas; son los causantes de que se presenten alteraciones en el uso del suelo y a su vez generan un serio daño en la estructura del suelo incidiendo negativamente en la disponibilidad del agua (FAO, 2005a).

Otro punto para tratar es la contaminación difusa, la cual hace referencia al proceso de cambio de la composición natural de una fuente hídrica, como resultado del ingreso de múltiples descargas de aguas residuales, de las cuales se tiene planteado que gran parte de estas aguas provienen y se encuentran asociadas a actividades de producción como la ganadería (INIA,2007), y también se da a conocer que la contaminación difusa es ocasionada debido al desarrollo de un gran grupo de labores que son desempeñadas por los humanos en las cuales las sustancias que contaminan no presentan una posición específica de ingreso a los cauces fluviales que los acogen (FAO,2002a). Además, es importante expresar que, tanto el sector ganadero como el sector agrícola son catalogados como los mayores causantes de que se presente contaminación difusa en los cauces fluviales a causa de que son actividades que ocasionan que se presente un desarrollo de nutrientes en el agua, más exactamente de nitrógeno y fosforo, así como también contribuyen a que se presente una contaminación biológica a causa de patógenos, siendo una situación que empeora cuando se relaciona un sistema de producción bovino en el que se maneja una alta carga animal y un alto grado de eutroficación de las corrientes de agua adyacentes al sistema productivo; por otra parte,

se ha establecido que la mezcla entre la población animal y la aplicación de fertilizantes, principalmente de fertilizantes fosfatados, son las causas esenciales que dominan el aporte de nutrientes a las fuentes de agua que se ubican en la superficie, más exactamente a la altura de las cuencas hidrográficas (Alfaro y Salazar, 2005).

### *2.2.2.3. Impacto de la ganadería sobre la biodiversidad*

Inicialmente es imprescindible dar a conocer que la biodiversidad o también llamada diversidad biológica hace referencia a la pluralidad de las formas de vida, las funciones ecológicas que éstas desempeñan y la multiplicidad genética que presentan los diferentes seres vivos que se encuentran en la biosfera (FAO,2002b), resaltando que este es un tema relevante, ya que la biodiversidad es la que establece el soporte de diversos servicios ambientales que son una herramienta indispensable para los seres humanos; por ejemplo al proporcionar recursos que satisfacen los requerimientos primordiales como lo son la alimentación, las medicinas, el alojamiento y el combustible (Andrade, Duque, Guzmán, Duque, León, Douglas, Mancera, Poveda & Rangel, 2013), es por esto que se debe tener presente que, en el momento en el que se deja de contar con un componente que hace parte de la biodiversidad, los ecosistemas se ven directamente afectados, ya que no poseen cualidades para reponerse por lo tanto, sus funciones se ven seriamente perjudicadas, dentro de las cuales se encuentran los servicios de aprovechamiento, como la madera, las plantas medicinales, etc; los servicios culturales, como por ejemplo los territorios sagrados; los servicios reguladores que contribuyen con la estabilización de las variables climáticas, la defensa del agua y del suelo; y los servicios de apoyo que son determinantes para la actividad de los ecosistemas, debido a que promueven la formación del suelo y los procesos de crecimiento de las plantas (Andrade, 2011).

Sin embargo, la biodiversidad se encuentra amenazada por diferentes actividades que son desempeñadas por los seres humanos, como lo son la conversión de hábitats naturales para asentamientos urbanos y agricultura, la contaminación agroquímica e industrial, la extracción de madera a gran escala y las actividades ganaderas (Kosmus, Renner & Ullrich, 2012), mencionando que la producción bovina se destaca por ser una actividad en la que generalmente se implementan sistemas de pastoreo que se apoyan

en la implementación de gramíneas forrajeras, siendo esta una de las prácticas que ha ocasionado el mayor impacto sobre el cambio en el uso de suelo, teniendo en cuenta que, implica despojar un terreno de las plantas y la vegetación que posea con el fin de habilitar esta área para el establecimiento de praderas; además, de mencionar que, las áreas que no son afectadas por la actividad ganadera y que se conservan como monte, suelen ser utilizadas en algunos sistemas ganaderos con el fin de producir alimento para suministrarle a los bovinos, principalmente en las épocas donde se presenta escasez de agua (Ramirez y Rivera, 2004).

Existen diversos estudios que han asociado el pastoreo del ganado bovino con el detrimento de biodiversidad y con la reducción de la riqueza de especies nativas (Verdú, Crespo & Galante, 2000), por ejemplo Dorrough, Moxham, Turner & Sutter (2006) descubrieron que, en bosques con pastizales en Australia, la riqueza de plantas nativas se relacionaba de manera negativa con la intensidad agrícola y de pastoreo, y la riqueza total de especies se relacionaba positivamente con la cobertura arbórea, excepto en los casos donde se lleva a cabo un pastoreo frecuente con altos niveles de carga, lo que permite evidenciar que el pastoreo intenso elimina la heterogeneidad espacial y temporal impuesta por los árboles (Dorrough, Moxham, Turner & Sutter, 2006), así como también cabe resaltar que, el pastoreo provoca variaciones en la apariencia y en la estructura florística, las cuales se relacionan con las habilidades de las plantas para afrontar las formas de depredación a las que se exponen, destacando que estas varían según la productividad del sitio, esto debido a que, en los territorios que presentan una baja productividad, el proceso de pastoreo fomenta la sustitución de especies palatables por otras especies que no son tan palatables, como una táctica que les sirve para mantenerse sin que sean consumidas (Friedel, Sparrow, Kinloch & Tongway, 2003), por el contrario, en territorios que presentan una buena productividad, las especies que poseen tácticas de tolerancia al pastoreo suplantando a las especies sensibles, lo cual les permite sobrevivir a pesar de ser tan consumidas, destacando que, el ganado disminuye la biomasa vegetal que es utilizada por otros individuos para su consumo, y reduce la vegetación, la cual proporciona refugios y protección para los animales silvestres, y a su vez brinda lugares para que dichos animales puedan alimentarse y reproducirse (Cingolani, Noy, Renison & Cabido, 2008).

Por otra parte, es conveniente dar a conocer que, la actividad ganadera también ha ocasionado impactos negativos sobre los humedales, los cuales son ecosistemas altamente productivos que aportan diversos servicios ecosistémicos, como lo son el suministro de agua, el efecto de defensa contra desbordamientos, la fertilización y la captura de carbono (Russi, ten Brink, Farmer, Badura, Coates, Förster, Kumar & Davidson, 2013); sin embargo, a nivel mundial los humedales han sido puestos en riesgo a causa de las labores humanas dentro de las que sobresalen la ganadería y la agricultura (Convención Ramsar & minambiente, 2001).

Un estudio realizado en el golfo de México por Rodríguez, Moreno & Yañez 2017, dio a conocer que, la composición florística de los humedales herbáceos de Alvarado en la costa centro oeste del Golfo de México, están siendo afectados de manera negativa por la carga ganadera, en lo cual se evidencia que el nivel de transformación que se presenta en los lugares donde se realizó el muestreo se relaciona con las diferencias de manejo, tanto en la carga animal como en el tiempo que permanecen los animales en el predio, y esto simultáneamente causa alteración en la estructura vegetal (Rodríguez, Moreno & Yañez, 2017), aunque en este punto cabe mencionar que también existen otros factores que se relacionan con la problemática, como lo son el tipo de animal, la disposición de aguas, el sistema de pastoreo, entre otras (Noy, 2005).

Por otro lado, al investigar sobre la biodiversidad colombiana es posible verificar que, según datos del instituto Humboldt, en el año 2017 se evidencio una disminución promedio del 18%, lo cual se debe a la pérdida de hábitats naturales principalmente por causa de la ganadería expansiva y la agricultura, aunque también intervienen otros factores como lo son, la amenaza de que se presenten invasiones biológicas, la llegada de animales invasores, el desconocimiento del tema, el desarrollo de actividades por parte de los seres humanos, dentro de las cuales sobresale la deforestación, el desarrollo de cultivos ilícitos, las actividades mineras, el tráfico y la caza de animales silvestres, la contaminación del agua, entre otras (Instituto Humboldt, 2017).

### **2.2.3. Como afecta el cambio climático la producción ganadera**

El cambio climático hace referencia a las labores que son desarrolladas por las personas, las cuales generan alteraciones en la estructura de la atmosfera (IDEAM, 2014), dentro de los cambios que trae consigo se encuentra el incremento de la temperatura, las alteraciones que se manifiestan en las lluvias y el aumento del nivel del mar, resaltando que, múltiples estudios dan cuenta que dentro de las actividades que contribuyen con el desarrollo del cambio climático se encuentra la ejecución de las labores propias de la ganadería, siendo una de las actividades que más incita uno de los elementos que lo generan como lo es el efecto invernadero, que es un fenómeno que se manifiesta por la producción y emisión de dióxido de carbono y metano especialmente, que se caracteriza por evitar que la energía que proviene del sol y cae a la tierra retorne en seguida al espacio, provocando como consecuencia un efecto muy parecido al que se presenta en un invernadero (CIIFEN,2016); no obstante, es imprescindible el hecho de saber cuál es su efecto contrario, teniendo en cuenta que el cambio climático también perjudica la producción ganadera, por ejemplo, debido al aumento de la temperatura, a la ampliación de la temporada sin presencia de lluvias y a las alteraciones del régimen de lluvias se presenta una notable reducción de la disponibilidad de agua, viéndose afectada la actividad ganadera, así como también se han dado a conocer impactos negativos a nivel nutricional, sanitario y ambiental (Álvarez, 2014).

#### *2.2.3.1. Efectos del cambio climático en la producción ganadera a nivel nutricional*

Inicialmente es fundamental dar a conocer que, el efecto que tiene el clima sobre los animales especialmente sobre los bovinos es un tanto cambiante y complicado, debido a que influye el medioambiente en el que habitan y se reproducen los bovinos, por lo cual se plantea que el clima afecta al ganado de manera directa e indirecta, esto teniendo en cuenta que altera las características de los alimentos que van a consumir los animales, modifica las exigencias tanto de agua como de energía y a su vez altera el uso que los bovinos le dan a está, lo cual ocasiona que se presenten cambios en el consumo, en la conducta y en el rendimiento, incluyendo disminuciones en los índices productivos,

pues como se había mencionado anteriormente, el clima afecta el consumo de agua, energía y alimentos, y la repartición de la energía (Arias, Mader & Escobar, 2008).

Las emisiones de metano procedentes del ganado bovino representan un 80% del total del aporte de todas las especies a este gas, mencionando que en esta situación es crucial la composición de la dieta que se le brinda a los animales, ya que existen análisis que demuestran que al suministrar dietas altamente fibrosas y de baja digestibilidad se evidencian aumentos significativos en las emisiones de metano y a su vez se genera una gran pérdida de energía por esta vía (Caughey, Wittenberg & Corrigan, 1999; citado por Santacoloma, 2011) lo cual es una situación para tener en cuenta ya que, el metano que emanan los bovinos además de representar un inconveniente ecológico, también simboliza una pérdida considerable de la energía del alimento y como resultado de esto se presenta una rebaja de la eficiencia energética en los bovinos, destacando que los bovinos pierden en forma de metano más del 10% de la energía bruta contenida en el alimento (González, Galindo, González, Sosa, Moreira, Delgado, Martin & Sanabria. 2006).

Por otra parte, también es importante mencionar que debido al calentamiento global los tejidos en los pastos están presentando cambios, obteniéndose tejidos menos digeribles en los forrajes que representan un menor rendimiento de peso, viéndose afectada la obtención de leche debido a las alteraciones en los forrajes y al hecho de adquirir menos energía metabolizada, dando como resultado una menor productividad lo cual a su vez representa menos ganancias monetarias por animal para el productor (Garzón, 2011).

Considerando los efectos que genera el cambio climático en la producción ganadera, es evidente lo indispensable que es el hecho de buscar alternativas viables con las cuales sea posible disminuir dichos impactos; para el caso de las pérdidas energéticas en los bovinos se ha estudiado como alternativa de solución el acto de manipular la dieta de dichos animales con lo cual se pretende disminuir las emanaciones de metano y así mismo, hacer menores las rebajas energéticas en los bovinos, pues según Carmona Bolívar & Giraldo (2005), diversos estudios han revelado que el índice de emanación de metano generado gracias a la fermentación que se da en el rumen, se encuentra directamente vinculado con las propiedades físico-químicas que presente la dieta que se

le suministre a los bovinos, siendo dichas características las que perjudican el consumo y la constancia en la alimentación (Carmona et al, 2005).

En este sentido, se hace necesario el hecho de estudiar diferentes técnicas agroecológicas que sirvan para progresar en el tema del confort animal, teniendo en cuenta que este es un tema que influye en el mejoramiento en la productividad, sin tener una influencia negativa en el medio ambiente; resaltando que el silvopastoreo es considerado como un método efectivo para mitigar los efectos del cambio climático (Lamothe, León & Moriche, 2012).

#### *2.2.3.2. Efectos del cambio climático en la producción ganadera a nivel sanitario*

Las consecuencias del cambio climático en la ganadería a nivel sanitario se encuentran directamente relacionadas con las plagas, teniendo en cuenta la dinámica que estas han ido presentando gracias a los diferentes pisos térmicos y a la celeridad en sus fases de desarrollo, lo cual se considera que es a causa de las altas temperaturas, siendo una situación que perjudica tanto a los bovinos como a los seres humanos personas que residen en alturas superiores, que no poseen una adecuada aclimatación y tampoco conocen las tácticas que se requieren para inspeccionar las poblaciones de plagas actuales. (Core, Pachauri & Reisinger, 2007).

Como resultado del cambio climático, se presentan modificaciones en cuanto al régimen de lluvias y en la temperatura de las diferentes regiones, lo cual ocasiona serios inconvenientes que se relacionan con las dificultades en la salud animal, más exactamente respecto a la presentación de zoonosis y a las enfermedades animales transmitidas por vectores (Pinto, Bonacic, Hamilton, Romero & Lubroth. 2008), siendo un tema que ha cobrado gran importancia en el siglo 21 teniendo en cuenta que, los artrópodos son bastante sensibles a los cambios ambientales y de temperatura, por lo cual se hace necesario analizar los efectos en la presentación de las enfermedades que dependen de dichos animales para su transmisión y permanencia (Beard, Eisen, Barker, Garofalo, Hahn, Hayden, Monaghan, Ogden, & Schramm, 2016), ya que al mejorarse las condiciones ecológicas que contribuyen con la estancia de estas especies en el

ecosistema, esto tendrá su consecuencia en las probabilidades de presentación de enfermedad.

Desde el enfoque del cambio climático, es importante tratar el tema de las garrapatas, que son parásitos de gran interés en la actividad ganadera; por un lado, por la dependencia a las condiciones del ambiente para supervivencia y ciclo de vida, y por otro lado, por la necesidad del huésped obligado, que en este caso son principalmente los bovinos (Léger, Vourc'h, Vial, Chevillon, McCoy, 2013), a los cuales suelen ocasionarles muchas molestias entre las que sobresale la babesiosis bovina, también conocida como fiebre por garrapatas, Fiebre de Texas, Piroplasmosis, Fiebre hematúrica (CFSPH, 2008), que hace referencia a un padecimiento que se caracteriza porque el animal enfermo presenta alta temperatura, la cual es generada por parásitos protozoarios como la *Babesia bigemina* y la *Babesia bovis* y por la rickettsia *Anaplasma marginale*, los cuales son especímenes que se difunden por medio de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (García, 2010); siendo una enfermedad que se da a conocer por que la sintomatología clínica incluye altas temperaturas, postración, inapetencia, decaimiento, descoordinación en el movimiento, desnutrición, ictericia, parálisis de panza, constipación, rebaja en la producción de leche, abortos y en ocasiones extremas la muerte de uno o varios animales (Figuroa & Álvarez, 2003).

