

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL
IMPLEMENTADO EN LA FINCA RANCHO ALEGRE DEL MUNICIPIO DE SAN
DIEGO (DEPARTAMENTO DEL CESAR) CON UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN
CONVENCIONAL, PARA EVALUAR LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE EN
VACAS DE LA RAZA CEBÚ.**

Por

KEVIN LEONARDO OÑATE HERNANDEZ

Director

ANDRES LUCIANO QUINTERO TOVAR

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y ADISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
VALLEDUPAR**

2016

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Ciudad _____, Fecha: Día _____, Mes _____, Año _____

Dedicatoria

Este trabajo es dedicado a mis padres e hijo, los cuales han sido mi motivación y han estado a mi lado en este largo camino, sirviendo de apoyo para cumplir mis metas.

Agradecimientos

A Dios, a mis padres, hermano y demás familiares quienes me apoyaron e hicieron posible que se cumpliera este hermoso sueño culminando otra etapa en mi vida y el comienzo de otro reto igual de importante, a todos ellos gracias por llenarnos la vida de alegría en los momentos difíciles.

Al profesor Andrés Luciano Quintero Tovar quien me acompañó durante el desarrollo de la tesis, gracias por su apoyo.

Gracias por inculcar en nuestras vidas valores como la responsabilidad perseverancia empeño dedicación y siempre estar dispuesto a alcanzar todo lo que nos propongamos realizar.

Índice

Págs.

Portada.....	I
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice.....	V
Resumen.....	VI
Summary.....	VIII
Índice de cuadros.....	IX
Índice de figuras.....	X
Índice de anexos.....	XI

1. Introducción.....	
2. planteamiento del problema.....	
3. Objetivos.....	
3.1.Objetivo general.....	
3.2.Objetivos específicos.....	
4. Justificación.....	
5. Marco conceptual y teórico.....	
5.1.Generalidades de la producción bovina en Colombia.....	
5.2.Ganadería convencional.....	
5.2.1. Degradación de pasturas.....	
5.2.2. Pastoreo y sus Efectos sobre el ambiente.....	
5.3.Sistemas silvopastoriles, una alternativa para la ganadería.....	
5.4.Interacción ecológica en el sistema silvopastoril.....	
5.4.1. Interacciones benéficas.....	
5.4.1.1.Interacción árbol – animal.....	
5.4.1.2.Interacción árbol – suelo.....	
5.4.1.2.1. Efecto sombra.....	
5.4.1.3.Interacción Forestal – pastura.....	
5.4.1.4.Interacción animal – pastura.....	
5.4.1.5.Interacción pastura – suelo.....	
5.5.Sistemas silvopastoriles.....	
5.5.1. Bancos forrajeros.....	
5.5.2. Cercas vivas.....	
5.5.3. Bloques nutricionales.....	
5.5.4. Pastoreo en plantación.....	
5.5.4.1.Pastoreo en plantaciones forestales.....	
5.5.4.2.Cómo manejar el sistema bajo pastoreo/ ramoneo.....	
5.5.5. Árboles dispersos en potreros.....	9
5.6.Conceptos y factores relacionados con la investigación.....	
5.6.1. Pasturas.....	
5.6.2. Pasto de corte.....	
5.6.3. manejo de potreros.....	
5.6.4. Periodos de ocupación.....	
5.6.5. Carga animal.....	
5.6.6. Ganancia de peso.....	

5.6.7.	Calidad de forraje.....	
5.6.8.	Disponibilidad de forraje.....	
6.	Metodología.....	
6.1.	Descripción del área de estudio.....	
6.2.	Procesamiento de datos.....	
6.3.	Tipo y diseño de investigación.....	
6.4.	Población.....	
6.5.	Diseño metodológico.....	
6.5.1.	Materiales y métodos.....	
6.6.	Variables estudiadas.....	
6.6.1.	Diseño de muestreo en campo.....	
6.7.	Instrumentos de recolección de la información.....	
6.8.	Caracterización del sistema Silvopastoril y la ganadería convencional.....	
6.9.	Evaluación de los rendimientos productivos de leche del sistema silvopastoril y ganadería convencional.....	
6.10.	Evaluación del rendimiento productivo en ganancias de carne del sistema silvopastoril y ganadería convencional.....	
6.11.	Comparación de los resultados obtenidos en carne y leche de los sistemas evaluados en este estudio.....	
7.	Resultados y Discusión.....	
7.1.	Caracterización de la Finca Rancho Alegre.....	
7.1.1.	Manejo de los animales.....	
7.2.	Evaluación de los rendimientos productivos de leche del sistema silvopastoril y ganadería convencional.....	
7.3.	Evaluación del rendimiento productivo en ganancias de carne del sistema silvopastoril y ganadería convencional.....	
7.4.	Comparación de los resultados obtenidos en carne y leche de los sistemas evaluados en este estudio.....	
8.	Conclusiones.....	
9.	Referencias bibliográficas.....	
10.	Anexos.....	

Resumen

La ganadería es considerada una de las principales causas de problemas ambientales y se caracteriza por presentar bajos rendimientos productivos en carne y leche. Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una herramienta eficiente al ganadero ya que mejora la producción por animal y aumenta los rendimientos por hectárea, generando beneficios al ambiente. El objetivo de esta investigación fue comparar un SSP implementado en la finca Rancho Alegre del municipio de San Diego, con un sistema de producción convencional, para evaluar la producción de carne y leche en vacas raza cebú. Se caracterizaron los sistemas, se evaluaron los rendimientos productivos, se realizó la comparación de resultados. La ganadería sostenible es un sistema de producción fundamentado en el equilibrio entre la conservación de los recursos naturales y la productividad (Bautista, 2008). La evaluación en campo se desarrolló en 3 meses, se utilizaron 6 vacas raza cebú de 350 kg, 4 en SSP (*Cynodon nlemfluensis*, *Panicum maximun*, *leucocephala*) y 2 en ganadería convencional (*Cynodon plectostachyus*). La producción vaca/día en SSP fue de 9 L leche, ganancias peso 0.5 Kg vaca/día, comparado con 3.5 L y 0.25 Kg ganadería convencional. Se concluyó que tanto las ganancias de peso como la producción de leche fueron mayores en el SSP en comparación al sistema convencional.

Summary

Summary Cattle raising is considered one of the main causes of environmental problems. silvopastoral systems are a tool the livestock efficient and improving animal production and increase yields per hectare, generating benefits to the environment. The objective of this research is to compare an SSP implemented on the farm Rancho Alegre the municipality of San Diego with a conventional production system, to evaluate the production of meat and milk Zebu cow. systems were characterized, the yield of milk and meat gains were evaluated and the results were compared. Sustainable farming is a production system based on the balance between conservation of natural resources and productivity (Bautista, 2008). Conservation of Natural Resources and productivity (Bautista, 2008). The evaluation in Campo Hard 3 months Zebu cows 350 kg, 4 bath SSP and 2 were used in conventional system; The cow / day production SSP was 10 L of milk, Gains Weight 0.5 kg, compared with conventional 4 L and 0.25 Kg. How much weight gain as the production of milk Were Mayor SSP That concludes conventional livestock.

Índice de tablas

Tabla 1. Influencia de los árboles dispersos en potrero sobre la producción animal.....

Tabla 2. Esquema rotacional en la finca.....

Tabla 3. Litros x Ha día, año. SSP, ganadería convencional.....

Tabla 4. Ganancia de peso gr.....

Tabla 5. Ganancia de peso en kg.....

Tabla6. Ganancias de peso kg/ha.....

Tabla 7. Evaluación del rendimiento productivo del SSP y ganadería convencional.....

Índice de graficas

Grafica 1. Rendimientos leche vaca/día.....

Grafica 2. Rendimientos leche hectárea/día.....

Grafica 3. Rendimientos leche hectárea/ año.....

Grafica 4. Ganancias de peso gr/día.....

Grafica 5. Ganancias de peso Kg vaca/día.....

Grafica 6. Ganancias de peso Kg Ha/año.

Índice de anexos

9.1. Registro fotográfico

Foto 1. Entrada finca

Foto 2. Áreas de sistema silvopastoril

Foto 3. Estado de las plantas de leucaena

Foto 4. Condiciones del suelo del sistema silvopastoril

Foto 5. Área de pasturas

9.2. Tabla de registro en campo

9.3. Análisis estadístico

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería en Latino América, específicamente en Colombia, es una de las actividades más importantes del sector agropecuario desde el punto de vista social y económico. En los últimos años se han registrado incrementos en los cambios de uso de suelo, en el número de hectáreas dedicadas a pasturas y el inventario bovino. Esta expansión está asociada con la pérdida y la fragmentación de los bosques, creación de paisajes en mosaicos de monocultivos de gramíneas y cultivos agrícolas (Kaimowitz, 2001). Uno de los problemas de la ganadería convencional, es el deterioro de las pasturas, que se traduce a poca calidad y oferta forrajera que amenaza la sostenibilidad del sistema (Ibrahim, Szott et al., 2000), evidenciándose en la disminución de la productividad.

En la región del Valle del río Cesar, la alimentación del ganado es fundamentada en un 60% por pasturas degradadas, que son manejadas mediante prácticas inapropiadas que llevan a la reducción de la fertilidad del suelo, promueven el rebrote de pastos de baja calidad y disminuyen los rendimientos productivos del animal. La ganadería en el Cesar es de tipo extensivo, la producción se basa en sistemas convencionales de pastoreo de gramíneas que escasean durante algunas épocas, ocasionando bajos consumos de materia seca y una disminución productiva. Para contrarrestar la situación, los ganaderos requieren del uso de concentrados que incrementan los costos de producción. Por tal motivo se considera necesario integrar componentes al sistema ganadero para aumentar la oferta forrajera y mejorar los rendimientos de carne y leche.

En los últimos años se han desarrollado investigaciones relacionadas con los sistemas silvopastoriles a través del asocio de especies mejoradas, como una herramienta alternativa ante la disminución de los rendimientos productivos por animal y la baja rentabilidad de los sistemas ganaderos. Los sistemas silvopastoriles, se caracterizan por mejorar la productividad, al aumentar la producción y calidad forrajera destinada a la alimentación animal (Murgueitio e Ibrahim, 2008).

Entre los sistemas silvopastoriles relevantes se encuentra la asociación de *Leucaena leucocephala* con especies forrajeras mejoradas como gramíneas, ya que las leguminosa poseen adaptabilidad a distintas condiciones climáticas, buena digestibilidad y altos rendimientos productivos, además de aportar altos valores nutritivos a pesar del pastoreo y la sequía, (Faría, 1996).

Esta investigación encierra los problemas más habituales que se presentan en la ganadería, como son los bajos rendimientos en carne - leche, y la deficiencia en la disponibilidad y calidad de forraje para la alimentación animal. Por tal motivo la presente investigación evaluó comparativamente la producción de carne y leche en vacas de la raza cebú manejadas en un sistemas silvopastoril de pasto estrella (*Cynodom nlemfluensis*), pasto guinea (*Panicum maximum cv. Tanzania*), leguminosas (*leucocephala*) implementado en la finca Rancho Alegre del municipio de San Diego - Cesar, donde se pretende encontrar diferencias productivas frente a un sistema de producción convencional de pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ganadería es una actividad que se caracteriza por ocupar gran parte del sector agropecuario, utiliza 38,3 millones de hectáreas, un hato de 24 millones de cabezas de ganado, distribuidos en un 58,7% a producción de carne, un 35% a doble propósito y 6,4% a la lechería (DANE-FEDEGAN, 2011).

