

COSTOS AMBIENTALES DE CONVERSIÓN DE PRODUCCIÓN GANADERA  
TRADICIONAL A LA SILVOPASTORIL EN LOS MUNICIPIOS DE  
FLORENCIA, MORELIA Y BELÉN DE LOS ANDAQUÍES DEL  
DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ

GUINETH FACUNDO VARGAS  
MARIA YENNY FAJARDO

ESTUDIANTES DE MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO  
AMBIENTE

UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONOMICAS Y  
ADMINISTRATIVAS  
MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
MANIZALES  
2014

COSTOS AMBIENTALES DE CONVERSIÓN DE PRODUCCIÓN GANADERA  
TRADICIONAL A LA SILVOPASTORIL EN LOS MUNICIPIOS DE  
FLORENCIA, MORELIA Y BELÉN DE LOS ANDAQUÍES DEL  
DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ

GUINETH FACUNDO VARGAS  
MARIA YENNY FAJARDO

ESTUDIANTES DE MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO  
AMBIENTE

Tesis para optar el Título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio  
Ambiente

Director  
MSc. Luis Alberto Vargas Marín  
Docente Tutor  
Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
Universidad de Manizales

UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONOMICAS Y  
ADMINISTRATIVAS  
MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
MANIZALES  
2014

**NOTA DE APROBACION**

---

---

---

---

---

**Jurado**

## **DEDICATORIA**

### ***Guineth Facundo Vargas***

A Dios por ser mi guía y darme fortaleza, serenidad y tranquilidad durante esta hermosa etapa de mi vida, a mis padres Ricardo y Teresa por los valores que me enseñaron, por sus esfuerzos y por siempre estar para mi, hoy se ven los frutos de sus enseñanzas.

A mis hermanos por el apoyo y animo que siempre me han brindado.

A mi esposo Jaime por su comprensión y apoyo incondicional durante el desarrollo de este proceso, a mis hermosos hijos Juan Felipe y Jose Miguel, quienes son mi mayor tesoro y por quienes constantemente lucho por darles lo mejor

### ***María Yenny Fajardo***

A Dios por permitirme la vida, a mi esposo Alexander por estar siempre conmigo, por su amor incondicional y apoyo decidido, a mis hijos Viviana y Samuel, quienes son mi motor para esforzarme y lograr mis metas, por el amor, cariño y comprensión que me han brindado todo el tiempo, por motivarme cada día y darme la mano para continuar este camino, por eso mi agradecimiento y por siempre mi corazón y a mi madre Aura, quien con su esfuerzo y comprensión ha hecho de mi lo que soy ahora.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que han hecho posible la realización y culminación de esta tesis.

Al MSc. Luis Alberto Vargas Marín, nuestro Director, por su apoyo, orientación y aportes recibidos durante el desarrollo de esta investigación.

A Alexander Velásquez Valencia, candidato a doctor, por enseñarnos el significado de la investigación en nuestra vida profesional y por sus valiosos aportes.

A Juan Carlos Suárez Salazar, candidato a doctor, por su asesoría y apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación.

Al Comité de Ganaderos del Caquetá, por sus valiosos aportes.

A la Universidad de la Amazonia por permitirnos contar con valiosa información para adelantar el desarrollo de esta investigación.

A nuestros amigos Yamil Rivera Cortes, Rafael Torrijos, Luis Eduardo Torres Garcia y Miller Gómez, profesionales concedores en sistemas de producción ganadera silvopastoriles en la región, por su colaboración en el suministro de información relacionada con la implementación de estas tecnologías.

A todos nuestros compañeros de la maestría, cohorte VI por su amistad y compañerismo.

## RESUMEN

Los resultados de esta investigación es producto del análisis realizado a la base de datos social y económica de la investigación desarrollada por la universidad de Amazonia: “Biodiversidad en paisajes amazónicos: determinantes socioeconómico de producción de bienes y servicios eco sistémicos (AMAZ)” el cual fue financiado por la Agence Nationale de la Recherche GIP, ANR. El objetivo de este proyecto fue proveer a los tomadores de decisiones y propietarios, herramientas y escenarios apropiados para diseñar políticas y planes de manejo que permitan la conservación de la biodiversidad mientras que sostiene recursos de capital y formas de vida. Los Municipios evaluados de la información colectada fueron: Belén de los Andaquíes, Morelia y Florencia.

Los resultados comprende el análisis del modelos de evaluación económica ambiental para el establecimiento de costo ambiental por la emisión de gases CO<sub>2</sub> , asociada al sistema ganadero predominante y a la calidad del sistema de tecnología en producción ganadera, que para esta investigación se tomó como base el CH<sub>4</sub> por fermentación entérica, CH<sub>4</sub> excretado y Oxido nitroso (N<sub>2</sub>O excretado) con vaca parida en modelo sin proyecto y vaca parida con proyecto (Sistema Silvopastoril con Banco de Proteína) la oferta forrajera.

Esta investigación presenta insumos importantísimos que serán de utilidad para los productores ganaderos en la implementación de modelos con tecnologías amigables con el medio ambiente, en tal sentido para orientarlos en la adopción de estrategias, modelos y proyectos enfocados hacia la sostenibilidad económica y ambiental en la región objeto de estudio.

Por otra parte se analiza el aspecto social desde el punto de vista de los beneficios o bienestar que los productores ganaderos y sus familias en las fincas objeto de estudio, logran o dejan de percibir por el uso de los sistemas de producción ganaderos, calidad de vida reflejada en nivel de estudios, ingresos, estabilidad laboral.

Palabras claves: Evaluación social, evaluación económica ambiental, costos ambientales, ganadería, sistemas silvopastoriles.

## **ABSTRACT**

The results of this research is based on the analysis performed to social and economic data base developed by the University of Amazonia: "Biodiversity in Amazonian landscapes:

socio-economic determinants of production of goods and ecosystem services (AMAZ)" which was funded by the Agence Nationale de la Recherche GIP ANR.

The objective of this project was to provide decision makers and owners, appropriate tools and scenarios to design policies and management plans for the conservation of biodiversity while holding capital resources and lifestyles. Municipalities evaluated the information collected were: Belen de los Andaquíes, Morelia and Florencia.

The results includes analysis of economic models of environmental assessment for the establishment of environmental costs by the emission of CO<sub>2</sub> gases, predominantly associated with the livestock system and quality system technology in livestock production, which for this research was based on the CH<sub>4</sub> enteric fermentation, CH<sub>4</sub> and nitrous oxide excreted (N<sub>2</sub>O excreted) with cow in calving with and without project (Silvopastoril System with Protein bank) the forage supply.

This research presents important contributions that will be useful for livestock producers in implementing models with friendly environmental technologies in this regard to guide the adoption of strategies, models and projects aimed at economic and environmental sustainability in the region studied.

Therefore, the social aspect is analyzed from the point of view of benefits or welfare of livestock producers and their families in the farms under study met or foregone by the use of livestock production systems, quality of life reflected in educational attainment, income, job stability.

Keywords: Social evaluation, environmental economic evaluation, environmental costs, livestock, silvopastoril system.

## TABLA DE CONTENIDO

Pág .

1.	INTRODUCCION .....	12
2.	CONTEXTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	14
3.	JUSTIFICACION .....	17
4.	ANTECEDENTES .....	19
4.1	Temáticos	19
4.2	Investigativos .....	20
5	OBJETIVOS .....	23
5.1	OBJETIVO GENERAL .....	23
5.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	23
6	MARCO TEORICO.....	24
6.1	Sistema Silvopastoril .....	24
6.2	Sistemas agroforestal.....	26
6.3	Costos ambientales.....	26
6.4	Valoración Económica Ambiental.....	29
6.5	Método de los costos evitados .....	29
6.6	Método de la valoración contingente.....	30
6.7	Método del gasto preventivo. ....	30
6.8	Método de costo de reemplazo. ....	31
6.9	Servicios ecosistémicos .....	31
6.7	Desarrollo Sostenible .....	32
6.8	Ganadería Intensiva .....	33
6.9	Beneficios	33
6.10	Los impactos ambientales en la producción ganadera .....	34
7	METODOLOGIA .....	37
7.1	Tipo de Investigación .....	37
7.2	Área de Estudio.....	37
7.3	Base de datos para el análisis: .....	38
7.4	Técnicas e Instrumentos: .....	39
7.5	Variables e indicadores .....	41
7.6	Metodología para la valoración económica Ambiental .....	42

7.7	Estructura de Costos.....	42
8	RESULTADOS Y ANALISIS .....	44
8.1	Tipología fincas .....	44
8.2	Determinación de los Costos de Implementación en los sistemas de producción ganadera:.....	45
8.3	Estructura de costos según tecnología Silvopastoril .....	49
8.4	Evaluación Económica .....	51
8.5	Análisis Social.....	53
8.6	Mano de obra Familiar (MOF) en las fincas ganaderas objeto de estudio.....	54
8.7	Mano de Obra Contratada (MOC) en las fincas ganaderas objeto de estudio.....	55
8.8	Valoración Económica Ambiental: Costos Evitado a través del análisis de la Emisión de Gases por la implementación de Sistema de Producción Ganadera.....	57
8.9	Tasa de Excreción de Sólidos Volátiles (VS). .....	58
9	DISCUSIÓN.....	60
10	CONCLUSIONES.....	62
11	RECOMENDACIONES .....	63
12	BIBLIOGRAFIA .....	64

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa del Área de estudio, se ubican las ventanas en los municipios de influencia del estudio, Florencia, Morelia y Belén de los Andaquíes. ....	38
Figura 2. Dendograma resultante del análisis de conglomerado (método Ward, distancia euclídea).....	44
Figura 3. Ingreso neto anual en \$ ha <sup>-1</sup> obtenidos en, pasturas mejoradas asocio Banco de proteínas.....	50
Figura 4. Análisis de rentabilidad en cuanto a Valor Presente Neto ante diferentes tasa de descuento.....	51
Figura 5. Box plots de la distribución del Número de personal del grupo familiar que labora en las fincas objeto de estudio por tipo de cluster.....	53
Figura 6. Box plots de la distribución del Número de personal del grupo familiar que labora en las fincas objeto de estudio por tipo de cluster .....	54
Figura 7. Box plots de la distribución del Número de personas contratadas (mes) para labores en la fincas objeto de estudio por tipo de clúster .....	55
Figura 8. Box plots de la distribución de los Jornales con grupo familiar que laboran al año en las fincas por cluster.....	56
Figura 9. Box plots de la distribución de los Jornales Mano de obra contratada al año en fincas por clúster .....	56
Figura 10. Box plots de la distribución Jornales totales al año necesarios por tipo de fincas .....	57

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de las variables objeto de estudio .....	41
Tabla 2. Promedio en cada una de las variables para los cluster de fincas (n=80).....	47
Tabla 3. Costo implementación con Pastura Mejorada para 1 ha (pasto <i>Bachiaria toledo</i> ) .....	48
Tabla 4. Costo de implementación pastura mejorada y <i>Arachis pinto</i> en 1 ha.	50
Tabla 5. Costo de implementación Sistema Silvopastoril (banco de proteínas para 1 ha.).....	50
Tabla 6. Evaluación económica financiera de los sistemas de producción con horizonte de 10 años.....	52
Tabla 7. Promedio en cada una de las variables del análisis Social para los cluster de fincas (n=80).....	54
Tabla 8. Parámetros para una vaca parida sin y con proyecto y alimentos característicos de Según Directrices IPCC (2006) .....	57
Tabla 9. Cálculo costo ambiental de la emisión de CO <sub>2</sub> . .....	58

## 1. INTRODUCCION

En el Departamento del Caquetá la ganadería es una actividad económica de gran proporción que genera mayor desarrollo socio económico frente a las demás actividades productivas, pero ha sido cuestionada en lo que refiere al impacto ambiental por lo que es se requiere de la implementación de modelos rentables y sostenibles ambientalmente.

En la investigación se realiza el análisis económico de 80 fincas seleccionadas con información de la base de datos social y económica de la investigación desarrollada por la universidad de Amazonia: “Biodiversidad en paisajes amazónicos: determinantes socioeconómico de producción de bienes y servicios ecosistémicos (AMAZ)” el cual fue financiado por la Agence Nationale de la Recherche GIP, ANR. El objetivo de este proyecto fue proveer a los tomadores de decisiones y propietarios, herramientas y escenarios apropiados para diseñar políticas y planes de manejo que permitan la conservación de la biodiversidad mientras que sostienen recursos de capital y formas de vida, para el caso de Colombia se tomaron como referencia las fincas ubicadas en los Municipios de Florencia, Morelía, y Belén de los Andaquíes en el Departamento del Caquetá. El análisis realizado abarca la caracterización de las fincas evaluadas, así como el cálculo de los costos de conversión de modelos tradiciones o convencionales a modelos Silvopastoriles (Banco de proteínas), con estos resultados se procede a realizar el análisis económico de la viabilidad de la inversión bajo los modelos Ex – Ante, sin Proyecto (tradicional) Con Proyecto (Sistema Silvopastoril con la implementación de Banco de Proteínas) a través de los indicadores VAN (Valor presente neto) y TIR (Tasa interna de retorno); con este análisis igualmente se compara los efectos económicos y sociales entre el sistema Tradicional con el Silvopastotil,

Así mismo se identifican los efectos ambientales en la implementación de estos modelos, calculando el costo ambiental que debe asumir el productor por hectárea derivado de la contaminación por emisión de gases (CO<sub>2</sub>), para este cálculo se aplicó el modelo establecido por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), con indicadores del año 2006 en

inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, producidos por emisiones resultantes del estiércol del ganado.

Para el cálculo del costo evitado de la contaminación ambiental por emisión de gases ( $\text{CO}_2$ ), se toma como referencia la fermentación entérica con vaca parida (sin proyecto) y se compara con Vaca parida (con proyecto) y se demuestra que el costo es menor con la implementación de modelos silvopastoriles, dado que la producción de metano está directamente asociada al sistema ganadero predominante y a la calidad del sistema de tecnología en producción ganadera, que para esta investigación se tomó como base el  $\text{CH}_4$  por fermentación entérica,  $\text{CH}_4$  excretado y Oxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$  excretado).

Para los productores ganaderos esta investigación es importante como insumo para orientarlos en la adopción de estrategias, modelos y proyectos enfocados hacia la sostenibilidad económica y ambiental en la región objeto de estudio.

## 2. CONTEXTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

La actividad agropecuaria del departamento de Caquetá está asociada a la ganadería (carne, leche y doble propósito). Esta actividad económica se caracteriza en la región por ser de tipo extensivo y de bajo componente tecnológico. En esta jurisdicción tiene asiento la empresa Nestlé de Colombia, que compra 300 mil litros de leche diarios en el Departamento, los cuales son utilizados como materia prima para la elaboración de productos terminados. Así mismo, en la ciudad de Florencia capital del departamento, tiene su sede la Compañía de Ferias y Mataderos del Caquetá (COFEMA), empresa que efectúa la mayor parte de comercialización de ganado en pie en la región y cuenta con la planta de sacrificio más importante del sur oriente del país.

La producción agroforestal y la agricultura también ocupan un lugar importante en la economía regional. Plantaciones permanentes de caucho y café amazónico ocupan el 31.46% (Plan de Desarrollo Gobernación del Caquetá, 2011) del área total plantada del departamento. Adicionalmente, la industria de alimentos y bebidas ocupa cerca del 8% del total de empresas registradas en la Cámara de Comercio de Florencia, destacándose la fabricación de bebidas gaseosas, productos lácteos y empacadoras de café. Por otra parte, la fuente principal de trabajo se ubica en los sectores públicos y oficiales. La mayoría de los empleos la genera el sector público como estrategia.

En la zona Andino Amazónica en el departamento del Caquetá, en los últimos quince años, la ganadería ha desarrollado su mayor auge productivo. Esta actividad se ha convertido en el sistema dominante de la economía de la región. Aproximadamente 230.000 cabezas y 200.000.000 de litros de leche anuales (Plan de Desarrollo, Gobernación del Caquetá 2011) son comercializados desde esta región hacia el interior del país. La producción ganadera se inicia con la intervención del terreno, que conlleva al desmonte de cobertura nativa del bosque, y su incineración. Una vez se inicia el proceso de regeneración natural de la vegetación, esta es fumigada para dejar solo como cobertura dominante praderas de pasto limpio (Suarez *et al* 2013a)

La pérdida de la cobertura vegetal y el pastoreo intensivo conlleva al deterioro

de los suelos, fuertes procesos erosivos y pérdida de las propiedades físicas y químicas de los mismos, generando la disminución de la productividad bien sea kg/hectárea de carne o en Litros/hectárea de leche (Suarez *et al* 2013b) . Esta disminución ocasiona una nueva apertura de áreas boscosas colindantes o remanentes, para el establecimiento de nuevos potreros, en este proceso de producción (Velasquez-Valencia 2009). En este sentido, la ausencia de la valoración de los recursos naturales continúa permitiendo que las actividades económicas como la producción de la ganadería con modelos tradicionales presenten uso inadecuado de los recursos naturales. (Etter 2006)

Por lo anterior es importante el uso de la valoración económica de los costos ambientales, dado que esta herramienta se posibilita la determinación del valor de una alteración desfavorable en el medio natural, provocada por acción o actividad económica. El beneficio que le aporta a la sociedad esta valoración es alcanzar un mejor manejo y utilización de los recursos, logrando la conservación del medio ambiente y cumpliendo con un objetivo importante para garantizar un desarrollo sostenible. (Osorio & Correa- 2004).