Cabe resaltar que, las pérdidas ocasionadas por la babesiosis bovina son directas e indirectas, considerándose directas las pérdidas que son ocasionadas por la muerte del animal enfermo y también por la disminución de las producciones; y en cuanto a las pérdidas indirectas es de mencionar que son a causa de las medidas de cuarentena, a la lucha contra las garrapatas, a las vacunaciones y a las limitaciones de los desplazamientos de los rebaños (Zwart, 1985; citado por Muñoz, 2016), razón por la cual es fundamental el hecho de tener presente que, el cambio climático contribuye con la propagación de esta enfermedad, al brindar un entorno que modificará el rango geográfico que sirve como hábitat para las garrapatas, generando un efecto en la duración del ciclo de vida de dichos parásitos y a su vez requerirá modificaciones en el manejo de los sistemas productivos (Benavides, Romero & Villamil, 2016).

### *2.2.3.3. Efectos del cambio climático en la producción ganadera a nivel social*

Referente a los efectos que genera el cambio climático en la producción ganadera a nivel social, se ha estudiado y analizado que, el resultado de dicho cambio ocasionará hambre y afectará la seguridad alimentaria, debido a todos los procesos que hacen parte de este fenómeno natural y que incluyen tanto a los animales como a las personas, en donde es importante resaltar que, si alguno de los dos se ve perjudicado, esto por consiguiente afectará directamente al otro (Parry, Canziani, Palutikof, Linden & Hanson, 2007).

El cambio climático afecta notoriamente a la actividad ganadera en general, ya que al presentarse cambios en las temperaturas se verán directamente perjudicados los animales, pues según la FAO (2012a) la temperatura más adecuada para la mayor parte de los tipos de ganado es entre 10°C y 30°C; la cual al aumentar ocasionará que los animales reduzcan el consumo de alimentos de un 3% a un 5% por cada grado adicional de temperatura y esto a su vez afectará la producción y reproducción de los animales, pues al disminuir el consumo se reducirá la producción y las altas temperaturas afectarán la fertilidad de los bovinos (FAO, 2012a).

Conviene mencionar que, la seguridad alimentaria es uno de los ámbitos que se ve seriamente perjudicado por culpa del cambio climático, pues debido a sus efectos negativos sobre el rendimiento de los sistemas de producción bovina se ve afectada la accesibilidad y disponibilidad a los alimentos, a causa de las perturbaciones en los medios de vida y a la elevación de los costos (FAO 2016).

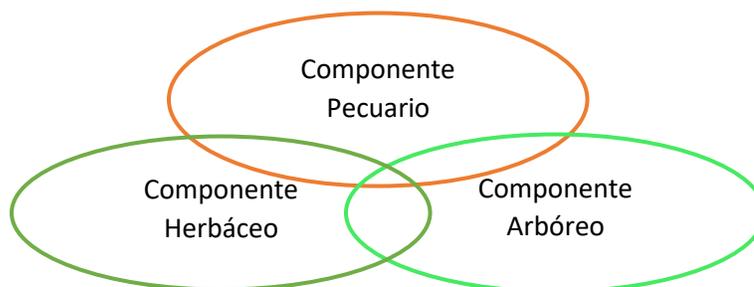
Un análisis realizado por el Programa Mundial de Alimentos en el año 2010 dio a conocer que, en los años siguientes el cambio climático reduciría en un 4,6% la utilidad de los cultivos primordiales de América Latina y el Caribe, causando que se presente una notable rebaja en la accesibilidad a los alimentos, generando un descenso de alrededor de 300 calorías al día por persona, así como también informó que para el año 2050 se presume que, cerca de 6,4 millones de niños sufrirán de una nutrición deficiente como consecuencia de las alteraciones que tendrá la obtención de alimentos a causa del cambio climático (WFP, 2010), razón por la cual es importante buscar alternativas que contribuyan con la atenuación del cambio climático, dentro de las cuales la FAO (2008) resalta la modernización en el uso de la tierra, siendo acciones que posiblemente

contribuyan con el hecho de alcanzar una armonía en los requerimientos que se presentan en la disputa de los productos alimenticios animales y los beneficios ambientales, siendo principalmente las mejoras en las prácticas de manejo pastoral y los sistemas silvopastoriles, los medios más adecuados y efectivos para resguardar el ambiente y aminorar los efectos del cambio climático (FAO,2008).

#### **2.2.4. Los sistemas silvopastoriles**

Estos son agroecosistemas en los que se asocia a propósito un componente arbóreo (árboles, arbustos, palmas y otros) con uno herbáceo (cultivos, pasturas) y un componente pecuario principalmente como el ganado, en un mismo sitio, buscando que existan interacciones biológicas entre estos componentes con el objetivo de maximizar el uso que se le brinda a la tierra (gráfica 4), (Hansen, Fertig & Tejera,2009).

**Gráfica 4.** Componentes de un sistema silvopastoril



Fuente: Adaptado de Hansen, Fertig & Tejera, 2009

Los sistemas silvopastoriles al desarrollar una mezcla de arbustos forrajeros, árboles y pastos con la producción bovina representan una buena alternativa para contribuir con la mitigación del efecto que ocasiona la actividad ganadera sobre el medio ambiente, debido a que estos sistemas se caracterizan por ayudar a conservar la cubierta vegetal que se ubica sobre el terreno, aportando fertilidad con el paso del tiempo, así como también contribuye con la producción animal al generar rentabilidad en el mismo (IICA, 2016).

También es de destacar que, si se les brinda un correcto manejo a los componentes del sistema silvopastoril este a su vez puede proveer múltiples servicios ambientales a la comunidad, entre los cuales sobresale la preservación de la biodiversidad, la capacidad

de fijación del carbono, la función protectora de suelo y cuencas hidrográficas, mejorando los ingresos gracias al crecimiento de la productividad y a la variación de fuentes (Deambrosi, Capozzolo & Castro, 2013).

Las oportunidades que presentan los sistemas silvopastoriles son variadas, pudiéndose analizar desde diferentes perspectivas, en los sectores económico, productivo, ambiental y social (Iglesias, Funes, Odalys, Toral, Simón y Milera, 2011); referente a lo económico es posible mencionar que, gracias a la variación de las producciones facilita la ganancia de ingresos; en el ámbito productivo, es de mencionar que los sistemas silvopastoriles benefician tanto a las pasturas como a los animales, ya que proveen sombra y abrigo contribuyendo con la productividad de los mismos; en lo social, los sistemas silvopastoriles se consideran importantes ya que ayudan a propiciar una vida de calidad principalmente para los habitantes de las zonas rurales, ya que son los más vulnerables a las variaciones y cambios climáticos, y en lo ambiental es de resaltar que, los árboles añaden materia orgánica al suelo, ofreciendo un microclima que es muy benéfico para los bovinos, y a su vez los animales ayudan a estimular el reciclaje de nutrimentos, al regresar al suelo las excretas animales, además de mencionar que los sistemas silvopastoriles ayudan a producir bienes y servicios ambientales o ecosistémicos (Russo, 2015).

#### **2.2.4.1. Principales tipos de sistemas silvopastoriles**

Estos representan las distintas combinaciones o formas de integrar plantas leñosas perennes con pasturas herbáceas y animales, resaltando que en la ganadería se busca implementar los sistemas silvopastoriles con el fin de facilitar la alimentación del ganado, pues al diseñarlos de una manera adecuada dicho sistema puede estabilizar la provisión de alimento para los animales manteniendo la diversidad de forrajes y pasturas, generando una utilidad a nivel ecológico, económico y social; por lo cual es fundamental dar a conocer que, entre las alternativas silvopastoriles que pueden ponerse en funcionamiento en una producción ganadera, se encuentran las cercas vivas, los bancos mixtos de forraje, las pasturas en callejones, establecimiento de árboles en las praderas como frutales o maderables (SAGARPA, 2007).

Los siguientes son tipos de sistemas silvopastoriles, que se pueden establecer, de acuerdo con las condiciones agroclimáticas de la región y micro-región donde estén ubicados y de acuerdo también al tipo y finalidad de la explotación ganadera:

✓ **Cercas vivas**

Respecto a las cercas vivas, cabe dar a conocer que estas hacen referencia a los árboles que son sembrados de manera lineal, los cuales tienen como función el hecho de dividir zonas de cultivos o pasturas (Harvey, Villanueva, Villacis, Chacón, Muñoz, López, Ibrahim, Gómez, Taylor, Martínez, Navas, Sáenz, Sánchez, Medina, Vilchez, Hernández, Pérez, Ruiz, López, Lang, & Sinclair, 2005), también son definidas como rectas de arbustos o árboles en los cuales se procede a fijar algunos alambres con el objetivo de instaurar fronteras ya sea entre cultivos o fincas, aunque también son empleados para fragmentar vastas zonas de potreros (Sánchez, Villanueva, Torres, Tobar & Clerck, 2008), además de mencionar que, estas proveen otros servicios, entre los cuales es posible resaltar la obtención de pastos, de frutas, de postes, de madera, y a su vez representan una conexión que facilita el tránsito de los animales silvestres (Arévalo, 1999).

Cercas vivas



**Figura 1.** Cercas Vivas con (*Acacia mangium*) en el Departamento de Córdoba – Colombia.

Fuente: Trujillo, 2014

### *Establecimiento de las cercas vivas*

En este punto es importante dar a conocer que el establecimiento de una cerca viva consta de varias fases, entre las cuales se encuentra el diseño y trazado, la selección del material vegetal, el hoyado y la siembra; esto teniendo en cuenta que, una vez es definido el tipo de cerca viva que se desea instalar, es necesario realizar un estudio de suelos y analizar las condiciones bioclimáticas del lugar con el fin de seleccionar las especies que sean las más adecuadas y adaptables; al contar con estos datos se procede a diseñar y definir el cuerpo o silueta de la cerca viva, se realiza el trazado de los sitios precisos destinados al crecimiento de las especies vegetales, luego se procede a realizar el hoyado, para la posterior siembra (Ospina, 2008), mencionando que, las cercas vivas pueden instalarse a través de árboles que han sido adquiridos en viveros o con la ayuda de estacas, resaltando que las estacas o postes deben sembrarse a una profundidad de 0.30 metros y a una distancia de 0.75 a 2.0 metros entre estaca y estaca, dependiendo de los propósitos que se pretendan lograr (Gómez, 2012).

#### ✓ **Banco Forrajero Mixto**

Los bancos forrajeros mixtos representan una modalidad de agroforestería que se constituye por varias especies arbóreas y arbustivas en alta densidad las cuales suelen ser destinadas como alimento para los animales; también podría decirse que, los bancos forrajeros consisten en una variedad de arreglo que se realiza con varios cultivos intensivos de arbustos con el fin de obtener follajes (hojas y ramas verdes) por lo que presentan múltiples beneficios en las producciones ganaderas, y a su vez posibilitan el hecho de ser integrados por una diversidad de especies forrajeras las cuales al mismo tiempo pueden ser manejadas junto con cultivos que brindan alimentos y productos para el ser humano, como lo son los árboles que proveen frutas o madera obteniendo de esta manera una producción diversificada, contribuyendo de manera positiva en aspectos económicos, ambientales, productivos, etc. (Murgueitio, Arango, Calle, Naranjo, Cuartas & Caro, 2008).

## Banco forrajero mixto



**Figura 2.** Banco Forrajero Mixto con Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en la finca La Reserva de Monterrey (Casanare).

Fuente: CIPAV, 2010

### *Establecimiento de Bancos Forrajeros Mixtos*

Para su implantación se requiere el hecho de analizar algunos puntos específicos que son indispensables para realizar una buena elección de las especies más apropiadas que se pueden incluir en el cultivo dependiendo de su eficiencia en la producción; mencionando que dichos aspectos son, los aspectos bioclimáticos de los cuales hace parte la altura sobre el nivel del mar, el brillo solar, la humedad relativa, la temperatura medioambiental, tipo de suelo, precipitaciones; los aspectos de localización en lo cual cabe mencionar que, es acertado que dicho terreno se ubique cerca del establo, que tenga posibilidades de riego, y en lo posible que este próximo a una fuente hídrica pero que no sea un terreno inundable, ni que tenga mucha sombra; además es importante tener en cuenta que, es necesario practicar en el laboratorio estudios sobre las características fisicoquímicas del suelo, con el objetivo de determinar los nutrientes presentes en él, así como su disponibilidad para la planta y corregir las deficiencias o excesos que se puedan presentar, así como también es recomendable cercar el terreno con el fin de no permitir el paso a los bovinos (Mejía, Zapata & Solarte, 2013).

### ✓ Pasturas en callejones

En este sistema se plantan líneas o rectas de plantas leñosas perennes, aconsejándose que sean leguminosas que presenten un apresurado crecimiento, en combinación con pasturas en los callejones (Alemán, Ferguson, Nahed, Pinto, Parra, Ibrahim, Gómez, Carmona, Jiménez, Medina, Mora, Martínez, López, Hernández & Hernández, 2007); cabe mencionar que, estos sistemas pueden ser manejados bajo corte, en el cual suelen sembrarse gramíneas que presenten un crecimiento erguido, y una significativa producción de biomasa; las cuales son plantadas entre bandas de leguminosas ya sea arbóreas o arbustivas; aunque también es posible utilizar otras leñosas forrajeras que no sean leguminosas o bajo pastoreo/ramoneo, en el que las leguminosas ya sea arbóreas o arbustivas brindan un forraje que presenta buenas propiedades, el cual es adquirido por medio del ramoneo (Valarezo,2010).

Pasturas en callejones.



**Figura 3.** Pasturas en callejones en la colonia agrícola de Acacia (*Acacia mangium.*) – Meta.

Fuente: Cortes, 2009

### *Establecimiento de pasturas en callejones*

Para el caso de las pasturas en callejones es importante recordar que, este sistema puede ser manejado bajo corte o bajo pastoreo, por lo tanto, en caso de que se emplee bajo corte es factible el hecho de instaurar callejones que cuenten con un espacio de 3 metros entre filas sencillas o que presenten una distancia de seis metros en caso de que se empleen filas dobles de leñosas, siendo en este caso la distancia entre las filas dobles de 0.7 a 1.0 metro; además de dar a conocer que, al interior de las zanjas se deben instaurar de 3 a 4 surcos en los cuales se instaura el forraje para corte; por otro lado, referente al manejo bajo pastoreo cabe mencionar que, en este caso el bosquejo que es el más propicio, es el de filas alternas las cuales se aconseja que sus medidas sean de 6 metros de largo y 6 metros en medio de las mismas, aclarando que se debe realizar de manera alterna, además al finalizar la barrera se sugiere dejar 4 metros sin leñosas, esto con el fin de que los animales tengan la posibilidad de transitar entre los callejones; asimismo cabe resaltar que las pasturas en callejones permiten que los bovinos puedan desplazarse más abiertamente al interior del sistema generando un consumo parejo de leñosas y arbustivas (Ibrahim & Botero, 1997).

### ✓ **Árboles dispersos en Potreros**

Los árboles en este sistema, son establecidos de manera dispersa en los potreros con el fin de provocar beneficios productivos, al favorecer el medio ambiente al brindar sombra, forrajes, frutos, madera, al ayudar con el proceso de fijación de nitrógeno así como también ayudan a la conservación de la biodiversidad al utilizar árboles esparcidos por todo el terreno del sistema, los cuales sirven como corredores para que los animales silvestres puedan transitar libremente en paisajes que se encuentran fraccionados (Gutiérrez, Suárez, Álvarez & Orjuela, 2012).

## Árboles dispersos en potreros



**Figura 4.** Árboles dispersos en potrero, Colombia.

Fuente: Fedegan, 2017a

### *Árboles dispersos en las praderas: Establecimiento.*

Para el desarrollo del establecimiento de este sistema se plantea que, el modo más aconsejable es permitiendo la renovación natural y realizando una observación minuciosa de las especies de árboles a utilizar, con el objetivo de conservar los individuos maderables o frutales. Otra táctica es mediante aislamientos pudiéndose implementar pequeños corrales, resaltando que este método es el más adecuado para el caso en el que se establecen en baja densidad. En el caso de buscar establecer grandes cantidades de árboles, es recomendable utilizar algún método de protección, siendo las cercas eléctricas el método más recomendable (FEDEGAN, 2017); en este punto es trascendental el hecho de resaltar que, este tipo de sistema provee una mayor cobertura, la cual tiene un efecto positivo en el bienestar animal, teniendo en cuenta que contribuye con la minoración de los cuadros de estrés por altas temperaturas, ayudando a mejorar los indicadores productivos de la especie (Souza de Abreu, Ibrahim, Harvey, & Jiménez, 2000).