Según la encuesta del DANE, 2014; El Cesar fue el departamento de mayor número de cabezas bajo el sistema de producción doble propósito con 1.202.428, seguido por los departamentos de Magdalena, Córdoba y Santander. La ganadería en el Cesar no se ha caracterizado por ser la más productiva, en el 2004 se encontraron rendimientos de entre 2 y 3 litros/vaca/día según el Banco de la Republica 2013. La cantidad de leche que podría producirse en el departamento del Cesar bajo condiciones naturales o tecnológicas esta de 6 a 14 litros vaca/día en lechería especializada, de 3 a 5 litros vaca/día en ganadería convencional y de 1.8 a 4 vaca/día doble propósito (Gobernación del Cesar, 2010). En los últimos años el área de pastura ha aumentado al igual que el inventario de ganado bovino, generando la pérdida y destrucción de los bosques por la creación de paisajes fragmentados. La disminución en la oferta de forraje se evidencia por la degradación de las pasturas, convirtiéndose en la principal amenaza para la sostenibilidad del sistema. La capacidad de carga disminuye a raíz del deterioro de más del 40% de los lugares de pastoreo debido a prácticas indebidas de manejo (Szott et al., 2000). El uso de árboles leguminosos, mejora e incrementar la cantidad y calidad del forraje en la pastura asociada, como resultado del manejo de variables como densidad arbórea, cobertura de copa, especies utilizadas y las condiciones del pasto en la zona analizada. (Mahecha, 2003). La ganadería convencional se ha caracterizado por presentar disminución en los rendimientos productivos, como consecuencia del deterioro ambiental, mal uso de los recursos naturales y expansión de la actividad agropecuaria. La forma indebida como se ha manejado la ganadería, ha llevado al declive de esta actividad; muchos

problemas han sido a raíz de la presión que se ejerce sobre la tierra al convertir zonas de bosque natural en grandes extensiones dedicada a la actividad agropecuaria; Esto genera deterioro, pérdida de la fertilidad del suelo, menor calidad y oferta forrajera para sostener nutricionalmente a los animales, llevando a la disminución de la productividad, sostenibilidad y rentabilidad del sistema ganadero. Se han desarrollado estudios que evidencian la ganadería convencional como una de las principales causas de degradación ambiental, además de ser relacionada con bajos rendimientos productivos. En este sentido se justifica la necesidad evidente de un cambio en el diseño de los modelos ganaderos actuales, a través de la implementación de sistemas silvopastoriles, con la finalidad de cambiar la realidad agobiante de los sistemas ganaderos convencionales.

En los últimos años, se ha venido desarrollando investigaciones acerca de estrategias que puedan adoptarse en el mejoramiento de los sistemas de producción, con el fin de aumentar los rendimientos productivos y así desarrollar una ganadería competitiva y económicamente rentable.

Hasta el momento los estudios realizados acerca de modelos ganaderos sostenibles basados en SSP en el departamento del cesar, fueron desarrollados por FEDEGÁN, CIPAV, MAVDT, a través de un proyecto piloto en los municipios de Codazzi y Sandiego; sin embargo en el departamento no se ha realizado un estudio que compare los rendimientos productivos de un sistemas silvopastoril en contraste con los sistema de producción convencional.

La carencia de información comparativa acerca del rendimiento productivo en los sistemas evaluados, genera desconfianza en el ganadero para decidirse por un sistema de producción basado en SSP siendo una de las razones para resistirse a replantear las prácticas ganaderas.

3. Objetivos

3.1.Objetivo general

Comparar el sistema silvopastoril implementado en la finca Rancho Alegre en el municipio de San Diego (Departamento del Cesar), con un sistema de producción convencional, evaluando la producción de carne y leche en vacas de la raza cebú.

3.2.Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar el sistema Silvopastoril y la ganadería convencional en una finca ganadera del municipio de San Diego, departamento del Cesar.
- ✓ Evaluar los rendimientos productivos de ganancias de carne del sistema silvopastoril *versus* ganadería convencional.
- ✓ Evaluar los rendimientos productivos de ganancia de leche del sistema silvopastoril con ganadería convencional.
- ✓ Comparar los resultados obtenidos en carne y leche de los sistemas evaluados en este estudio.

4. Justificación

El departamento del Cesar es una de las zonas del país dedicada plenamente a la ganadería. Se ha estimado que el 80% de los suelos son dedicados a la actividad pecuaria, un 7,6% a la actividad agrícola; Esto ha generado diversos problemas de deterioro químico, físico y biológicos que repercuten sobre la capacidad productiva de los sistemas ganaderos, a raíz de ciertos factores como malas prácticas, procesos erosivos del suelo, pérdida de la capacidad productiva, deforestación y una pobre alimentación del ganado a través del uso de gramíneas.

Esta investigación es de gran importancia para el sector ganadero de la región, ya que se evaluó el comportamiento productivo del sistema convencional que actualmente se desarrolla en el departamento del Cesar, comparándolo con un sistema silvopastoril implementado en la finca Rancho Alegre del municipio de San Diego, departamento del Cesar, para conocer la diferencia en la producción de carne y leche en vacas de la raza cebú, ya que actualmente existe una profunda preocupación por la situación productiva que enfrenta la ganadería local, donde se observaron disminuciones significativas en las ganancias de peso y la producción de litros de leche.

Según el DANE 2013, se registró una producción de leche de 3.6 litros vaca/día en el departamento del Cesar. Los datos de la producción nacional de leche, registrados en 2015, muestran un rendimiento de 5.6 litros vaca/día y una disminución del 2.9% con respecto al año anterior donde se producía en promedio 6.3 litros vaca día; esto demuestra que la producción en la zona está por debajo del promedio nacional, justificando que existe un decrecimiento en el rendimiento productivo de los animales.

El desarrollo de esta investigación resulta ser necesaria a raíz de la penuria productiva que enfrenta la ganadería convencional en la región, demostrando la necesidad evidente de aprovechar la capacidad productiva del SSP. Barahona (2011), observó que la producción de biomasa, calidad de la dieta y la respuesta productiva de los animales es mayor en los SSP que en las praderas

tradicionales. Para (Mahecha, 2002), la asociación del pasto Estrella con Leucaena y arbóreas de Algarrobo, mejora las condiciones del suelo, esto se traduce a una mayor producción y calidad de forraje que repercute en el comportamiento y consumo del animal.

Estos sistemas representan una herramienta factible al ganadero, al ofrecer beneficios ecológicos, productivos y económicos; Lo primero se logra a través de las interacciones que se dan lugar en el sistema; la relación árbol - suelo, árbol - animal, pastura - suelo, que genera un equilibrio natural; La parte productiva, se observa a través del aumento en la calidad y la cantidad materia de seca disponible; mejorando la nutrición, los rendimientos de carne y leche por hectárea, en comparación con los resultados observados en la ganadería convencional.

Con el desarrollo de esta investigación se busca evaluar comparativamente la eficiencia productiva de carne y leche en un sistema silvopastoril implementado en la finca rancho alegre del municipio de San diego - cesar, con uno convencional. En los resultados de esta investigación, se pretende reportar diferencias entre los dos sistemas evaluados, de tal modo que los ganaderos de la región cuenten con información clara, segura y confiable, acerca de las ventajas productivas de un sistema de producción ganadera basado en SSP, en comparación con los sistemas convencionales.

Los datos obtenidos en este estudio, servirán de aporte a investigaciones futuras, generando información acerca de los rendimientos productivos de ganancias de peso y producción de leche en los sistemas evaluados. Esto permite resaltar las bondades del sistema silvopastoril como alternativa de solución ante el decrecimiento de los rendimientos productivos de la ganadería convencional.

5. Marco conceptual y teórico

5.1.Generalidades de la producción bovina en Colombia

Los sistemas de producción ganadera constituyen el 40% de producción agropecuaria del mundo (FAO, 2009). La actividad ganadera para el 2010 participó con cerca del 1,7% del PIB Nacional, con el 20% del PIB del subsector agropecuario y el 53% del PIB pecuario. De tal modo la actividad predominante es la actividad pecuaria.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria, (DANE, 2014), en el año 2013 el inventario de ganado bovino en Colombia alcanzó 20.920.410 de cabezas, de las cuales 8.949.935 se encontraban bajo el sistema de producción de doble propósito. De las 20.920.410 cabezas ganado, 2.880.546 corresponden a ganadería de leche especializada y 9.089.929, a producción de carne. El doble propósito produce anualmente 3.479 millones de litros de leche, que corresponden al 57,5 % de la producción nacional, (SENA, Fedegan, 2013).

Con respecto al uso agropecuario, se ha determinado que existe una mayor presencia de pastos, forrajes, rastrojos, respecto a la propensión ganadera de los suelos, en otras palabras la ganadería extensiva, se ha expandido sorpresivamente sobre tierras para usos forestales y agrícolas, llevando a la subutilización y sobre explotación de los recursos, repercutiendo en el campo social, económico y ambiental, (IGAC, 2012).

5.2. Ganadería convencional

El modelo tradicional de producción ganadera que se viene utilizando en Colombia se caracteriza por el uso generalizado de potreros limpios de malezas, no arborizados y sin cercas vivas, y por el uso de pastoreo continuo a baja altura (Bernal, 2003).

Este sistema consiste en el pastoreo extensivo, donde se desarrollan prácticas culturales de manejo en animales y praderas, con el fin potenciar las capacidades productivas de la ganadería. La base productiva es el manejo de praderas de baja productividad. Los indicadores sociales

señalan una aguda condición de pobreza y bajos ingresos económicos. (Arias et al., 1990; Gómez 1993, Balcázar, 1994).

La ganadería convencional, genera desequilibrios en los ecosistemas debido al uso indebido de prácticas inadecuadas como talas, quemas, monocultivo, uso indiscriminado de plaguicidas y desecación de humedales, entre otras.

5.2.1. Degradación de pasturas

La pastura degradada se refiere a la cobertura de gramíneas que presenta cierto grado de daño por efecto de la compactación o erosión a la que es expuesta el suelo, afectando la calidad nutricional y la productividad del animal. En estos casos las pasturas reducen sus porcentajes nutricionales, disminuye la capacidad retención de agua y los contenidos de materia orgánica del suelo.

Una pastura degradada se define como un área utilizada en ganadería generalmente, con cobertura de gramíneas o grados de enmalezamiento, erosión y compactación del suelo que resultan en disminución de la calidad del pasto y productividad del animal. (Spain y Gualdron 1988, Argel 2000).

5.2.2. Pastoreo y sus Efectos sobre el ambiente

Cuando se realizan labores de pastoreo, se alteran las condiciones del ambiente, además de afectar la disponibilidad para otros organismos. A medida que el animal va agotando la biomasa vegetal, la luz solar causa mayores efectos sobre el recurso suelo. (Altesor et ál. 2005).

5.3. Sistemas silvopastoriles, una alternativa para la ganadería

Para Mahecha (2003), La ganadería en Colombia se caracteriza por presentar baja eficiencia productiva; Esta es manejada en un 70% bajo sistemas de producción extensivos y es considerada como una de las principales causas de degradación. Por tal motivo es considerable buscar alternativas que propicien la solución a los problemas de productividad en la ganadería. Los sistemas silvopastoriles han resultado ser buena alternativa. Falta seguir investigando acerca del cómo disminuir los factores que limitan su implementación.

Un sistema silvopastoril es una alternativa de producción pecuaria que asocia la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas o pastos), todos ellos bajo un sistema de manejo integral” (Pezo e Ibrahim, 1996).

Los sistemas silvopastoriles imitan algunas funciones de los bosques naturales. La vegetación permanente de los árboles permite gozar de mucha sombra, minimiza los efectos de la luz solar, reduce la temperatura, protege la cobertura y evita la deshidratación del suelo favoreciendo las pasturas. El estrés calórico afecta significativamente la productividad en los animales. Con la reducción en la temperatura se hace posible que los animales dediquen más horas diarias al pastoreo y a la rumia, mejorando su condición nutricional y a su vez aumentar la producción de leche y carne.

Los SSP mejoran la productiva de la finca, beneficiando los componentes animal, forestal y suelo. Estos mejoran la nutrición de los animales a través de los altos contenidos proteicos en el forraje, garantiza el incremento de la productividad del sistema, optimiza recursos, disminuye la presión sobre la reserva forestal dando lugar a la recuperación de nuevas áreas mediante la regeneración natural.

Aumenta la biodiversidad vegetal y animal, mejora los niveles de calidad y producción en carne y leche, menor dependencia de insumos, mejora la dieta animal, permite aprovechar varios estratos de la vegetación, proporciona diversidad de alimentos, forrajes, flores y frutos. Proveen forraje de alto valor nutritivo, los árboles leguminosos proporcionan proteínas, abastecen forraje durante la época seca, ofrecen alimentos, medicinas, estacas, postes, leña, carbón y madera.