Sin embargo algunos productores conscientes de esta problemática, han adoptado propuestas sostenibles con el ambiente como los sistemas silvopastoriles que incluye la incorporación de banco de forrajeo o energía para el ganado, o la producción agroforestales. Se considera que estos sistemas son amigables con el ambiente y aumentan la producción y la economía del productor.

En la actualidad, existen 280 fincas de pequeños productores ubicadas en la zona de piedemonte amazónico y de lomerío en el Departamento de Caquetá cuyo uso principal es el de ganadería extensiva, pero que están en proceso de transformación del uso de la tierra (FGC 2011). La creación de las redes de productores silvopastoriles, de cauchero y cacaoteros, es un claro ejemplo de esta situación. El eminente cambio de sistema de producción en el departamento carece de un análisis cuantitativo de los costos económicos y sociales que ocasiona este proceso de conversión o el pago por servicios ambientales en la producción sustentable.

Por otra parte se muestra como resultado que el análisis presentado se centra intencionadamente solo en la producción pecuaria, ya que con el modelo se busca explorar el comportamiento financiero de la actividad pecuaria bajo tecnologías silvopastoriles y el rol del pago por servicios ambientales en la misma. Por lo tanto, no se consideran los ingresos adicionales que se generarían por la producción forestal resultante de la incorporación de árboles en la finca. Resulta claro que, si se contabilizaran los ingresos forestales y se

internalizara el resto de los beneficios ambientales y ecológicos provistos por los SSP, se incrementarían los indicadores financieros de la inversión, y se mejoraría aún más la opción de invertir en tecnologías SSP. Esta situación demuestra la necesidad de investigaciones adicionales para identificar, cuantificar y valorar los servicios ambientales provistos por los SSP, así como la importancia de considerar los beneficios ambientales y económicos adicionales (madera, leña, frutas) que los SSP generan en el momento de decidir políticas de desarrollo ganadero y de uso del suelo.

La falta de indicadores de rentabilidad ganadera, generación de servicios ecosistémicos, desarrollo de modelos y herramientas para evaluar el impacto del cambio climático en territorios ganaderos como modelos de fincas basadas en sistemas silvopastoriles y otras innovaciones tecnológicas son necesarios para la contribución en la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático y en la mejora de los beneficios socioeconómicos y ecológicos. En este sentido se espera que los productores ganaderos dispongan de conocimiento, herramientas, costos de conversión para realizar los cambios pertinentes en las fincas y mejorar la competitividad de la ganadería.

### **Formulación del Problema**

¿Cuáles son los costos ambientales, sociales y económicos, producto de los procesos de conversión de la explotación ganadera extensiva hacia la producción silvopastoril en los Municipios de Florencia, Morelia y Belén de los Andaquíes Departamento de Caquetá?

### **Hipótesis**

Los procesos de conversión de las fincas de sistemas de ganadería tradicional a fincas de sistemas de producción sustentables como los silvopastoriles, benefician la economía y conservación del ambiente en la finca, lo que se refleja en el incremento de los servicios ambientales, ingresos económicos y sociales de los sistemas de producción.

### **3. JUSTIFICACION**

En el Piedemonte Caqueteño, en los últimos veinte años, la ganadería ha desarrollado su mayor auge productivo, actividad que se ha convertido en el sistema dominante de la economía de la región, sin embargo, los mecanismos de explotación están basados en el pastoreo intensivo. Esto ocasiona la pérdida de cobertura nativa, como resultado de la tumba y quema del bosque para la generación de potreros. De igual forma el deterioro de los suelos, fuertes procesos erosivos, pérdida de las propiedades físicas y químicas de los mismos, contaminación de fuentes de agua, reducción de la biodiversidad, emisión de gases de efecto invernadero.

Así mismo por el uso inadecuado o una sobre explotación de los recursos naturales por falta de información relacionada con los costos socio-económicos que generan la actividad ganadera con modelos convencionales, inadecuada vigilancia por parte del estado para la protección de las cuencas hidrográficas y por implementación de procesos de producción limpia; de igual manera la falta de adopción de nuevos mecanismos para implementar tecnologías en los procesos de producción de la ganadería y poco conocimiento del gremio de los ganaderos sobre nuevas alternativas para el mejoramiento de los potreros, así como la deficiencia de recursos para implementar nuevos modelos.

El proyecto pretende generar conocimiento sobre los costos de conversión en el diseño de sistemas silvopastoriles modernos como base para los modelos de fincas resilientes al cambio climático y que ofrezcan mejores indicadores en la parte de rentabilidad ganadera, generación de servicios ecosistémicos y que contribuyan con la reducción de la pobreza rural. Así mismo, desarrollar modelos y herramientas para evaluar el impacto del cambio climático en territorios ganaderos y como modelos de fincas basadas en sistemas silvopastoriles y otras innovaciones tecnológicas (salud y genética animal, suplementación estratégica, manejo de residuos, entre otros) contribuyen en la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático y en mejorar los beneficios socioeconómicos y ecológicos. Con lo anterior se espera que los productores ganaderos dispongan de conocimiento, herramientas, costos de conversión para realizar los cambios pertinentes en las fincas y mejorar la competitividad de la ganadería.

El desarrollo del presente proyecto espera obtener resultados que impacten en el mejoramiento de sistemas de producción ganadera con el establecimiento de costos que permitan al productor tener la facilidad de dimensionar los beneficios en calidad de la producción como en los costos y gastos de

reconversión que garanticen el desarrollo sostenible, que permita la recuperación de los ecosistemas degradados y la conservación de los bosques.

Por otra parte, la investigación busca establecer los costos de la transformación de los sistemas de producción así como los costos ambientales que pueden generar la ganadería tradicional y los sistemas silvopastoriles. En este contexto se busca un modelo de desarrollo humano sostenible en el aspecto tanto económico como ecológico y social, a través del manejo sostenible de la explotación ganadera. Lo anterior permitirá un manejo integrado y la conservación de áreas boscosas colindante con la producción ganadera en las diferentes dimensiones: en lo ecológico, social y económico.

Además se pretende fortalecer la recuperación de ecosistemas mediante el establecimiento de los costos que se derivan en la producción tradicional a la reconversión de la ganadería, el mejoramiento socioeconómico de la población y crear mecanismos que permitan la producción agroforestal ordenada con valoración económica de este proceso, de tal manera que se plantee estrategia que den origen a los recursos económicos para mejorar la calidad de vida de los productores e implementar modelos para el manejo sustentable de la ganadería.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 Temáticos

El departamento del Caquetá localizado en la zona centro sur de Colombia, pertenece a la gran Cuenca Amazónica, con 88.965 Km<sup>2</sup>.. Limita por el norte con los departamentos de Meta y Guaviare; por el este, con Vaupés y Amazonas; por el sur, con Amazonas y Putumayo; y por el oeste, con el Cauca y el Huila. La economía del Caquetá se fundamenta principalmente en la producción ganadera y agrícola, aunque también tiene importancia la explotación minera y el comercio. La ganadería constituye la principal fuente productiva del departamento, albergando cerca del 5% del hato bovino nacional, con un inventario de 1,3 millones de cabezas. La ganadería del Caquetá comercializa 230 mil cabezas y 200 millones de litros de leche anuales con los mercados del interior del país. La actividad agrícola se fundamenta en los cultivos tradicionales de subsistencia (maíz, plátano, yuca, caña panelera, palma africana, cacao y arroz seco mecanizado). Se extraen en pequeña escala oro y plata, hidrocarburos, asfalto, mármol, calizas, aluminio, cobre, yeso y granito (Gobernación del Caquetá, plan de Desarrollo 2008-2011).

Junto con los departamentos de Putumayo, Amazonas y Guaviare, el Caquetá integra la Región Amazónica Colombiana, y en su territorio habita aún, custodiado por la espesura de la selva amazónica, el ganado Criollo Caqueteño.

Las características ecológicas del piedemonte, como zona de transición andino amazónica, y su grado de intervención antrópica, favorece a la agroforestería como política de fomento y de uso de la tierra. De igual forma que este sistema se convierta en una alternativa que permita recuperar ecosistemas degradados, y generar opciones de ingresos y de mejoramiento de la dieta alimentaria a la población rural.

Ante la pobreza de los productores campesinos y el serio deterioro de los ecosistemas causado por la deforestación para el establecimiento de sistemas de producción no apropiados al medio natural - ganadería extensiva y cultivos limpios (incluidos los cultivos ilícitos) (Sanchez-Cuervo *et al* 2012); El reordenamiento ambiental, la planificación regional y territorial, son necesarias, para permitir la transformación de los sistemas y modalidades de producción.- Entre otros modelos para mitigar los problemas sociales y la deforestación, se cuenta con la implantación de arreglos agroforestales y silvopastoriles, que de acuerdo con la vocación de los suelos, pueden ser viables desde el punto de

vista económico, social y ambiental. El establecimiento de nuevas formas de ganadería, el potrero arborizado, los forrajes alternativos con estabulación, porcicultura con forrajes locales en confinamiento, así como la acuicultura, la fruticultura, diversas formas de zootecnia, también contribuyen a esta alternativa. Las condiciones de los suelos y la biodiversidad de la región amazónica la hacen apropiada para la protección y conservación de los recursos naturales, sin embargo, solo las actividades agroforestales que compaginen con el bosque podrían resultar exitosas para el mejor aprovechamiento de los recursos (Velasquez-Valencia, 2012).

#### **4.2 Investigativos**

Investigaciones como las desarrolladas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica, elaboraron modelos, que demuestran que SSP (Sistemas Silvo Pastoriles) en una finca ganadera de doble propósito, es financieramente rentable. (Casasola, 2003) Sin embargo, los elevados costos iniciales de establecimiento por unidad de superficie de los Sistemas Silvo Pastoriles (SSP) y la necesidad de esperar cierto tiempo a que ellos se traduzcan en mejoras de los parámetros reproductivos y productivos del hato requieren de un incentivo para hacer la inversión financieramente viable. Al mismo tiempo, los indicadores de factibilidad financiera de la inversión total (VAN y TIR) son muy sensibles a las proyecciones que se hagan con respecto a la producción pecuaria. El aporte por servicios ambientales es marginal en relación con los ingresos totales de la finca (aunque, en su ausencia, la tasa interna de retorno está por debajo del costo de oportunidad del capital), el grueso del retorno a la inversión proviene de la mejora en los parámetros productivos y reproductivos que genera la adopción de los SSP. Por lo tanto, cambios en dichos parámetros y cambios en las condiciones de mercado (precios) de la actividad pecuaria son los principales determinantes de la factibilidad total de la inversión en la presencia de pago por servicios ambientales.

Otro referente investigativo relacionado con sistemas de producción silvopastoriles es el desarrollado en América Central a través de Experiencias de CATIE, mediante el uso de follaje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes, práctica conocida por los productores en América Central desde hace siglos, de tal manera que el conocimiento local de los productores es de mucha importancia para la sistematización de investigación en leñosas forrajeras (Arias 1987; Ibrahim 1998). Especies como ramón (*Brosimum alicastrum*), madero negro (*Gliricidia sepium*), poro (*Erythrina* spp) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*), son generalmente utilizadas durante la época seca como

suplemento para los animales en los sistemas de producción extensivos y semi-intensivos (doble propósito) (Flores 1994; Ibrahim *op cit*). A través de investigaciones realizadas por CATIE y otras instituciones de la región, se han identificado gran cantidad de especies forrajeras para su uso en alimentación animal. Entre las especies cabe mencionar la morera (*Morus alba*), especie novedosa, de alto valor nutritivo (digestibilidad de materia seca *in vitro* (DIVMS) entre 80 y 86%, proteína cruda (PC) entre 14 y 17%) (Xochilt *et al.* 1997) y la *Cratylia argenta* que tiene una buena adaptación en zonas secas (Ibrahim *et al.* 1999).

En el CATIE se han realizado numerosos estudios para diseñar estrategias de alimentación utilizando leñosas forrajeras. Análisis detallados de la fracción nitrogenada en poró y madero negro han mostrado que el 75% de ésta se encuentra constituida por compuestos de nitrógeno no-proteico (Kasset *al.* 1993), lo que puede ser una limitante para su uso en monogástricos, pero no en rumiantes. Así mismo, una buena proporción de su nitrógeno insoluble está ligado a la fibra detergente ácido, por tanto es de baja disponibilidad para los animales que los consumen. La disponibilidad energética del follaje en muchas especies arbóreas y arbustivas es similar o superior a la observada en gramíneas tropicales (Escobar *et al.* 1996; Benavides 1994); sin embargo algunas de ellas muestran una degradabilidad ruminal baja, por poseer altos contenidos de taninos (6-10% en base seca) (Valerio 1990; Lascano y Pezo 1994).

Actualmente es escasa la información sobre la importancia de sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad. Sin duda, la conversión de bosques en pasturas amenaza la sobrevivencia de muchas especies. Sin embargo, el impacto sobre la biodiversidad de los bosques podría ser menor, si los productores mantuvieran especies forestales o rodales de árboles en las pasturas, porque estos sirven como productores de semillas, fuentes de hábitat y alimentación de animales (Harvey *et al.* 1998). En Monteverde, Costa Rica, a 1.200 msnm -1350 msnm, se encontraron 190 diferentes especies forestales en 240 ha. de pasturas dentro de 24 fincas, que han producido leche durante los últimos 30 años. La densidad de los árboles fue muy variable (5 a 80 árboles ha<sup>-1</sup>), igual que el número de especies por finca (7 a 90). Las especies forestales encontradas se usan principalmente como sombra para los animales o para madera, postes, leña, rompe vientos o alimentos para aves. En los pastos se notó la falta de la regeneración de las especies del bosque primario, debido al pastoreo y pisoteo de las plantas juveniles. Esto llevo a la disminución de la diversidad de especies forestales y las especies dependientes de estas en los pastos, cuando los árboles adultos mueran.

Estudios realizados por Muergueitio (2009) en Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia, sugieren que los sistemas agroforestales para la producción pecuaria, que requieren mayor atención son los que se basan en la sucesión vegetal y los nuevos sistemas intensivos silvopastoriles y de corte y acarreo. Los primeros porque son los más económicos de establecer y pueden coexistir con la ganadería dominante de baja inversión y productividad y los segundos porque son los que mayores ventajas socioeconómicas y ambientales generan.

Es importante recalcar que algunos de los sistemas mencionados han pasado la prueba del tiempo y de los propios ganaderos y campesinos. En el marco de la búsqueda de herramientas políticas y financieras novedosas que pretenden generar una nueva producción animal como respuesta a las exigencias de la comunidad internacional (De Haan *et al* 1997, 1998). Lo que hace falta es una expansión masiva en donde existan situaciones biofísicas y sociales asimilables. Por eso es necesario influir en las políticas agropecuarias y ambientales que siguen sin coordinación, porque mientras las primeras no promueven las oportunidades de la agroforestería las segundas castigan el impacto ambiental pecuario sin ofrecer alternativas.

La articulación de proyectos regionales piloto con investigación aplicada en predios de ganaderos y campesinos con nuevos instrumentos de incentivo como el pago de tasas de captación de CO<sub>2</sub> dirigidas al establecimiento de silvopastoriles, reducción de impuestos por corredores biológicos y pago por servicios de liberación de áreas ganaderas para recuperación ambiental y conservación de la biodiversidad, deben ser parte de la gestión presente y futura de empresarios, campesinos, instituciones y agencias de cooperación internacional.

Entre los años 2002 y 2008 se ejecutó de manera simultánea en Costa Rica, Nicaragua y Colombia, el proyecto Enfoques Silvopastoriles Intensivos para el Manejo de Ecosistemas, una original iniciativa en la que por primera vez se hacía elegible a la ganadería y a los pequeños y medianos productores pecuarios como beneficiarios del pago por los servicios ambientales de conservación de biodiversidad y captura de carbono (Muergueitio, 2009). El proyecto consistió en impulsar el cambio de uso de la tierra en áreas ganaderas en proceso de degradación al mismo tiempo que se conforma una ganadería eficiente en términos de producción de carne, leche e ingresos económicos y que adicionalmente genere beneficios medioambientales a través del establecimiento de diferentes formas de arreglos de sistemas silvopastoriles (SSP).

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar los costos ambientales, sociales y económicos generados en los procesos de conversión del uso de la tierra de sistemas de producción ganadera tradicional a producción silvopastoril y agroforestal en productores de los Municipios de Florencia, Morelia y Belén de los Andaquíes Piedemonte Amazónico Caqueteño.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Identificar los costos generados en la conversión de los procesos de producción de ganadería tradicional al sistema silvopastoril en las fincas ganaderas objeto de estudio.