Por otra parte, a la hora de querer implementar este tipo de sistemas, es necesario analizar una serie de aspectos que pueden influir con los resultados del mismo, como lo son la poda de los árboles, esto teniendo en cuenta que, en caso de que se realicen

siembras de pasto en zonas en las que hay presencias de árboles, es fundamental ejecutar el corte de las ramas, posteriormente, se debe llevar a cabo el control de malezas y la disposición de la tierra para poder desarrollar la plantación de pasto; resaltando que es importante realizar anticipadamente la selección del tipo de pasto conociendo las características del suelo y el clima del lugar en donde se establecerá el sistema, además de conocer la cantidad de pasto que se va a requerir para la plantación, dando a conocer que esta se realiza dejando aproximadamente 80 centímetros de separación entre zanjas y 40 centímetros entre las plantas de la misma zanja, resaltando que, un mes después de la siembra, se debe proceder a efectuar la resiembra en los sitios en los que el pasto no germine (Toruño, Mena & Guharay, 2015).

✓ **Cortinas rompevientos.**

Las cortinas rompevientos pueden ser definidas como árboles que son plantados en filas en una orientación opuesta a la trayectoria del viento con el fin de mermar la rapidez o alterar el recorrido del viento; siendo utilizadas generalmente para demarcar la extensión de una finca, brindando una apariencia de paisaje, asimismo cabe mencionar que, estos sistemas al ser instaurados adecuadamente brindan protección a un terreno que presente una superficie hasta diez veces la altura del árbol más grande que se utiliza, aclarando que dicha protección va mermando a medida que la distancia de la cortina rompeviento aumenta (Carneiro, Behling, Wruck, Barbosa, Palma, Aparecida, Bastos & Tonini, 2013).

Cortinas rompevientos.



**Figura 5.** Cortinas rompevientos, Venezuela

Fuente: Peralta, 2010

#### *Establecimiento de Cortinas Rompeviento*

El establecimiento de las cortinas rompeviento consta de varios aspectos entre los cuales se encuentra la disposición del suelo dependiendo de la cantidad de filas que presentará el sistema, brindándose dos alternativas, una de estas es por medio del uso de maquinaria, que se utiliza generalmente cuando se presenta una gran extensión de tierra para adecuar o mediante la acción de abrir huecos para instaurar plantaciones forestales, aconsejándose que el tamaño de los huecos sea de 40 cm de profundo por 30 cm de ancho (INTA,2007). Otros aspectos para tener en cuenta son, la plantación que se puede ejecutar mediante el método de viveros o plantas producidas en bolsas; la orientación que se recomienda es en dirección opuesta a la trayectoria de los vientos opresores; el espacio entre filas y entre plantas, implementándose entre dichas filas una distancia de 2 m a 2,5m; la distancia entre cortinas que es designada mediante la altura a la que llegaran los árboles, teniendo en cuenta que el espacio de protección va a ser de 10 a 20 veces la altura de estos, así como también se debe tener en cuenta que este sistema debe posibilitar el flujo del aire en una proporción del 50%, es decir, la cortina no debe ser muy tupida (FAO & TECA, 2005)

Además de destacar que, para programar una cortina rompeviento se requiere saber sobre las propiedades naturales, hábitos y estructura de la copa de las especies de árboles que van a ser implementadas, así como los metros que probablemente van a crecer, al igual de resaltar que es propicio que estas presenten un acelerado crecimiento, con el objetivo de lograr una pronta protección (Giraldo, 2009).

✓ **Pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales.**

Este es un tipo de sistema silvopastoril en el que se instauran pasturas y se permite el ingreso de los bovinos a los sembrados frutales o forestales, dando a conocer que en este sistema los árboles suelen ser designados para la obtención de productos ya sean frutales, forestales, maderables o semillas; no obstante, este sistema da paso a otra forma de generar ganancias como lo son la obtención de carne o leche, ayudando a mejorar e incrementar el rendimiento del sistema; cabe resaltar que la implementación de este sistema contribuye con el manejo de espesura y matorral; y a su vez, permite obtener productos provenientes de los bovinos mientras se presenta el desarrollo de la siembra. Por otra parte, la mezcla de pasturas, árboles frutales y bovinos en el mismo terreno, contribuye con la atenuación del cambio climático gracias al arresto de carbono, a su vez ayuda a acrecentar el rendimiento del sistema con resultados inmediatos hasta los resultados en el largo plazo, ampara la biodiversidad y brinda utilidades a nivel social y económico al productor, asimismo es posible que intervenga con el enriquecimiento respecto al rendimiento del suelo, beneficiando el proceso de desarrollo del pasto, mediante un aumento en la utilización de los nutrientes, gracias a su reciclaje, el control en la degradación del suelo y la fijación de nitrógeno. (Ibrahim & Pezo, 1999).

## Pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales



**Figura 6.** Ganado en combinación con Ceiba Tolua (*Bombacopsis quinata*), Córdoba.

Fuente: Trujillo, 2014

### *Establecimiento del sistema silvopastoril tipo Pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales.*

Para el establecimiento de plantaciones con árboles maderables es necesario conocer la diversidad de árboles que mejor se habitúan para ser implementados en este tipo de sistema; resaltando que al seleccionar la especie a utilizar se procede a efectuar la plantación de los árboles, que generalmente se realiza en un marco de plantación de 3 x 3 metros o 4 x 4 metros, destacando que, en la primera fase dichos árboles se podrían plantar dejando un espacio de 1.5 metros en filas, para posteriormente permitir el crecimiento únicamente de los árboles que presenten tallos derechos, sean de buena calidad y manifiesten un mayor progreso; para la siembra se hace para cada una de las plantas un hueco de 30 cm de profundidad. En este punto es importante dar a conocer que, la forma más adecuada de combinar los proyectos maderables con la producción ganadera posiblemente es dando lugar a un espacio entre los árboles, buscando que se presente una buena entrada de luz entre las filas y así sea posible el crecimiento de pasto; manejando corredores que presenten un ancho de 4 m o más, con el objetivo de facilitar la asociación del pasto con los árboles, además de que es fundamental brindar

un acertado manejo de los bovinos con el fin de evitar que ocasionen daños severos a los árboles. Posteriormente se realiza la poda para aminorar la sombra que da sobre el pasto, y enriquecer la calidad de los productos maderables; acto seguido se efectuó el raleo que se fundamenta en suprimir los árboles que presenten una baja calidad, sean de tallo inclinado o se encuentren enfermos con el fin de contribuir con el desarrollo de los árboles que presenten una buena calidad (IICA, 2016).

#### 2.2.4.2 Especies que se utilizan en los principales tipos de sistemas silvopastoriles

Finalmente, en las tablas que a continuación se encuentran, están consignadas las especies más recomendadas para establecer en un sistema silvopastoril de acuerdo con el tipo de sistema a implementar.

<b>Cercas Vivas y Cortinas Rompevientos</b>			
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Piso Térmico</b>
<b>Acacia Japonesa</b>	<i>Acacia melanoxylon R. Br.</i>	Mimosaceae	1.800 – 2.800
<b>Acacia Mangium</b>	<i>Acacia mangium Willd</i>	Mimosaceae	0 – 1.750
<b>Acacia Negra</b>	<i>Acacia decurrens Willd</i>	Mimosaceae	1.800 – 3.200
<b>Achiote</b>	<i>Bixa orellana L.</i>	Bixaceae	0 – 1.700
<b>Aliso</b>	<i>Alnus acuminata Kunth</i>	Betulaceae	1.500 – 3.200
<b>Almendro</b>	<i>Terminalia catappa L.</i>	Combretaceae	0 – 1.000
<b>Árbol del Nim</b>	<i>Azadirachta indica A. Juss.</i>	Meliaceae	
<b>Arboloco</b>	<i>Montanoa quadrangularis Sch. Bip.</i>	Asteraceae	1.300 – 2.800
<b>Azulito</b>	<i>Petrea rugosa H.B.K.</i>	Verbenaceae	900 – 1.400
<b>Balso blanco</b>	<i>Heliocarpus americanus L.</i>	Tiliaceae	1.200 – 1.700
<b>Balso tambor o gallinazo</b>	<i>Schizolobium parahybum (Vell) Blake</i>	Caesalpinacea	0 – 1.300
<b>Botón de oro</b>	<i>Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray</i>	Asteraceae	0 – 2.400
<b>Camajón</b>	<i>Sterculia apetala (Jacq.) Karst.</i>	Sterculiaceae	0 – 1.000

<b>Casposo</b>	<i>Cithrarexylum kunthianum</i> Moldenke	Verbenaceae	1.300 – 1.800
<b>Cratilia, cultivar veranera</b>	<i>Cratylia argentea</i> (Desv.) Kuntze	Papilionaceae	180 – 950
<b>Cedro, cedro blanco, cedro del Caquetá</b>	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	0 – 1.500
<b>Ceiba Tolúa</b>	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand.	Bombacaceae	0 – 800
<b>Chilco colorado</b>	<i>Escallonia paniculada</i> (Ruiz & Pavon) Roemer & Schultes	Saxifragaceae	2.500 – 2.900
<b>Chiminango, Payandé, Gallinero</b>	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Mimosaceae	0 – 1.800
<b>Chingalé</b>	<i>Jacaranda copaia</i> D. Don	Bignoniaceae	0 – 1.000
<b>Chirlobirlo</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss ex Kunth	Bignoniaceae	1.500 – 3.000
<b>Dinde, Mora</b>	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	0 – 1.300
<b>Drago, candelero, sangregado</b>	<i>Croton gossypifolius</i> Vahl.	Euphorbiaceae	1.400 – 2.400
<b>Eucalipto</b>	<i>Eucalyptus grandis</i> Will. Hill ex Maiden	Myrtaceae	1.000 – 2.000
<b>Eucalipto azul</b>	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	Myrtaceae	2.200 – 2.900
<b>Guácimo</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	0 – 1.200
<b>Guayacán rosado, roble morado</b>	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Bignoniaceae	0 – 1.200
<b>Higuerón</b>	<i>Ficus hartwegii</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	1.000 – 1.500
<b>Indio desnudo, caratero, resbalamico</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	200 – 1.200
<b>Laurel de cera</b>	<i>Myrica pubescens</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Miricaceae	1.200 – 1.700
<b>Lechero de cerca</b>	<i>Euphorbia Latazii</i> Kunth	Euphorbiaceae	1.700 – 2.700

<b>Lechero rojo, cianuro, liberal</b>	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Euphorbiaceae	1.500 – 2.200
<b>Manteco, pino manteco</b>	<i>Laetia americana</i> L.	Flacourtiaceae	0 – 1.200
<b>Matarratón</b>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Papilionaceae	0 – 1.600
<b>Melina</b>	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	Verbenaceae	0 – 1.500
<b>Nacedero, madre de agua, quiebrabarrigo</b>	<i>Trichanthera gigantea</i> (Bonpl.) Nees	Acanthaceae	30 – 2.150
<b>Nogal cafetero</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	0 – 1.800
<b>Palma de cuesco, palma de vino</b>	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	Arecaceae	0 – 1.300
<b>Palma zancona, palma real, chonta</b>	<i>Syagrus sancona</i> H. Karst.	Arecaceae	0 – 1.500
<b>Palmiche o palma amarga del bajo Magdalena</b>	<i>Sabal mauritiiformis</i> (H. Karst.) Griseb. & H. Wendl.	Arecaceae	0 – 1.000
<b>Palma moriche</b>	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f	Arecaceae	0 – 900
<b>Pomarroso</b>	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae	1.000 - 1.800
<b>Sáuco blanco</b>	<i>Sambucus peruviana</i> Kunth	Caprifoliaceae	2.000 – 2.900
<b>Tachuelo</b>	<i>Fagara rhoifolia</i> (Lamb.) Engl	Rutaceae	500 – 1.300
<b>Teca</b>	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Verbenaceae	0 – 1.800
<b>Tilo</b>	<i>Tilia vulgaris</i> Haine	Malvaceae	2.000 – 2.800
<b>Totumo, Jícaro, Tapacho, Cirián, Guaje</b>	<i>Crescentia cujete</i> L. <i>Crescentia alata</i> Kunth.	Bignoniaceae	0 – 1.500
<b>Totumo de cafetal</b>	<i>Aegiphila novogranatensis</i> Moldenke	Verbenaceae	1.500 – 1.700
<b>Trompeto</b>	<i>Bocconia frutescens</i> L.	Papaveraceae	1.500 – 3.000
<b>Urapán</b>	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb	Oleaceae	0 – 2.900

<b>Vainillo, Flor amarillo</b>	<i>Senna spectabilis (DC.) H.S. Irwin &amp; Barneby</i>	Caesalpiniaceae	0 – 1.600
<b>Falso Yopo</b>	<i>Mimosa trianae L.</i>	Mimosaceae	300 – 1.000
<b>Zazamil</b>	<i>Cordia dentata Poir.</i>	Boraginaceae	0 – 900

**Tabla. 1** Especies para implementar en Cercas vivas y Cortinas rompevientos

Fuente: Uribe, F., Zuluaga, A., Murgueitio, E., Valencia, L., Zapata, A., Solarte, L., Cuartas, C., Naranjo, J., Galindo, W., González, J., Sinisterra, J., Gómez, J., Molina, C., Molina, E., Galindo, A., Galindo, V., & Soto, R., 2011

<b>Bancos Mixtos de Forraje</b>			
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Piso Térmico</b>
<b>Botón de oro</b>	<i>Tithonia diversifolia</i>	Asteraceae	0 a 2.400
<b>Matarratón</b>	<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae	0 a 1.600
<b>Cratylia (Veranera)</b>	<i>Cratylia argentea</i>	Papilionaceae	< 1200
<b>Morera</b>	<i>Morus alba</i>	Moraceae	0 a 2.500
<b>Nacedero, madre de agua, quiebrabarrigo, aro, cajeto, yátago, cuchiyuyo</b>	<i>Trichanthera gigantea</i>	Acanthaceae	0 a 2.300
<b>Leucaena</b>	<i>Leucaena Leucocephala</i>	Fabaceae	0 a 1.600
<b>Clitoria</b>	<i>Clitoria Ternatea</i>	Fabaceae	0 a 1.600
<b>Yuca forrajera</b>	<i>Manihot esculenta Crantz.</i>	Euphorbiaceae	0 a 1.500

**Tabla. 2** Especies para implementar en Bancos Mixtos de Forraje

Fuente: FEDEGAN, 2017b

<b>Pasturas en Callejones</b>			
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Piso Térmico</b>
<b>Hierba de elefante</b>	<i>Pennisetum purpureum</i>	Poaceae	0 a 1.700
<b>Taiwan</b>	<i>Pennisetum purpureum Schum</i>	Poaceae	0 a 2.300
<b>Toledo</b>	<i>Brachiaria Brizantha</i>	Gramineae	0 a 2.000
<b>Mombasa</b>	<i>Panicum maximum</i>	Gramineae	0 a 1.200
<b>Guinea</b>	<i>Panicum máximo</i>	Gramínea	0 a 1.500
<b>Estrella Africana</b>	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Gramínea	0 a 2.000

<b>Braquiaria</b>	<i>Brachiaria decumbens</i>	Gramínea	0 a 1.800
<b>Matarratón</b>	<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae	0 a 1.600
<b>Leucaena</b>	<i>Leucaena Leucocephala</i>	Fabaceae	0 a 1.600
<b>Pasto Vidal</b>	<i>Bothriochloa saccharoides</i>	Poaceae	

**Tabla. 3** Especies para implementar en Pasturas en callejones

Fuente: Tomado de Ibrahim & Pezo, 1999; Ibrahim, Botero & Camero, 1997; Peters, Franco, Schmidt & Hincapié, 2011; Piñeros, Mora & Holguín, 2010.