La ganadería sostenible es un sistema de producción fundamentado en el equilibrio entre la conservación de los recursos naturales, la productividad de la finca y la calidad de vida de las familias productoras y surge como una respuesta a los múltiples problemas ambientales, económicos y sociales causados por la ganadería extensiva (Bautista, 2008).

Se plantea entonces los sistemas silvopastoriles como una solución al mejoramiento en la productividad de los sistemas ganaderos, estos sistemas son altamente productivos y armónicos con el ambiente, además de que incrementan el consumo de materia orgánica digestible al rumiante, este incremento tiene efecto en la respuesta animal ya que se incrementa el consumo de energía digestible y la absorción de aminoácidos de origen microbiano. En la región Caribe se han realizado investigaciones en la que se observan incrementos en 1.4 litro/vaca/día, con un mejoramiento en la producción; las vacas que se alimentaban con los frutos leguminosos logran ganancia de hasta 263.4 gr/vaca/día e incluso hasta la capacidad reproductiva del animal mejora

hasta un 16,6 %, por reducción del estrés debido al calor, mejor distribución de los nutrientes a raíz del incremento tanto en calidad como en cantidad del forraje.

Las buenas prácticas permiten promover una agricultura y ganadería sostenible contribuyendo a un mejor desarrollo económico, social y medioambiental.

La implementación de sistemas distintos a los monos cultivos, específicamente hablando de sistemas agroforestales, se plantea como una estrategia de desarrollo sostenible ya que este permite un arreglo espacial en donde se realizan asociaciones en las cuales todos los elementos del sistema se benefician, ofreciendo más productos y servicios a los ganaderos. La utilidad de retener e incorporar árboles en potreros es manifiesta con la producción de productos maderables como madera, postes, leña. Es posible lograr incrementos en los ingresos en las fincas ganaderas entre 15 y 35% (Holmann y Estrada 1997, Botero et al. 1999).

La utilización de especies forrajera brinda un elevado valor nutricional, además permiten lograr una ganadería sostenible y amigable con el ambiente, acarreado beneficios ambientales como los de reducir los efectos del cambio climático, generando mayor rentabilidad en el ganadero quien recibe mejores ganancias económicas a raíz de los aumentos de peso en el animal, alcanzando incrementos en la producción de carne y leche. La escasez de forraje ocasiona una disminución del peso y una reducción en la producción de leche y en ocasiones la mortalidad del ganado.

El uso de arbusto y árboles hacen parte del recurso con él se cuenta para lograr un mejoramiento en la producción ya sea mediante los bancos de proteína o el asocio árbol pasto, además que como los sistema silvopastoriles desarrollan una ganadería bajo sombra, esto hace que cambie el comportamiento de consumo animal ya que este va a equilibrar entre la necesidad de disminuir la carga calórica y la necesidad de alimentarse, siendo otras de la razones que justifican la utilización

de los sistemas silvopastoriles como solución sostenible al sector ganadero, la aplicación de técnicas de ordenamiento forestal permite una distribución de sombra, nutrientes y forraje en el sistema, el cual debe manejarse mediante rotación, con fin de soportar la carga del sistema y poder tener alimento durante todo el año; además se hace posible complementar la alimentación del animal, utilizando maíz, sorgo, logrando un fortalecimiento en la producción de lechera.

La finca debe producir al menos el 80 % de la alimentación del ganado y si es necesario comprar el resto de insumos como melaza, sal minerales y suplementos de alto valor nutritivo para complementar la alimentación, indispensables en la etapa de engorde y producción lechera.

La alta densidad de árboles en estos sistemas ofrecen beneficios como el ahorro de fertilizantes nitrogenados, aumento en la duración de pasturas y en la retención hídrica del suelo, disminuyen el estrés calórico en los animales, logrando alcanzar mejores rendimientos debido al aumento en la ingesta de proteína, una mayor carga animal y un mejoramiento en la calidad y producción de leche y carne.

La presencia del componente arbóreo en los potreros, es de gran ayuda en la conservación de la biodiversidad, ofreciendo corredores biológicos, hábitat, sitios de alimentación para especies de plantas y animales.

El promedio de carga animal por hectárea es de 0.59 UGG, con una productividad anual x hectárea de 19.9 kg carne y una producción de 89.7 L leche. (Murgueito 2008). Lo que se quiere es lograr seguridad alimentaria, donde se cuente con buena provisión de alimentos en cantidad y calidad, hablando carne y leche, pero que esto se pueda lograr llevando de la mano, el cuidado del medio ambiente, reforestando, manteniendo las fuentes hídricas, mejorando el bienestar del animal.

5.4. Interacción ecológica en el sistema silvopastoril

Los sistemas agroforestales en los que se encuentra el árbol en asociación con pastos y ganado, se llaman sistemas silvopastoriles (Rosero, 2005; Peso e Ibrahim, 1999).

En un sistemas silvopastoril, se da lugar a interacciones ecológicas de mutualismo y competencia, que ocasionan distintos efectos dependiendo de las característica ambientales, del componente leñoso, la distribución espacial de los diferentes componentes del sistema y la evolución temporal (Fernández, 2003).

Las interacciones que ocurren entre los organismos individuales se pueden agrupar en cuatro grandes categorías: comer o ser comido, competencia por los recursos, cooperación, y no hay interacción directa (Perry, 1994). Términos como depredación, parasitismo, la competencia, amensalismo, mutualismo, comensalismo, neutralismo y también se han utilizado ampliamente para definir la interacción entre dos especies.

5.4.1. Interacciones benéficas

El incremento de la productividad y sostenibilidad ambiental del sistema de ganadería, se puede lograr por la incorporación del componente leñoso de la investigación sobre los efectos de la incorporación del componente leñoso en estos sistemas y de las interacciones ecológicas y/o económicas entre los componentes árbol-pastura-animal.

5.4.1.1. *Interacción árbol - animal*

Ofrece protección contra la inclemencia del clima que pueden ejercer los árboles y/o arbustos sobre los animales y el aporte de nutrientes a la dieta animal mediante el consumo de follaje, hojarasca, frutos, semillas e incluso corteza. Por su parte, el ganado puede ejercer efectos dañinos sobre los árboles, especialmente en su estado juvenil o de crecimiento.

Las excretas brindan los nutrientes al suelo mediante el reciclaje, aunque los animales también afectan al suelo mediante la compactación por pisoteo es por eso que puede ser mejor recomendable manejar el corte o acarreo del forraje. Por otra parte, Los arboles permite regular el viento, los excesos de temperatura y la radiación, de tal modo animal no se fatigue teniendo que escoger entre alimentarse o sombreado, este va a dedicarse a consumir el forraje por lo cual va a lograr un mayor desarrollo del animal.

5.4.1.2. *Interacción árbol - suelo*

La presencia de árboles y/o arbustos puede contribuir a mejorar la productividad del suelo y por ende favorecer el desarrollo del pasto. Algunas de estas relaciones son: la fijación de nitrógeno, reciclaje de nutrientes, mayor eficiencia de uso de nutrientes, mantenimiento de la materia orgánica y control de la erosión.

Esta interacción mejorar la disponibilidad de nutrientes que no son disponibles a las raíces superficiales del pastos, por medio del aporte de hojarasca, manteniendo el aporte de materia orgánica y la fertilidad del suelo (Espinoza y Obispo, 2005).

En un sistema silvopastoril, al igual que las pasturas las especies leñosas también pueden contribuir a contrarrestar la erosión. En este aspecto; la mayor contribución en el control de la erosión probablemente ocurre a través del incremento en el contenido de materia.

El reciclaje de nutrientes ocurre a través de la caída de la biomasa aérea proveniente del material de los árboles y las excretas de los animales durante el pastoreo (Pezo e Ibrahim, 1999).

5.4.1.2.1. Efecto sombra

La sombra de árboles en las pasturas genera modificaciones en la calidad, además de modificar la radiación disponible (Yirdaw et al., 2003), a raíz de los efectos de distintos niveles de intercepción de luz a través de los componentes del sistema.

Existe evidencia que una alta cobertura de árboles puede reducir la producción de pasto, pero también es cierto que una mayor cobertura arbórea también puede contribuir a reducir el estrés calórico e incrementar la producción animal (Souza de Abreu et al. 2000). Estudios realizados con sombra, muestran que los animales bajo sombra incrementan su producción comparados con aquellos sin sombra (Bennett et al. 1985, Pagot 1993, Paul et al. 1999).

Contar con árboles en los potreros, produce sombra, reduce las temperaturas, mitiga los efectos del cambio climático, originando un ambiente favorable que beneficia la producción de bovinos. La hoja que cae al suelo reduce la temperatura y minimiza los procesos de deterioro de este, favoreciendo el drenaje.

Existe un grupo de especies tolerantes a la sombra de los árboles en sistemas asociados, entre las que se encuentra *P. maximum*. Esta especie tiene una estructura más ventajosa al ser comparada con otros pastos tropicales ya que posee alrededor de 80% de hojas, además de mejorar la habilidad selectiva en los animales (Ruiz y Febles, 2005).

5.4.1.3 Interacción Forestal - pastura

La sombra del componente forestal, es uno de los principales limitantes del crecimiento de los pastos. Este comportamiento responde distintamente ante la incidencia de luz y las diferencias entre las especies. (Pezo e Ibrahim, 1999).

Se han realizado distintos ensayos con gramíneas, observándose incrementos en los porcentajes de proteína cruda y disminuciones en el contenido de carbohidratos no estructurales (azúcares, almidones) a medida que aumenta la interferencia de la luz solar sobre el pasto (Pezo e Ibrahim, 1999).

5.4.1.4 Interacción animal – pastura

Durante el pastoreo, los animales afectan directamente las pasturas tanto por la defoliación, como por el pisoteo. Además, pueden existir efectos indirectos a través del suelo, como la compactación, el retorno de nutrientes y la dispersión de semillas por medio de los excrementos animales.

El manejo del pastoreo; por medio del cual se regulan la intensidad o carga animal y la frecuencia de defoliación periodos descanso -ocupación, es particularmente crítico en aquellos sistemas silvopastoriles donde el componente herbáceo, pastura, podrán entrar en competencia

En dado caso donde se quiere la persistencia de las especies más apetecibles; debe ser más prolongado el periodo de descanso, se recomienda para sistemas exclusivamente pastoriles, en sistema silvopastoril manejado bajo pastoreo/ramoneo deberá prolongarse debido a que la mayoría de las leñosas generalmente no presentan la misma capacidad de rebrote que las pasturas.

5.4.1.5 Interacción pastura – suelo

La cobertura de la pastura en el sistema silvopastoril; permite la protección del suelo, favoreciendo su conservación y evitando los procesos erosivos generados por el agua o el viento.

5.5.Sistemas silvopastoriles

Un sistema silvopastoril es una alternativa de manejo sostenible, así como lo han planteado distintos autores (Harvey y Haber, 1999; Beer et al., 2003; Harvey et al., 2005, 2008). Poseen la capacidad de proveer hábitats, recursos, permitiendo la conectividad del paisaje agropecuario. Además, permiten incrementar la productividad y diversificación de productos en las fincas ganaderas (Tobar-López e Ibrahim, 2008).

Los sistemas silvopastoriles permiten a los animales pastorear en forrajes con alta calidad nutricional, resultando ser apropiado, ya que aumenta las ganancias de peso y mejora las propiedades nutricionales de la carne.

Un sistema silvopastoril es una herramienta de producción ganadera, en el que los árboles y/o arbustos (maderables o frutales) se asocian, se relacionan e interactúan, bajo un sistema de manejo integral en donde los componentes árboles, arbustos, pastos y animales se presentan de maneras muy diversas, generando diferentes arreglos silvopastoriles, (Ojeda et al., 2003), de manera que existen:

5.5.1. Bancos forrajeros

Los bancos de proteína son áreas en las cuales los árboles y/o arbustos se cultivan en bloque y en alta densidad (mayores a 5000 plantas/ha). Generalmente se encuentran asociados con pastos o

alguna otra especie forrajera de tipo herbáceo. El propósito es aumentar la producción de forraje para la alimentación animal, el cual debe ser de alta calidad nutritiva (Ojeda et al., 2003).