Establecer los aspectos sociales relacionado con educación, mano de obra familiar y mano de obra contratada en cada una de las tipologías de fincas objeto de estudio

Plantear la metodología pertinente de costos ambientales en los procesos de conversión de sistemas de producción ganadera tradicional al Silvopastoril.

Analizar el valor económico de los costos ambientales en la transformación del sistema de producción de ganadería tradicional al sistema de producción silvopastoril.

## 6 MARCO TEORICO

### 6.1 Sistema Silvopastoril

Según lo planteado por Pezo e Ibrahim (1999) el sistema Silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), que interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral.

Esta combinación de la agricultura se da con la cría de animales domésticos en una misma unidad de producción. El entendimiento de las relaciones que se establecen entre sus componentes (planta–animal) considerándose como una herramienta que puede ayudar al productor a mejorar la utilización y conservación de los recursos en el sistema.

Entre las opciones de sistemas silvopastoriles están:

**Bancos forrajeros de leñosas perennes:** Son áreas en cuales las leñosas perennes o las forrajeras herbáceas se cultivan en bloque compacto y alta densidad, con miras a maximizar la producción de fitomasa de buena calidad nutritiva. Para que un sistema de este tipo reciba la denominación de “banco de proteína” el follaje de la especie sembrada debe contener más del 15% de Proteína Cruda (PC) Por otro lado, si el follaje de las forrajeras sembradas en este sistema presenta además niveles altos de energía digerible, se le conoce como “banco energético-proteico” (Pezo e Ibrahim 1996).

**Leñosas perennes en callejones:** El cultivo en callejones es un sistema agroforestal en el cual se establecen hileras de plantas leñosas perennes con cultivos anuales sembrados en los espacios entre las hileras. Lo más común es utilizar leguminosas de rápido crecimiento. Esta porción se considera Silvopastoril cuando las plantas leñosas son sometidas regularmente a podas con propósitos forrajeros, o bien cuando el cultivo entre las hileras de leñosas es alguna especie forrajera (Pezo e Ibrahim 1996).

**Los árboles dispersos en potrero:** son un sistema Silvopastoril compuesto de especies leñosas (árboles, arbustos o palmas) que el productor ha plantado específicamente o se han retenido voluntariamente como una derivación de remanentes del bosque original o como resultado de la sucesión vegetal sin arreglo espacial definido, dentro de un área comprendida como agrícola o ganadera, cuyo objetivo es la producción de carne y/o leche, obteniendo

además otros productos derivados de la actividad tales como madera, postes, leña, frutos, semillas (Ibrahim *et al.* 1999)

**Pastoreo en plantaciones de árboles maderables y frutales:** El pastoreo se da en plantaciones de mangos, cítricos y otros frutales y en zona templada es muy común el pastoreo en rodales de pinos. En los años próximos se espera que estos sistemas tomen más relevancia, ya que la reforestación se está incrementando en muchas de las áreas cubiertas por praderas degradadas. En estos sistemas, la actividad ganadera sirve para obtener ingresos durante el periodo transcurrido para que los árboles alcancen una condición rentable.

**Leñosas perennes sembradas como barreras vivas:** Una forma de cultivo en callejones son las barreras vivas con plantas leñosas perennes. El objetivo de las barreras vivas es proteger al suelo la erosión y son consideradas como sistemas silvopastoriles cuando el follaje de las leñosas es utilizado para la alimentación animal en sistemas de “corte y acarreo” o cuando entre las barreras se tienen pastos en lugar de cultivos de grano. Debido a que este es un sistema propio de terrenos con pendiente pronunciada es preferible que las forrajeras sean de corte y si el objetivo es utilizarlas bajo pastoreo, al menos en los primeros años de establecidas, las especies deben ser utilizadas bajo corte. (Pezo e Ibrahim 1998).

**Cortinas rompe vientos:** se consideran silvopastoriles cuando rodean áreas de pastoreo o de corte. Estos sistemas favorecen el bienestar de los animales por su protección contra el viento y la lluvia, pero también ayudan a contrarrestar el efecto del viento sobre los forrajes. Esto es importante en zonas con sequía estacional pues la presencia de las cortinas pueden prolongar la estación de crecimiento de las plantas forrajeras. Además, en pasturas degradadas, las cortinas rompe vientos pueden reducir la erosión eólica. Aparte de su acción protectora, las cortinas pueden funcionar como cercas vivas y proporcionar productos alternativos como forraje, leña, madera, frutos, postes, entre otros. (Pezo e Ibrahim 1998).

**Cercas Vivas:** Las cercas vivas son plantaciones en línea de especies leñosas que interactúan con los cultivos o la ganadería y cuya función principal es la delimitación de las propiedades y la protección de los cultivos contra los daños de los animales y los vientos fuertes. Hoy en día, la cerca viva se considera una práctica agroforestal muy utilizada y de gran impacto. Su establecimiento y manejo requiere cuidados especiales y una participación activa de los productores (Otálora y Sequeira 1997).

## **6.2 Sistemas agroforestal**

Los sistemas agroforestales (SAF) son una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales; 1) existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2) al menos uno de los componentes es una leñosa perenne y 3) al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo pastos) (Somarriba, 1998). En los trópicos, el desarrollo de los sistemas agroforestales surge de la necesidad de mantener una producción sostenible y un soporte económico para las familias campesinas a través de la diversificación (Long y Nair 1991).

## **6.3 Costos ambientales**

Son los Costos vinculados con el deterioro actual o potencial de los bienes naturales debido a las actividades económicas. Pueden verse desde la perspectiva de dos conceptos diferentes: a) costos ocasionados, esto es, costos asociados con las unidades económicas que actualmente, o potencialmente, causan un deterioro o costo ambiental por sus propias actividades y b) costos soportados, esto es, costos ambientales cargados a las unidades económicas independientemente de si actualmente han causado deterioro ambiental.

Parámetro que permite medir el daño medioambiental causado por un producto, actividad o proceso, es la estimación del costo global que supone la mitigación de todos los daños ambientales que éste haya podido ocasionar. El modo más adecuado de llevar a cabo este tipo de evaluaciones es mediante la estimación del costo externo, permite establecer comparaciones entre éstos y los costos ambientales internos, es decir, aquellos gastos de inversión y de operación necesarios para reducir las emisiones que causan los daños. Este tipo de comparaciones se conocen como análisis de costo-beneficio. (Toro & Arias 1995)

Desde la perspectiva fiscal, los costos ambientales se definen como lo que se ha perdido del ambiente o de los recursos naturales por uso o daño y debe pagarse (o restituirse). El daño proviene de agentes negativos que producen contaminación, destrucción o alteraciones graves en el ambiente. Los costos ambientales influyen en las actividades productivas ya que al ser cobrados, incrementarán los costos de producción y reducirán los beneficios esperados. Se convierten por tanto, en un nuevo insumo de la producción. Lo que debe pagarse, específicamente por los costos ambientales se denomina tasa retributiva o compensatoria. (Müller & Samann, 1997)

Por otra parte la evaluación de estos costos ambientales da una idea clara del valor del medio ambiente y del precio que debe pagarse por su utilización o por su deterioro. En economía, el valor de un bien o servicio puede explicarse según diferentes corrientes, ya sea la clásica, donde el valor de la mercancía está determinado por la cantidad de trabajo incorporado en ella, o la neoclásica, donde ese valor se define por la escasez o utilidad que proporciona el producto; desde esta perspectiva se realiza la valoración de bienes y servicios ambientales.

Por otro lado la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA) definió que el costo ambiental viene dado por el consumo de recursos ambientales en el proceso de producción, “y representa la medida y valoración del consumo o sacrificio realizado o previsto por la aplicación racional de los factores medioambientales productivos de cara a la obtención de un producto, trabajo o servicio”. (Parodi & Carrizo, 2009)

Según la EPA (1995), la definición de los costos ambientales depende del objetivo por el cual la empresa quiere utilizar la información, de su horizonte de planeación y, de acuerdo con lo anterior, de los aspectos que quiere involucrar en el análisis. Según Bart van Hoofet *al.* (2008), algunos aspectos por los cuales las empresas hacen énfasis en los costos ambientales son: (i) identificación de costos ambientales dentro de los costos generales para reducir éstos últimos, (ii) cuantificación de ingresos obtenidos por la venta de residuos u otras ganancias, resultado del manejo ambiental, (iii) cuantificación de costos y beneficios de riesgos asociados al manejo ambiental para sostener planes de mejoramiento, (iv) aproximación de los costos reales de productos y/o procesos, incluyendo los costos ambientales, (v) apoyo en la planificación de la gestión ambiental, mediante la identificación de puntos críticos, (vi) logro de ventajas competitivas con productos menos contaminantes.

De acuerdo a Miranda (2005) la forma como se ha venido deteriorando el medio ambiente de allí el compromiso de los gobiernos para atender deliberadamente el problema y mitigar a través de mecanismos severos de intervención para garantizar un desarrollo sostenible. Dado que algunos bienes y servicios del medio ambiente no se compran ni se venden en el mercado, como la pureza del agua o el aire, el disfrute de un paisaje, ni tampoco los costos derivados de la descarga de desechos líquidos y sólidos en las corrientes de agua.

Por lo tanto el objetivo de las técnicas de valoración es poder revelar el valor que la sociedad le asigna a la mejora o depredación de un bien ambiental.

Como ejemplos de valoración de costos ambientales tenemos: valoración a través de mercados convencionales, método que tiene tres formas de abordar el problema: cambios en la producción, consideración de bienes sustitutos y los llamados gastos preventivos. En primer lugar los cambios en la producción el punto de partida es aceptar que ciertos procesos de producción utilizan como alguno de sus insumos ciertos bienes ambientales, de lo cual se deriva la reducción de insumos ambientales en calidad o cantidad determina algún decremento en el valor del producto final.

Ahora los bienes sustitutos es otra forma de considerar que los bienes y servicios ambientales son un insumo más en el proceso de producción y por lo tanto existen formas de sustitución. Los nutrientes naturales, por ejemplo, se pueden reemplazar por mayor cantidad de abonos vegetales. Se parte de la base de que la producción física de un bien es una función de ambos tipos de insumos: los privados o comerciales como mano de obra, equipos, abonos, etc., y los bienes ambientales como disponibilidad de nutrientes y agua natural. Por lo tanto se puede construir una función de producción dependiendo de las dos clases de insumos para la cual el objetivo es maximizar los ingresos del agricultor, estableciendo un equilibrio de uso de recursos teniendo en cuenta su coto y por tanto su productividad, no siempre es posible disponer y apropiar tecnologías que permitan una sustitución en la escala suficiente que produzca el efecto deseado.

Por otro lado los gastos preventivos también puede aproximar el valor del beneficio de las mejoras ambientales estudiando los gastos en que las personas están dispuestas a incurrir para evitar un peligro ambiental, por ejemplo, cuando alguien está dispuesto a gastar cierta cantidad de dinero por agua embotellada con el fin de evitar riesgos propios del consumo de agua no tratada. A diferencia del costo de reemplazo de bienes sustitutos, el método de los gastos preventivos se basa en la observación individual. El gasto preventivo puede interpretarse como la disposición a pagar por la reducción del riesgo personal y el valor de los beneficios viene siendo la diferencia entre el efecto esperado de la exposición a los riesgos ambientales con estos gastos y sin ellos.

Para Cañibano (2000) señala que "los costos ambientales son los originados por las medidas adoptadas por una empresa, o por otra en nombre de ésta, para prevenir, reducir o reparar daños al medio ambiente que resulten de sus actividades ordinarias o para la conservación de sus recursos renovables o no renovables".

Desde la perspectiva fiscal los costos ambientales se definen como lo que se ha perdido del ambiente o de los recursos naturales por uso o daño y debe pagarse o restituirse. El daño proviene de los agentes negativos que producen contaminación, destrucción o alteraciones graves al ambiente. Los costos ambientales influyen en las actividades productivas ya que, al ser cobrados, incrementarán los costos de producción y reducirán los beneficios esperados. Se convierten por tanto en un nuevo insumo de la producción (Toro & Arias 1995).

#### **6.4 Valoración Económica Ambiental**

Es la aplicación de un conjunto de herramientas teóricas y metodológicas que brinda la economía para complementar y mejorar la calidad de los procesos de evaluación ambiental y que permita fortalecer desde el sector público y privado la toma de decisiones (MAVDT, 2010). También puede entenderse como el análisis integral de los diferentes métodos utilizados para la cuantificación y valoración de los impactos ecológicos, económicos y sociales causados por la ejecución de proyectos de desarrollo. Este análisis busca determinar la relación entre los beneficios y los costos totales que se generan con la ejecución de un proyecto, para definir objetivamente su viabilidad.

#### **6.5 Método de los costos evitados**

Es aplicable para los bienes ambientales que estén relacionados con algún bien privado, como un sustituto de una función de producción (Field, 1995). Los bienes ambientales, tales como el aire, el agua, constituyen un insumo en la producción de un bien privado. Por ejemplo: en la productividad de la tierra; la calidad del aire, la calidad del agua, influyen tanto directa como indirectamente en ella, es por ello que este método se podría utilizar, en el caso de la producción de la papa, para el cálculo de los costos ambientales.

El método de costos evitados proporciona la estimación de un valor para los recursos naturales basándose en los costos en que incurren las personas para evitar los posibles daños causados por la pérdida de los servicios que prestan dichos recursos. Este método utiliza el valor del gasto en protección, el costo de las acciones tomadas para evitar daños ambientales o el costo de bienes que generaría en la sociedad la pérdida de los servicios que presta dichos recursos. Como una aproximación a la valoración que la sociedad da a los flujos de servicios proporcionados por los ecosistemas. Por ejemplo, si un bosque tiene la característica de proteger contra inundaciones a una población, el valor económico de este bosque se puede estimar por los costos que se

evita la población al no ocurrir una inundación o por los gastos que hace la población para proteger las características del bosque que evitan las inundaciones. (Osorio & Correa- 2004).

El método de costos evitados se puede aplicar usando dos tipos de aproximaciones. Un primer enfoque consiste en utilizar la información sobre la pérdida potencial de bienes que generaría en la sociedad la pérdida de los servicios ambientales que prestan los recursos naturales, con el fin de estimar los costos que tendría que afrontar la sociedad. En este caso, el investigador estimaría, en pesos, los daños probables a los bienes si los recursos no se restauran o se conservan. Un segundo acercamiento es determinar si la sociedad o los dueños de los recursos han gastado dinero para proteger las características de los mismos. De esta manera, los gastos para evitar la pérdida de los servicios del ecosistema proporcionan una estimación del valor de tales servicios (Osorio & Correa-2004).

Así este método busca conocer cómo el cambio en la calidad de un bien público (aire, agua, etc) afecta el rendimiento de otros factores para la producción de un bien privado. Se toman los elementos necesarios para analizar los beneficios y costos generados por un cambio en cantidad o calidad, con un conjunto de bienes privados que ya poseen mercado.

### **6.6 Método de la valoración contingente.**

Este método intenta averiguar lo que una persona estaría dispuesta a pagar por una mejora determinada (o para evitar un empeoramiento); o la cantidad exigida, como compensación por un daño. Se podría utilizar este método para la producción de los rubros agrícolas, ya que se pueden valorar los pasivos ambientales ocasionados por el impacto producido por la utilización indiscriminada de fungicidas en el cultivo, y consistiría en cuánto estaría dispuesto a pagar el consumidor para evitar la contaminación de los suelos.

### **6.7 Método del gasto preventivo.**

El método consiste en estimar el costo mínimo del problema ambiental a través de los gastos que realizan las personas para prevenir, corregir o mitigar el daño ambiental, relacionados con los costos ambientales de la actividad agrícola. Por consiguiente se reconoce que la gente actúa anticipadamente para protegerse de un daño. Los gastos que se realizan en la protección del ambiente, se asumen como un estimado subjetivo que hacen los individuos del

daño en potencia y casi nunca es considerado en la estructura de costos. Es decir que, el costo del daño, es al menos igual a lo que el individuo gasta para prevenirlo, remediarlo o mitigarlo, ya que el estimado es mínimo porque los gastos para el daño están restringidos por el ingreso de los individuos, además de que existen beneficios adicionales al prevenir, mitigar o remediar el daño (Pérez, 2002).

### **6.8 Método de costo de reemplazo.**

Este método, según Pérez (2002), se fundamenta principalmente en la premisa que el costo de reemplazar un activo ambiental dañado, se puede medir, y que ese costo se puede interpretar como un beneficio de una medida diseñada para prevenir que el daño ocurra. Los resultados se pueden usar para decidir si es más eficiente dejar que el daño ocurra y entonces reemplazar el activo ambiental o prevenir y no dejar que suceda, o mitigarlo. El valor encontrado es máximo, pero no mide los beneficios de protección ambiental.

No hay beneficios secundarios asociados a los costos de reemplazo. Un ejemplo de aplicación del método en la actividad agrícola, se puede observar cuando existe degradación de los suelos por la no rotación del cultivo, lo cual trae como consecuencia la pérdida de nutrientes y de la productividad del suelo (erosión). Al diseñar un sistema de rotación de cultivos para evitar la no productividad, el costo de éste debe ser menor al costo de reemplazo.