<b>Árboles dispersos en potreros</b>			
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Piso Térmico</b>
<b>Aguacatillo</b>	<i>Ocotea caudata (Nees) Mez</i>	Lauraceae	800 – 1.700
<b>Algarrobito</b>	<i>Uribea tamarindoides Dugand &amp; Romero</i>	Fabaceae	0 – 800
<b>Algarrobo, trupillo, mezquite</b>	<i>Prosopis juliflora (Sw.) DC.</i>	Mimosaceae	0 – 1.500
<b>Arenillo</b>	<i>Tetrorchidium boyacanum Croizat</i>	Euphorbiaceae	800 – 1.500
<b>Arepero, caucho blanco</b>	<i>Ficus nymphaefolia P. Mill</i>	Moraceae	500 – 1.400
<b>Balzo</b>	<i>Ochroma lagopus Sw.</i>	Bombacaceae	0 – 1.200
<b>Caimo</b>	<i>Chrysophyllum cainito L.</i>	Sapotaceae	0 – 1.000
<b>Caimo, torcacero</b>	<i>Pseudolmedia rigida Berg.</i>	Moraceae	1.000 – 2.200
<b>Caracolí</b>	<i>Anacardium excelsum (Kunth) Skeels</i>	Anacardiaceae	0 – 1.500
<b>Carbonero</b>	<i>Calliandra spp.</i>	Mimosaceae	0 – 2.800
<b>Casposo</b>	<i>Cithrarexylum kunthianum Moldenke</i>	Verbenaceae	1.300 – 1.800
<b>Cedrillo</b>	<i>Guarea kunthiana A. Juss</i>	Meliaceae	1.000 – 2.200
<b>Cedro macho, bilibil</b>	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	Meliaceae	800 – 1.300
<b>Ceiba, bonga</b>	<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	Bombacaceae	0 – 1.000
<b>Ceiba Tolúa</b>	<i>Bombacopsis quinata (Jacq.) Dugand.</i>	Bombacaceae	0 – 800
<b>Cucharo</b>	<i>Clusia multiflora H.B.K.</i>	Clusiaceae	1.800 – 2.800
<b>Chambimbe, chumbimbe</b>	<i>Sapindus saponaria L.</i>	Sapindaceae	0 – 1.600
<b>Chilco, lechudo</b>	<i>Sapium jamaicense Sw.</i>	Euphorbiaceae	1.000 – 2.000

<b>Chiminango</b>	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Mimosaceae	0 – 1.800
<b>Chingalé</b>	<i>Jacaranda copaia</i> D. Don	Bignoniaceae	0 – 1.000
<b>Chocho</b>	<i>Ormosia towarensis</i> Pittier	Papilionaceae	1.000 -1.400
<b>Ciruelo, hobo</b>	<i>Spondias mombim</i> L.	Anacardiaceae	0 – 1.200
<b>Dinde</b>	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	0 – 1.300
<b>Drago, sangre de dragón</b>	<i>Croton smithianus</i> Croizat	Euphorbiaceae	1.400 – 2.400
<b>Drago, candelero, sangregado</b>	<i>Croton gossypiifolius</i> Vahl.	Euphorbiaceae	1.100 – 1.700
<b>Gavilán, quebracho</b>	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	Fabaceae	0 – 600
<b>Guácimo</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	0 – 1.200
<b>Guáimaro, ojite</b>	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Moraceae	500 – 1.200
<b>Guamos</b>	<i>Inga codonantha</i> Pittier <i>Inga densiflora</i> Benth <i>Inga sapindoides</i> Willd.	Mimosaceae	0 – 1.850
<b>Guayabo</b>	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	0 – 2.300
<b>Guayabón</b>	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Combretaceae	0 - 900
<b>Guayacán amarillo</b>	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichols	Bignoniaceae	800 – 1.800
<b>Guayacán rosado, roble</b>	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Bignoniaceae	0 – 1.200
<b>Higuerón</b>	<i>Ficus hartwegii</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	1.000 – 1.500
<b>Igua, guachapele</b>	<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand	Mimosaceae	0 – 1.300
<b>Jagua, majagua</b>	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	0 – 1.200
<b>Mestizo, guacharaco</b>	<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	Sapindaceae	900 – 1.500
<b>Mulato, chuguaca</b>	<i>Hieronyma macrocarpa</i> Muell. Arg	Euphorbiaceae	1.600 – 2.200
<b>Oreja de mula</b>	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	1.800 – 3.200
<b>Orejero, piñón de oreja</b>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Mimosaceae	0 – 1.200
<b>Palo santo</b>	<i>Aegiphilla mollis</i> H.B.K.	Verbenacea	800 – 1.700
<b>Samán, samaguare</b>	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Mimosaceae	0 – 1.300
<b>Siete cueros</b>	<i>Schwerinia Trianae</i> Karsten <i>Tibouchina grossa</i> (L.) Cogn.	Melastomataceae	2.600 – 3.800

<b>Tabaquillo</b>	<i>Aegiphilla integrifolia</i> (Jacq.) Jacq.	Verbenaceae	800 – 1.700
<b>Tachuelo</b>	<i>Fagara rhoifolia</i> (Lamb.) Engl.	Rutaceae	500 – 1.300
<b>Tachuelo, cucubo</b>	<i>Solanum inopinum</i> Ewan	Solanaceae	1.500 – 2.000
<b>Totumo, Jícaro, Tapacho, Cirian, Guaje</b>	<i>Crescentia cujete</i> L. y <i>Crescentia alata</i> Kunth.	Bignoniaceae	0 – 1.500
<b>Totumo de cafetal</b>	<i>Aegiphilla novogranatensis</i> Moldenke	Verbenaceae	1.500 – 1.700
<b>Uruapo</b>	<i>Cytharexylum subflavescens</i> Blake	Verbenaceae	1.800 – 2.800
<b>Varablanca</b>	<i>Aegiphilla grandis</i> Moldenke	Verbenaceae	1.000 – 2.000
<b>Yarumo</b>	<i>Cecropia</i> sp.	Cecropiaceae	0 – 2.400
<b>Zurrumbo</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Ulmaceae	1.000 – 1.800

**Tabla. 4** Especies para implementar en Árboles dispersos en potreros

Fuente: Uribe, F., Zuluaga, A., Murgueitio, E., Valencia, L., Zapata, A., Solarte, L., Cuartas, C., Naranjo, J., Galindo, W., González, J., Sinisterra, J., Gómez, J., Molina, C., Molina, E., Galindo, A., Galindo, V., & Soto, R., 2011

<b>Pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales</b>			
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Piso Térmico</b>
<b>Caobo</b>	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae	0 – 1.000
<b>Caucho</b>	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd ex A. Juss.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	
<b>Ceibas</b>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertner. <i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand.	Bombacaceae	0 – 1.000
<b>Cítricos (Naranja, limón, mandarina)</b>	<i>Citrus aurantium</i> L. <i>Citrus medica</i> L. <i>Citrus nobilis</i> Loureiro	Rutaceae	
<b>Dinde</b>	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	0 – 1.300
<b>Eucaliptos</b>	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill <i>Eucalyptus grandis</i> Will. Hill ex Maiden <i>Eucalyptus tereticornis</i> SM	Mirtaceae	1.200 – 3.000 0 – 1.000 900 – 1.800
<b>Guayaba</b>	<i>Psidium guajava</i> L. Radd.	Mirtaceae	0 – 2.300

<b>Macadamia</b>	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Proteaceae	
<b>Mango</b>	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	0 – 1.500
<b>Palmas</b>	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq. <i>Palma Africana</i> <i>Cocos nucifera</i> L. <i>Palma de coco</i>	Arecaceae	
<b>Pinos</b>	<i>Podocarpus oleifolius</i> Don. <i>Podocarpus</i> <i>rospligiosii</i> Pilger <i>Prumnopitys</i> aff. <i>Harmsiava</i>	Podocarpaceae	1.900 – 2.900 2.000 – 2.900 1.900 – 3.100
<b>Roble</b>	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Fagaceae	1.800 – 2.300
<b>Teca</b>	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Verbenaceae	0 – 1.800

**Tabla. 5** Especies para implementar en plantaciones con árboles maderables o frutales

Fuente: Uribe, F., Zuluaga, A., Murgueitio, E., Valencia, L., Zapata, A., Solarte, L., Cuartas, C., Naranjo, J., Galindo, W., González, J., Sinisterra, J., Gómez, J., Molina, C., Molina, E., Galindo, A., Galindo, V., & Soto, R. (2011).

## 2.2.5. Ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles

### 2.2.5.1. Ventajas

Estos sistemas al constituir una interacción entre el componente arbóreo, el componente herbáceo y el componente pecuario favorecen la obtención de múltiples beneficios, como se da a conocer en la (Tabla 6) en la que se presentan las principales ventajas de implementar sistemas silvopastoriles.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>FUENTE</b>
Integración de leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas de producción ganaderos.	Mediante esta actividad, se logra mejorar la fertilidad del suelo ayudando a enriquecer la estructura de este y a su vez contribuyendo con la disminución de los procesos de erosión.	Mahecha, 2002
Reciclaje de nutrientes.	Al implementar el uso de gramíneas junto con los árboles o arbustos, esto posibilita el hecho de que una parte considerable de nutrientes que son extraídos del suelo sean devueltos a esta misma por medio de la defecación de los animales sobre el suelo y el follaje, y mediante los residuos de	Sadeghian, Rivera, & Gómez, 1998

		<p>pastoreo, resaltando que, una gran cantidad de la evacuación de la materia orgánica ayuda a reformar las propiedades físicas que presenta el suelo, pudiéndose ver alterada la estructura.</p>	
Fijación de nitrógeno		<p>Es muy beneficioso el hecho de implementar leguminosas, ya que estas se asocian con unas bacterias llamadas Rhizobium, las cuales captan nitrógeno atmosférico y lo hacen disponible para las gramíneas en el suelo; destacando que dicho nitrógeno beneficiará a la planta que se asocie con estas bacterias y finalmente el beneficio se esparce a los pastos o cultivos cercanos; además de que, posibilita el hecho de sustituir los abonos nitrogenados y minimizar el valor de la fertilización.</p>	<p>Zuluaga, Zapata, Uribe, Murgueitio, Cuartas, Naranjo, Molina, Solarte, &amp; Valencia. 2011.</p>
Profundidad de las raíces		<p>En este punto cabe mencionar que, el conjunto de raíces de los árboles contribuye con el aumento de la zona apta para recoger el agua y los nutrientes.</p>	<p>Mahecha, 2002</p>
Actividad de la microfauna y macrofauna		<p>Gracias a que el suelo contiene materia orgánica y a las condiciones climáticas generadas por los árboles, se ve favorecida la acción biológica de la fauna, lo cual trae como consecuencia un incremento en la mineralización y el nitrógeno disponible en el suelo. Asimismo, cabe mencionar que, la materia orgánica que es incorporada al suelo de manera progresiva mediante la actividad de la endofauna ayuda a renovar la estabilidad del suelo y la disposición de infiltración del agua.</p>	<p>Belsky, Mwonga, Duxbury, 1993</p>

Control de erosión	Es de destacar que, los árboles que se encuentran en los sistemas silvopastoriles ejecutan unas funciones ecológicas respecto al cuidado del suelo, que ayudan a disminuir el impacto directo que proviene del sol, de los vientos y del agua.	Fassbender,1993
Regulación del estrés climático	La implementación de plantas leñosas perennes en las ganaderías contribuye directamente a la productividad del sistema, ya que ayuda a regular o contrarrestar la potencia de los factores adversos del clima sobre el animal, permite un mayor consumo de alimentos por parte de los animales, los cuales dedican más tiempo a pastorear y rumiar mejorando los parámetros productivos y reproductivos, y a su vez contribuye de manera indirecta al generar condiciones climáticas que benefician la calidad y el proceso de desarrollo de las pasturas.	Torres, 1987.
Reducen costos de alimentos	Los sistemas silvopastoriles ayudan a reducir los costos de alimentos en los sistemas de producción al generar beneficios sobre el suelo, el clima y por ende sobre los animales al mejorar la calidad del alimento y abastecer de alimento durante largos periodos.	Lozano, Corredor, Vanegas, Figueroa & Ramírez, 2006
Recursos naturales: manejo sustentable	Los recursos naturales se ven beneficiados por la instauración de los sistemas silvopastoriles, gracias a que estos promueven un uso más eficiente de dichos recursos, a su vez posibilidad la adquisición de carne y madera de calidad por medio del empleo sustentable de los recursos; asimismo cabe resaltar que, los sistemas silvopastoriles brindan efectos positivos en el bienestar animal.	Arano, 2006

**Tabla. 6** Ventajas de los sistemas silvopastoriles

Fuente: Recopilado por Sandra Arciniegas, 2018

### 2.2.5.2. Desventajas

Los sistemas silvopastoriles pueden generar algunas desventajas, tal como se dan a conocer en la (tabla 7) en la cual se presentan las principales desventajas que puede ocasionar la implementación de dichos sistemas.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>FUENTE</b>
Competencia por la luz	La sombra generados por los árboles en estos sistemas, producen en los estratos del suelo, es posible que se vea afectado el rendimiento de algunas especies de gramíneas y, a su vez se ve afectado el rendimiento total del sistema agropecuario en caso de que las especies arbóreas no sean consumidas por los bovinos.	Santana, Valencia & Diaz,1999.
Producción de biomasa y valor nutritivo de los forrajes	En este aspecto es importante dar a conocer que, el desarrollo de las pasturas disminuye en caso de que su crecimiento se presente bajo la copa de los árboles, asimismo cabe resaltar que las gramíneas tropicales se ven más afectadas por esta situación en comparación con las gramíneas templadas y las leguminosas, las forrajeras que se desarrollan bajo la sombra experimentan un bajo desarrollo fotosintético, se manifiestan modificaciones a nivel morfológico de las plantas, gracias al incremento en el desarrollo foliar, haciendo que sean menos tolerables a la sequía y menos capaces de captar nutrimentos.	SAGARPA, 2007.
Presencia de plagas	Al implementar plantas forrajeras o herbáceas asociadas en un sistema silvopastoril, es importante resaltar que esta es una situación que puede llamar la atención de vectores de enfermedades o plagas que con su llegada perjudicaran las plantas.	Petit, 2012

Alelopatía	En los sistemas silvopastoriles es posible que se presente una alelopatía, la cual hace referencia a una interrupción química, que se da de las pasturas a las leñosas o viceversa, manifestando una acción de dominancia diferencial y exclusión que presentan algunas plantas, pudiéndose ver afectado el proceso de desarrollo y la supervivencia de otras especies de plantas.	Putnam, 1988
Ramoneo	En el caso de los silvopastoriles donde los animales transitan libremente en las zonas donde se encuentran las leñosas, se debe tener en cuenta que esta situación ocasiona daños por la actividad animal, razón por la cual es de gran importancia tener en cuenta el manejo, en lo cual cabe resaltar que, en el caso que se implementen árboles forrajeros se aconseja implementar un descanso entre periodos de uso para posibilitar el rebrote, cuando se utilicen árboles maderables y frutales es apropiado el uso del pastoreo, pero también puede implementarse una protección mecánica y a su vez es indispensable proteger las plantas de un ramoneo precoz de los animales mientras estos se establecen.	Yandar, 2010
Afectaciones a la reposición natural	En los sistemas silvopastoriles en que se implementa la reposición natural de las plantas es posible que esta se vea entorpecida debido al consumo de los animales o por la lucha de la vegetación herbácea.	Ojeda, Restrepo, Villada & Gallego, 2003
Ingresos lucrativos	Se debe tener en cuenta que, al implementar un sistema silvopastoril, es necesario tener claro que las ganancias del sistema van a disminuir en la etapa que da	Arano, 2006

	entre el ingreso de los bovinos al sistema y la plantación.	
--	---	--

**Tabla. 7** Desventajas de los sistemas silvopastoriles

Fuente: Recopilado por Sandra Arciniegas, 2018

### **2.2.6. Aportes de los sistemas silvopastoriles al ambiente.**

Dichos sistemas se han dado a conocer por desarrollarse mediante el uso de tecnologías que involucran el progreso de los sistemas ganaderos al mismo tiempo que proporcionan beneficios ambientales por medio de técnicas que se emplean en las diferentes actividades agrícolas en las que se aprecian los árboles y los arbustos como componentes esenciales para la industria animal teniendo en cuenta que, estos ayudan a aumentar la calidad y el rendimiento de los pastos, contribuyen con la disminución de la emanación de gases efecto invernadero, y a su vez interceden en la conservación de la biodiversidad, al amparar las cuencas hídricas y enriquecer las propiedades biológicas y fisicoquímicas del suelo (Alonso, 2011).