Los bancos forrajeros ofrecen alimento con un alto valor nutritivo, lo que se materializa en mejores niveles de producción con aumento de peso y una mayor producción de leche, utilizando el follaje, los frutos, tallos tiernos los cuales contienen calorías y proteína de un 14 hasta un 25 %, llevándole una diferencia significativa a otras alimentaciones como sorgo o maíz que se vuelve pura fibra, el forraje puede mezclarse con melaza, plátano, granos, tubérculos, los cuales pueden fermentarse, el forraje se acompaña con sales y pasto, los bancos nos brindan alto porcentaje de proteína con buena digestibilidad. El animal puede llegar a comer de 1/4 a 1/3 de leguminosas.

El aporte a la dieta es de carácter energético en el caso de las gramíneas y proteico en el caso de leguminosas. Entre las gramíneas de mayor producción está la *Pennisetum hybridum* (“King grass”), se conocen dos variedades, verde y morada; La capacidad de producción alcanza los 3.500 kg de materia seca por hectárea en cortes cada 48 días. Para el aporte de proteína se recomienda el uso de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) que ha demostrado adaptación al medio y una producción de biomasa de 2.200 kg/ha en cortes cada 60 días.

Beneficios económicos: disminuye los costos de producción en la finca al disminuir el uso de concentrados, proveer mayor oferta de forraje, aumentar el ingreso neto de los productores en un 47%, brindar altos contenidos energéticos y/o proteicos durante toda la época del año, llegando a romper los ciclos productivos dependientes de la estacionalidad, mejorar la alimentación animal, aumentando la calidad y cantidad de leche mejorando así, la productividad y rentabilidad.

5.5.2. Cercas vivas.

Es una sola hilera de árboles o arbustos que delimitan una propiedad; pero también, pueden localizarse en para dividir potreros en fincas ganaderas (Ojeda et al., 2003). Las cercas vivas se definen como elementos lineales divisorios arbolados que separan áreas de pasturas, áreas de cultivos y algunos parches de bosques (Harvey et al., 2005). Las cercas vivas, estructuras dominantes en paisajes agrícolas, son denominadas también rompevientos, bordes o terrazas, dependiendo de su estructura y función (Zuria y Gates, 2006).

La reducción del estrés calórico y el mayor consumo de follaje y frutos en las vacas en porteros de alta cobertura arbórea contribuyen a una mayor producción de leche, en comparación con potreros de baja cobertura arbórea. (Betancourt, K et., al 2003).

5.5.3. Bloques nutricionales

Los bloques nutricionales proteicos permiten lograr una mayor producción de carne y leche en las estaciones secas, obteniendo mayores rendimientos durante todo el año. Una alimentación deficiente reduce los rendimientos de carne y leche

Cuando se tiene como propósito aprovechar los árboles para alimentar el ganado, se hace necesario realizar una prueba para conocer el gusto o la aceptación del animal hacia el forraje, ofreciéndole alrededor de 10 kg de forraje (hojas, tallo tierno, fruto, semilla).

5.5.4. Pastoreo en plantaciones.

Es el tipo de sistema donde se asocian plantas leñosas perennes (arboles) con herbáceas (cultivos, pasturas) en un mismo arreglo espacial, secuencial o temporal; presentando interacciones

ecológicas y económicas entre los diferentes componentes del sistema (Young, 1987). Se Constituyen en una alternativa de producción de alimentos para el animal, desarrollando funciones como la protección del suelo, disminución de erosión, conservación de humedad (Renda et al, 1999).

5.5.4.1.Pastoreo en plantaciones forestales.

Los animales pastorean en plantaciones de árboles para fines de producción de madera y leña, frutales. La función principal es producir productos, disminuir los costos del control de malezas, reducir los riesgos de incendios y generar beneficios por la actividad ganadera (Bustamante y Romero, 1991). En esta clase de sistema se generan interacciones benéficas entre los componentes suelo, pasto, animal y especies leñosas; la magnitud de esta dependerá de las especies seleccionadas, la densidad, arreglo espacial y el manejo aplicado.

5.5.4.2.¿Cómo manejar el sistema bajo pastoreo/ ramoneo?

El primer aprovechamiento debe hacerse cuando: la planta haya desarrollado un buen sistema de raíces y el tallo haya engrosado lo suficiente como para resistir daños

Para asegurar la persistencia de los árboles y/o arbustos es fundamental regular la carga animal y establecer un esquema de pastoreo rotacional, con un periodo de ocupación y un tiempo de recuperación del forraje (30 - 60 - 90 días).

Dentro de las ventajas esta los bajos costos de establecimiento, por tener menor densidad de que un banco forrajero, no requiere mano de obra para el aprovechamiento del forraje, porque los animales ramonean directamente. Si se utilizan especies leguminosas, éstas pueden contribuir al

mejoramiento de la fertilidad del suelo por fijación de nitrógeno, favoreciendo el desarrollo y rendimiento del pasto.

5.5.5. Árboles dispersos en potreros

Estos pueden ser árboles maderables o frutales que crecen de manera natural posiblemente por la diseminación de su semilla favorecida por agentes dispersores. Los beneficios al animal son sombra y frutos, logrando ser suministro de madera y habitación para la fauna. En Latinoamérica existen muchas especies de árboles y arbustos en los agro ecosistemas de pastizales (FAO 2001).

Ibrahim, et al 2007. La sombra de árboles en pasturas está asociada a incrementos en la producción de leche y ganancia de peso entre el 13 y 28% (Souza de Abreu 2002, Betancourt et al. 2003, Restrepo. 2004.) El incorporar algunos árboles en los potreros, genera beneficios que se ven reflejados en el incremento de las ganancias productivas. Existen algunos estudios que demuestran la suplementación de animales a través del uso de forrajes y frutos de árboles dispersos en épocas de sequía.

Existen árboles que poseen la capacidad para rehabilitar áreas degradadas, ofreciendo viabilidad económica a los sistemas de producción. Las barreras vivas reducen la erosión en los suelos, principalmente en los casos donde la pastura se encuentra degradada y los suelos están expuestos a los efectos de la lluvia. La hojarasca que cae al suelo sirve como cobertura, disminuyendo el efecto de las gotas.

Tabla 1. Influencia de los árboles dispersos en potrero sobre la producción animal

<i>Ecosistema</i>	<i>Sistema de producción</i>	<i>Cobertura arbórea (%)</i>	<i>Cobertura arbórea (%)</i>	<i>Época</i>	<i>Referencia</i>	
Bosque subhúmedo tropical	Doble propósito	Baja (0 – 7%)	3.1 kg de leche día-1	Seca	Seca Betancourt et al. 2003	
		Alta (22 – 30 %)	4.1 kg de leche día-1			
Bosque tropical	seco	Carne	Baja (7 %)	-104 / 777 g día-1	Seca / Lluviosa	Restrepo et al. 2004
			Media (14 %)	-160 / 768 g día-1		
			Alta (27 %)	-93 / 893 g día-1		
Bosque trópica	húmedo	Leche	Media (10 – 15%)	12.7 / 9.0 kg de leche día-1	Seca / Lluviosa	Souza de Abreu 2002
			Sombra (0%)	11.1 / 9.2 kg de leche		

Fuente: Casasola, F; Ibrahim, M; Villanueva, C. (2007). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. Cusco – Perú.

5.6. Conceptos y factores relacionados con la investigación

5.6.1. Pasturas

El pasto de piso ha sido tradicionalmente la base de la producción ganadera produce carne sana, con un costo relativamente más bajo, tradicionalmente ha sido la forma de cómo se maneja la ganadería, pero los malos manejos de las pasturas han deteriorado el ambiente, ocasionando graves problemas de disponibilidad de forraje. El pastoreo con especies forrajeras ha sido el sustento para la alimentación ganadera de los pequeños, medianos y grandes productores. El problema está en los malos manejos, debido a la sobre la sobrecarga ganadera sumada a cuestiones climáticas como sequías prolongadas y períodos de intensas inundaciones reducen la disponibilidad de forraje y llevan a la degradación o pérdida del estrato herbáceo en los campos.

5.6.2. Pasto de corte

Las gramíneas de corte, son de crecimiento alto, rápido y vigoroso, de fácil establecimiento y con altos volúmenes de producción de forraje.

5.6.3. Manejo de Potreros

Una buena pastura debe producir altos volúmenes de forraje de excelente calidad y garantizar una buena cobertura del suelo para favorecer la infiltración de agua, evitar la erosión y la compactación, la planificación del manejo rotacional, permita aprovechar el pasto en el momento óptimo tanto en calidad como en producción, además de evitar el sobre pastorear de los animales. Es necesario realizar labores de descanso, debe ser lo suficiente para lograr una buena cantidad de forraje de calidad.

5.6.4. Período de ocupación

El período de ocupación de un potrero debe ser suficiente para que el ganado recorte o despunte todo el pasto, aprovechando la parte de la planta más digestible y con mayor contenido nutricional. Los animales deben retirarse cuando las pasturas tengan alrededor de 40 cm de altura.

Tabla 2. *Esquema rotacional en la finca.*

2.500 m	2.500 m	2.500 m	2.500 m
Potrero recién desocupado	2	3	4

8	7	6	Potrero recién desocupado
Potrero recién desocupado	10	11	12
16	15	14	Potrero recién desocupado
Potrero recién desocupado	18	19	20
24	23	22	Potrero recién desocupado
Potrero recién desocupado	26	27	28
32	31	30	Potrero recién desocupado
Potrero recién desocupado	34	35	36
40	39	38	Potrero recién desocupado

Fuente: esquema observado en la finca Rancho alegre.

5.6.5. carga animal

La carga animal determina la utilización eficiente de los pastos y la producción por unidad animal o de superficie. Se refiere al número indicado de animales que deben pastorear un potrero durante un período de ocupación determinado. La producción de forraje varía en el año por lo tanto hay que adecuar la carga para contar con alimento durante épocas críticas. Presionar el pastoreo trae consigo escases de alimentos, disminución en la producción y daños en el suelo.

5.6.6. Ganancia de peso

Es un indicador que determina el peso parcial o final de los animales. La ganancia de peso está íntimamente relacionada por: la raza, tipo sexo, alimentación, edad.

$$GP = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \# \text{ días.}$$

5.6.7. Calidad de forraje

Existen diversos términos que asociado en cuanto a calidad, como valor nutritivo, calidad nutritiva, composición nutritiva. Es considerada por algunos como la propiedad del forraje o el resultado de la respuesta del forraje al manejo y al ambiente. (Di Marco. 2011).

5.6.8. Disponibilidad de forraje

Hace referencia a la cantidad de pasto producido, que puede ser útil para la alimentación del animal. Esta disponibilidad depende de la estación del año, condiciones climáticas, fertilidad del suelo, manejo, carga animal. Esta disponibilidad puede determinarse a partir de métodos destructivos que contemplan la corta del pasto o métodos visuales de estimación. (Bendersky, 2011). De acuerdo a estudios previos,

6. Metodología

6.1.Descripción del área de estudio

El estudio se llevó cabo en la Finca Rancho Alegre, ubicada en el municipio de San Diego (Departamento del Cesar), a 10° 9' 55.28'' de latitud norte y 73° 13'15.55'' de longitud oeste, a una altitud de 125 msnm, con alta luminosidad y precipitación cercana a 1200 mm año.

Para efectos de esta investigación se evaluaron dos tratamientos con la finalidad de evaluar y comparar el comportamiento productivo de carne y leche de un sistema SSP compuestos por pasto guinea (*Panicum maximun cv. Tanzania*), pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) en una densidad promedio de 15.000 arbustos ha-1, asociados a árboles de mango (*Mangifera indica L*), eucalipto (*Eucaliptus tereticornis*) y teca (*Tectona grandis*) como cortinas rompevientos, con un sistema ganadero convencional en el que solo está establecido con pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*).