### **6.9 Servicios ecosistémicos**

Aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Esos beneficios pueden ser de dos tipos: directos e indirectos. Se consideran beneficios directos la producción de provisiones –agua y alimentos (servicios de aprovisionamiento), o la regulación de ciclos como las inundaciones, degradación de los suelos, desecación y salinización, pestes y enfermedades (servicios de regulación). Los beneficios indirectos se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema que genera los servicios directos (servicios de apoyo), como el proceso de fotosíntesis y la formación y almacenamiento de materia orgánica; el ciclo de nutrientes; la creación y asimilación del suelo y la neutralización de desechos tóxicos. Los ecosistemas también ofrecen beneficios no materiales, como los valores estéticos y espirituales y culturales, o las oportunidades de recreación (servicios culturales). Existe, entonces, una amplia gama de servicios ecosistémicos, algunos de los cuales benefician a la gente directamente y otros de manera indirecta.

De acuerdo a lo planteado por Torricio y Cardona (2011), la agricultura y la ganadería, son sistemas que alteran el paisaje y el ciclo de los recursos naturales, muy a menudo y, especialmente en regiones tropicales y subtropicales deforestando áreas de bosque, para dar paso a tierras arables o pastos para la ganadería extensiva. Este proceso causa fuertes impactos, principalmente, sobre el complejo suelo-agua y sobre la biodiversidad, mermando de esta manera los servicios ecosistémicos, imprescindibles para el bienestar humano. Los sistemas agrícolas y ganaderos ecológicos por el contrario, tratan de reducir la presión sobre los recursos naturales, a través de las buenas prácticas agrícolas-BPA, buscando el equilibrio, principales, entre los factores sociales, culturales y ecológicos, entre otros.

## **6.7 Desarrollo Sostenible**

La sostenibilidad de acuerdo con Reed (1996) se define como el mejoramiento de la calidad de vida del hombre, mientras se mantenga dentro de la capacidad de apoyo de los ecosistemas que lo soporten, proponiendo tres dimensiones para la sostenibilidad: ecológica, social y económica. En este sentido el desarrollo sostenible es aquél que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

Es importante saber que para lograr el desarrollo sostenible de la ganadería se requiere en primera instancia de un planteamiento de orden técnico sobre la dirección en que se va a orientar al sector en el contexto del modelo de desarrollo. Así mismo se requiere voluntad política y por ende legislación, incentivos selectivos y capacidad institucional para apoyar las iniciativas privadas y el compromiso del sector privado para asumir responsabilidades colectivas y complementarias a las de las instituciones públicas para facilitar la participación de la empresa privada.

El desarrollo sostenible en la ganadería requiere inversión, se debe hacer esfuerzo importante para proveer los recursos para tal fin como por ejemplo el financiamiento en sistemas silvopastoriles y el propio desarrollo de la ganadería son alternativas justificables para la inversión. (U.S. Overseas Cooperative Development Committee 1990)

En este sentido y teniendo en cuenta que la producción ganadera para la economía rural, sectorial y la oferta alimentaria del país, contribuye con el 3,6%

del PIB nacional, con el 27% del PIB agropecuario y con el 64% del PIB pecuario. Representa el 7% del empleo nacional y el 28% del empleo rural. La ganadería se enfrenta a barreras estructurales comunes para el desarrollo rural en Colombia, tales como: debilidad del capital humano, baja productividad, alto grado de informalidad, uso ineficiente de los recursos naturales, y el acceso inadecuado a los recursos financieros y las nuevas tecnologías, entre otros. En muchas regiones la ganadería ejerce una significativa presión sobre la biodiversidad debido a los impactos directos e indirectos que genera tanto sobre bosques de trópico bajo, bosques andinos, paramos, humedales y ecosistemas naturales en general. En el momento, la actividad ganadera ocupa aproximadamente 38 millones de hectáreas, 66% de las cuales presentan algún nivel de degradación. Una de las mejores alternativas identificadas hasta el momento para disminuir los impactos negativos que generan los actuales modelos de producción ganadera son los sistemas Silvopastoriles, cuyos efectos positivos pueden resumirse en: mejoramiento en la calidad del suelo, retención de agua, mejora en calidad y volumen de forraje, microclima más benigno, disminución de costos, estabilización en la oferta de forrajes, mayores ingresos por producción de madera, carne y leche y servicios ambientales. (proyecto ganadería sostenible-CIPAV).

### **6.8 Ganadería Intensiva**

En la ganadería intensiva el ganado se encuentra estabulado, generalmente bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que han sido creadas en forma artificial, con el objetivo de incrementar la producción en el menor lapso de tiempo; los animales se alimentan, principalmente, de alimentos enriquecidos. Es por esto que requiere grandes inversiones en aspectos de instalaciones, tecnología, mano de obra y alimento, entre otros. Extremadamente contaminantes, debido a la acumulación de enormes masas de deyecciones, que no pueden ser recicladas en los agro sistemas convencionales y que provocan la contaminación atmosférica, la contaminación del suelo y de las aguas con metales pesados, fármacos etc. (Dardo, 2010).

### **6.9 Beneficios**

De acuerdo al Manual de Valoración y cuantificación de beneficios (DNP-2006) se define Beneficios como la riqueza en el ámbito social, ambiental o económico que obtiene la población objetivo en el momento en que se decide ejecutar un proyecto de inversión.

En el caso más común donde se encuentra el beneficio, es en la diferencia existente entre el valor que tienen los bienes resultado del proceso productivo

también conocidos como productos finales, y los insumos que se emplearon en el proceso productivo anteriormente nombrado.

El beneficio económico es por ende un indicador de generación de bienestar: Definido por la diferencia entre el valor de los bienes o servicios generados en este proceso productivo y el valor de los insumos utilizados. Si este es positivo, se estará generando ganancia; por el contrario, si es negativo, se estará disminuyendo el bienestar.

### **6.10 Los impactos ambientales en la producción ganadera**

Los siguientes son los impactos ambientales que el sistema de producción ganadera sobre todo el convencional que afectan el ambiente:

**Impacto sobre el suelo.** La erosión por la compactación resultante del tránsito de los animales afecta en forma negativa el flujo del agua a través del perfil y la estabilidad estructural, procesos que causan erosión superficial y remociones masales. Esto lleva a una pérdida acelerada e irreversible del suelo y con ello la productividad, lo que conduce a una ganadería más costosa y menos competitiva. (Astier-Calderón *et al.* 2002).

En los sistemas ganaderos de modalidad intensiva de producción se encuentra una reducción en la diversidad de especies vegetales y la fauna del suelo. Los incrementos en el grado de la compactación por pisoteo de animales son considerables. Este fenómeno reduce significativamente el flujo del agua en el suelo y el volumen de los espacios ocupados anteriormente por poros con aire y agua.

**Impacto sobre el agua.** La mayor parte del agua que se utiliza en ganadería vuelve al ambiente en forma de estiércol o de aguas residuales. Las excretas del ganado contienen cantidades importantes de nutrientes (nitrógeno, fosforo, potasio), metales pesados, patógenos y residuos de medicamentos. Si estos elementos llegan al agua o se acumulan en el suelo constituyen una amenaza para el medio ambiente (Gerber y Menzi 2005).

**Impacto en la atmósfera y el clima.** Las actividades agropecuarias contribuyen al proceso del calentamiento global, pero también son víctimas de él. Prácticamente en todas las etapas de la producción hay emisiones de gases de efecto invernadero y otros gases contaminantes.

La producción ganadera afecta directa e indirectamente al calentamiento global. La emisión de gases de efecto invernadero que se producen en la

fermentación entérica del ganado es un efecto directo, mientras que el resto de actividades que la producción pecuaria conlleva, tales como la producción de forrajes o la comercialización de los productos animales, tienen un efecto indirecto. Entre los principales gases de efecto invernadero que guardan relación con este proceso destacan el dióxido de carbono y los clorofluoro carbonos. La participación del sector en el calentamiento global es de aproximadamente el 18%, un porcentaje incluso mayor que el del sector del transporte en todo el mundo. A la producción pecuaria se debe cerca del 9% del total de las emisiones de dióxido de carbono, un 37% del metano y un 65% del óxido nitroso (Steinfeld *et al.* 2006).

**Impacto sobre la composición y estructura vegetal.** En tierras de secano, la producción vegetal puede ser baja, no debido a la ganadería sino a las lluvias escasas, y la vegetación puede recuperarse rápidamente cuando la lluvia mejora. Donde predomina el pastoreo, los animales no sobrevivirían antes de que la vegetación sea dañada irreversiblemente, pero la alimentación suplementaria puede resultar en sobre pastoreo. Este riesgo es mucho mayor en explotaciones agropecuarias que en sistemas de pastoreo.

**Impacto sobre los flujos de nutrientes dentro de los sistemas agrícolas.** Esto es particularmente importante en los sistemas de explotación agropecuaria. Algunos nutrientes son añadidos a los cultivos vía estiércol, pero esto puede empobrecer las tierras de pastura y pueden no compensar la pérdida de nutrientes del cultivo. (GEA-Consultores Ambientales).

**Impactos sobre la salud de animales y humanos.** El amplio uso de antibióticos no solo previene o cura enfermedades sino también promueve el crecimiento animal, llevando al desarrollo de bacterias y gérmenes resistentes y puede poner en peligro las posibilidades de usar antibióticos para curar infecciones en humanos. Esto es un riesgo particular en los sistemas intensivos industriales de producción animal. También las nuevas enfermedades, como la EEB y las crecientes infecciones de alimentos con salmonella están principalmente vinculadas a los sistemas industriales. (GEA-Consultores Ambientales).

**Altos insumos de energía fósil y desfavorable relación insumo-producto.** Esto es especialmente cierto para sistemas con animales de alto rendimiento, que requieren concentrados y forrajes producidos con alto insumo de fertilizantes. El bajo precio de la energía fósil promueve su uso extensivo. (GEA-Consultores Ambientales).

**Impacto sobre biodiversidad de flora y fauna.** La biodiversidad está estrechamente vinculada a la resistencia de los ecosistemas. La pérdida de diversidad resulta la consecuencia de unos pocos procesos, entre los cuales los principales son: la destrucción del medio natural (por ejemplo, para transformar los paisajes naturales en explotaciones agropecuarias), la sobreexplotación de los recursos renovables y el reemplazo de las especies indígenas por especies que originalmente no estaban presentes en los ecosistemas. La erosión genética (la reducción de la biodiversidad dentro de una especie, que es la causa principal de extinción de la misma) constituye una amenaza global para la agricultura. La mayor pérdida de recursos filogenéticos deriva de la introducción de variedades vegetales modernas y uniformes en lugar de una combinación de variedades tradicionales. (Reid et al., 2009).

**Impacto sobre el aire.** Los contaminantes aéreos del ganado contribuyen a la acidificación del suelo (amoníaco,  $\text{NH}_3$ ) y calentamiento global (por ejemplo, metano,  $\text{CH}_4$ , óxido nitroso,  $\text{N}_2\text{O}$ ). Emisiones particulares, tales como polvos y microorganismos, de las instalaciones ganaderas pueden ser una fuente de molestia para las personas que viven en la vecindad de los establecimientos ganaderos. (GEA-Consultores Ambientales).

**Residuos Sólidos.** Estiércol sólido conteniendo nitrógeno y fósforo, de las instalaciones ganaderas o recogido de las zonas de pastoreo del ganado. (GEA-Consultores Ambientales).

## **7 METODOLOGIA**

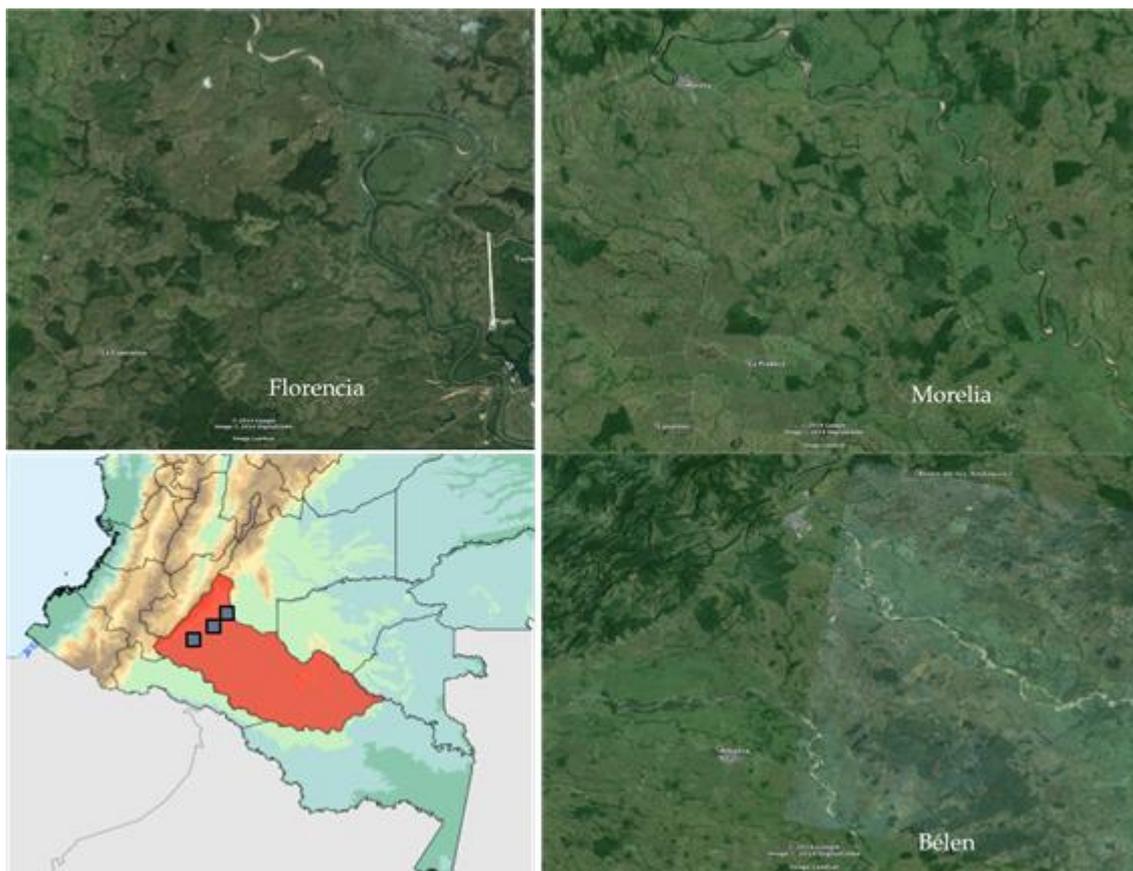
### **7.1 Tipo de Investigación**

La investigación desarrollada fue de tipo descriptiva, la cual comprende variables en las dimensiones económica, social y ambiental. Por medio de esta investigación se obtuvieron datos de tipo cuantitativo y cualitativo. En gran parte se caracterizó la problemática de la situación del impacto ambiental que se vive en el piedemonte Caqueteño. En este proceso se buscaron datos sobre la población afectada, producción del sistema actual de ganadería intensiva en varias fincas que representan un alto grado de participación en la economía de la región, lo que permitió establecer sus costos.

Se confrontó la planificación de la reconversión de potreros tradicionales hacia sistemas silvopastoriles en algunas fincas que ya tienen esta experiencia en la región objeto de estudio. Para esta confrontación se tomó información por parte de los gremios ganaderos de la región que puedan informar sobre los movimientos de los hatos a otras áreas de pastoreo mientras el sistema se establece.

### **7.2 Área de Estudio**

El área de estudio se encuentra ubicada al suroriente de la República de Colombia, en el departamento de Caquetá. (Figura 1). En esta zona del país se presenta geomorfología dominante de lomerío, piedemonte y valles inundables con pendientes menores del 12%. Predominan los suelos planos con altitudes entre los 200 a 1000 m. La temperatura promedio anual es de 25,1 °C. Sin embargo, en los meses de diciembre a marzo se presentan las mayores temperaturas. La precipitación total anual es de 3.800 mm con una distribución monomodal que se caracteriza por presentar un periodo de lluvias máximas promedio entre Abril - Octubre. La humedad relativa media mensual oscila alrededor del 81% a lo largo del año. (Datos suministrados por IDEAM regional Huila-Caquetá, Corriente Hacha, Sistema de Información Nacional Ambiental desde 1983 hasta 2002). Según Hernández-Camacho et al. (1992).