#### *2.2.6.1. Fijación biológica de nitrógeno*

También conocida como (FBN) hace referencia a la reducción de nitrógeno a amonio, la cual es efectuada por bacterias de vida libre o en simbiosis con algunas especies vegetales, entre las cuales es posible mencionar las leguminosas y algunas leñosas no leguminosas; representando así una posibilidad de fertilización nitrogenada debido a que puede mitigar algunos de los impactos perjudiciales a nivel sanitario y ambiental que son ocasionados por dicha fertilización. Además, es de resaltar que, la FBN es relegada a seres procariotas los cuales ayudan a sintetizar el nitrógeno molecular a amoniaco ya sea por simbiosis o en vida libre destacando que, en dicha fijación una considerable cantidad del nitrógeno es fijado en los ecosistemas terrestres, mediante la alianza simbiótica de bacterias de los géneros *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium* y *Azorhizobium* (*Rhizobium* para generalizar) con plantas leguminosas (Fernández, María & Rosario, 2002).

Descripción del proceso:

La FBN se fundamenta en la transformación del nitrógeno en amonio, el cual se incorpora rápidamente a compuestos orgánicos (aminoácidos), siendo la forma más importante de incorporación del nitrógeno a la superficie de la tierra, resaltando que, se considera que del total de N ingresado solo el 10% proviene de precipitación atmosférica (tormentas eléctricas) y el resto es por proceso biológico, (Lucini, Merlo, Belén, Bruno, Vásquez, Dubini, Ocampo, Camiletti, Martin & Salloum, 2014).

En cuanto a las fases que componen el ciclo del nitrógeno, es posible dar a conocer la fijación del nitrógeno, la amonificación, la desnitrificación, la nitrificación y la asimilación, tal como se aprecia en la (gráfica 5).

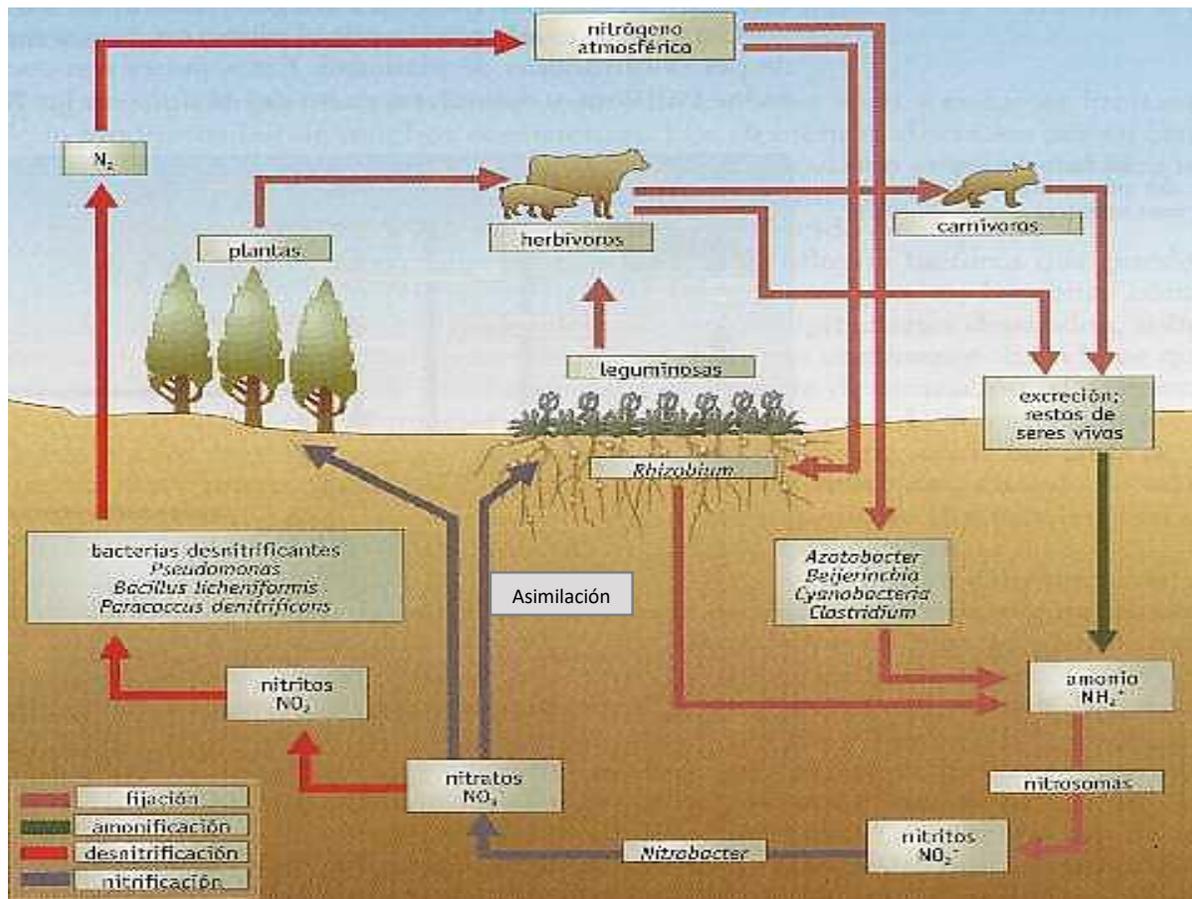
Respecto a la fijación del nitrógeno es posible manifestar que, este es el proceso que ocurre con bacterias que se encuentran en el suelo o también mediante algas que pueden encargarse de la fijación del nitrógeno atmosférico al agregarlo a su organismo y depositándolo en el suelo, mencionando que las bacterias como las *Azotobacter* o las *clostridium* se han dado a conocer como las bacterias fijadoras de nitrógeno de forma no simbiótica, aunque en este proceso también se emplean bacterias que realizan la fijación de manera simbiótica, entre las cuales sobresalen las bacterias *Rhizobium*; indicando que el ambiente donde estas habitan es en los contornos de las raíces leguminosas, construyendo aglomeraciones en las células corticales las cuales son el hábitat de las bacterias. Referente a la amonificación del nitrógeno que se da en el suelo, es de mencionar que es un procedimiento que se puede describir como el humedecimiento con componente de amoníaco o con amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), en el que los aspectos puros del nitrógeno son transformados en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) gracias al apoyo de bacterias o descomponedores, ya que cuando se presenta la muerte de un animal o una planta, o cuando un animal deja sus excretas, el nitrógeno esta de forma inorgánica. Por otro lado, cabe destacar que, gracias a la acción de bacterias y algunos hongos, el nitrógeno orgánico es transformado, volviéndolo amonio. En cuanto a la desnitrificación, es posible decir que este es el proceso en el que se devuelve el nitrógeno a la atmósfera, mencionando que en este caso se implementan las bacterias anaeróbicas *Achromobacter* y *Pseudomonas* las cuales desarrollan el proceso de mutación de nitratos

y nitritos como nitrógeno molecular  $N_2$  o óxido de nitrógeno  $N_2O$ , aclarando que en caso de que se desarrolle en exceso este proceso, se presentarían pérdidas totales de nitrógeno utilizable en el suelo.

Por otra parte, respecto a la nitrificación, es posible citar que, este es un evento que se da en tres fases; siendo la primera en la cual las bacterias modifican el nitrógeno en forma de amonio ( $NH_4^+$ ), siendo posible que estos sean captados por las raíces de las plantas, en la segunda fase se presenta el proceso en el que el amonio se oxida y aparece el nitrito  $NO_2^-$  y en la tercera fase se forma el nitrato  $NO_3^-$  gracias a la oxidación.(FAO, 2013d).

Y referente a la asimilación, cabe indicar que este es un proceso que se da en el momento en el que las plantas por medio de sus raíces realizan la absorción de nitrato ( $NO_3^-$ ) o amoníaco ( $NH_3$ ), siendo estos, elementos que se forman gracias a la nitrificación o por medio de la fijación de nitrógeno; posteriormente, estas partículas son integradas a las plantas, más exactamente en lo que refiere a sus nutrientes y a sus ácidos nucleicos, es por esto que, en el momento en que los animales consumen las plantas, también están absorbiendo nitrógeno, el cual es transformado en compuestos animales (CICEANA, 2007).

**Gráfica 5** Ciclo del nitrógeno



Fuente: Echarri, 1998

### 2.2.6.2. Producción de madera y frutos

En este tema es importante resaltar el hecho de que los sistemas silvopastoriles, más exactamente referente a los árboles que se encuentran establecidos de manera dispersa en las praderas, se presentan como una opción viable para poder llevar a cabo una producción de madera que sea sostenible, gracias al manejo silvicultural de la regeneración natural, lo cual cobra una gran relevancia teniendo en cuenta que solo en America Central, una cantidad bastante considerable de bosques primarios han sido utilizados para el desarrollo de la ganadería, implementando producciones de tipo insostenible, entre las cuales se conocen las pasturas en monocultivo con quemas, siendo actividades que colaboran con la degradación de los bosques, razón por la cual en los últimos años se ha presentado un notorio aumento en la implementación en los

diferentes sistemas de producción ganadera, del recurso arbóreo en la pradera, dejando ver un incremento en el interés por parte de los productores por implementar árboles en los potreros, con el objetivo de manejar potreros que tengan múltiples funciones y a su vez que ayuden con la obtención de servicios ecosistémicos, como lo son los productos maderables; además de contribuir con frutos y follaje como alimento para los bovinos, con el reciclaje de nutrientes; con la penetración del agua y con la adecuación al cambio climático, los cuales son temas de gran importancia hoy en día (CATIE, 2012). En este punto cabe citar que, en América Central Ibrahim, Villanueva, Casasola, Sepúlveda & Tobar (2003) llevaron a cabo una investigación en la que les fue posible verificar que, existen especies maderables comunes que son implementadas entre las cuales se encuentra la *C. alliodora*, la *E. ciclocarpum* y la *T. rosea*, siendo especies que se adaptan al manejo de las pasturas, por lo cual son implementadas para la obtención de productos maderables, más exactamente referente a la madera que se utiliza para vender o se implementa en las fincas; Asimismo, cabe tener en cuenta que existen ciertas especies como lo son la *E. ciclocarpum* y la *S. saman*, que además de presentar aptitud para la producción de madera, también presentan una importancia para la alimentación animal gracias a la producción de frutos, los cuales son aprovechados en la época seca (Ibrahim et al. 2003).

Por otra parte, en cuanto a la implementación de árboles frutales en los sistemas silvopastoriles, es posible indicar que, estos son implementados debido a que, los árboles frutales cuentan con muy buenas características para ser empleados en la alimentación del ganado, ya sea como fuente de forraje, como alimento energético, proteína, vitaminas y minerales, asimismo los frutos de los árboles que en las zonas de potrero, ayudan a mitigar los notorios efectos durante los periodos de estrés nutricional que se presentan por ejemplo en la sequía, época donde los pastos y otros forrajes son escasos y de baja calidad nutricional, por su parte, en épocas lluviosas aportan nutrientes que mejoran la dieta razón por la cual, los niveles productivos se mantienen; a manera de ejemplo de sistema silvopastoril con árboles frutales se puede citar la finca La Castilla, que se encuentra en el municipio de Ulloa, Valle del Cauca a una altitud de 1.300 msnm, la cual cuenta con un sistema silvopastoril con nuez de macadamia asociado a pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), integrando la producción de leche, presentando una

producción de 25.000 litros por hectárea al año junto con la explotación comercial de la nuez. Actualmente cuenta con sistemas a diferentes distancias de siembra, siendo la más apropiada de acuerdo a la experiencia 12 m x 12 m (de 60 a 70 árboles por hectárea), resaltando el hecho de que, con este tipo de sistema, se obtiene una producción promedio de nuez de 25 Kg a 30 Kg por árbol al año, llegando en algunos casos a producciones por árbol de hasta 80 Kg; además de tener en cuenta que, los frutos de muchos árboles representan una buena fuente de alimento directo para las personas, tanto por su pulpa como por sus semillas, sin embargo, en muchos casos la gente al no tener conocimiento sobre las propiedades de los árboles frutales es indiferente y hace poco uso de este recurso (Contextoganadero,2017).

#### *2.2.6.3. Captación de dióxido de carbono*

Para analizar la captación de este gas de efecto invernadero, inicialmente se debe tener claro que, el CO<sub>2</sub> es considerado como el compuesto más importante en lo que refiere al tema del calentamiento global, esto teniendo en cuenta el volumen de este gas que se produce al año, el tiempo que se queda en la atmosfera y el incremento en su concentración atmosférica, absorbiendo la radiación térmica y provocando alrededor del 50% del calentamiento global (Veldkamp, 1993); derivando en una notoria intranquilidad mundial a causa del aumento de este gas, razón por la cual se han sugerido variaciones en las maneras como se emplea el recurso tierra en el trópico, buscando que el suelo y la vegetación se conviertan en sumideros y no produzcan gases generadores de efecto de invernadero; por lo tanto, se han planteado los sistemas silvopastoriles como una forma de desarrollar la producción pecuaria integrando leñosas perennes, forrajeras herbáceas y animales, con el objetivo de aumentar la rentabilidad del sistema; y es que aunque anteriormente no se menciona, los sistemas silvopastoriles también incluyen el componente suelo, de manera que necesariamente se presentarán relaciones entre el suelo, las leñosas, las herbáceas y los animales; destacando que cada uno de dichos componentes pueden representar una fuente de carbono o un sumidero (Botero, 2003).

En este punto es fundamental destacar la función del suelo como retenedor de CO<sub>2</sub>, esto teniendo en cuenta que, tanto la calidad de los suelos como su ubicación ya sea que se encuentren cerca de vías de acceso o centros de consumo, se relacionan directamente

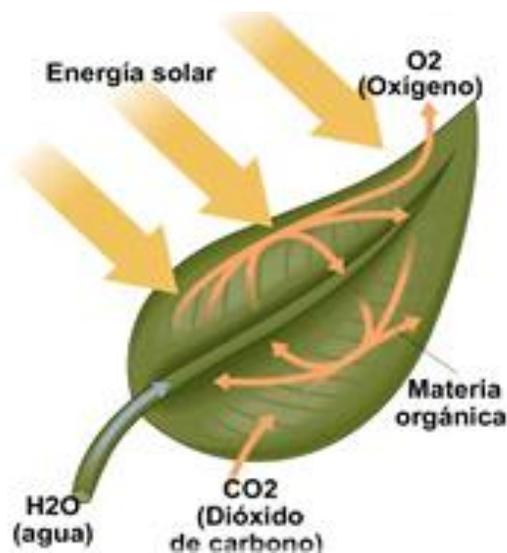
con las pautas de deforestación en América Latina, lo cual presenta un vínculo directo con la capacidad en las vías del ciclo del carbono, permitiendo verificar que en caso de que se presentará un incremento de la deforestación en los trópicos, también se esperaría un incremento en la liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, esto teniendo en cuenta que los principales ingresos de carbono al suelo se dan por medio del follaje de las herbáceas y el follaje y muerte del sistema radicular de la vegetación que hacen parte del sistema y en cuanto a las salidas del carbono es posible mencionar que, estas están establecidas primordialmente por la generación de dióxido de carbono a partir del proceso de oxidación de la materia orgánica presente en el suelo. Además de destacar que, el tipo de suelo presenta una participación considerable sobre el ciclaje de nutrientes y su disposición de expulsar o de retener gases de efecto invernadero, los cuales permanecerán retenidos en la biomasa, que es fabricada por el componente vegetal del sistema (Veldkamp, 1993).