Para el desarrollo de este estudio, se realizó una visita a campo a la finca Rancho alegre, donde se maneja el SSP y también la ganadería convencional, con el fin de observar, analizar y evaluar el efecto del SSP sobre la producción de carne y leche en vacas de la raza cebú. Otra información que es importante y que es tenida en cuenta en esta investigación, es el conocimiento y participación de los ganaderos de la zona, para lograr que estos aporten su experiencia, cambien su mentalidad y conozcan las ventajas productivas de contar con un modelo ganadero basado en sistema silvopastoril.

6.2.Procesamiento de datos

Los datos se registraron en hojas de cálculos de EXCEL, El procesamiento y análisis estadístico se realizó con el programa InfoStat.

6.3. Tipo y diseño de investigación.

El estudio es de tipo descriptivo comparativo (Sánchez y Reyes, 1996; Alarcón, 1991). Esta investigación examina un fenómeno para caracterizarlo del mejor modo posible, recolecta datos, observa el comportamiento de una o más variables que pueden afectar la variable independiente, además de conocer las diferencias entre dos o más sujetos.

Los datos se recolectaron en los dos tratamientos evaluados (sistema silvopastoril comparado con la ganadería convencional), observando el comportamiento de dos variables dependientes, la producción de carne y leche.

6.4. Población y muestra.

La población estaba conformada aproximadamente por 150 ejemplares de la raza cebú, a partir de los cuales se tomó la muestra que estuvo conformada por 6 vacas de la raza cebú, cuyo peso promedio fue de 350 kg, Se utilizó una carga de 4 UAG X hectárea en el SSP y 2 UAG x hectárea en la ganadería convencional, estos sistemas se encontraban situados en la finca Rancho Alegre del municipio de San Diego.

6.5. Diseño metodológico

6.5.1. Materiales y métodos

Para desarrollar los objetivos propuestos en el presente trabajo, se utilizaron 6 ejemplares hembras de raza cebú, cuyo peso promedio fue de 350 kg, y productores de leche, SSP *versus* convencional.

Para llevar el registro de la producción de leche, se realizó la medida de los litros producidos diariamente por animal, a través de recipientes plástico de medida. Para verificar las ganancias de peso en los animales, fue necesario utilizar una báscula para registrar las diferencias con el peso

inicial de los animales. Los datos fueron registrados por medio de hojas de registro, con la información de los litros de leche y las ganancias de peso en los sistemas evaluados.

El trabajo se dividió en varias etapas. Una etapa de caracterización del sistema silvopastoril y de la ganadería convencional, la segunda etapa de observación de datos acerca de la composición bromatológica de los forrajes y dietas utilizadas en el sistema silvopastoril, la tercera etapa fue la evaluación del rendimiento productivo del sistema silvopastoril con ganadería convencional y la cuarta etapa el análisis de los datos de producción animal encontrados en la región, comparándolos con los de la finca Rancho Alegre.

6.5.2. *Diseño de muestreo en campo*

En la investigación, se evaluaron dos tratamientos, sistema silvopastoril *versus* ganadería convencional, para estudiar las variables ganancia de peso y producción de leche. El periodo de evaluación en campo fue de 3 meses; Los potreros de la finca estaban divididos en módulos de rotación de 2.500 metros. Para el SSP se utilizó una superficie de 1 hectárea dividida en 4 módulos, la carga fue de 4 UAG pastoreando durante 10 días cada módulo, para la ganadería convencional se utilizó una carga de 2 UAG por hectárea pastoreando en el lote.

6.6. *Variables estudiadas*

Las variables se dividieron en dos: cantidad de leche producida y ganancias de peso en los dos sistemas comparados.

Para medir la cantidad de leche producida se evaluó la variable litros producidos vaca (día, año), hectárea (día, año). Diariamente se midió la cantidad de leche producida en el sistema silvopastoril y el sistema de producción convencional. Las ganancias de peso se midieron mensualmente. Se evaluó las ganancias de peso en kg (día, año), hectárea (día, año).

6.7. Instrumentos de recolección de la información

Para hacer realidad los objetivos del proyecto, se logró un contacto personalmente con el hecho o fenómeno investigado, analizando las condiciones productivas de carne y leche, mediante la observación de los litros de leche producido y el peso de los animales; Se observó el estado y las condiciones ambientales de la finca, analizando los posibles efectos de los dos sistemas.

6.8. Caracterización del sistema Silvopastoril y la ganadería convencional

Con el fin de conocer la diferencia productiva (carne – leche) de los dos modelos ganaderos evaluados en la finca Racho alegre, un sistema silvopastoril y uno convencional. Fue necesario realizar un monitoreo y una caracterización del área de estudio, conocer información acerca de la carga animal, especies utilizadas, manejo de los animales, división de la finca, alimentación, tipo de pasturas en los lotes, arboles, datos de la producción (litros de leche y peso de los animales) en SSP y ganadería convencional.

6.9. Evaluación de los rendimientos productivos de leche del sistema silvopastoril y ganadería convencional.

Se realizaron mediciones diarias acerca de la cantidad en litros leche producidos por cada animal, estos control se realizó a través de recipientes que calculan ml a ml la leche producida por los animales que pastorean en el SSP y teniendo en cuenta las cantidades de litros producidos de los animales presente en ganadería convencional, realizando un registro de las cantidades producidas, teniendo en cuenta la carga animal que puede sostener el SSP y la ganadería convencional.

6.10. Evaluación del rendimiento productivo en ganancias de carne del sistema silvopastoril y ganadería convencional

El pesaje de los animales se realizó mensualmente durante el periodo de evaluación, llevando un registro de la ganancia de peso medida en kg/día, kg/Ha en los dos tratamientos, ganadería convencional y SSP. Los animales que se utilizaron tenían características fenotípicas homogéneas. Para evaluar la ganancia de peso se utilizaron 4 animales en el SSP y 2 animales en el convencional se pesaron mensualmente sobre la báscula para conocer la ganancia en kg (día, año, hectárea) con el fin de observar comportamiento de su peso.

Los animales se pesan por la mañana antes de soltarlos a pastorear, para que se registre el peso real del animal y no la cantidad de alimento consumido durante el día, se toma el pesaje y la medida de los litros de leche de acuerdo a la carga animal que soporte el sistema, los potreros son de 10 hectáreas, con módulos de rotación de 2.500 metros, donde se meten 40 animales a pastorear durante 24 horas, de este modo los animales no se vuelven selectivos porque consumen de manera uniforme el lote.

Para conocer la ganancia diaria se realizó mediante la siguiente formula:

$$GDP = (PF - P I) / \# \text{ días}$$

GDP: ganancia diaria de peso

PF: Peso final

PI: peso inicial

Mensual: 30 días.

6.11. *Comparación de los resultados obtenidos en carne y leche de los sistemas evaluados en este estudio*

Con el uso del programa InfoStat, se realizó un análisis estadístico para confrontar los rendimientos productivos de los dos sistemas evaluados, estudiando el comportamiento en cuanto a ganancia de peso y producción de leche.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Caracterización de la Finca Rancho Alegre

La finca Rancho Alegre tiene una superficie de 120 Ha, de las cuales 40 Ha están sembradas con pasto guinea (*Panicum maximun cv. Tanzania*), pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), Leucaena (*leucocephala*) asociados con árboles frutales de mango (*Mangifera indica L*) y 60 hectáreas asociada con maderable eucalipto (*Eucaliptus tereticornis*) y 20 hectáreas sin manejo. Gran parte de la Finca es utilizada para la actividad ganadera. Los usos de suelo corresponden a pasturas mejoradas asociadas con árboles frutales y otra parte con eucalipto.

La parte donde se estudió la ganadería convencional corresponde a 20 hectáreas sembradas con pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), que se encuentran degradadas, y se les realiza poco manejo. En esta zona se observan suelos franco arcillosos, topografía plana, clima tropical seco, con temperaturas que oscilan entre 25 °C a 36 °C, la temperatura media anual es de 28,4 °C, la precipitación es de 1124 mm al año. El uso de suelo se ha desarrollado de dos maneras, mediante la utilización de monocultivo de gramíneas (ganadería convencional) y también mediante la asociación de gramíneas, leguminosas de especies forrajeras.

La Leucaena se encuentra sembrada a 0.5 m entre planta y 1 m entre surco, con una producción de 15.000 arbustos ha. Los cortes de la leucaena se realizaban inicialmente a 80 cm de altura, pero últimamente se realizaban a 10 cm de altura, ocho días después de haber pastoreado sobre el lote, con el fin de manejar el rápido crecimiento de la leucaena y puedan avanzar el crecimiento de las pasturas.

La leguminosa arbustiva se mantiene a la altura de 1 m, mediante podas correctivas periódicas, lo cual permite aportar entre 5 a 6 T Ha año, constituyéndose en un porcentaje importante de materia orgánica al suelo. Las podas se realizan entre 2 y 3 podas Ha año.

El manejo de las malezas se realiza de manera oportuna con el comienzo de la temporada de lluvias siendo un periodo en que poseen mayor fuerza, sin embargo la rotación permite que el animal consuma todo en el potrero ayudando a las labores de control. Estas oscilaron entre un 22 y 36% de la composición botánica.

El estado en el que se encontraron los suelos en la Finca Rancho Alegre, fue de óptimas condiciones, observándose presencia de humedad, buena estructura, cobertura vegetal proporcionada por pasturas y hojas caídas de la leucaena y los árboles de mango, los cuales se encuentran en una cantidad considerable sobre el sistema, ya que se encontraban sembrados a distancias de 18 metros entre surco y planta en el SSP, presentando diferencia significativa en contraste con las condiciones del suelo de la ganadería convencional, donde predomina compactación, poca presencia de materia orgánica, falta de la humedad, problemas de infiltración y estructura del suelo.

El 33.3% de la finca está establecida con SSP asociado con mago, mientras que el 50 % está sembrado bajo SSP asociado con eucalipto y un 16.6% se encontraba sin manejo. El sistema que se desarrollaba en la finca es el de levante y ceba de ganado.

7.1.1. Manejo de los animales.

Se trabajaron con 6 vacas de la raza Cebú. Estas vacas eran de 3 años de edad, con un peso promedio de 350 Kg. El criterio de selección de los animales fue su grado de mansedumbre, y el principal sistema de alimentación de la finca es el pastoreo rotacional. Los potreros tienen un tamaño de 10 Hectáreas, divididos en módulos de 2500 metros, con 40 animales pastoreando en un periodo de ocupación de 24 horas por cada módulo, con un recorrido de 10 Hectáreas en un tiempo de 40 a 45 días, permitiendo la recuperación de las especies sembradas en los lotes. Un

gran porcentaje de los animales que se observaron en la finca, son animales de la raza cebú con un peso de 200 Kg ya que el SSP lo utilizaban para seba o levante de animales; Los animales que hicieron parte de la investigación son la minoría, animales de un peso de 350 Kg y una edad promedio de 3 años.

La carga animal varía de acuerdo al sistema y el tiempo (seco o lluvioso). La carga disminuye en la ganadería convencional a razón de la falta de alimento, se utilizan cargas de 2 UA/ha a diferencia de los SSP donde se usan cargas de 4 UA/ha debido a la mayor oferta forrajera.

7.2.Evaluación de los rendimientos productivos de leche del sistema silvopastoril y ganadería convencional.

Grafica 1. Rendimientos leche vaca/día

En cuanto a la variable producción de leche vaca/día se encontró un mejor comportamiento en el SSP, registrando aumentos del 61% en la producción de leche, al pasar de producir 3.5 L vaca/día en ganadería convencional a 9 L vaca/día en SSP. La tabla 5 muestra los resultados obtenidos con la evaluación de rendimiento de leche por ejemplar.



Tabla 3. Litros x Ha día, año. SSP, ganadería convencional

Litros x ha	Silvopastoril intensivo	Ganadería convencional
Litros x ha/ día	36	7
Litros x ha/ año	13140	2555

Rendimientos leche hectárea/día

En cuanto a producción de leche hectárea/día, se observa diferencias significativas entre los dos tratamientos, observándose un mejor comportamiento en el SSP, con un aumento del 81% en la producción, con respecto a la ganadería convencional. La gráfica 2 muestra los resultados obtenidos con la evaluación de rendimiento de leche por hectárea

Gráfica 2. Rendimientos leche hectárea/día



Rendimientos leche hectárea/año

Según Souza et al. (2000), Encontró incrementos en los rendimientos de leche en ganaderías especializadas, como resultado de introducir árboles como sombrío en las pasturas, presentando aumento superiores al 20%, comparados con los rendimientos obtenidos de vacas manejadas sin sombra.