**Figura 1. Mapa del Área de estudio, se ubican las ventanas en los municipios de influencia del estudio, Florencia, Morelia y Belén de los Andaquíes. Fuente: Google Earth.**

La región natural es denominada selva densa exuberante de los interfluvios de los de los ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá y Apaporis, que poseen características similares en cuanto a clima, fisiografía, suelo y composición florísticas. Sin embargo, esta región selvática ha sido afectada por la tala y quema de sus bosques para actividades pecuarias, agrícolas y de cultivos ilegales donde el 25.76% está compuesto por zonas de pastoreo con una producción anual de 1'555.443 cabezas de ganado bovino (Plan de desarrollo municipal Florencia 2001- 2003)

### **7.3 Base de datos para el análisis:**

Se pudo acceder a la base de datos social y económica de la investigación desarrollada por la universidad de Amazonia: “Biodiversidad en paisajes amazónicos: determinantes socioeconómico de producción de bienes y servicios ecosistémicos (AMAZ)” el cual fue financiado por la Agence Nationale de la Recherche GIP, ANR. El objetivo de este proyecto fue proveer a los tomadores de decisiones y propietarios, herramientas y escenarios apropiados

para diseñar políticas y planes de manejo que permitan la conservación de la biodiversidad mientras que sostienen recursos de capital y formas de vida.

La recolección de la información del proyecto AMAZ, se llevó a cabo en Brasil y Colombia, en escenarios de la amazonia que representan la mayoría de los paisajes intervenidos por el hombre y los sistemas de producción. Por ahora sólo se analizaron las relaciones que ligan el ambiente socio-económico, la composición y estructura de los paisajes, la biodiversidad, la producción de cultivos y otros bienes y servicios del ecosistema.

En Colombia, el área seleccionada por el proyecto fue el Piedemonte Amazónico Caqueteño, en cuya región se han establecidos tres sistemas de producción o uso del suelo dominante como son: el Silvopastoril, Agroforestal y Tradicional ganadero. En estos tres sistemas, se evaluaron las características socio-económicas y ambientales de 80 predios por cada sistema de producción en tres municipios del departamento del Caquetá: Florencia, Morelia y Belén de los Andaquíes.

La información allí encontrada fue fundamental para establecer los costos ambientales en la conversión de los sistemas de producción ganadera, inicialmente se identifican los efectos ambientales en la implementación de estos modelos, y el costo del evitado por la contaminación a través de la emisión de gases (CO<sub>2</sub>), para este cálculo se aplica el modelo establecido por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Emisiones resultantes de la Gestión del Ganado y del Estiércol.

#### **7.4 Técnicas e Instrumentos:**

La investigación se desarrolló en dos fases:

La primera a través de la recolección de la información, permitió acceder a la información primaria de las variables de la dimensión económica, ecológica y social. La relación de estas variables fue utilizada para diagnosticar los costos de los sistemas de producción ganadera tanto en el tradicional como el Silvopastoril.

Para la captura de información se hizo uso de la base de datos resultados de la aplicación de encuestas semiestructuradas del proyecto de investigación "Biodiversidad en paisajes amazónicos: determinantes socioeconómico de producción de bienes y servicios eco sistémicos (AMAZ)". A través de este

instrumento se detectaron las variables descriptivas de las dimensiones ecológica, social y económica. Se realizaron reconocimientos rápidos por medio de visitas a fincas intentando cubrir la mayor parte del área para validar la información del sistema de producción. Por otra parte como técnica cuantitativa bajo la modalidad de cuestionario como instrumento de registro, la encuesta es la técnica que encierra un conjunto de recursos destinados a recoger, proponer y analizar informaciones que se dan en unidades y en personas de un colectivo determinado, en cuyo cuestionario se plantearán que permitan obtener información de las variables planteadas.

Así mismo se aplicaron entrevistas semiestructuradas productores ganaderos cuya información fue fundamental en el análisis descriptivo dado que incluye componentes que permitieron explicar el comportamiento de los datos cuantitativos y datos cualitativos. De igual manera se utilizó análisis no paramétricos para dar una mayor robustez a la interpretación de los datos colectados, enriqueciéndolos y reorientándolos en la medida en que avanza el proceso investigativo.

Se seleccionaron 80 fincas bajo el sistema doble propósito de los Municipios de Florencia, Morelia y Belén de los Andaquíes, en el Departamento del Caquetá, de la base de datos resultados del proyecto de investigación “Biodiversidad en paisajes amazónicos: determinantes socioeconómico de producción de bienes y servicios eco sistémicos (AMAZ)”, las cuales presentan información fundamental para el estudio de la presente investigación.

Se tomaron los datos socioeconómicos del finquero, mano de obra contratada, datos técnicos sobre el manejo de la finca, composición del hato por edad, raza, niveles de producción tanto de leche como de queso, así como otros ingresos diferentes a la producción ganadera.

Como Segunda fase se desarrolló el análisis de todas las variables seleccionadas para establecer la caracterización como tal de la finca y el modelo de producción seguido en cada una de ellas. Se realizó análisis de conglomerados entre variables para obtener la tipología de fincas, el método de agrupamiento seleccionado fue el de Ward y la distancia euclidiana. Luego de obtener los clúster a través del análisis de conglomerados, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANDEVA) mediante el cual se establecieron las variables cuantitativas que dieron origen a la separación de los clúster o grupos de fincas promedios con sus características. Para determinar las relación entre las características de uso del suelo y las variables de producción por tipo de fincas, variables cuantitativas de mayor influencia sobre el sistema

de producción, se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2014p (Di Rienzo *et al.* 2014)

Los resultados que se lograron obtener en esta investigación ofrecerán a los productores ganaderos la aplicación de procesos y técnicas para mejorar en cuanto a cantidad y calidad de los sistemas tradicionales al implementar nuevos sistemas Silvopastoriles como estrategias en sistemas de producción sustentables para el ambiente.

### 7.5 Variables e indicadores

Las variables se identifican y se describen para poder entender la dimensión y la operatividad de la misma (Tabla 1)

**Tabla 1. Descripción de las variables objeto de estudio**

Variable	Descripción
Nivel Socio-económicos de los productores ganaderos	Nivel de estudios, conformación del grupo familiar, Condiciones de vida del grupo familiar.
Información general sobre la finca objeto de estudio	Establece la localización, área, topografía, número de cabezas de ganado bovino, otros animales que posea como sistema de producción
Uso del suelo	Identifica el tipo de cobertura vegetal o de plantación, Tipos de cultivos en plantación
Producción y comercialización a que se dedica	Niveles actuales de producción y comercialización, Técnica de cría de los animales para la producción y comercialización, Técnicas de manejo de los pastos Niveles actuales de producción /consumo/ venta de: Bovinos machos, número de unidades vendidas, valor venta, Venta de los productos derivados de los bovinos: leche, queso.
Mano de obra presente en el predio	Mano de obra contratada: asalariado, jornalero, mayordomo Mano de obra familiar: número de personas de la familia que se dedican a las labores de producción ganadera

Fuente: Elaboración de las autoras.

Se estimaron los parámetros de producción y venta correspondientes a leche y carne por hectárea de la finca estudiada, Cálculo de los gastos de establecimiento de sistemas silvopastoriles en aquellas fincas que ya implementaron el sistema.

Por otro lado se calcularon los costos de producción ganadera y las ventas de leche y carne de la finca con sistemas tradicionales y se estimarán los ingresos generados por los mismos.

## **7.6 Metodología para la valoración económica Ambiental**

Una vez realizada una evaluación comparativa de las diferentes metodologías de valoración económica de recursos naturales, y para establecer la metodología con mayor aproximación al valor ambiental de los servicios generados en el proceso de producción, se ha considerado que el método que más se ajusta a los objetivos planteados en el proyecto es el de valoración económica de Costos evitados dado que es la metodología que mas se ajusta para determinar el costo ambiental en lo referente a la emisión de gases generado por el estiércol del animal, por cuanto este contaminante aéreo del ganado contribuye a la acidificación del suelo (amoníaco,  $\text{NH}_3$ ) y calentamiento global por el metano,  $\text{CH}_4$ , óxido nitroso,  $\text{N}_2\text{O}$ , emisiones que también pueden ser una fuente de molestia para las personas que viven en estos predios ganaderos. De acuerdo a la metodología planteada por IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Documento: Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Capítulo 10 Emisiones Resultantes de la Gestión del ganado y del estiércol, podemos determinar el total de emisión de  $\text{CO}_2$  según los sistemas de producción ganaderos implementados en las fincas objeto de estudio.

## **7.7 Estructura de Costos.**

Para la estructura de costos en cada uno de los sistemas que se han implementado en las diferentes fincas analizadas se calcularon los costos de implementación de los sistemas de producción:

- Sistema tradicional con pastura nativa
- Silvopastoril con pastura mejorada
- SSP Pastura mejorada suplementado con Banco de proteína
- SSP con árboles dispersos

El estudio se realizó con la base de datos de las fincas y la información detallada sobre la producción de leche, ingresos para desarrollar el cálculo de los costos relacionados con la actividad ganadera y la implementación del uso de la tierra seleccionado. Con información tomada de la base de datos se analizó la rentabilidad de la inversión en términos de VAN (Valor Presente Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno).

Los modelos se elaboraron siguiendo a Brown (1979) y Gittinger (1982) para una finca con niveles de producción, con ganadería de doble propósito de leche y carne. Para el cálculo del VPN y la TIR se tuvieron en cuenta dos situaciones: “sin” la implementación de las tecnologías silvopastoriles, la cual representa el costo de oportunidad, a partir del sistema ganadero convencional versus la situación “con” las tecnologías silvopastoriles (establecimiento de pasturas mejoras y banco de proteínas) que permita observar las ganancias incrementales por la implementación de la inversión.

Estos cálculos se elaboraron de acuerdo a los costos de implementación para 1 ha. de cada tecnología con precios en el Departamento del Caquetá y lo relacionado con los ingresos de acuerdo a la Carga Animal promedio de las fincas estudiadas.

Por otra parte se estimaron los gastos de producción y venta para ambas situaciones y se crearon flujos de caja para cada una de las tecnologías silvopastoriles propuestas con una vida útil de 10 años. El flujo de caja se hizo para este periodo con el fin de identificar los beneficios netos incrementales de la adopción de las diferentes tecnologías silvopastoriles, se estimó el valor actual neto (VAN) cuyo cálculo se basó con la siguiente fórmula con una tasa de descuento del 10%, como tasa mínima :

$$VPN = -i + \sum_{(n=1)}^T \frac{FNo}{(1+r)^n}$$

Donde (i) es Inversión inicial; (FN) Flujo Neto de cada periodo, (r) tasa de descuento; (n) número de periodo.

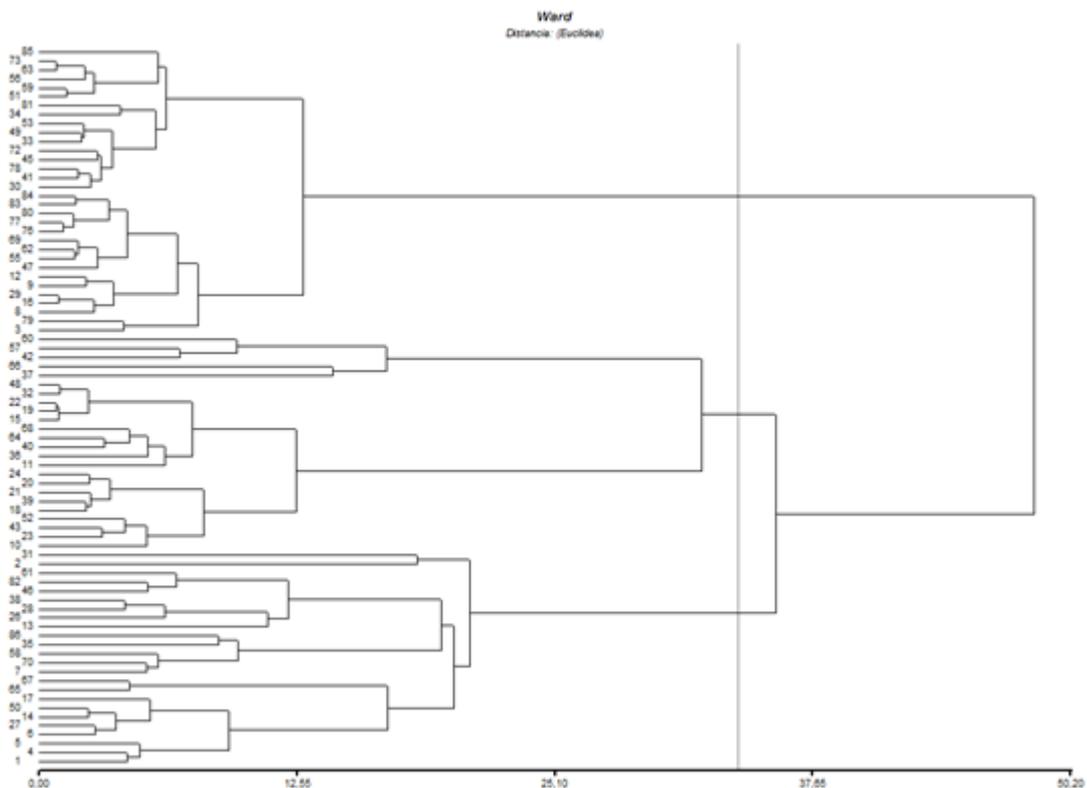
Igualmente se calculó la tasa interna de retorno (TIR), rendimiento requerido para que el cálculo del VPN con esta tasa sea igual a cero, se consideró la situación de la finca con tecnologías silvopastoriles comparado a la situación de la finca con áreas de pastura natural y con Banco de proteínas. Se utilizaron variables fluctuantes costo de la mano de obra, precio de la leche y cambios en

los indicadores de producción. Los precios de insumos y ventas de productos corresponden a precios cotizados en la región.

## 8 RESULTADOS Y ANALISIS

### 8.1 Tipología fincas

Para el estudio se consideraron en total 80 fincas de los Municipios de Florencia, Morelia y Belén de los Andaquíes. Las fincas seleccionadas fueron aquellas que tenían la información completa de las variables evaluadas en esta investigación. El análisis de clúster asocia las fincas en tres grandes grupos, considerando el área cada finca las pequeñas agrupa 32 fincas con un tamaño promedio de 30,8 ha  $\pm$  2,53%. Las medianas 24 fincas con un promedio de 76,0 ha  $\pm$  9,81% y las grandes 24 fincas con un promedio de 105 ha  $\pm$  8,2% (figura 2)



**Figura 2. Dendrograma resultante del análisis de conglomerado (método Ward, distancia euclídea) Fuente: Elaboración de las autoras.**

El área promedio del uso de suelo banco de proteínas presentó diferencias significativas entre los tres grupos de fincas ( $P < 0,05$ ;  $\alpha = 0,95$ ;  $GL = 2$ ). En las fincas medianas este uso representó el mayor porcentaje en comparación con este mismo uso en las áreas de los otros dos grupos. El área promedio del uso

de suelo potreros con árboles dispersos en los tres grupos de fincas no fue significativo. El área ocupada por la producción de caucho fue significativa, en este sentido la agrupación de fincas medianas presentaron un mayor área de este uso de suelo. El área de pasturas limpias en fincas grandes y pequeñas fue mayor que las fincas medianas, presentando diferencias significativas con respecto a las medianas, que solo representa este uso el 0,3 % del porcentaje promedio total del área de la finca (Tabla 2).

La producción ganadera entre los tres tipos de finca, es significativamente diferente, la producción por hectárea varía de acuerdo al área de cada finca. La producción promedio de leche en las fincas grandes y pequeñas es diferente. Estas últimas presentan menor producción de leche por hectárea, la producción de queso fue significativo entre los grupo de fincas.

Los ingresos en los tres tipos de fincas, la venta de novillos al partir, ingresos por caucho, ingresos agrícolas, son significativamente diferente ( $P < 0,05; \alpha = 0,95; GL = 2$ ). Estos ingresos varían de acuerdo al área de cada finca, sin embargo las fincas que presentaron mayor proporción de ingresos promedio son las medianas. La rentabilidad en la implementación de los sistemas silvopastoriles representa un 46% en las fincas medianas, con diferencia significativa entre las grandes y pequeñas. La mayor rentabilidad se está en las fincas grandes con un 56% con respecto al total de la producción. Si se compara los ingresos por arriendo de hectáreas entre las 3 tipologías de las fincas, las fincas grandes no alquilan los suelos por tanto no hay ingresos por este concepto mientras que en las medianas y pequeñas sí. El análisis a través del Cluster permitió agrupar por características similares las fincas estudiadas (Tabla 2).

## **8.2 Determinación de los Costos de Implementación en los sistemas de producción ganadera:**

Se establecieron los costos de conversión de los diferentes modelos de sistemas de producción que actualmente desarrollan en las fincas objeto de estudio. Para el sistema tradicional con pastura natural. Los costos de implementación y mantenimiento son calculados para 1 ha. Este sistema se caracteriza por aprovechar la pastura nativa para el pastoreo y alimentación del ganado vacuno, para el cálculo del mantenimiento de este sistema se tomó como referencia el costo de la limpieza de la pastura natural para 1 ha, lo que equivale al valor de 5 jornales a razón de \$30.000 diarios, lo que nos da como resultado un costo por limpieza de \$300.000/ha.

Para el Sistema Tradicional con pastura Natural a Pastura Mejorada, el costo de implementación equivale a \$749.800/ha. Para las fincas estudiadas se reviso el total de hectáreas aplicadas con este tipo de pasturas para determinar el total del costo de implementación con semilla *Bachiaria toledo* que es muy usada en la región (Tabla 3).