Por otra parte, al ahondar en el tema de los sistemas silvopastoriles, es importante dar a conocer que, en dichos sistemas el dióxido de carbono es incorporado fundamentalmente por la fotosíntesis de las plantas que hacen parte del componente vegetal, siendo un dato muy importante ya que se ha determinado que las áreas con pastos abarcan alrededor de 3,4 billones de hectáreas, siendo el 20% de la tierra del planeta (Fisher, Rao, Ayarza, Lascano, Sanz, Thomas & Vera, 1994), permitiendo deducir que, al presentarse incrementos en el arresto de gases de efecto invernadero por parte de las pasturas, esto representaría un gran efecto positivo en la rebaja de la aglomeración de dióxido de carbono en la atmósfera, y a su vez es importante resaltar que, las pasturas pueden representar un sumidero de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), por medio del acopio de carbono (C) materia orgánica (MO) y en la biomasa de las plantas, en lo cual cabe mencionar que, según Houghton, Boone, Melillo, Palm, Woodwell, Myers, Moore & Skole (1985); la proporción de carbono acumulado en los forrajes tropicales, en el suelo y en las herbáceas, ha sido evaluada en 16 a 48 toneladas por hectárea (Houghton, et al, 1985).

#### 2.2.6.4. Liberación de oxígeno

Es de dar a conocer que, el proceso de liberación de oxígeno se da principalmente mediante la fotosíntesis de las plantas, siendo un proceso químico implementado por las plantas por medio del cual producen energía química a partir de la energía lumínica que reciben del sol, gracias a la cual las plantas pueden convertir el agua que obtienen del suelo y el dióxido de carbono que reciben del aire en glucosa, resaltando que este es un nutriente indispensable que abastece las plantas de energía y posibilita la fabricación de la celulosa. Dicho de otra manera, cuando el sol brilla, las plantas verdes descomponen el agua con el fin de conseguir electrones y protones, los cuales son partículas que se emplean para convertir el dióxido de carbono en glucosa, siendo esta una fuente de energía para las plantas y a su vez en este proceso se libera oxígeno como producto sobrante tal y como se aprecia en la (Gráfica 6), el cual tiene un rol vital para el desarrollo de la vida (Castelvecchi, 2009); por lo cual, es imprescindible resaltar que, la fotosíntesis representa una técnica esencial para que sea posible la vida en el planeta, además de que representa un gran efecto sobre la atmósfera y el clima terrestre, esto teniendo en cuenta que, anualmente los individuos que tienen capacidad de producir carbohidratos a partir del dióxido de carbono que se encuentra en la atmósfera, contribuyendo con el equilibrio de la vida sobre el planeta (Pérez & Carril, 2009).

**Gráfica 6.** Fotosíntesis



Fuente: EcuRed, 2001

Es por esta razón que se hace necesario el hecho de exaltar que, gracias a la arborización que se suele implementar en el establecimiento de los diferentes sistemas silvopastoriles, se está cooperando con el hecho de que se presente una significativa fijación del carbono y liberación del oxígeno, que influirá en una mayor acumulación de agua en la atmosfera terrestre y a su vez ayudará a disminuir el efecto invernadero que es una amenaza latente para el planeta tierra (Salaverria, Suadi, Olano & Enríquez, 2004).

#### *2.2.6.5. Servicios en la conservación de la Biodiversidad*

Es bien sabido que, la transformación de los bosques en pasturas está amenazando la conservación de la vida de muchas especies. Sin embargo, es de exaltar que, el efecto que genera sobre la biodiversidad que se encuentra en los bosques puede ser reducido, en caso de que los productores implementaran especies arbóreas y forestales en las pradera, teniendo en cuenta que, dichos árboles servirían como corredores biológicos, para proporcionar alimento y hábitat, lugares de descanso y refugio para fauna silvestre y avifauna nativa y migratoria; y a su vez serán productores de semillas (Harvey et al. 2005). Además, de destacar que la inclusión de árboles en las pasturas también puede generar condiciones propicias por medio del suministro de materia orgánica, la disminución de la temperatura, la humedad presente en el suelo y el ciclaje de nutrientes (Wilson 1996), aunque cabe mencionar que, todo depende de algunos factores, dentro de los cuales sobresale la densidad, la altura y la fenología característica de las especies de aboles que van a ser utilizados.

Los sistemas silvopastoriles presentan múltiples modalidades entre las cuales se conocen las cercas vivas, las cortinas rompevientos, entre otras; siendo sistemas que permiten establecer una conexión en forma de corredor el cual tiene gran influencia sobre la difusión de las plantas y el desplazamiento de los bovinos (Casasola, Ibrahim, Sepúlveda, Ríos, & Tobar, 2009), por lo cual es importante resaltar el hecho de que estos sistemas presentan funciones de biocorredores, siendo una estrategia significativa que puede contribuir favorablemente con la variedad vegetal, el aumento y la protección de la variedad de ecosistemas evitando su fragmentación.

En este sentido, se hace necesario dar a conocer los sistemas silvopastoriles como una táctica que puede ser utilizada con el fin de brindar un apoyo significativo a la protección de especies forestales y fauna silvestre que se albergue dentro del sistema productivo, ya que contribuye con la recuperación de especies forestales y el desplazamiento de la fauna, lo cual tiene como finalidad el hecho de proporcionar refugio, hábitat y alimento a las diferentes especies tanto exóticas como nativas que lleguen al sistema (Lang, Gormley, Harvey, & Sinclair, 2003).

#### *2.2.6.6. Secuestro de carbono*

La captación de carbono a través del suelo y leñosas establecidas en la pradera (Beer, Harvey, Ibrahim, Harmand, Somarraba, & Jiménez 2003) teniendo en cuenta que dichos sistemas añaden dos utilidades significativas para preservar carbono, siendo la primera utilidad, el hecho de contribuir al acopio directo de Carbono a mediano y corto plazo, y la segunda utilidad se da al ayudar a reducir de una manera indirecta la emanación de gases de efecto invernadero como resultado de las actividades pecuarias, agrícolas y de deforestación; y es que es de tener presente que si se le brinda un adecuado manejo a los sistemas silvopastoriles, estos muy posiblemente mejoraran la productividad del sistema productivo (Bolívar, Ibrahim & Jimenez, 1999), mientras secuestran carbono (Ibrahim, 2001), y a su vez es importante dar a conocer principalmente a los productores, el beneficio adicional que proporcionan los sistemas silvopastoriles respecto al tema económico que representa su implementación.

Por otra parte, es fundamental aclarar el hecho de que los niveles de carbono que es sujeta en los sistemas silvopastoriles, puede verse perjudicada por la especie de leñosas y forrajeras que se implementan, la densidad, la distribución de las leñosas en la pradera, así como la tolerancia y resistencia de estas especies a la sombra (Ibrahim, Villanueva, & Casasola, 2007) los cuales son aspectos que se deben analizar al momento de querer instaurar un sistema silvopastoril y buscar obtener los beneficios que estos proporcionan.

### **2.3. Marco legal.**

Es importante dar a conocer que, existe una normatividad que regula la actividad ganadera en Colombia, la cual debe ser tenida en consideración cuando se plantee establecer un sistema de producción ganadero, mencionando que dichas normas involucran la actividad ganadera y el medio ambiente.

Dentro de esta normatividad se encuentran las siguientes normas:

#### **2.3.1 LEY 99 DE 1993 (Diciembre 22)**

“Por el cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, *SINA*, y se dictan otras disposiciones”.

##### *2.3.1.1. ARTÍCULO 1°. Principios Generales Ambientales.*

- ✓ El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y de desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Rio de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.
- ✓ La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.
- ✓ Las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.
- ✓ La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.
- ✓ El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.
- ✓ El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.

- ✓ La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.
- ✓ Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

#### *2.3.1.2. ARTÍCULO 3°. Del concepto de desarrollo sostenible.*

“Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades” (ICA,2015).

#### **2.3.2 RESOLUCIÓN No 002508 DE 2012 (Agosto 08)**

“Por medio de la cual se actualizan los requisitos para el Registro Sanitario de Predios Pecuarios (RSPP) ante el ICA”.

El Gerente General del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, en uso de sus facultades legales y en especial de las conferidas en el artículo 2° del Decreto número 1840 de 1994 y artículo 4 del Decreto número 3761 de 2009.

#### **CONSIDERANDO:**

- ✓ Que el Decreto número 1840 de 1994 establece que el ICA es responsable del manejo de la sanidad animal, vegetal del país, estableciendo todas las acciones y disposiciones que sean necesarias para la prevención, el control, erradicación, o manejo de enfermedades o cualquier otro organismo dañino, que afecte los animales y sus productos, actuando en permanente armonía con la protección y preservación de los recursos naturales.

- ✓ Que la Resolución ICA número 1779 de 1998, por medio de la cual se reglamenta el Decreto número 3044 del 23 de diciembre de 1997, establece que toda finca ganadera debe estar registrada en la oficina del ICA, o entidad autorizada o acreditada más cercana al lugar donde esté ubicada, razón por la cual se deben actualizar los mecanismos para el cumplimiento de este requisito por parte de los ganaderos en el país.
  
- ✓ Que la Resolución ICA número 880 de 2005, por la cual se adopta el manual de procedimientos del sistema de vigilancia epidemiológica, establece que todo propietario de predio destinado a explotaciones pecuarias está en la obligación de registrarlo ante el ICA, en la Oficina Local de la jurisdicción donde se encuentra ubicado el mismo. Adicionalmente, que toda actividad sanitaria realizada debe ser informada al ICA para su registro.
  
- ✓ Que la Resolución número 02129 de 2002, por la cual se establecen medidas de carácter sanitario para la erradicación de la Peste Porcina Clásica, establece en el artículo 7o los requisitos para el registro de predios porcícolas, los cuales deberán registrarse en las Oficinas de Sanidad Animal del ICA de su jurisdicción, o ante la entidad en quien este delegue, razón por la cual se deben actualizar los mecanismos para el cumplimiento de este requisito.

En virtud de lo anterior,

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°. OBJETO. Actualícese los requisitos para el registro sanitario de los predios pecuarios, mediante la modificación del artículo 2o de la Resolución número 1779 de 1998 y el artículo séptimo de la Resolución número 02129 de 2002.

ARTÍCULO 2°. CAMPO DE APLICACIÓN. presente resolución aplica a las personas naturales o jurídicas con predios productores de bovinos, bufalinos, porcinos, équidos, ovinos y caprinos.

ARTÍCULO 3°. DEFINICIONES. Para efecto de la presente resolución, se adoptan las siguientes definiciones.

Ganadero: Toda persona natural o jurídica que posea, sea depositario o a cualquier título, tenga en su poder bovinos, bufalinos, porcinos, équidos, ovinos y caprinos.

Registro Sanitario de Predio Pecuario (RSPP): documento oficial que contiene la información de cada uno de los predios pecuarios del país, en el cual se precisan datos relacionados con el propietario o tenedor del predio, el predio, su ubicación geográfica, infraestructura, población animal existente, eventos o actividades sanitarias y movilización de animales. A dicho registro se le asignará un número constituido por los códigos DANE del departamento, municipio y un número consecutivo de hasta cinco (5) dígitos. Este documento constituye una base para la gestión de la Autoridad Sanitaria y en ningún caso legitima o suplanta los documentos expedidos por la Autoridad competente para certificar la propiedad de los predios o legalizar la actividad comercial (ICA, 2012).

### **2.3.3 Decreto No 1500 de 2007 (Mayo 04)**

“Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación.”

#### *2.3.3.1 Artículo 1° Objeto*

El presente decreto tiene por objeto establecer el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir a lo largo de todas las etapas de la cadena alimentaria. El Sistema estará basado en el análisis de riesgos y tendrá por finalidad proteger la vida, la salud humana y el ambiente y prevenir las prácticas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores. (FEDEGAN,2013)

## **3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Al final del desarrollo de ésta monografía donde se realizó un estudio de los sistemas silvopastoriles como una alternativa para el manejo sostenible de la producción bovina y la protección del medio ambiente; fue posible analizar la importancia que representa esta actividad para la producción de alimento, al generar productos como carne y leche, los cuales aportan proteínas y nutrientes que difícilmente son aportados por otros alimentos

(FAO, 2014); así como también genera ingresos y empleos (FEDEGAN, 2006), que ayudan a que las personas tengan acceso a los alimentos; sin embargo, es fundamental el hecho de ahondar también en los impactos negativos que genera el desarrollo de este sistema, los cuales están acrecentando diversos problemas ambientales.

Al analizar los impactos ambientales que genera la ganadería en el mundo, se pudo constatar que, la actividad ganadera genera problemas ambientales, siendo los bovinos considerados como los causantes de una cantidad significativa de emanaciones de gases que generan el efecto invernadero (FAO,2006a), como lo son el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y que son producidos a lo largo de todo el proceso productivo ganadero (Gerber et al, 2013), a causa de la transformación de los bosques en terrenos para cultivos de pasturas, durante el proceso de digestión de los bovinos y a causa de las flatulencias de dichos animales, situación que ha generado una serie impactos ambientales, entre los que sobresale el calentamiento global, la degeneración del suelo, afectaciones a las fuentes hídricas, al aire y a la biodiversidad (Blanco,2010), que son hoy por hoy temas muy preocupantes en el mundo.

Además, es importante mencionar que, el cambio climático también afecta al sector ganadero ya que, al provocar un incremento de la temperatura, al generar alteraciones y disminuciones de las lluvias y al alargar la temporada seca, ocasiona problemas preocupantes en la ganadería en lo que respecta a su productividad y rendimiento, al dificultarse el acceso al agua por parte de los animales, al presentarse una reducción en el valor nutricional de los forrajes, así como en su valor nutritivo al presentarse estrés calórico en los bovinos a causa de las altas temperaturas, y también a causa de la presencia de vectores y plagas (Álvarez, 2014).

Teniendo en cuenta los impactos negativos que ocasiona la ganadería, se hace necesario, buscar una alternativa que permita desarrollar un manejo sustentable de dicha actividad; sobresaliendo este tipo de sistemas de producción como una alternativa viable para tal fin, la cual permite intensificar la productividad del sistema por medio de la adecuada utilización de los recursos naturales, ayudando así a reducir los efectos perjudiciales que se generan en las ganaderías y a su vez contribuyendo con la protección del medio ambiente (IICA, 2016).

Por otra parte, se debe dar a conocer que, los sistemas silvopastoriles presentan varias formas para ser implementados en las fincas de acuerdo con las condiciones climatológicas y la oferta de recursos naturales, como lo son las cercas vivas, los bancos mixtos de forraje, pastoreos en praderas con árboles frutales o maderables, las cortinas rompevientos y los árboles dispersos en potreros (SAGARPA, 2007).

En este punto es fundamental resaltar que, los sistemas silvopastoriles contribuyen con el manejo sustentable de la actividad ganadera y la conservación del medio ambiente, al generar servicios ambientales como, secuestro de dióxido de carbono, la fijación biológica de nitrógeno, el arresto de carbono, la protección de la biodiversidad y la producción de frutos y madera; así como también ayudan a reducir las emanaciones de gases efecto invernadero e interceden en el aumento de la diversidad de fauna y flora, protegen las fuentes hídricas y ayudan a que el suelo recupere su productividad (Alonso, 2011), siendo todas estas razones de peso que hacen que, los sistemas silvopastoriles sobresalgan como una alternativa muy atractiva a la hora de desarrollar actividades ganaderas con enfoque de sostenibilidad, en la que se promueva la intensificación sostenible de la producción, viéndose beneficiada la productividad del sistema y la conservación del medio ambiente.