El análisis estadístico, mostro una diferencia significativa ($p=0.05$) en la variable producción leche *L hectárea/año* entre el SSP y la ganadería convencional, con producciones de 13140 *L hectárea/año* y 2555 *L hectárea/año* respectivamente. Los resultados encontrados en el SSP son estadísticamente superiores a los de la ganadería convencional.

Estudios realizados demuestran la importancia del sistema silvopastoril como estrategia de solución para abordar los problemas de la ganadería tradicional; Estos ofrecen ventajas a nivel productivo debido a la composición nutritiva de las especies utilizadas en el sistema.

Gráfica 3. Rendimiento de leche por ha/año



7.3.Evaluación del rendimiento productivo en ganancias de carne del sistema silvopastoril y ganadería convencional

Tabla 4. *Ganancia de peso gr*

<i>Ganancia de peso</i>	<i>SSP</i>	<i>G tradicional</i>
Ganancia carne gr vaca /día	500	250
Ganancia carne gr vaca /año	182500	91250

Ganancias de peso gr/día

. Las ganancias de peso en el SSP fueron superiores a los de la ganadería convencional, al duplicar las ganancias al pasar de 250 gr en ganadería convencional a 500 gr en SSP. El análisis estadístico, mostró diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) en lo que respecta a ganancia de peso entre los sistemas evaluados

Se han realizado estudios con la implementación de tres sistemas. *Panicum máximum*, Likoni asociado a *L. leucocephala*; Un banco de proteína 25% *L. leucocephala* y Aplicación de 80 kg de N/ha/año en la gramínea; Se reportaron ganancias de peso promedio de 623, 530 y 538 g/animal/día respectivamente en animales de la raza Cebú. (Simón, Iglesias, Hernández, Hernández y Duquesne, 1990).

Mahecha realizó estudios en donde analizó el desempeño animal de dos grupos bovinos cebú y brahmán, pastoreando bajo un sistema silvopastoril intensivo conformado por *Leucaena leucocephala*, *Cynodon plectostachyus*, y árboles maderables; Encontrando ganancias de peso (g/animal/día) de 863 y 796 respectivamente.

Grafica 4. Ganancias de peso gr/ día.



Tabla 5. Ganancia de peso en kg

<i>Ganancia de peso</i>	<i>SSP</i>	<i>ganadería convencional</i>
<i>Ganancia peso kg vaca /día</i>	0,5	0,25
<i>Ganancia peso kg vaca /año</i>	182,5	91,25

Ganancias de peso Kg vaca/día

Murgueitio, R. et., 2014. Realizó la evaluación de la producción de carne y emisiones de metano (CH4) en tres sistemas de producción ganadera tropical en Colombia; Encontrando ganancias de 0.75 Kg animal/día en sistema Silvopastoril, 0.5 Kg animal/día en pastos mejorados sin árboles y 0.37 Kg animal/día en pastoreo convencional extensivo.

Córdoba et al, 2010, registro ganancias diarias de peso de 651.3 g/animal/día en SSP con frutales y producción de carne 827,3 (kg/ha/año). En SSP con maderables registro cargas 4.7, con ganancias diarias de peso de 790,2 g/animal/día y producciones de carne de 1341,2 (kg/ha/año).

Gráfica 5. Resultados de ganancia por kg/día.



Ganancias de peso kg/ha

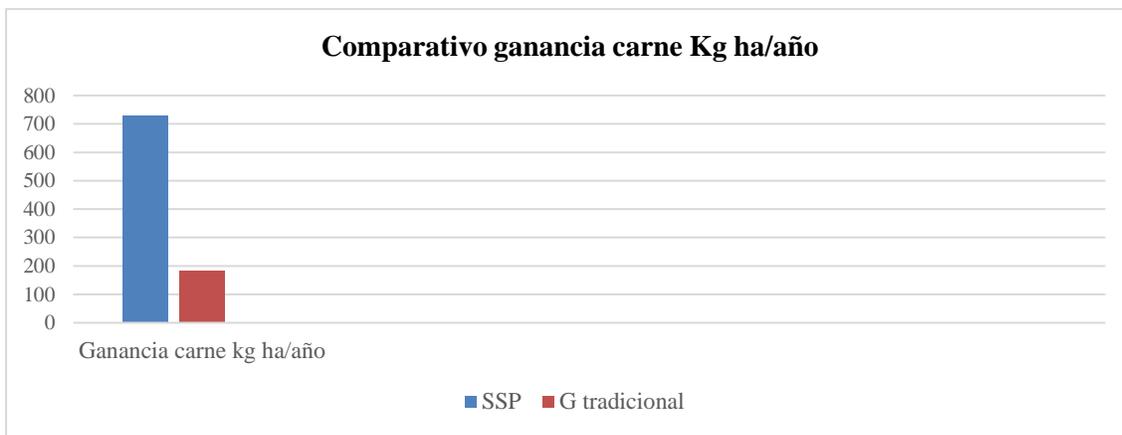
Se encontraron diferencias significativas en la variable ganancias de peso *kg/ha* entre los dos sistemas evaluados. Se observó un mejor comportamiento en el SSP, con aumento del 50% en las

ganancias con respecto al convencional, de igual forma como ha ocurrido en la variable ganancia de peso Kg vaca/día.

Tabla 6. Resultados de ganancia de kg/ha /año

<i>Ganancia de peso</i>	<i>SSP</i>	<i>ganadería convencional</i>
Ganancia carne kg ha/año	730	182.5
Ganancia de carne Kg Ha/día	2	0.5

Grafica 6. Ganancias de peso Kg Ha/año.



7.4. Comparación de los resultados obtenidos en carne y leche de los sistemas evaluados en este estudio.

La dinámica del comportamiento productivo para las variables estudiadas, se pueden observar en la tabla 7, evidenciando un mejor comportamiento en cuanto a ganancia de peso y producción leche para el tratamiento SSP. La mayor producción de leche por vaca/día y hectárea/día se registraron en el SSP, con un incremento del 61% de la producción, al pasar de producir de 3.5 L vaca/día en la ganadería convencional a 9 L vaca/día en SSP y un aumento del 80.5% de la producción en la variable hectárea/día. La producción hectárea/año del SSP fue superior, con una producción de 13140 L Ha/año, comparado con los 2555 L Ha/año en la ganadería convencional. Se observa que existen diferencias significativas entre los dos sistemas evaluados.

En lo que respecta a la diferencia de ganancia de peso diaria y por hectárea entre los tratamientos evaluados, se pudo observar que existen diferencias significativas entre el SSP y la ganadería convencional. En el SSP se reportaron aumentos del 50% en la ganancia diaria al pasar de 0.25 Kg/día en ganadería convencional a 0.5 Kg/día en el SSP, además de un aumento del 75% en las ganancias por hectárea, ya que se obtuvieron ganancias de 0.5 Kg/día en ganadería convencional a 2 Kg/día en SSP.

Los sistemas silvopastoriles intensivos de ramoneo, corte, acarreo, incrementan la ganancia de peso vivo en los animales hasta un 26 % y un 20 % en la producción de leche, comparado con la alimentación de solo gramíneas, Ibrahim *et al.*, 2005.

Los sistemas silvopastoriles, reducen el estrés calórico, a través de la sombra Pezo e Ibraim (1998), benefician el consumo voluntario, la producción de carne y/o leche y la sobrevivencia del animal. Estos ambientes favorables benefician a la producción ya que el animal se estresa menos, dedicando más horas al consumo de materia seca, obteniendo mejores resultados productivos. El incremento del consumo de materia seca de calidad permite suplir los requerimientos nutricionales y expresar el potencial de producción. La producción de forraje de calidad y la suplementación estratégica son mejor aprovechados al incrementar el consumo voluntario, los tiempos de pastoreo y rumia Betancourt *et ál.* (2003).

Tabla 7. *Evaluación del rendimiento productivo del SSP y ganadería convencional.*

<i>Característica</i>	Ganadería convencional. Pastura degradada	Sistema Silvopastoril
Carga animal (350 kg animal Ha)	2	4
Rendimiento L leche vaca/día	3.5	9
Rendimiento L leche Ha/día	7	36
Rendimiento L leche Ha/año	2555	13140
Carne gr. Vaca/día	250	500

Carne Kg vaca/día	0.25	0.5
Carne gr. Ha/día	500	2000
Carne Kg. Ha/día.	0,5	2
Carne Kg. Ha/año.	182,5	730

Grafica 8. Comparación Porcentual de litros producidos x ha SSP vs ganadería convencional



En el presente estudio, se encontraron diferencias significativas en la variable ganancia de peso de acuerdo al ($p < 0.05$) con 730 kg ha/año en SSP x y 182.5 kg ha/año en ganadería convencional. Las diferencias productivas de los dos sistemas evaluados demuestran que los SSP, presentan un valor nutritivo superior a los sistemas de monocultivo. Con relación a los resultados de la producción de leche (Litros/vaca/día) encontrados en el tratamiento SSP de esta investigación, se acerca a los 9.3 L/vaca/día

encontrados por Cabrera (1991), en un sistema silvopastoril en asocio de Guinea + leucaena y una producción de 10.1 L/vaca/día. Por otra parte, Sánchez, F, J. et al 2011, evaluó la oferta, consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito bajo sistemas silvopastoriles de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociada con *Panicum maximum* cv. Tanzania, y árboles de mango (*Mangifera indica*). Encontró rendimientos de leche de 9.0 y 9.2 bajo un silvopastoril de *L. leucocephala*, *P. maximum* cv. Tanzania, y una producción de 10.4 kg animal/día en sistema tradicional debido a la mayor cantidad de suplemento alimenticio recibido. La mayor producción de leche y ganancia de peso se observó en el SSP, debido a la mayor disponibilidad de materia seca con respecto a la ganadería convencional y la carga animal elevada que acepta el SSP (Barahona., 2011.)

En producción de leche, en Cuba se han desarrollado trabajos destacados al asociar *Leucaena leucocephala* con pastos, donde se han alcanzado producciones de leche entre 8 y 10 kg animal/día (Hernández et al. 2001). La efectividad de la Leucaena como suplemento se ha explicado mediante su aporte de nitrógeno fermentable al ecosistema ruminal, sobre todo en dietas de baja calidad (Muinga et al 1995; Kaitho 1997).

En Colombia, Mahecha et al. (2002) evaluaron un sistema silvopastoril compuesto por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*, encontrando que en sistemas comerciales de producción de leche, con una suplementación de 1.65 kg de salvado de arroz y 1.2 kg de gallinaza por animal por día, es posible obtener producciones promedias de 10.3 kg vaca/día. En este mismo estudio se reportó además una producción promedio de 11 litros/vaca/día en un estudio desarrollado bajo un sistema silvopastoril en asociación de *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. En esta investigación no se realizó una evaluación comparativa con la producción de leche en un monocultivo, pero manifiesta las capacidades del sistema silvopastoril en la producción de leche, al pasar a producir 7436 litros de leche/ha/año bajo monocultivo y 17.026 litros de leche/ha/año en SSP. Estos resultados son mayores a los encontrados en esta investigación, donde se registraron producciones equivalentes a 13140

litros de leche/ha/año en el SSP de la finca Racho alegre. Esta diferencia se le atribuye a que se manejó una carga animal de 4.5 animales por hectárea, es decir mayor a la que se utilizó en esta investigación.

Los resultados encontrados en esta investigación registran una diferencia significativa en la ganancia de peso entre los dos sistemas evaluados. El mejor comportamiento se obtuvo en el sistema silvopastoril, con ganancias de peso de 0.5 kg/vaca/día, duplicando las ganancias del sistema convencional con 0.25 kg/vaca/día. Asimismo la ganancia de peso en kg/ha también es mayor en los sistemas silvopastoriles. Estos resultados pueden estar influenciados por la composición química de los forrajes, la mayor disponibilidad de alimento y los altos contenidos de proteína.