**Tabla 2.** Promedio en cada una de las variables para los cluster de fincas (n=80)

Variables	Clúster 1 n=24		Clúster 2 n=24			Clúster 3 n=32		p-valué
	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.		
Distribución de Predios								
Área Total	76,02 ±	9,81 B	105,11 ±	8,2 c	30,89 ±	2,53 a	<0,0001	
Área Prod. ganadera	68,47 ±	10,42 B	103,74 ±	8 c	30,64 ±	2,49 a	<0,0001	
AC	0,76 ±	0,14 A	0,71 ±	0,05 ab	1,01 ±	0,09 b	0,0402	
Bosque	5,92 ±	4,13	3,54 ±	1,44	0,56 ±	0,19		
Rastrojo	18,13 ±	6,75 A	11,67 ±	2,16 ab	3,94 ±	1,23 b	0,0292	
Potreros con arboles dispersos	10,54 ±	4,04	19,5 ±	7,44	5,02 ±	1,28		
Banco de Energía	1,01 ±	0,2 A	0,69 ±	0,28 ab	0,38 ±	0,09 b	0,039	
Caucho	7,55 ±	1,98 A	1,38 ±	0,69 b	0,25 ±	0,16 c	<0,0001	
Banco Proteinas	0,39 ±	0,15 A	0,09 ±	0,04 b	0,05 ±	0,04 b	0,0169	
Pasturas Limpias	30 ±	5,62 B	67,79 ±	7,26 ab	20,16 ±	2,58 b	<0,0001	
Cultivo	2,5 ±	0,63 A	0,46 ±	0,09 b	0,53 ±	0,13 b	<0,0001	
Producción e Ingresos (Valores En miles de Pesos)								
Vr Producción leche (\$450 x Lt)	3.805.12 ±	748.30 B	12.070.59 ±	1.222.41 ab	4.753.89 ±	609.91 b		
Vr Producción Queso (7 Ls leche x 1 kilo de queso)	407.203,13 ±	407.203,13 A			17.964,84 ±	17.964,84 b		
Vr Producción Novillos	3.471.00 ±	1.191.81 A	1.755.00 ±	764.37 b	848.25 ±	284.61 b		
Vr Producción vacas	7.195.50 ±	1.106.49 B	20.182.50 ±	2.910.04 ab	6.786.00 ±	658.17 b		
Vr total Producción bovinos	10.666.50 ±	1.797.82 B	21.937.50 ±	3.049.46 ab	7.634.25 ±	636.49 b		
Leche producida (lt)	8.455,83 ±	1.662,90 B	26.823,54 ±	2.716,47 ab	10.564,22 ±	1.355,37 b		
Leche consumida (Lt)	587,92 ±	140,75 b	821,42 ±	85,73 a	505,31 ±	73,90 b		
Vr Leche producida (lt)	6.595.55 ±	1.297.05	20.922.36 ±	2.118.84	8.240.09 ±	1.057.19		
Vr Queso producido (kg)	775.62 ±	775.62 a			34.21 ±	34.21 b		
Total Bovinos	33,17 ±	3,94 b	75,46 ±	9,12 a	26,59 ±	2,11 b		
Venta Novillos Partir	8.790.00 ±	2.605.01 b	12.900.00 ±	4.311.71 a	3.780.00 ±	1.103.92 c		
Ganadería VNP+VN+VV+VT (1)	40.261.14 ±	6.775.97 b	85.139.67 ±	17.533.33 a	21.976.63 ±	3.159.26 c		
ingresos por caucho	20.390.62 ±	5.337.57 a	3.712.50 ±	1.851.68 b	675.00 ±	419.96 c		
ingresos agrícolas IC+IA (2)	24.230.62 ±	4.957.44 a	7.112.50 ±	2.949.54 b	3.513.12 ±	863.03 c		
Valor Ha Arriendo (año) (3)	990.00 ±	615.67	- ±	-	457.50 ±	284.32		
Vr producción finca (1+2+3)	19.168.04 ±	2.433.45 b	36.276.42 ±	4.181.34 a	13.694.01 ±	1.177.32 c		
<b>Ingresos Totales Finca</b>	<b>65.481.76 ±</b>	<b>8.342.21 b</b>	<b>92.252.17 ±</b>	<b>17.374.49 a</b>	<b>25.947.25 ±</b>	<b>3.082.50 c</b>		

a,b,c letras supraescritas distintas entre columnas son significativamente diferentes (P <0,05) de acuerdo a la prueba de LSD Fisher

VN: valor novillos, VNP: valor novillos al partir, VV: valor vacas, VT: Valor terneros, IC: ingresos por caucho, IA: otros ingresos agrícolas. Fuente: Elaboración de las autoras.

**Tabla 3.**Costo implementación con Pastura Mejorada para 1 ha (pasto *Bachiaria toledo*)

Inversión y mantenimiento	Labor	Indicador		Frecuencia	Total Año	Costo Total
		Unidad	Cantidad	Veces / año		
Maquinaria	Arado tierra con Tractor	Maquinaria	1	1	1	300.000
		Subtotal				\$300.000
Mano de obra	Jornales de siembra	Jornales / Ha	2	2	4	\$120.000
					Subtotal	\$120.000
Compra e semillas	<i>Bachiaritoledo</i>	Kilo	1	1	1	\$15.000
					Subtotal	\$15.000
Mantenimiento	Limpieza aplicación herbicida	Jornales / Ha	10	1	1	\$300.000
	Insumo matamaleza:Roundup	litro	1	1	1	\$14.800
				Subtotal	Subtotal	\$314.800
					GRAN TOTAL	\$749.800

Fuente: Elaboración de las autoras.

Para la implementación de este sistema, se tomó el valor de la leguminosa *Arachis pintoii*, la cual posee la característica de que puede ser usada como cultivo de cobertura en sistemas silvopastoriles. Esta especie es una leguminosa perenne, que se utiliza como cultivo forrajero. Esta especie es tolerante a los déficithídricos; se adapta bien a suelos ácidos con alta saturación de hierro, aluminio, y de mediana fertilidad. Puede usarse como cultivo de cobertura, evitando erosión dentro de cultivos perennes. Además, es una especie que resiste bien la sombra. Otra característica importante de esta especie es su capacidad de captar la radiación solar interceptando aproximadamente el 90% de la radiación incidente (Fisher y Cruz, 1993). (Tabla 4).

Sistema Silvopastoril con Banco de Proteínas comprende área compacta, sembrada con leguminosas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, o bien de tipo arbustivo, que se emplean para corte o pastoreo directo por rumiantes (bovinos, ovinos o caprinos), como complemento al pastoreo de praderas de gramíneas, principalmente en las regiones tropicales. (Tabla 5).

Modelo Árboles Dispersos, está constituida por la combinación de árboles y arbustos con pasturas como en el caso de los matorrales o las sabanas, o como resultado de proceso de sucesión vegetal tendientes a una vegetación clímax. Los árboles y arbustos dispersos en los potreros también pueden ser el resultado de la intervención del hombre, a través del manejo selectivo de la vegetación remanente o bien por la introducción de árboles arbustos en praderas ya existentes, los costos de implementación están representado en la proporción de arboles que ocupan una hectárea. En este contexto se habla del modelo de árboles dispersos a una hectárea de pasto con la presencia de 100 árboles. La implementación de SSP con este modelo esta representado por un costo de 1.500.000 pesos.

### **8.3 Estructura de costos según tecnología Silvopastoril**

El sistema tradicional o convencional en las diferentes fincas estudiadas presentó su sistema de producción con pastoreo intensivo. Por lo tanto, se realiza el modelo de conversión de este sistema a modelo Silvopastoril con pastura mejorada con la aplicación de pasto *Bachiaría Toledo* Versus Modelo de suplementación con banco de proteína. En los costos de establecimiento, el 58,6% corresponde a mano de obra, seguido de insumos y semillas en un 30%. Al analizar la parte económica de los modelos calculados Pastura mejorada versus establecimiento modelo de suplementación Banco de proteínas arroja una tasa interna de retorno (TIR) de 19.1, comparada se encontró que la TIR es de 34,7%.

**Tabla 4.** Costo de implementación pastura mejorada y *Arachis pinto* en 1 ha.

Adquisición y mantenimiento	Indicador		Frecuencia veces / año	Total año	Costo Total
	Unidad	Cantidad			
Arado tierra con tractor	Maquinaria	1	1	1	\$300.000
				Subtotal	\$300.000
Jornales de siembra	Jornales / Ha	2	2	4	\$120.000
				Subtotal	\$120.000
leguminosa <i>Arachispinto</i>	Kilo	1	1	1	\$203.600
<i>Bachiaria Toledo</i>	Kilo	1	1	1	\$ 15.000
				Subtotal	\$218.600
Limpieza aplicación herbicida	Jornales / Ha	10	1	1	\$300.000
Insumo matamaleza Roundup	Litro	1	1	1	\$14.800
				Subtotal	\$314.800
Total					\$953.400

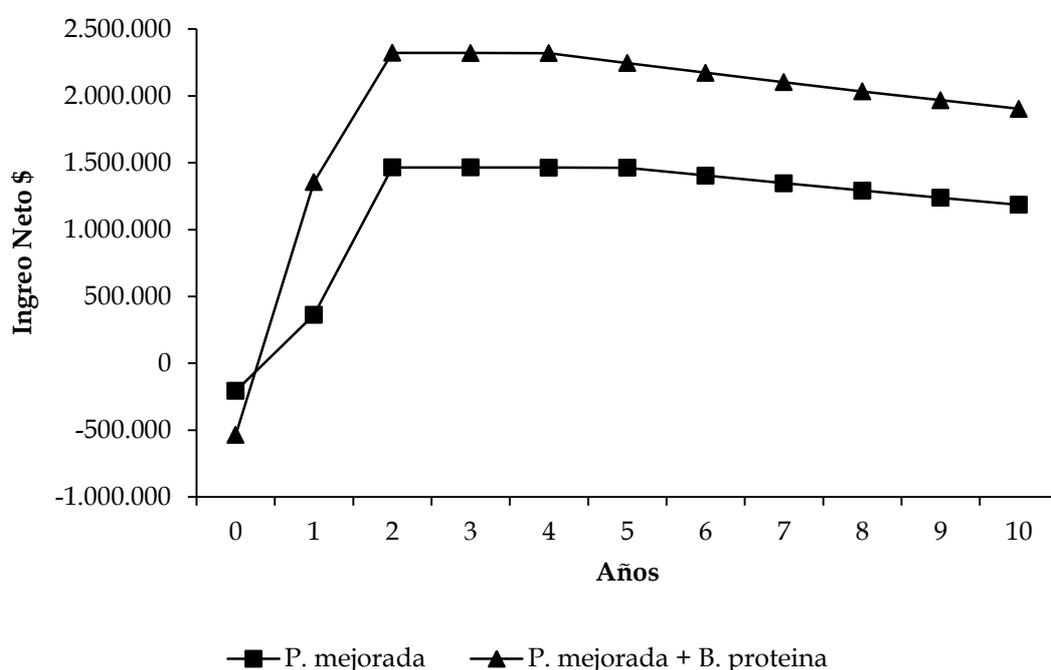
Fuente: Elaboración de las autoras.

**Tabla 5.** Costo de implementación Sistema Silvopastoril (banco de proteínas para 1 ha.)

Insumos, preparación y mantenimiento	Indicador		Frecuencia Veces / año	Total Jornales Año	Costo de Implementación
	Unidad	Cantidad			
Preparación tierra con tractor	maquinaria	1	1	1,00	300.000
				Subtotal	\$ 300.000
Sisco	paca	1	2	2,00	\$ 60.000
Triple 15	bulto	1	1	1,00	\$ 115.000
Cal dolomita	bulto	1	1	1,00	\$ 17.000
Semilla Cretilia	kilo	1	2	2,00	\$ 280.000
				Subtotal	\$ 472.000
Fosforita Huila	bulto	5	1	5,00	\$ 75.000
Cal dolomita	bulto	10	1	10,00	\$ 170.000
Bocushi	toneladas	10	1	10,00	\$ 2.250.000
				Subtotal	\$ 2.495.000
Trozada y ahoyada	Jornales / Ha	100	1	100,00	\$ 3.000.000
Siembra	Jornales / Ha	15	1	15,00	\$ 450.000
Embolsado	Jornales / Ha	34	1	34,00	\$ 1.020.000
Preparación sustrato	Jornales / Ha	12	1	12,00	\$ 360.000
				Subtotal	\$ 4.830.000
Mano de obra	Jornales /Ha	4	1	4,00	\$ 120.000
Insumos herbicida	litro	1	1	1,00	\$ 14.200
				subtotal	\$ 134.200
TOTAL					\$ 8.231.200

Fuente: Elaboración de las autoras.

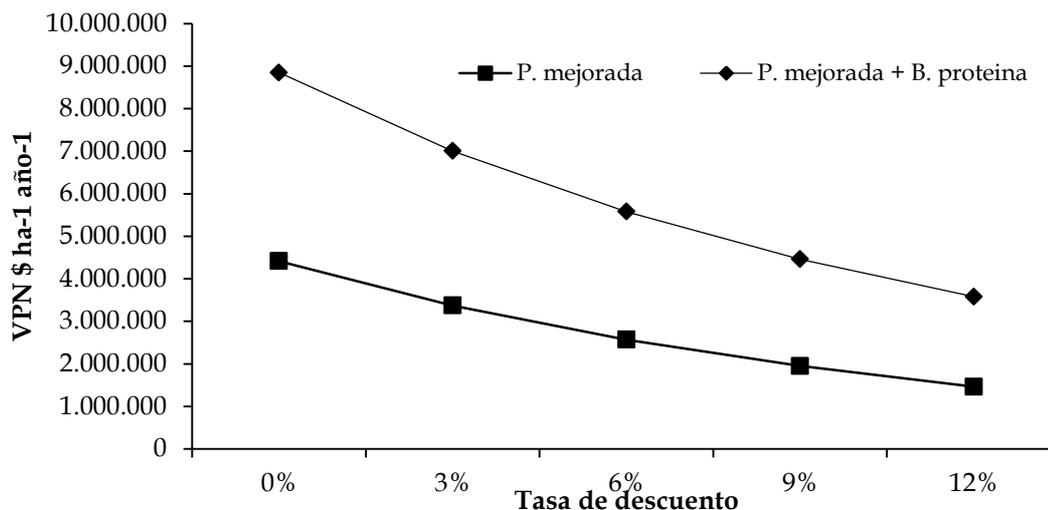
Al analizar el flujo de fondos por año, se observa que entre el tercer año se recupera la totalidad de la inversión por el aumento en los indicadores de producción animal en comparación con la pastura nativa. Con la implementación de modelos alternativos el ganadero obtiene ingresos por venta de leche y carne por hectárea con un costo inicial que hace que en el año uno los ingresos sean negativos, al cabo de 2 años de ser adoptados los sistemas pasan a \$1.465.591 a \$2.322.223 para pastura mejorada (Bachiara Toledo) y suplementación con forraje obtenido de banco de proteína para corte y acarreo, respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Ingreso neto anual en \$ ha<sup>-1</sup> obtenidos en, pasturas mejoradas asocio Banco de proteínas. Fuente: Elaboración de las autoras.

### 8.4 Evaluación Económica

Al realizar la evaluación económica de los sistemas comparados Sin proyecto (tradicional o convencional, pastoreo intensivo) Versus Con Proyecto (Sistema Silvopastoril con Banco Proteínas) se presenta mayores gastos de operación en el sistema Silvopastoril (mano de obra para mantenimiento e insumos) si lo comparamos con el tradicional, sin embargo si comparamos los ingresos éstos son mayores en el sistema SP dado que mejora la productividad. En ambos proyectos el VPN es positivo por tanto son viables. Figura 4.



**Figura 4.** Análisis de rentabilidad en cuanto a Valor Presente Neto ante diferentes tasa de descuento. Fuente: Elaboración de las autoras.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede establecer que las fincas con producción ganadera que tienen implementados sistemas silvopastoriles presentan una rentabilidad de 3,9 mientras que las fincas que desarrollan la producción ganadera de manera tradicional o convencional su rentabilidad es de 1,58; por lo tanto las finca que implementan Sistemas Silvopastoriles obtienen mayores beneficios por el capital invertido, que la finca que desarrollan su producción bajo la modalidad tradicional.(Tabla 6).

**Tabla 6.** Evaluación económica financiera de los sistemas de producción con horizonte de 10 años

Valores en miles de \$		
Concepto	Sin Proyecto	Con Proyecto
Ingresos Totales en 10 años	\$12.820	\$27.113
Egresos Totales en 10 años	\$ 4.755	\$ 6.902
Ingresos – Egresos	\$ 8.064	\$20.211
T.I.R.	19,1%	34,7%
VPN	\$ 1.772	\$ 4.143
Periodo de Recuperación	No hay inversión	3 y 4 año
Relación costo-beneficio	1,58	3,9

Fuente: Elaboración de las autoras.