También fue importante analizar las ventajas y desventajas que presentan los sistemas silvopastoriles, permitiendo verificar que, dentro de las ventajas que tiene la implementación de dichos sistemas, se encuentra la incorporación de árboles y arbustos con los bovinos, el reciclaje de nutrientes, el aprovechamiento racional de recursos naturales, la fijación de nitrógeno, la regulación del estrés climático, el control de la erosión, el favorecimiento de la actividad biológica tanto de la microfauna como de la macrofauna, la reducción de los costos de alimentación para los animales, el arresto de carbono, obtención de madera o frutos, la protección de la diversidad de fauna y flora, etc; y en cuanto a las desventajas, se destaca la competencia por la luz, la presencia de plagas, el ramoneo, etc; aunque cabe aclarar que dichas desventajas no tienen tanta relevancia, en comparación con todos los beneficios que se pueden adquirir de los sistemas ganaderos si se implementan los sistemas silvopastoriles, además de resaltar

el gran aporte que se le brinda al medio ambiente al disminuir el impacto que genera el desarrollo de las actividades ganaderas.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

- Los sistemas silvopastoriles se dan a conocer como una estrategia viable, mediante la cual los productores pueden intensificar la producción ganadera brindando un manejo apropiado de los recursos naturales, lo cual ayudaría a reducir los efectos ambientales que producen las actividades como la ganadería, permitiéndole al productor mejorar la rentabilidad de sistema a la vez que propenden por el cuidado del ambiente.
- Los sistemas silvopastoriles contribuyen con la reducción de los gases que generan el efecto invernadero y que se relacionan directamente con el cambio climático, ya que ayudan a diversificar la producción, mejorando su rentabilidad mediante el uso racional de los recursos naturales, al propiciar una producción sustentable a nivel técnico, productivo y económico.
- La ganadería representa un pilar fundamental para la seguridad alimentaria, ya que brinda carne y leche como alimento, los cuales son importantes para un adecuado desarrollo de las personas teniendo en cuenta que aportan valiosos nutrientes que son muy benéficos para la salud, por lo cual es indispensable propiciar el desarrollo de producciones ganaderas sustentables, que sean rentables y no generen afectaciones en el ambiente.
- Con la realización de esta monografía se constata la importancia que tiene el hecho de dar a conocer a los productores y ganaderos el tema de los sistemas silvopastoriles y los beneficios que trae su implementación, principalmente en lo que respecta al manejo sostenible de las actividades ganaderas y conservación del ambiente.

## 4.2. RECOMENDACIONES

Al finalizar esta Monografía, se llega a varias recomendaciones para evitar inconvenientes a la hora de implementar un sistema silvopastoril, en una ganadería, así:

- Es recomendable antes de establecer un sistema silvopastoril, realizar un estudio de suelos y analizar las condiciones bioclimáticas del lugar con el fin de seleccionar las especies que sean las más adecuadas y adaptables.
- Al establecer un sistema silvopastoril es recomendable proteger las plantas de un ramoneo precoz por parte de los animales mientras dichas plantas se establecen, realizando un adecuado manejo de los bovinos y utilizando algún método de protección, siendo las cercas eléctricas el método más recomendable, ya que evitan que los bovinos ocasionen daños severos a las plantas o árboles.
- También es recomendable realizar podas a los árboles con el objetivo de disminuir la sombra que da sobre el pasto, y también para ayudar a mejorar la calidad de los productos maderables.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Agudelo & Bedoya. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. (Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/UccjLr>
- Alemán, T., Ferguson, B., Nahed, J., Pinto, R., Parra, M., Ibrahim, M., Gómez, H., Arias, R., Mader, T., & Escobar, P. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (Fecha de consulta: 22 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Xf3Nbc>
- Ariasa, R., Maderb, T., & Escobara, P. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (Fecha de consulta: 06 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/2ggrkk>
- Beard, CB., Eisen, R., Barker, C., Garofalo, J., Hahn, M., Hayden, M., Monaghan, A., Ogden, N., & Schramm, P. (2016). Changing Distributions of Vectors and Vector-Borne Diseases. (Fecha de consulta: 25 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/F1uvhf>
- Beer, J.; Harvey, C.; Ibrahim, M.; Harmand, J.M.; Somarraba, E. & Jiménez F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. (Fecha de consulta: 11 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/6oi1m9>
- Belsky, Mwonga, & Duxbury. (1993). Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. (Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Qs6hB6>
- Benavides & León. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. (Fecha de consulta: 06 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/7FEXb9>
- Benavides, E., Romero, J., & Villamil, L. (2016). Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático. Universidad de La Salle Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/igDkW4>
- Blanco, J. (2010). Una reseña sobre papel de la ganadería en los problemas actuales del medio ambiente. (Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/8zFDyv>
- Blasina y Asociados. (2016). La producción mundial de carne vacuna de 2017 será récord. Fecha de consulta: 16 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/51nE8B>
- Bolívar, D., Ibrahim, M., & Jiménez, O. (1999). Producción de brachiaria humidicola bajo un sistema silvopastoril con Acacia Mangium en el trópico húmedo. (Fecha de consulta: 12 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/bpbroR>
- Bonilla, J., & Lemus, C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su

- contribución al calentamiento global y al cambio climático. (Fecha de consulta: 25 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/sjylFV>
- Botero, J. (2003). Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de CO<sub>2</sub>. (Fecha de consulta: 07 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/YYuXJR>
- CAAE (2006). El ganado bovino en producción ecológica. (Fecha de consulta: 07 de enero de 2018) Recuperado de: <https://goo.gl/9wAz49>
- Carmona, J., Bolívar, D., & Giraldo, L. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. (Fecha de consulta: 23 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/GmY2QQ>
- Carmona, M., González, D., & Bolívar, C. (2016). Una Propuesta De Sistema De Costos Para El Sector Ganadero, 1–35. (Fecha de consulta: 21 de diciembre de 2017) Recuperado de: <https://goo.gl/smPRi9>
- Carneiro, B., Behling, M., Wruck, F., Barbosa, D., Palma, J., Aparecida, R., Bastos, L., & Tonini, H. (2013). Integración Cultivos-Ganadería-Bosque: experiencias en Mato Grosso, Brasil. (Fecha de consulta: 14 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/uyAitk>
- Casasola, F., & Villanueva, C. (2015). Buenas prácticas para la mitigación al cambio climático de los sistemas de producción de leche en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. (Fecha de consulta: 26 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/fKwPf3>
- Casasola, F., Ibrahim, M., Sepulveda, C., Rios, N., & Tobar, D. (2009). Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago de servicios ambientales en Esparza, Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas. (Fecha de consulta: 13 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/1RvbwV>
- Castelvecchi, D. (2009). Fotosíntesis. (Fecha de consulta: 10 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/EVix82>
- CATIE. (2012). Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. (Fecha de consulta: 05 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/jyUhpW>
- Caughey, W., Wittenberg, K., & Corrigan, D. (1999). Impact of pasture type on methane production by lactating beef cows. (Fecha de consulta: 23 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/kFPZAT>
- CFSPH. (2008). Babesiosis bovina. Center for Food Security and Public Health. Institute for Internal Cooperation in Animal Biologics. (Fecha de consulta: 26 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/CFpE47>
- CICEANA. (2007). Ciclo del nitrógeno. (Fecha de consulta: 04 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/AFsmMW>
- CIIFEN. (2016). Efecto invernadero. (Fecha de consulta: 22 de febrero de 2018).

Recuperado de: <https://goo.gl/G2ShQM>

- Cingolani, A., Noy, I., Renison, D & Cabido, M. (2008). La ganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos? (Fecha de consulta: 20 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/oyfZAQ>
- CIPAV. (2010). Banco Forrajero Mixto con Botón de Oro en la finca La Reserva de Monterrey (Casanare). (Fecha de consulta: 06 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/b8nK9Y>
- CMNUCC. (1992). Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. (Fecha de consulta: 06 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/wWNyro>
- Contextoganadero. (2017). Árboles dispersos en potrero, Colombia. (Fecha de consulta: 10 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/ubK8xt>
- Contextoganadero. (2017). Sistemas silvopastoriles con árboles frutales para alimentación del ganado. (Fecha de consulta: 06 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/gZoXnU>
- Convención Ramsar & minambiente. (2001). Política nacional para humedales interiores de Colombia, estrategias para su conservación y uso racional. (Fecha de consulta: 19 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/h33YJ2>
- Core, W., Pachauri, R., & Reisinger, A. (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Génova, Suiza. 2007. (Fecha de consulta: 24 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/9tmivr>
- Cortes, D. (2009). Presentación de seis opciones silvopastoriles relevantes en el trópico bajo colombiano para la producción ganadera. (Fecha de consulta: 08 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/YPjCDF>
- DANE. (2016). Sacrificio de ganado total nacional y departamental – vacunos, porcinos y otras especies – enero - diciembre 2016. (Fecha de consulta: 22 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/i3w4HY>
- Deambrosi, A., Capozzolo, M., & Castro, C. (2013). Sistemas silvopastoriles. (Fecha de consulta: 28 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/MqRQY7>
- Dorrough, J., Moxham, C., Turner, V., & Sutter, G. (2006). Soil phosphorus and tree cover modify the effects of livestock grazing on plant species richness in Australian grassy woodland. (Fecha de consulta: 19 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/LuSp8W>
- Echarri, L. (1998). Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente - Ciclos de los elementos, Ciclo del Nitrógeno. (Fecha de consulta: 03 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/TVe27D>
- EcuRed. (2001). Fotosíntesis. (Fecha de consulta: 11 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/2r9UUC>

- Errecart, V., Lucero, M., & Sosa, M. (2015). Análisis del mercado mundial de carnes. Fecha de consulta: 17 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/XqAJfE>
- FAO & TECA. (2005). Cortinas rompevientos. (Fecha de consulta: 12 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/8nxP3v>
- FAO. (2002). Nutrición Humana En El Mundo Capítulo 2. Producción y seguridad alimentaria. (Fecha de consulta: 06 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/isihpK>
- FAO. (2002a). Capítulo 1 - contaminación agrícola de los recursos hídricos: introducción. (Fecha de consulta: 17 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/dKQrRE>
- FAO. (2002b). Capítulo 5. Diversidad biológica. (Fecha de consulta: 18 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/ovLaaQ>
- FAO, (2005). La ganadería extensiva destruye los bosques tropicales en Latinoamérica. (Fecha de consulta: 29 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/BuUuaM>
- FAO. (2005a). Impacto de la ganadería en la disponibilidad y la calidad del agua. (Fecha de consulta: 12 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/tyQPq9>
- FAO. (2006). La ganadería amenaza el medio ambiente. (Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/P9yF7>
- FAO. (2006a). Las repercusiones del ganado en el medio ambiente. (Fecha de consulta: 24 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Acqhq>
- FAO, (2006b). Políticas pecuarias 03. Ganadería y Deforestación. (Fecha de consulta: 02 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Lkh9ww>
- FAO. (2008). Cambio climático y seguridad alimentaria. (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/QLrXPW>
- FAO. (2009). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. (Fecha de consulta: 08 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/TLMVTd>
- FAO. (2010). Hacia un sector ganadero más sostenible. (Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/Cni5Uf>
- FAO. (2011). Hace falta aumentar la eficiencia en los sistemas pecuarios. (Fecha de consulta: 06 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/SHluQ>
- FAO. (2012). Ganadería mundial 2011 – La ganadería en la seguridad alimentaria, pág. 53. (Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/md5PTW>
- FAO. (2012a). La seguridad alimentaria y el cambio climático. (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/WZtaup>
- FAO. (2013). La leche en cifras. (Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/B4nMbH>
- FAO. (2013a). Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la

- producción ganadera. (Fecha de consulta: 25 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/jzZnlY>
- FAO. (2013b). Portal de Suelos de la FAO. Definición de suelo. (Fecha de consulta: 30 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/E4ntn7>
- FAO. (2013c). Ganado y Medio Ambiente. (Fecha de consulta: 10 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/yLLaih>
- FAO. (2013d). Portal de Suelos de la FAO - El Ciclo del Nitrógeno. (Fecha de consulta: 04 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/yFKewM>
- FAO. (2014). Consumo de Carne (Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/owY7At>
- FAO. (2014a). El papel de la FAO en la producción animal. (Fecha de consulta: 07 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/qdV5NF>
- FAO. (2015). Tema de debate: el papel de la leche y los productos lácteos en la nutrición humana (Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/EzN6RR>
- FAO. (2015a). Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables. (Fecha de consulta: 31 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/KAPhaa>
- FAO. (2015b). Los suelos son la base para la vegetación. (Fecha de consulta: 04 de febrero de 2018). Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i4867s.pdf>
- FAO. (2016). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. (Fecha de consulta: 28 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/oeFU94>
- Fassbender, H. (1993). Modelos edafológicos de sistemas agroforestales; 20. Edición. CATIE. (Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/jHLSnT>
- FEDEGAN. (2006). Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019. (Fecha de consulta: 03 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/UcmePC>
- FEDEGAN. (2013). Decreto No 1500 de 2007. (Fecha de consulta: 30 de julio de 2018). Recuperado de: <https://bit.ly/2v0znRU>
- FEDEGAN. (2016). Producción de Carne - Colombia. (Fecha de consulta: 22 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/QtqsaF>
- FEDEGAN. (2017). Balance y Perspectivas del Sector Ganadero Colombiano 2016 - 2017. (Fecha de consulta: 22 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/hek7Le>
- FEDEGAN. (2017a). Árboles dispersos en potreros, beneficios productivos y ambientales. (Fecha de consulta: 10 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/rdVmNt>
- FEDEGAN. (2017b). Bancos Mixtos de Forraje. (Fecha de consulta: 15 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/2v0znRU>

- 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/nfaMSq>
- FENAVI. (2016). Consumo Per Cápita. (Fecha de consulta: 23 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/QtpKSF>
- Fernández, M., María, N., & Rosario, F. (2002). Fijación biológica del nitrógeno: factores limitantes. (Fecha de consulta: 02 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/9Snwhi>
- Fernández, L., & Gutiérrez, M. (2013). Bienestar Social, Económico y Ambiental para las Presentes y Futuras Generaciones. (Fecha de consulta: 04 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/8bnEMb>
- Figueroa, J., & Álvarez, J. (2003). Investigaciones sobre la aplicación de técnicas moleculares en el diagnóstico y control de la babesiosis bovina. (Fecha de consulta: 26 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Kp9vTH>
- FIRA. (2015). Panorama Agroalimentario, Carne Bovino 2015. Fecha de consulta: 09 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/0SrS4u>
- FIRA. (2016). Panorama Agroalimentario, Carne Bovino 2016. (Fecha de consulta: 12 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/XhjSVM>
- FIRA. (2017). Panorama Agroalimentario, Carne Bovino 2017. (Fecha de consulta: 10 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/YBY1d5>
- Fisher, M., Rao, I., Ayarza, M., Lascano, C., Sanz, J., Thomas, R., & Vera, R. (1994). Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. (Fecha de consulta: 07 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/1zxe5P>
- Friedel, M., Sparrow, A., Kinloch, J., & Tongway, D. (2003). Degradation and recovery processes in arid grazing lands of central Australia. Part 2: vegetation. (Fecha de consulta: 19 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2054/science/article/pii/S0140196303000260>
- García, C., Montiel, R., & Borderas, T. (2014). Grasa Y Proteína De La Leche De Vaca: Componentes, Síntesis Y Modificación. (Fecha de consulta: 07 de enero de 2018) Recuperado de: <https://goo.gl/bqp9DB>
- García, Z. (2010). Garrapatas que afectan al ganado bovino y enfermedades que transmiten en México. Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, (CENIDPAVET-INIFAP). (Fecha de consulta: 26 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/xruS21>
- Garzón, A. (2011). Cambio climático: ¿cómo afecta la producción ganadera? (Fecha de consulta: 23 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/VyEBdD>
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Organización de