Al comparar el SSP con el sistema convencional, se observó que la producción de carne Kg/vaca/día aumento 2.0 veces más su producción y 4 veces más la producción de carne Kg/Hectárea/día. La respuesta productiva por hectárea se debió a los aumentos en la carga animal que se lograron en el SSP comparado con la ganadería convencional. En general, las ganancias de peso Kg vaca/día reportados por Barahona et al. (2011) en Antioquia, fueron relativamente inferiores, con una producción de 0.417 kg, comparados con los 0.5 kg de ganancia en la Finca Rancho alegre. Cabe resaltar que los resultados de esta investigación, están por debajo de los registrados por Barahona, 2011 en la misma finca, donde se registraron ganancias de 0,836 kg día; indicando que existe una diferencia significativa. Esto se le puede atribuir a la fuerte época de sequía que se registraba en el país durante esta investigación, lo que ocasionó una disminución en la producción de materia disponible al animal y en las ganancias de peso. La carga animal en el departamento del Cesar disminuye con respecto a la de Antioquia, esto debido a las condiciones ambientales de la región, donde existen menos precipitaciones y se registran altas temperaturas, disminuyendo la producción de biomasa, menos alimentos y mayores posibilidades de estrés en los animales.

En Venezuela, en el estado de Zulia, se llevaron a cabo investigaciones por (Urbano, et al 2006), acerca de la producción y calidad de leche bajo la asociación pasto estrella *Cynodon plectostachyus* con leucaena *Leucaena leucocephala*, registrado producciones de 7,94 L/vaca/día y 12519,8 L/ha/año, con una carga de

4,32 UA/ha. Murgueito, M et al. (2011), encontró ganancia diaria/animal de 0.5 Kg en pastos mejorados sin árboles y 0.75 Kg en SSP. Estos resultados fueron superiores ya que las ganancias de esta investigación fueron de 0.25 Kg y 0.5 Kg en ganadería convencional y SSP, respectivamente. Los resultados productivos en kg carne Ha/año, obtenidos en esta investigación, presentaron una disminución con respecto a los registrados por Barahona et al., 2011. Las ganancias fueron de 730 kg carne Ha/año en SSP comparado con 827,0 kg carne ha/año registrados por Barahona en el departamento del cesar. Las diferencias podrían atribuirse a la mayor carga animal utilizada por Barahona. Castillo et al. (2002), comparó el comportamiento de machos bovinos en fase de ceba pastoreando en pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) asociado al 100% con Leucaena + suplemento proteico-energético o sin suplemento, encontrando ganancias similares, sin presentar diferencias significativas, con 0,78 kg ternero/día versus 0,79 kg ternero/día. Las diferencias se registraron de acuerdo al periodo de lluvia, ya que las ganancias en el tratamiento sin suplemento fueron de 662 g en periodo poco lluvioso y 890 g en periodo lluviosos.

Córdoba et al (2010) reportó una producción de 56.9 Kg de carne bovina en sistemas de pastoreo tradicional y 827 a 1341 Kg carne por ha/año en SSP del Caribe seco colombiano. Hernández, J et al., 2006, evaluó las alternativas de ceba vacuna en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala*. Los tratamientos fueron pasto natural con *Leucaena leucocephala* en el 30 y 100 % del área y caña molida-urea al 1 % y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) con leucaena en el 100 % del área y la inclusión o no de un suplemento activador ruminal. Se observaron ganancias de 425 g en el tratamiento P. natural + caña molida-urea 1 %, ganancias de 607 g en el tratamiento P. natural-leucaena 100 % + caña molida-urea 1 % y 781 g bajo el tratamiento P. estrella-100 % leucaena. Los resultados indican la factibilidad del uso de leucaena en el 100 % del área, obteniendo ganancias de peso vivo entre 600 y 800 g/d, con gramíneas naturales o cultivadas con caña-urea, demostrando las bondades de la asociación leucaena y su implicación sobre el rendimiento animal.

En una investigación realizada por (Barahona et al., 2015) en una zona de bosque seco tropical se reportó la composición bromatológica de las especies utilizadas en esta investigación. Los contenidos de proteína

encontrados fueron 27% para la leucaena y 11.7% en pastos, la grasa bruta fue mayor en la leucaena siendo en promedio 1.3 veces mayor que en gramíneas. Los contenidos de proteína de los pastos fue mayor a los promedios característicos de las gramíneas tropicales, posiblemente debido a la fijación de N por la leucaena (Muñoz et al., 2009). Los aumentos en el aporte calcio, grasa bruta y proteína en la dieta del SPP se evidencian en los aumentos productivos del animal (Tarazona et al 2013).

La oferta forrajera de *Leucaena leucocephala* es 3 veces más abundante en proteína con 22,3 a 30% (Rivera et al. 2015) comparado con las gramíneas tropicales, además poseen porcentajes bajos de fibra con valores que no superan el 41% de fibra neutro detergente (FDN) y de 30% de fibra ácido detergente (FDA) (Barahona et al. 2014).

(Maya M., Durán C., & Ararat, 2005) Encontraron mayores porcentajes de PC para el tratamiento estrella asociada con Leucaena (14,48%), comparado a estrella sola (11,90%); Estos resultados positivos se le atribuyen al aporte de nitrógeno por la asociación de la leucaena y los aportes de nutrientes en las capas profundas del suelo. Los altos contenidos de PC en pasturas asociadas posiblemente podrían ser consecuencia de la existencia de arbustos con alto contenido proteico ya que poseen capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo a través de la simbiosis con los rizobios (Sierra & Nygren, 2006). La leucaena presentó bajos contenidos FDN, evidenciando una mayor digestibilidad en el SSP, ya que es inversamente proporcional a la FDN y su estructura (Barahona y Sánchez 2005).

(Barahona et al., 2011). Realizó investigaciones acerca de la producción de carne bovina en Sistemas Silvopastoriles Intensivos en el Trópico Bajo Colombiano, estas se llevaron a cabo en el municipio de Santa Fe Departamento de Antioquia y la finca Rancho Alegre del municipio de San Diego. La producción de carne por hectárea en Antioquia y Cesar fue 7,9 y 10,7 veces más alta respectivamente que en sistemas tradicionales de cada región. El promedio de biomasa encontrada fue de 17.44 t MS Ha/año, contenidos de proteína de 25.5%, FDN 34.85%, FDA 26.85% y cenizas 6.64% en leucaena, acercándose a los resultados encontrados por (Barahona., 2015). En Antioquia encontraron mayor oferta de forraje y menos producción de carne, la explicación de este comportamiento es que la leucaena de Antioquia tiene mayor contenido de

FDN, incidiendo en la digestibilidad y el consumo. Germán E. (2005) realizaron estudios relacionados con análisis del valor nutritivo de pasto estrella solo o asociado con leucaena a 28, 35 y 42 días de corte. Los resultados mostraron incrementos en los contenidos de proteína cruda en la asociación del pasto estrella + leucaena a diferencia de solo pasto estrella.

Mahecha (2002) realizó estudios relacionados con inclusión de la asociación de *Leucaena leucocephala* - *Cynodon plectostachyus* y árboles dispersos de *Prosopis juliflora*, donde se evaluó el efecto el efecto de la asociación de estas especies sobre la composición química del suelo y la influencia indirecta en la cantidad y calidad de forraje total producido. En cuanto a la cantidad de materia seca producida, observaron producciones de 39.3 t/ha/año en el sistema pasto Estrella + Leucaena + Algarrobo, a diferencia del monocultivo de gramíneas con 23,2 t/ha/año; Estos resultados fueron superiores a los encontrados por Mahecha en la misma investigación en una temporada bajo el efecto del fenómeno del niño; Encontró promedios de producción de 25 t MS/ha/año a 29.9 t MS/ha/año en SSP comparado a las 21 t MS/ha/año encontradas por Ramírez 1998 en monocultivo de *Cynodon plectostachyus*; lo que demuestra la diferencia significativa en cuanto a cantidad y calidad de forraje en la asociación de estas especies bajo sistemas silvopastoriles comparado con la ganadería convencional.

Naranjo (2011). Registraron rendimiento del SSP con frutales, de 12.8 (ton/ha) de producción de forraje, 27.4 % de materia seca, 3.5 (ton/ha) de materia seca; El sistema con maderables, específicamente con eucalipto se observaron aumentos en la producción de forraje 18.0 (ton/ha) de producción de forraje, 30.5 % materia seca y 5.5 (ton/ha) de materia seca. Las condiciones medioambientales afectaron el consumo de materia seca en la ganadería convencional, a razón de alta temperaturas que generan estrés calórico en los animales, causando aumento en el metabolismo basal y un mayor requerimiento de energía de mantenimiento (CSIRO, 2007).

La temperatura es el principal factor de estrés calórico, está asociada con la humedad relativa y radiación solar que afectan la disipación de calor del animal al ambiente (Johnson, 1987); El sistemas Silvopastoril asociado con mango ofrece sombra a los animales, lo cual se refleja en los tiempos dedicados a pastorear,

aumentando el consumo de materia seca a causa de la disminución en las temperaturas, evitando estrés calórico en los animales.

Estudios realizados por Alonso (2006) demuestran que los porcentaje de materia seca de las gramíneas asociadas en sistemas silvopastoriles depende de la sombra que se alcance en el sistema, la cual debe variar según las especies que se involucren; Esto se evidenció sobre todo en las cercanía a los árboles de mango donde las sombra era muy densa obstaculizando la presencia de luz a las pasturas; otro de los factores determinantes en cuanto a la producción de forraje está relacionado con la precipitación ya que en los momentos en que realizo la investigación se encontraba una temporada fuerte de sequía a causa del fenómeno del niño, casando una disminución en la producción de forraje, sobre todo en el tamaño de las pasturas, reflejándose en una disminución de la producción de los animales y perdidas en las ganancias de peso con respecto a los tiempos de lluvias. Otro de los factores que influyen en la producción de forraje es la temperatura, la cual debe oscilar entre los 30 – 35 (Pezo, 1982; Castro, 1984; Gutiérrez 1996).

De acuerdo a los resultados presentados anteriormente se puede inferir que los sistemas silvopastoriles se presentan como una herramienta necesaria de implementar en todas las fincas ganaderas de la región, ya que es evidente y comprobable los beneficios productivos y ambientales que brinda estas clase de sistemas; Las condiciones de sequía que se registraron en los meses que se realizó la investigación, afecto significativamente la producción de carne y leche en los dos sistemas evaluados, esto se evidencio al comparar los resultados encontrados en esta investigación con los registrados por Barahona, et al. 2001. en la Finca rancho alegre, donde encontró mayores resultados productivos. Lo cierto es que la ganadería convencional representa un atraso a nivel económico, productivo y ambiental, debido a sus limitaciones como los escasos de alimento a diferentes épocas del año, disminución del tiempo de pastoreo, degradación del ambiente, perdida en la producción de carne y leche.

8. Conclusiones

- ✓ En la ganadería convencional se encontraron disminuciones en las ganancias de peso y litros de leche por vaca con respecto al sistema Silvopastoril; la disminución del consumo pudo estar relacionada por el estado de estrés en los animales, como efecto del cambio climático además de la poca disponibilidad y estado de degradación del forraje.

- ✓ En el SSP se observaron incrementos en los litros producidos por vaca/día, con aumentos de la producción en un 61%, ya que se pasó de producir de 3.5 L vaca/día en la ganadería convencional a 9 L vaca/día en SSP.
- ✓ La producción por hectárea aumento en un 81% en el SSP, con producciones de 13140 L Ha/año, comparado con los 2555 L Ha/año en la ganadería convencional, esto se debió a la mayor carga animal aceptada por el SSP.
- ✓ Los resultados en ganancias de peso de la asociación, pasto estrella (*Cynodom nlemfluensis*), pasto guinea (*Panicum maximun cv. Tanzania*), leucaena (*leucocephala*), en SSP muestran diferencias significativas con el sistema convencional de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), ya que se obtuvieron ganancias de peso de 2 kg Ha/día y 730 Kg Ha/año en SSP comparado con las 0.5 kg Ha/día y 182,5 Kg Ha/año en convencional.
 - ✓ Los resultados muestran una disminución en ganancias de peso en el SSP de la Finca Rancho Alegre con respecto a investigaciones realizadas en el trópico con el uso de las mismas especies.