## 8.5 Análisis Social

Para esta investigación el análisis social está representado por los beneficios o bienestar que los productores ganaderos y sus familias en las fincas objeto de estudio, logran o dejan de percibir por el uso de los sistemas de producción ganaderos.

De acuerdo a esta tipología de las fincas analizadas se presentan diferencias en la composición familiar, la mano de obra familiar y la energía laboral ( $p < 0,001$ ;  $\alpha = 0,95$ ). El número de personas que conforman la unidad familiar es mayor en el clúster 1, mientras que el clúster 3 presenta el menor número de personas que integran la familia. Para la mano de obra familiar, el clúster 2 y 3 son diferentes, cabe destacar que las fincas que conforman el clúster 2, a pesar de presentar un número inferior de integrantes del núcleo familiar con relación a los demás clúster, contribuyen significativamente a la producción de la finca. La energía laboral que se requiere en las fincas que componen el clúster 1 y 3, es mucho mayor que en las fincas de los clúster 2, dado que en estos clúster hay mayoría de uso de suelo en sistemas silvopastoriles lo que implica generación de mayor empleo (tabla 7).

Por otra parte las fincas que tienen implementados modelos silvopastoriles (Clúster 3 y 1) muestra que además de estabilizar el margen de rentabilidad del productor, tienen un efecto multiplicador del empleo no sólo en cantidad sino también en calidad, por la demanda de personal que se necesita para el manejo adecuado de estos sistemas.

En cuanto al nivel de educación, productores de las pequeñas fincas presentan una media general de 1.9 años de educación formal; niveles muy por debajo si los comparamos con los productores de las fincas medianas y grandes (clúster 1 y 2) éstos presentan niveles de educación muy similares en promedio 2,72 años clúster 1 y 2,43 años clúster 2; en razón a que la mayoría de los productores son hijos de herederos de las fincas y que tuvieron la oportunidad de lograr recibir educación escolar.

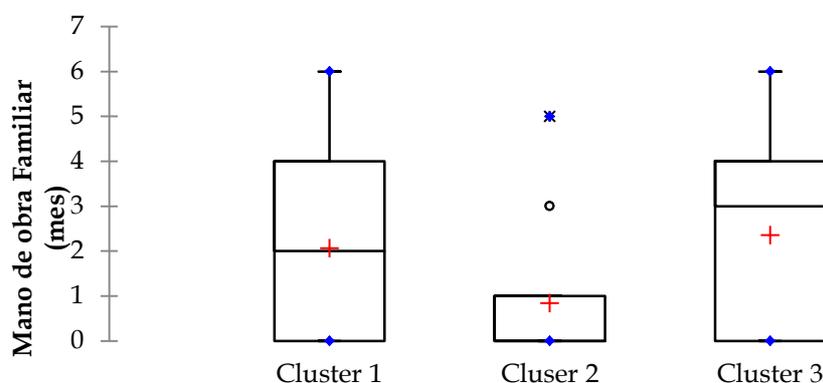
**Tabla 7.** Promedio en cada una de las variables del análisis Social para los cluster de fincas (n=80)

Variables	Unidad	Clúster 1 n=24		Clúster 2 n=24		Clúster 3 n=32		p-valué
		Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	
Composición familia	No de Personas	4,65 ± 0,17 a	4,31 ± 0,37 a	2,8 ± 0,19 b	<0,0001			
Educación	Años	2,72 ± 0,26	2,43 ± 0,24	1,91 ± 0,19	rs			
Mano de Obra Familiar	No de Personas	2,0 ± 0,16 a	1,0 ± 0,36 b	2,0 ± 0,13 b	<0,0001			
Energía Laboral	Jornales año-1	752,8 ± 63,86 a	307,3 ± 147,52 a	858,8 ± 53,19 b	<0,0001			

Fuente: Elaboración de las autoras.

### 8.6 Mano de obra Familiar (MOF) en las fincas ganaderas objeto de estudio

Al comparar el grupo familiar promedio de las fincas por clúster, podemos determinar que el número de personas promedio por familia que labora durante un mes en las fincas ganaderas es de cuatro; las fincas ubicadas en el clúster 3 han sido caracterizadas como pequeñas productoras tienen implementados sistemas silvopastoriles, es así que asumen el grupo familiar las labores propias de la producción para este caso en promedio de dos personas por finca. Entre tanto que en el clúster 2, fincas con grandes productores que aún continúan con sistemas tradicionales el número de personas del grupo familiar que labora al interior de la producción es de 1. En el clúster 1 fincas con medianos productores su promedio de personas en mano de obra es de 2 dado que en este grupo de productores tienen implementados tanto sistemas tradicionales como silvopastoriles. Figura 5.

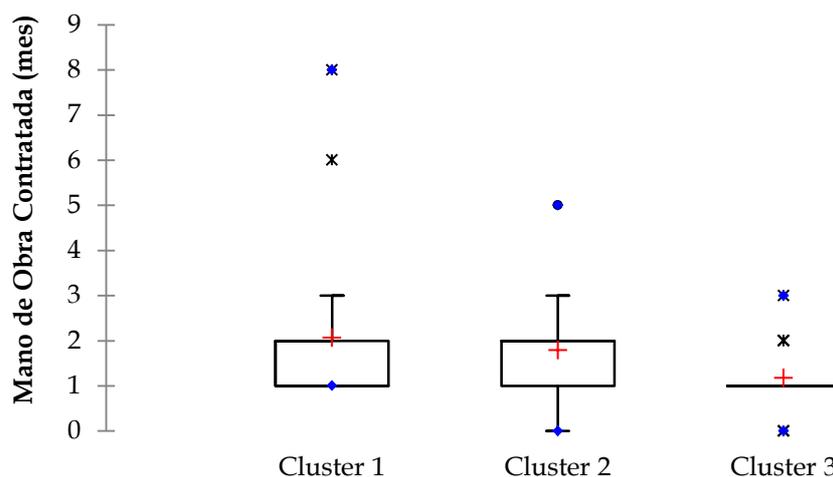


**Figura 5.** Box plots de la distribución del Número de personal del grupo familiar que labora en las fincas objeto de estudio por tipo de cluster.

Fuente: Elaboración de las autoras.

## 8.7 Mano de Obra Contratada (MOC) en las fincas ganaderas objeto de estudio

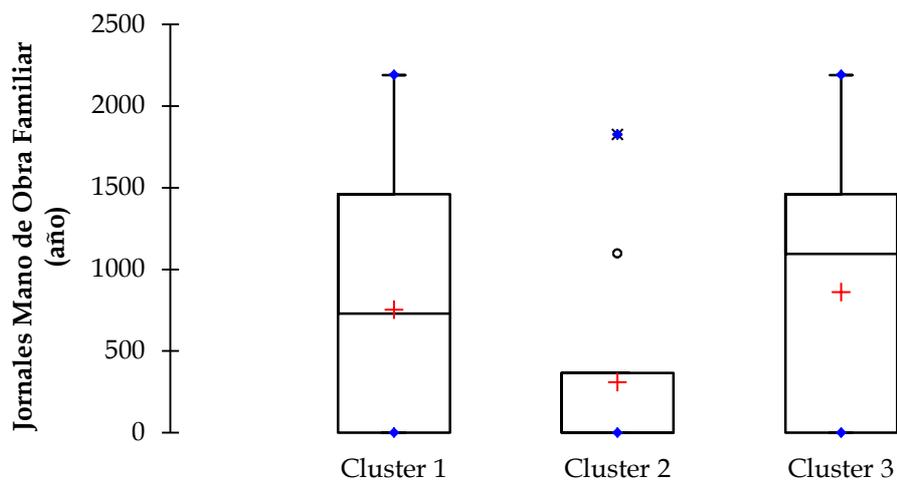
El promedio de personas contratadas para laborar en las fincas es de dos, tanto en el clúster 1 como en el clúster 2 (figura 6), caso contrario sucede con las fincas que hacen parte del clúster 3, fincas de pequeños productores, contrata en promedio 3 personas al mes dado que estas fincas tienen implementados modelos silvopastoriles. Esto indica que en las fincas donde se manejan estos Sistemas, se genera mayor oportunidad laboral o capacidad de generación de empleo, que en las fincas donde se manejan sistemas tradicionales, debido a que por su naturaleza, los sistemas silvopastoriles incurren en trabajos adicionales que no se implementan en el convencional como es el manejo de pasturas, corte, mantenimiento de bancos de energía, banco de proteínas entre otras actividades; mayores costos que se verán reflejados en los resultados del proyecto.



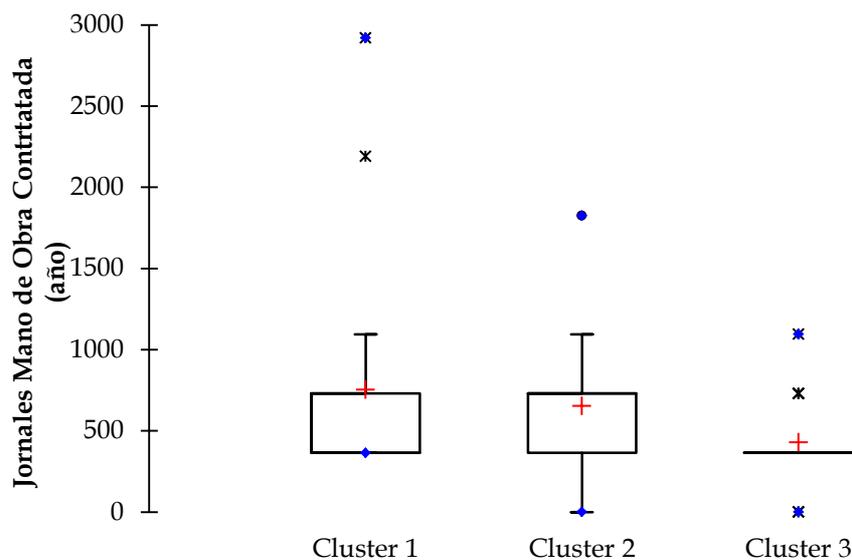
**Figura 6.** Box plots de la distribución del Número de personas contratadas (mes) para labores en la fincas objeto de estudio por tipo de clúster.

Fuente: Elaboración de las autoras.

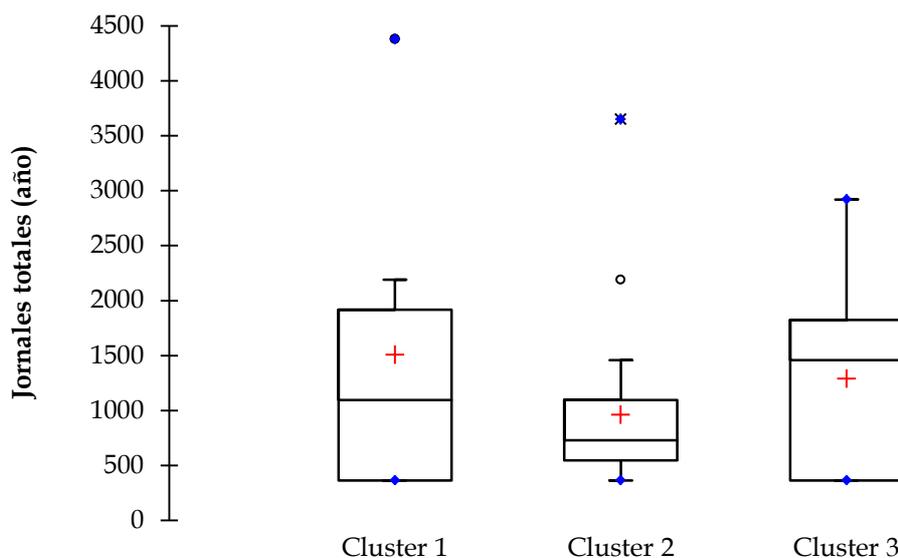
Ahora bien si hacemos la comparación del resultado (anual) del número de jornales contratados y MOF (mano de obra Familiar) se encuentra que el clúster 3 que corresponde a fincas de pequeños productores ganaderos y quienes en su mayoría tienen implementados sistemas silvopastoriles, presenta mayor número de jornales (figuras 7 y 8). Es de considerar los valores extremos en las fincas del cluster 1 conformados por grandes productores, esta condición está dada por la capacidad de contratación de mano de obra que se refleja en el tamaño de las áreas de producción. Por otro lado se presenta el total de jornales requeridos al año por clúster (figura 9).



**Figura 7.** Box plots de la distribución de los Jornales con grupo familiar que laboran al año en las fincas por cluster.  
Fuente: Elaboración de las autoras.



**Figura 8.** Box plots de la distribución de los Jornales Mano de obra contratada al año en fincas por clúster.  
Fuente: Elaboración de las autoras.



**Figura 9.** Box plots de la distribución Jornales totales al año necesarios por tipo de fincas.

Fuente: Elaboración de las autoras.

### 8.8 Valoración Económica Ambiental: Costos Evitado a través del análisis de la Emisión de Gases por la implementación de Sistema de Producción Ganadera

Para la presente investigación se consideró realizar el análisis de la emisión de gases en el sistema de producción ganadera, que para tal efecto comprende datos relacionados con CO<sub>2</sub> producido por el estiercol (N<sub>2</sub>O, Fermentación Ruminial (CH<sub>4</sub>), Su cálculo se basó con los siguientes parámetros:

**Tabla 8.** Parámetros para una vaca parida sin y con proyecto y alimentos característicos de Según Directrices IPCC (2006).

Variable	Sin Proyecto	Con Proyecto
Producción leche día (Kg/vaca/ día)	3,1	4,8
Peso en kg	400,0	400,0
Grasa de la leche (%)	3,0	4,4
Aumento del peso (Kg/cabeza(día)	0,1	0,1
Digestibilidad de dieta (%)	70,0	80,0
Duración Lactancia (meses)	0,8	0,8

Fuente: Elaboración de las autoras.

La metodología desarrollada para este cálculo es el establecido por IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Documento: Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Capítulo 10 Emisiones Resultantes de la Gestión del ganado y del estiércol:

## 8.9 Tasa de Excreción de Sólidos Volátiles (VS).

Los sólidos volátiles (VS) constituyen el material orgánico del estiércol animal y consisten en fracciones tanto biodegradables como no-biodegradables. El valor a aplicar en la Ecuación (10.23) es el del total de VS (tanto las fracciones biodegradables como las no-biodegradables) tal como las excreta cada especie animal, dado que los valores de Base basan en el total de VS que entra en los sistemas.

El contenido de VS del estiércol equivale a la fracción de la dieta consumida que no se digiere y que, por ende, se excreta como materia fecal y, que, combinada con las excreciones urinarias, constituye el estiércol. Los países deben estimar la ingesta de energía bruta (GE) (Sección 10.2, Ecuación 10.16) y su fracción de digestibilidad, DE, en el proceso de estimar las emisiones entéricas de metano.

La tasa de excreción de VS se estima a través de la siguiente ecuación

$$VS = \left[ GE * \left( 1 - \frac{DE\%}{100} \right) + (UE * GE) \right] * \left[ \frac{1 - CENIZA}{18,45} \right]$$

Donde:

VS = excreción de sólidos volátiles por día en base a materia orgánica seca, kg VS día-1

GE = Ingesta de energía bruta, MJ día -1

DE% = Digestibilidad del alimento en porcentaje

**Tabla 9. Cálculo costo ambiental de la emisión de CO<sub>2</sub>.**

Categoría Animal	Emisión GEI ton CO <sub>2</sub> equiv/población animal/ciclo productivo			Total Emisión en Ton CO <sub>2</sub>	Costo total emisión CO <sub>2</sub> (\$15.295) vr. 1 ton.
	Metano (CH <sub>4</sub> ) por fermentación entérica	Metano (CH <sub>4</sub> ) excretado	Oxido nitroso (N <sub>2</sub> O) excretado		
Vaca parida sin Proyecto	1,37	1,33	0,83	3,52	\$53.838
Vaca parida con Proyecto	1,25	0,81	0,76	2,82	\$43.132

Fuente: Elaboración de las autoras.

Para determinar el costo de 1 ton de CO<sub>2</sub> se tomó como referencia el valor del registro históricos de carbono( en la página web [www.sendeco2.com](http://www.sendeco2.com) (Sistema

Electrónico de negociación de derechos de emisión de Dióxido de Carbono; [www.sendeco2.com](http://www.sendeco2.com), consultada 1 de julio 2014). Valor resultante de la consulta en dicho registro con Fecha 01 de julio de 2014 cuyo valor ascendía a 5,97 €; al realizarse la conversión en pesos colombianos nos arroja el siguiente resultado: \$15.295 Costo de 1 ton CO<sub>2</sub>. (tabla 9)

El anterior resultado representa el costo evitado de la contaminación de CO<sub>2</sub>, emisión producto de la digestibilidad del alimento así como la de calidad de dietas que modifican significativamente los factores de emisión. En la tabla se puede demostrar que la emisión de CO<sub>2</sub> con proyecto en la producción ganadera su costo es menor si se compara con el resultado arrojado con vaca parida sin proyecto; por tanto la emisión total de toneladas de CO<sub>2</sub> es de 3,52 frente a 2,82 ton con proyecto. Es claro que la producción de metano está directamente asociada al sistema ganadero predominante y a la calidad del sistema de tecnología en producción ganadera, que para esta investigación se tomó como base el CH<sub>4</sub> por fermentación entérica, CH<sub>4</sub> excretado y Oxido nitroso (N<sub>2</sub>O excretado) con vaca parida en modelo sin proyecto y vaca parida con proyecto (Sistema Silvopastoril con Banco de Proteína). La valoración es estimativa con base a la documentación descrita por el IPCC.