- las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Roma. (Fecha de consulta: 07 de enero de 2018) Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3437s.pdf>
- Giraldo, G. (2009). Barreras rompevientos. (Fecha de consulta: 13 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/qxs7CK>
- Gómez, W. (2012). Cercas Vivas. (Fecha de consulta: 05 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/KLH75a>
- González, N., Galindo, J., González, R., Sosa, A., Moreira, O., Delgado, D., Martín, E., & Sanabria, C. (2006). Utilización de la técnica de PCR en tiempo real y de la producción de gas in vitro para determinar el efecto del ácido bromoetano sulfónico en la metanogénesis y la población microbiana ruminal. (Fecha de consulta: 23 de febrero de 2018). Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2139/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=39b0f4f8-9393-49d8-9a1e-18c40db9c14a%40pdc-v-sessmgr01>
- Gutiérrez, G., Suárez, J., Álvarez, F., & Orjuela, J. (2012). Árboles dispersos en potreros y conectividad estructural en el paisaje de fincas ganaderas en la Amazonia Colombiana. (Fecha de consulta: 11 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/kKNcn1>
- Hansen, N., Fertig, M., & Tejera, L. (2009). Componentes de los sistemas silvopastoriles en bosques de ñire. (Fecha de consulta: 28 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/xYDaoh>
- Harvey, C., Villanueva, C., Villacis, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, D., Sánchez, J., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I., & Sinclair, F. (2005). Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. (Fecha de consulta: 02 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/krLokk>
- Houghton, R., Boone, R., Melillo, J., Palm, C., Woodwell, G., Myers, N., Moore, B., & Skole, D. (1985). Net flux of carbon dioxide from tropical forest in 1980. (Fecha de consulta: 09 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/hLjFR3>
- Ibrahim et al. (2003). Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central. (Fecha de consulta: 05 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/S2HTpT>
- Ibrahim, M., & Botero, J. (1997). Pasturas en callejones. (Fecha de consulta: 09 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/5ffr2B>
- Ibrahim, M., & Pezo, D. (1999). Módulos de Enseñanza Agroforestal. Módulo No. 2 Sistemas Silvopastoriles. (Fecha de consulta: 12 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/cMRjBW>
- Ibrahim, M., Botero, J., & Camero, A. (1997). Pasturas en callejones. (Fecha de consulta: 16 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/qPRFGB>
- Ibrahim, M., Villanueva, C. P., & Casasola, F. (2007). Sistemas silvopastoriles como una

- herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en centro américa. (Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/vbFekF>
- Ibrahim. (2001). International Symposium on Silvopastoral Systems and Second Congress on Agroforestry and livestock Production in Latin America. (Fecha de consulta: 12 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/TVQLYw>
- ICA. (2012). RESOLUCIÓN 002508 DE 2012. (Fecha de consulta: 25 de julio de 2018). Recuperado de: <https://bit.ly/2OnjXix>
- ICA. (2015). Normas Nacionales: Ley 99 de diciembre 22 de 1993. (Fecha de consulta: 25 de julio de 2018). Recuperado de: <https://bit.ly/2AqrH0D>
- ICA. (2017). Censo Bovino En Colombia 2017. (Fecha de consulta: 20 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Gr9Qku>
- IDEAM. (2014). Conceptos básicos de cambio climático. (Fecha de consulta: 21 de febrero de 2018). Recuperado de: <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>
- IGAC. (2017). Ganadería 'al rojo vivo' solo debería imponerse en el 2,4% de Colombia: IGAC. (Fecha de consulta: 07 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/qmRqmi>
- Iglesias, F., Funes, M., Odalys, C., Toral, L., Milera, S., & Milera, M. (2011). Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. Apuntes para el conocimiento. (Fecha de consulta: 28 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Vq9Zvs>
- IICA. (2016). Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles en República Dominicana. (Fecha de consulta: 28 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/SH1F6c>
- INAC. (2017). Evaluación del año en INAC. (Fecha de consulta: 17 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/nBy4VE>
- INIA. (2007). Contaminación difusa de las aguas. (Fecha de consulta: 16 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/razgxn>
- Instituto Humboldt. (2017). Biodiversidad colombiana: números para tener en cuenta. (Fecha de consulta: 21 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/71FNd1>
- INTA. (2007). Cortinas rompevientos. (Fecha de consulta: 12 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/S1bXpT>
- Kosmus, M., Renner, I., & Ullrich, S. (2012). Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación del desarrollo. (Fecha de consulta: 19 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/D1R6i8>
- Lamothe, Y., León, D., & Moriche, O. (2012). Cambio climático: silvopastoreo como alternativa para su mitigación. (Fecha de consulta: 23 de febrero de 2018).

Recuperado de: <https://goo.gl/5azWcp>

- Lang, I., Gormley, L., Harvey, C., & Sinclair, F. (2003). Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. (Fecha de consulta: 13 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/v4Nqwb>
- Ledesma, C; Bonansea, M; Rodríguez, C & Sánchez, M. (2013). Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). (Fecha de consulta: 09 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/fZAmof>
- Léger, E., Vourc'h, G., Vial, L., Chevillon, C., & McCoy, K. (2013). Changing distributions of ticks: causes and consequences. (Fecha de consulta: 26 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/nMPZkv>
- López, O., Sánchez, T., Iglesias, J., Lamela, L., Soca, M., Arece, J., y Milera, M. (2017). Pastos y Forrajes vol.40 no.2. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. (Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2017) Recuperado de: <https://goo.gl/tEoFS4>
- Lozano, M., Corredor, G., Vanegas, M., Figueroa, L., & Ramírez, M. (2006). Sistemas Silvopastoriles con uso de biofertilizantes. Nataima Espinal, Tolima: Programa Nacional de Recursos Biofísicos. (Fecha de consulta: 22 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/t4LmJo>
- Lucini, E., Merlo, C., Belén, L., Bruno, M., Vásquez, C., Dubini, L., Ocampo, A., Camiletti, B., Martín, M., & Salloum, S. (2014). Complemento teórico de microbiología agrícola facultad de ciencias agropecuarias universidad nacional de córdoba – VII Fijación biológica de N<sub>2</sub>. (Fecha de consulta: 02 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/ZLXubT>
- Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. (Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/K6TrXY>
- Medina, C. (2016). Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los suelos. (Fecha de consulta: 06 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/6HAAAK>
- Mejía, C., Zapata, A., & Solarte, L. (2013). Establecimiento de bancos mixtos de forrajes. (Fecha de consulta: 08 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/nfaMSq>
- Milera, M. (2011). Cambio climático, afectaciones y oportunidades para la ganadería en Cuba. (Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/RNzRqc>
- Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. (Spanish). Contribution of Silvopastoral Systems to Production and Environment. (English), 17(3), 7–24. (Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2017). Recuperado de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=91583735&lang=es&site=ehost-live>

- Montagnini, F. (2010). Sistemas silvopastoriles y mitigación del cambio climático: alternativas para aumentar la captura de C. (Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/yXm1Qc>
- Mora, M., Ríos, L., Ramos, L., & Almario, J. (2017) Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. (Fecha de consulta: 07 de enero de 2018) Recuperado de: <https://goo.gl/DjmG6m>
- Muñoz, T. (2016). Babesiosis bovina (*Babesia bovis* y *Babesia bigemina*), una enfermedad hematozoárica de importancia económica en el mundo. Centro de Biotecnología 2016, 5(1): 21-30. (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/xHP79M>
- Murgueitio, E., Arango, H., Calle, Z., Naranjo, J., Cuartas, C., & Caro, M. (2008). Cartilla #4 - Sistemas alternativos de producción ganadera. (Fecha de consulta: 07 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/32iyqH>
- Nieto, M., Guzmán, M., & Steinaker, D. (2014). Emisiones de gases de efecto invernadero: Simulación de un sistema ganadero de carne típico de la región central Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 40(1), 92–101. (Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2017) Recuperado de: <https://doi.org/http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84931068462&partnerID=tZOtx3y1>
- Noy, I. (2005). Producción ganadera y conservación de la biodiversidad: conflictos y soluciones. (Fecha de consulta: 21 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/ouADL9>
- OCDE y la FAO (2012). Nuevo informe sobre las perspectivas de la agricultura mundial. (Fecha de consulta: 07 de enero de 2018) Recuperado de: <https://goo.gl/uCvKcy>
- OCDE-FAO. (2014). Mercado de Ganados y Carnes Proyecciones 2023. (Fecha de consulta: 11 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/NGujiZ>
- Ospina, A. (2008). Cercas Vivas. (Fecha de consulta: 04 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/GsDAnw>
- Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., Linden, P., & Hanson, C. (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/ZiKosY>
- Peralta, V. (2010). Cortinas rompevientos en Venezuela. (Fecha de consulta: 12 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/kDoR26>
- Pérez, E., & Carril, U. (2009). Fotosíntesis: Aspectos Básicos. (Fecha de consulta: 11 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/2WsjgU>
- Pérez, R. (2008). Testimonio: El Lado Oscuro de la Ganadería. Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía, 39(154), 217–227. (Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2017) Recuperado de: <https://goo.gl/cY8yQL>
- Peters, M., Franco, L., Schmidt, A., & Hincapié, B. 2011. Especies forrajeras

- multipropósito: opciones para productores del trópico americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (Fecha de consulta: 20 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Af1Qb3>
- Petit, J. (2012). Sistemas Silvopastoriles. (Fecha de consulta: 27 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/zXs4Vx>
- Pinos, J., García, J., Peña, L., Rendón, J., González, C., & Tristán, F. (2011). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. (Fecha de consulta: 29 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/EkoHXQ>
- Pinto, J., Bonacic, C., Hamilton, C., Romero, J., & Lubroth, J. (2008). Climate change and animal diseases in South America. (Fecha de consulta: 24 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/KfbK75>
- Pinzón, A., & Amézquita, E. (2007). Compactación de suelo por el pisoteo de animales en pastoreo en el Piedemonte Amazónico de Colombia. (Fecha de consulta: 01 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/fB1NPr>
- Piñeros, R., Mora, J., & Holguín, V. (2010). Respuesta del pasto *Bothriochloa saccharoides* a diferentes intensidades de sombra simulada en el valle cálido del Magdalena en el Tolima (Colombia). (Fecha de consulta: 22 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/7inzdX>
- PROSAIA. (2017). El comercio mundial de carne bovina durante 2017. (Fecha de consulta: 17 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/yM42A4>
- Putnam, A. (1988). Allelopathy: problems and opportunities in weed management. (Fecha de consulta: 28 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/Z2rioR>
- Quiroga, A. (2007). Impacto de la explotación ganadera. (Fecha de consulta: 03 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/5Nt9tB>
- Ramírez, L., & Rivera, J. (2004). La ganadería en el contexto de la biodiversidad. (Fecha de consulta: 18 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/uFAKUD>
- Reyes, G. (2003). La degradación del suelo: fuente de contaminación ambiental. (Fecha de consulta: 08 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/8ukMxZ>
- Rodríguez, K., Moreno, P & Yañez, C. (2017). Efecto de la ganadería y la variación estacional sobre la composición florística y la biomasa vegetal en los humedales de la costa centro oeste del Golfo de México. (Fecha de consulta: 19 de febrero de 2018). Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=3d83085a-cebd-4b37-b16f-12f65b74364c%40sessionmgr4007>
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004). Propiedades Físicas del Suelo. Fecha de consulta: 05 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/JVUMrK>
- Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., Kumar, R. &

- Davidson, N. (2013). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland. (Fecha de consulta: 19 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/eNj9AX>
- Russo, R. (2015). Reflexiones sobre los sistemas silvopastoriles. (Fecha de consulta: 28 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/6oJhQ8>
- Russo, R. (2015). Reflexiones sobre los sistemas silvopastoriles. (Fecha de consulta: 04 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/MPuR7C>
- Saadoun, A., & Cabrera, M. (2016). Calidad nutricional de la carne bovina: desde la oxidabilidad hasta el valor salud. (Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2017). Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2139/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=07e4fcc5-50bd-4727-acf2-344d63fc1c61%40pdc-v-sessmgr01>
- Sadeghian, S., Rivera, J., & Gómez, M. (1998). Impacto de la ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los andes de Colombia. (Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/cPSbCT>
- SAGARPA. (2004). Situación Actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México. (Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2017). Recuperado de: <https://goo.gl/faZsCw>
- SAGARPA. (2007). *Sistemas Silvopastoriles*. (Fecha de consulta: 28 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/fY4uiO>
- Salaverria, M., Suadi, J., Olano, J., & Enríquez, R. (2004). PROYECTO MAG-PAES. Agricultura Conservacionista y Desarrollo Local. (Fecha de consulta: 11 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/jreQ4K>
- Sánchez, D., Villanueva, C., Torres, M., Tobar & Clerck, F. (2008). Cercas vivas y su valor para la producción y conservación. (Fecha de consulta: 03 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/wFWz1u>
- Santacoloma, L. (2011). Las dietas en las emisiones de metano durante el proceso de rumia en sistemas de producción bovina. (Fecha de consulta: 23 de febrero de 2018). Recuperado de: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/913/908>
- Santana, M., Valencia, J., & Diaz, C. (1999). Evaluación de tres sistemas silvopastoriles de Guayaba dulce (*Psidium guajaba*), Cañafistola (*peltophorum dubium*) y Guayaba - cañafistola, con *Brachiaria humidicola* en el bajo cauca antioqueño. Colombia: PRONATTA. (Fecha de consulta: 22 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/f1YnXm>
- Souza de Abreu, M.; Ibrahim, M.; Harvey, C. & Jiménez, F. (2000). Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. (Fecha de consulta: 10 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/9UPsbB>
- Torres, F. (1987). Role of woody perennials in animal agroforestry. (Fecha de consulta:

- 26 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/udXofu>
- Toruño, I., Mena, M., & Guharay, F. (2015). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. (Fecha de consulta: 11 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/KzQ1dE>
- Trujillo, E. (2014). Cercas Vivas con Acacia mangium en el Departamento de Córdoba – Colombia. Fecha de consulta: 02 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/L19gwG>
- Trujillo, E. (2017). Ganado en combinación con Ceiba Toluá, Córdoba. (Fecha de consulta: 14 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/sBa4i7>
- Uribe, F., Zuluaga, A., Murgueitio, E., Valencia, L., Zapata, A., Solarte, L., Cuartas, C., Naranjo, J., Galindo, W., González, J., Sinisterra, J., Gómez, J., Molina, C., Molina, E., Galindo, A., Galindo, V., & Soto, R. (2011). Manual 1. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. (Fecha de consulta: 15 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/W169ha>
- Valarezo, J. (2010). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción sostenible de bovinos en la amazonía sur ecuatoriana. (Fecha de consulta: 09 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/ZdbxVx>
- Veldkamp, E. (1993). Soil organic carbon dynamics in pastures established after deforestation in the humid tropics of Costa Rica. (Fecha de consulta: 07 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/M4mjPh>
- Vera, I., Estrada, M., Martínez, J., & Ortiz, A. (2014). Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino. (Fecha de consulta: 03 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/cgTEGu>
- Verde, G., Hernández, A., & López, L. (2012). Cambio climático y ganadería bovina tropical. (Fecha de consulta: 06 de enero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/M9DAaU>
- Verdú, JR., Crespo, MB., & Galante, E. (2000). Conservation strategy of a nature reserve in Mediterranean ecosystems: the effects of protection from grazing on biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 9: 1707. (Fecha de consulta: 19 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/aaXfhE>
- WFP. (2010). El hambre y el cambio climático. Programa Mundial de Alimentos. (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/7GFDxp>
- Wilson, J. (1996). Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. (Fecha de consulta: 12 de abril de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/srEUtj>
- Yandar, A. (2010). Protocolos capacitación Actividad Silvopastoril (COGAMO). (Fecha de consulta: 28 de marzo de 2018). Recuperado de: <https://goo.gl/N7MgzS>
- Zuluaga, A., Zapata, A., Uribe, F., Murgueitio, E., Cuartas, C., Naranjo, J., Molina, C., Solarte, L., & Valencia, L. (2011). Capacitación en establecimiento de sistemas

silvopastoriles. (Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018). Recuperado de:  
<https://goo.gl/7GiCsF>

Zwart, D. (1985). Hemoparasitosis bovinas. (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2018).  
Recuperado de: <https://goo.gl/nf8Npr>