Por otra parte este resultado se sustenta dado que en el sistema tradicional el nivel de emisión de CO<sub>2</sub> es mayor por la mala calidad nutricional del animal, entre tanto en el sistema silvopastoril por el uso de árboles, arbustos y diferentes especies de la región que contienen alto valor nutricional, lo que favorece en disminución de emisión de GEI.

## 9 DISCUSIÓN

Al comparar los costos de implementación entre las diferentes tecnologías de los Sistemas Silvopastoriles, proyectada para 1 ha. Los gastos de operación se incrementan con respecto al tradicional, gastos que están representados en aumento de la mano de obra para mantenimiento del sistema y la adquisición de insumos y semillas, en este sentido Gobbi & Casasola (2003) en el estudio realizado del comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica plantean que la adopción de las tecnologías silvopastoriles para la finca ganadera típica conlleva que los gastos de operación se incrementen progresivamente hasta estabilizarse a partir del cuarto año.

En el análisis económico se observa que los mayores ingresos Con proyecto provienen de la venta de leche y bovinos, estos ingresos presentan un leve aumento en los dos primeros años, va desde \$1.357.166 año 1, \$2.322.223 año 2, \$2.321.268, 3 año; caso contrario sucede en el estudio realizado por Gobbi & Casasola (2003) , los ingresos que también provienen de venta de leche además de venta de terneros y animales de descarte sus ingresos aumentan de manera progresiva desde U\$2.052 año hasta U\$3.055/año. Por lo tanto los ingresos de los productores ganaderos se mejorarían mucho mas si optan por invertir en Sistemas Silvopastoriles y Agroforestales.

En producción de leche, Mahecha et al., (2001), en estudio realizado en un sistema Silvopastoril de *Cynodosplectostachyus*, *LeucaenaLeucocephala* y *Prosopisjuliflora*, reportan una producción promedio durante un año en vacas lucerna de 11 litros/vaca/día, para nuestra investigación la producción de leche en el sistema Silvopastoril con tecnología banco de proteínas es de 5,7 litros/vaca / día. Comparando los modelos Sin y Con, la producción de leche/ha para del modelo Sin (Convencional o tradicional) es de 1.022 litros de leche/ha/año y en el modelo Con Proyecto (SSP Banco de proteínas) es de 2.058 litros de leche/ha/año, por tanto los ingresos por venta de leche son mayores en las fincas que tienen implementados este modelo.

En los resultados arrojados con la aplicación de las herramientas para analizar la viabilidad financiera y económica de los modelos sin y con proyecto, se encontró que la TIR supera el costo de oportunidad de capital que en este caso fue del 10%, la TIR resultante sin Proyecto fue de 19,1% y 34,7 con proyecto. Por otro lado el VPN en ambos sistemas su resultado fue positivo por tanto se considera que los dos modelos son viables económicamente, de acuerdo con (Quaresmaet).al. 2008) la TIR calculada supera igualmente el costo de oportunidad de capital en los sistemas analizados Monocultivo Forestal (MF) y Sistema Silvopastoril (SSP) en análisis económico desarrollado del Sistema

Silvopastoril con Paricá (especie arbórea de esa región cuya madera es utilizada para la industria de laminados) (*Schizolobiumamazonicum* Huber) en el noroeste de Pará, Brasil.

Según Quaresma *et. al.* (2008) los costos de mano de obra son mayores en los Sistemas Silvopastoriles (758,44 U\$/ha) que en el Sistema Monocultivo Forestal (682,41 U\$/ha) como sucede con el análisis económico realizado en los modelos sin y Con proyecto, cuyos resultados fueron en el Sistema Tradicional (\$150.000 por ha) y en el modelo Silvopastoril con Banco de Proteínas (en implementación del sistema \$4.830.000 y en mantenimiento \$134.200), por lo tanto puede decirse que los SSP generan mayor oportunidad de trabajo que el sistema tradicional o convencional.

En cuanto a la valoración económica ambiental por la implementación de nuevas tecnologías silvopastoriles en la producción ganadera, se comprueba que con estas nuevas tecnologías el impacto es menor si se compara con el producido por el sistema tradicional intensivo, en este caso en lo referente a la emisión de CO<sub>2</sub> producto del estiércol a partir de los niveles de digestibilidad de los animales tanto en sistema Sin y Con proyecto.

En resumen si comparamos el análisis económico con el social y el ambiental podemos establecer que el sistema Silvopastoril implementado en las pequeñas y medianas fincas en cierta medida resulta de mayor inversión que los sistemas ganaderos tradicionales, a partir de los análisis realizados se encontró que los sistemas ganaderos convencionales pueden obtener mayores ingresos a partir de la implementación de estas tecnologías. El sistema que presenta mayores beneficios financieros es el de banco de proteínas con pasturas mejoradas, por cuanto se sustituye en un alto porcentaje el uso de insumos externos como alimentos concentrados por el producido al interior de la finca.

Los sistemas silvopastoriles a su vez presentan mayor rentabilidad, mayor generación de empleo y mejor calidad de vida. Así mismo estas tecnologías impactan menos el ambiente dado que los modelos propuestos se constituyen en una herramienta que puede ayudar al productor a mejorar la utilización y conservación de los recursos naturales. Con los diferentes métodos de valoración económica ambiental se logra calcular los costos en que debe el productor incurrir para evitar los impactos de tal manera que los modelos de producción ganadera sean amigables con el medio ambiente.

## 10 CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis realizados se encontró que los sistemas ganaderos tradicionales desarrollados en las fincas objeto de estudio presentan menores costos en la producción ganadera si se compara con los sistemas silvopastoriles adoptados con diferentes tecnologías.

Los productores al realizar la conversión del sistema tradicional a sistemas con tecnologías silvopastoriles con Banco de proteínas por ejemplo obtienen mayores ingresos por venta de leche y carne dado que se presenta mayor productividad en los animales.

Es claro que al realizar el análisis financiero de los modelos implementados en las fincas productoras ganaderas, el sistema Silvopastoril con banco de proteínas presenta mayor beneficio en rentabilidad por cuanto esta tecnología permite que no tenga que incurrir en la adquisición de insumos externos de alimentos concentrados dado que éste se produce en la finca y a menor costo.

Los altos costos en mano de obra se evidencia en la implementación del sistema Silvopastoril con Banco de Proteínas pero que se ve recompensado con los niveles de ingresos por el aumento de la producción de leche y venta de carne.

La metodología de valoración económica ambiental de costos evitados permitió considerar parámetros relacionadas con la producción ganadera con vaca parida sin y con proyecto para el análisis de la emisión de gases, que para tal efecto comprende datos relacionados con CO<sub>2</sub> producido por el estiércol (N<sub>2</sub>O, Fermentación Ruminial (CH<sub>4</sub>); en este sentido se establece que la implementación de nuevas tecnologías silvopastoriles en la producción ganadera, el impacto ambiental es menor si se compara con el producido por el sistema tradicional intensivo, en lo referente a la emisión de CO<sub>2</sub> producto del estiércol a partir de los niveles de digestibilidad de los animales en sistema Sin y Con proyecto.

El costo evitado ambiental en que el productor debe incurrir en la implementación de tecnologías solvopastoriles para disminuir el impacto ambiental en la emisión de CO<sub>2</sub> producido por el estiércol, está dado gracias a la mejora del patrón de fermentación ruminal al contar dentro de su proceso de alimentación forrajes de mejor calidad nutricional.

## **11 RECOMENDACIONES**

Es importante para el Comité de Ganaderos del Departamento del Caquetá recomendar lo siguiente:

Continuar incentivando al gremio gadero de la región para concientizarlo en la importancia de la implementación de estas tecnologías en los sistemas de producción, conscientes de que la ganadería es una causante importante en el cambio climático, tiene un gran potencial para disminuir esa tendencia a través de las diferentes medidas de mitigación que incrementen la captura de carbono y reduzcan la emisión de gases, a través del establecimiento de Sistemas Silvopastoriles y buenas prácticas de manejo en donde el sector ganadero se puede transformar y ser más rentable reduciendo el impacto por el cambio climático.

Es importante igualmente que a través del Comité de Ganaderos en asociación con la Universidad de la Amazonia se incentive al ganadero en la implementación de los servicios ecosistémicos, por cuanto los sistemas silvopastoriles contribuyen a que la actividad ganadera reduzca las emisiones del GEI mediante la captura de carbono en los árboles que se introducen al sistema.

## 12 BIBLIOGRAFIA

- ARIAS,R. (1987). Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina, predominantes en la región del Altiplano Occidental de Guatemala. Tesis para optar por el grado de *Master Scientiae*. UCR/CATIE. Costa Rica.
- ASOECA, plan de desarrollo 2008-2011.
- ASTIER-C, M., Maass Moreno, M., Etchevers-Barra, J., 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, 36, 225-241.
- BENAVIDES, J.E. (1994). Utilización del poró (*Erythrina* spp.) En sistemas agroforestales con rumiantes menores. *In*: S.B. Westley y M. H. Powell (eds.). *Erythrinain the New and Old Worlds*. NFTA, Paia, Hawaii, U.S.A. p. 237-249.
- BROWN, M. (1979). *Farm budgets: from farm income analysis to agricultural project analysis*. Baltimore, US, The World Bank. 142 p.
- CIPAV- proyecto de ganadería sostenible. Cali.
- Consulta electrónica:  
Consulta en pág. Web [http://www.gea.com.uy/ganaderia\\_2.php](http://www.gea.com.uy/ganaderia_2.php) GEA-Consultores Ambientales en junio de 2014.
- Consulta página web [www.sendeco2.com](http://www.sendeco2.com) (Sistema Electrónico de negociación de derechos de emisión de Dióxido de Carbono), consulta el 2 de junio de 2014.
- DARDO, L, (2010). *Gestión Agroganadera*, Universidad Nacional de Noroeste, Argentina.
- ETTER, A McAlpine, C, Wilson, K, Phinn, S, Possingham,p (2006) Regional Patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia, pg. 369-386, en *Agriculture, Ecosystems & Environment*.
- FIELD, B.C. *Economía Ambiental* (1995) Ed. McGraw- Hill, Colombia.
- FISHER, M. y CRUZ, P. 1994. Someecophysiologicalaspect of *Arachis pintoi*. *In*: KERRIDGE, P. C. e HARDY, B. (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. Cali, CIAT, p. 54-70.

- FLORES, O. (1994). Caracterización y evaluación de follajes arbóreos para la alimentación de rumiantes en el departamento de Chiquimula, Guatemala. In J. Benavides (ed), *Arboles y Arbustivos Forrajeros en América Central*, pp 117 – 133.
- GERBER, P. y Menzi, H., (2005). Nitrogen losses from intensive live stock farming systems in South East Asia: a review of current trends and mitigation options. En *Greenhouse gases and animal agriculture: an update. Proceedings of the 2nd International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture*, 20-24 de September de 2005, Zurich, Suiza.
- GITTINGER, P. (1982). *Economic analysis of agricultural projects*. Baltimore, US. The World Bank. 505 p.
- GOBBI, José. Casasola F. (2003). Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica.
- Gobernación del Caquetá, (2011). *Plan de Desarrollo*.
- GONZÁLEZ, J. M, (2013) Costos y beneficios de un Sistema Silvopastoril Intensivo (sspi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México) *Revista: Avances en Investigación Agropecuaria*. México.
- GRANADOS, Ch. L.A (2005) *Viabilidad Financiera de Sistemas Agrosilvopastoriles Multiestrata y Agroforestales, en fincas ganaderas convencionales del Departamento de Santander, Colombia*.
- HERNÁNDEZ-Camacho J. y Sánchez H. (1992). *Biomasa terrestres de Colombia*. pp 153-173. En: Halffter G. (comp.). 1992. *La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana Vol. Especial. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED*.
- HONGMIN, D, MANGINO, J, MCALLISTER, T.A. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Emisiones resultantes de la Gestión del Ganado y del Estiércol Volumen 4: Capítulo 10, Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*.
- KARL, M, Müller Samann, Restrepo, J, (1997) *Conservación de suelos y aguas en la zona andina hacia el desarrollo de un concepto integral*, CIAT.

- LASCANO, C.E. y Pezo, D.A. (1994). Agroforestry Systems in the humid forest margins of Tropical America from a livestock perspective. In: Copeland, J.W., Djajanegara, A. and Sabrani, M. (eds.). Agroforestry and Animal Husbandry for Human Welfare. Proceedings, International Symposium, Bali, Indonesia. July 11-16, .ACIAR Proc. No. 55. pp. 17-24.
- MAHECHA, Liliana (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Universidad de Antioquia. Medellín.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT (2010). Informe de Gestión. Bogotá, abril 2010.
- MIRANDA, J.J, (2005) Gestión de Proyectos: evaluación financiera económica social ambiental. 5ª. Ed- MM editores . ISBN 958-96227-2-0. Bogotá.
- MUHAMMAD Ibrahim, CAMERO, Alberto, CAMARGO, Alberto. Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE, Costa Rica.
- MURGUEITIO R, Enrique, Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia, Fundación CIPAV Cali.
- OSORIO, J.D. Correa R.F, (2004) Valoración económica de costos ambientales: Marco Conceptual y Métodos de Estimación, Universidad de Medellín, En Semestre Económico, Medellín No.13. 186 y 187 p.
- OTALORA, A.; Sequeira, A. (1997) Cercas Vivas. Managua, Nicaragua. INTA. Guía Tecnológica No.12. 15p.
- PARODI, P, Carrizo, G, (2009), Los costos ambientales en la actividad agrícola en Documentos de trabajo de contabilidad patrimonial y ambiental, issn 1851-9385.
- PEREZ, J. R. (2002). Notas de clases del I Curso de Formulación y Evaluación de Proyectos. FACES-CIDIAT-SEPEC. Universidad de los Andes. Venezuela.
- PEZO, D. y M. Ibrahim. (1996). Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos In: FIRA. 1er Foro Internacional sobre "Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales". Veracruz, México.
- PEZO, D. y M. Ibrahim. (1998). Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 258 p.

Plan de desarrollo municipal Florencia 2001- 2003.

QUARESMA, R, Cordeiro, A, Bastos da Veiga, J, Carvalho F, G. (2008) Análisis económico de sistemas silvopastoriles con Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber) en el noroeste de Pará, Brasil. Universidad Federal Rural de la Amazonia. Brasil.

REED, D. (1996). Ajuste estructural, ambiente y desarrollo sostenible. Editorial Cendes. Caracas. 41-235 pp.

REID, R., Thornton, P.K., Mccrabb, G., Kruska, R., Atieno, F., Jones, P., 2004. Is it possible to mitigate green house gas emissions in pastoral ecosystems of the tropics? *Environment, Development and Sustainability*, 6: 91-109.

SKERMAN, P. J. 1977. Tropical foragelegumes. Roma, FAO. 609 p  
FISHER, M. y CRUZ, P. 1994. Some ecological physiological aspect of *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P. C. e HARDY, B. (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. Cali, CIAT, p. 54-70.

SUAREZ, J.C, Alvarez, C, F, Orjuela, Ch, J.A, Ocaña, M, H,(2013a), Experiencias de usos de sistemas silvopastoriles como estrategias en la adaptación y mitigación al cambio climático, en árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Piedemonte Amazónico/ Alvarez C, Faver, (Editor), Florencia Caquetá Colombia: Universidad de la Amazonia.

SUAREZ, J.C, Alvarez, C, F, Orjuela, Ch, J.A, Ocaña, M, H,(2013b), Experiencias de usos de sistemas silvopastoriles como estrategias en la adaptación y mitigación al cambio climático, en árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Piedemonte Amazónico/ Alvarez C, Faver, (Editor), Florencia Caquetá Colombia: Universidad de la Amazonia.

STEINFELD, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C., 2009. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. (*Livestock, s Long Shadow* 2006). Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

TORO, J y Arias. R (1997) (Memorias Taller Internacional y regional: Conservación de Suelos y Aguas en la zona Andina) Costo del Deterioro Ambiental del suelo por pastoreo de ganado en zonas de ladera: Aproximación a una metodología del Cálculo. CIAT. Cali.

TORRICIO, J.C, Cardona, J.O. (2011) Ganadería ecológica, guía para las buenas prácticas ganaderas experiencia en el Sumapaz-Colombia.

VALERIO, S. (1990). Efecto del secado y métodos de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de estos con la digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Tesis *Mag. Sc.*, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 94 p.

VELASQUEZ, V, A, (2012). Estructura de la comunidad de aves en sistemas de producción del piedemonte. Universidad Nacional.