9. Referencia bibliográfica

Aguirre D.; Gil Y.; 2006. Propuesta de un modelo de gestión ambiental para la sostenibilidad de la producción de un sistema silvopastoril. Universidad de Pereira, Colombia.

Alonso, J.; Febles, G.; Ruiz, T.E.; Achang, G. Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 40, núm. 4, 2006, pp. 503-511 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba.

Alonso, J.; Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H. & Achang, G. 2005. Evolución de la producción de biomasa en los componentes de un sistema silvopastoril leucaena-guinea. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*.

Arias J.; Balcázar A.; Hurtado R. 1990. Caracterización de los sistemas de producción de la ganadería bovina en Colombia. *Revista Coyuntura agropecuaria* 24: 83-105.

Argel, P. 2000. Opciones Forrajeras para el Desarrollo de una Ganadería más Productiva en el Trópico Bajo de Centroamérica. In *Intensificación de la Ganadería en Centroamérica. Beneficios económicos y ambientales*. Nuestra Tierra. San José, CR. 334 p

Barahona, R.; Cuartas, C.; Murgueitio, E.; Naranjo, R.; Chará, J. 2014. Los sistemas silvopastoriles intensivos (sspi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 17, núm. 3, 2014, pp. 501-507. Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México

Bernal, J. 2003. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. Cuarta edición. Banco Ganadero. Santafé de Bogota D.C. Colombia. 689p.

Bustamante, J. & Romero, F. 1991. Producción ganadera en un contexto agroforestal: Sistemas silvopastoriles. Carta de RISPAL.

Betancourt, K.; Ibrahim, M.; Harvey, C.; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40):47-51.

Chara J; Murgueitio, E; Barahona R. *Sistemas silvopastoriles intensivos como herramienta de producción sostenible y mitigación del cambio climático*. Cipav; Universidad nacional de Colombia – sede Medellín.

Calle, Z.; Piedrahita, L. 2007. *Cómo diseñar estrategias para el manejo de plantas de interés para la conservación de paisajes ganaderos*. *Agroforestería en las Américas (Costa Rica)*.

Capriles, M. 1999. *Avances en la metodología: perfiles productivos y funcionalidad tecnológica en sistemas de producción de leche y carne con vacunos en Venezuela. Sistemas de producción con rumiantes en los trópicos*. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. (Mimeo). 17 pp.

Córdoba, Cuartas, Naranjo y Murgueitio. *Desarrollo de un modelo silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y pastos mejorados asociados a maderables de diferentes especies que fortalezcan la alianza entre la ganadería y la industria forestal en tres empresas ganaderas en el valle del río Cesar*.

Cino, Delia M.; Castillo, E.; Hernández, J. *Alternativas de ceba vacuna en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala**. *Indicadores económicos y financieros Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 40, núm. 1, 2006, pp. 25-29 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba.

DANE.2015. *La ganadería bovina de doble propósito, una actividad productiva sostenible bajo las buenas prácticas ganaderas (BPG).. Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción*.

Dávila, C.; Urbano, D. 2005. Uso de pastos de corte en los sistemas intensivos. Universidad de Los Andes. Mérida.

Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente. 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura la sostenibilidad y la ganadería orgánica.

Germán E. Maya M., Carlos V. Durán C., Ararat, E. 2005. Valor nutritivo del pasto estrella solo y en asociación con leucaena a diferentes edades de corte durante el año.

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 2001. Consulta de expertos: protección de los recursos naturales en sistemas ganaderos: Los sistemas agroforestales pecuarios en América latina.

Faría, M. J. 1996. Evaluación de accesiones de *Leucaena leucocephala* a pastoreo en el bosque seco tropical II. Valor nutritivo. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ).13: 179-190.

Guzmán, K. 2013. La industria de lácteos en Valledupar: primera en la región Caribe. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional.

Gaviria X, Sossa C, Montoya C, Chará J, Lopera J; Córdoba C, Barahona R. 2011. Producción de Carne Bovina en Sistemas Silvopastoriles Intensivos en el Trópico Bajo Colombiano. Universidad Nacional de Colombia –Sede Medellín.

Gutiérrez, MA. 1996. Pastos y Forrajes en Guatemala su manejo y utilización, base de la producción animal. Editorial E y G. 318p.

Contribución de los sistemas silvopastoriles intensivos al desempeño animal y a la adaptación y mitigación al cambio climático. Cuartas, C; Cardona, C; Naranjo, J; Tarazona, A; Murgueitio, E. Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria CIPAV. Universidad Autónoma de Yucatán (Mexico).

Hernández, D.; Carballo, M.; Reyes, F. reflexiones sobre el uso de los pastos en la producción sostenible de leche y carne de res en el trópico. Matanzas, Cuba

Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1) 2007.

Ibrahim, M.; Mora.; J, D. Rosales, M. 2006. Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales. Catie, Turrialba

Ibrahim, M.; Rojas, J. y Villanueva, C. 2005. Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería y la conservación de los recursos naturales en el trópico. Conferencia magistral I Simposio Internacional de forrajes tropicales en la producción animal. Memorias. UNACH. Mexico. 77 pp.

IGAC. 2012. Instituto geográfico Agustín Codazzi, conflictos de uso del territorio colombiano – escala 1: 00000. Bogotá.

Jiménez F.; Vargas.; A. 1998. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Turrialba, C.R. CATIE. 360

López, T.; Ibrahim, M. 2008. Valor de los sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad en fincas y paisajes ganaderos en América Central. Serie técnica. Informe técnico No. 373. CATIE, Costa rica.

Mahecha, L. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Rev Col Cienc Pec Vol. 16: 1, 2003. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias.

Mahecha, L., Rosales, M., Hernando, C., Molina, E., 2002. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia.

Mahecha, L., Durán, C., Rosales, M., Molina, CH. 2001. Disponibilidad y calidad del forraje en un sistema silvopastoril conformado por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*, durante diferentes épocas del año. En: Memorias Encuentro Nacional de Investigaciones Pecuarias. Universidad de Antioquia, Medellín.

Mahecha, L., Murgueitio, M., Angulo, J., Olivera, M., Zapata, A., Cuartas, C., Naranjo JF., Murgueitio, E. 2011. Desempeño animal y características de la canal de dos grupos raciales de bovinos doble propósito pastoreando en Sistemas Silvopastoriles Intensivos.

Mármol, J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería doble propósito, Maracaibo Jiménez, G.; Marinidou, E.; 2010. Sistemas silvopastoriles, Chiapas, México.

Maya, G.; Durán, C.; Ararat J E. 2005. Valor nutritivo del pasto estrella solo y en asociación con leucaena a diferentes edades de corte durante el año. Revista Acta Agronómica, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Mora, V. pastoreo bajo plantaciones. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, FONAFIFO.

Murgueitio, E., Cuartas, C., Naranjo, J. (eds.). Ganadería del Futuro: Investigación para el Desarrollo. Fundación CIPAV, Cali-Colombia. pp. 19-40.

Murgueitio, E., Ibrahim, M. 2008. Ganadería y medio ambiente en América Latina.

Navas, A. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria* N.º 19 / Enero - junio 2010.

Pérez, H, M.; Sánchez, F, J. 2011. Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. Universidad Autónoma de Yucatán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13 (2011): 271 – 278

Pezo, D.; Ibrahim M 1999. *Sistemas Silvopastoriles*. 2o ed. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Materiales de enseñanza agroforestal. Modulo No. 2.

Pezo, D.; Ibrahim, M. 2000. *Sistemas Silvopastoriles*. Módulo de Enseñanza Agroforestal. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Ruiz, T.; Febles, G.; Castillo, E.; Jordan, H.; Galindo, J.; Chongo, B.; Delgado, D.; Mejias, R.; Crespo, G. 2008. Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal N° 24, San José de las Lajas, La Habana

Sánchez - M.; Harvey, C.; Grijalva, A.; Medina, A.; Vilchez, S.; Hernández; B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. *Rev. biol. trop* 53 (3-4):387-414.

Sánchez, T.; Lamela L, López O. 2003. Efecto de una asociación de leucaena con gramíneas mejoradas en la producción de leche. Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*, vol. 28, núm. 1, enero-marzo, 2005, pp. 47-58 Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Federación Nacional de Ganaderos (Fedegan). (2013). Costos modales en ganadería de leche trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera. Bogotá.

Souza de Abreu, M; Ibrahim, M; Harvey, C; Jimenez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas* 7(26): 53-56.

Szott, L.; Ibrahim, M. & Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. (Serie técnica. Informe técnico No. 313). CATIE. Turrialba, Costa Rica. 71 p. Tarre, R.; Macedo R

Urbano, Diannelis, Dávila, C.; Cañas, H.; Castro, F.; Moreno, P. 2006. Comparación del sistema silvopastoril y gramínea sobre la producción y calidad de leche en vacas criollo limonero. Mérida, Venezuela. Simposio - Taller: Experiencias en Agroforestería ejecutadas o en proceso por el INIA.

Uribe, F.; Zuluaga, A. F.; Valencia, L.; Murgueitio, E. y Ochoa L. (2011). Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, Banco Mundial, Fedegán, Cipav, Fondo Acción, TNC. Bogotá, Colombia.

Vera, Ku; Pérez, A, Burgos, A; Sánchez, S; Ramírez A; Briceño P. Alternativas nutricionales para incrementar la productividad y calidad carne y leche de rumiantes en el trópico. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad autónoma de Yucatán.

ANEXOS

9.1.Registro fotográfico.

9.1.1. *Foto1. Fotografía entrada finca*



9.1.2. Foto 2. *Áreas de sistema silvopastoril*



9.1.3. Foto 3. *Estado de las plantas de leucaena*



9.1.4. Foto 4. Condiciones del suelo del sistema silvopastoril



9.1.5. Foto 5. Área de pasturas



9.2. Tabla de registro en campo

9.2.1 Ganancia de peso

<i>Indicador</i>	<i>Sistema silvopastoril</i>				<i>Sistema convencional</i>	
<i>Número de animales</i>	4				2	
<i>Días</i>	90				90	
<i>vacas</i>	1	2	3	4	1	2
<i>Peso inicial Kg</i>	350	351	352	350	350	350.5
<i>Peso final Kg</i>	395	396	397	395	372,5	373

9.2.2. Producción promedio de leche en los sistemas evaluados

<i>Indicador</i>	<i>Sistema silvopastoril</i>				<i>Sistema convencional</i>	
Número de animales	4				2	
Vaca	1	2	3	4	1	2
Litros vaca/día	8.7	8.8	9.3	9.2	3.4	3.6
Litros Hectárea/día	36				7	

<i>Hoja de registro de campo</i> <i>Ganancia de peso</i>							
<i>Datos investigador</i>		<i>Nombre :</i>					
		<i>Apellidos:</i>					
<i>Indicador</i>		<i>Sistema silvopastoil</i>				<i>Sistema convencional</i>	
<i>Mes</i>		<i>Vaca 1</i>	<i>Vaca 2</i>	<i>Vaca 3</i>	<i>Vaca 4</i>	<i>Vaca 1</i>	<i>Vaca 2</i>
1							
2							
3							

<i>Hoja de registro de campo</i> <i>Producción Leche L vaca/día</i>							
<i>Datos investigador</i>		<i>Nombre :</i>					
		<i>Apellidos:</i>					
<i>Indicador</i>		<i>Sistema silvopastoil</i> <i>L vaca/día</i>				<i>Sistema convencional</i> <i>L vaca/día</i>	
<i>Día</i>	<i>Fecha</i>	<i>Vaca 1</i>	<i>Vaca 2</i>	<i>Vaca 3</i>	<i>Vaca 4</i>	<i>Vaca 1</i>	<i>Vaca 2</i>
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							

29							
30							

9.3. Análisis estadístico

9.3.2. Producción litros de leche

Prueba de Friedman

L leche vaca/día	L leche Ha/día	L leche Ha/año	T ²	p
1,00	2,00	3,00	1E30	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 0,000

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
L leche vaca/día	2,00	1,00	2	A
L leche Ha/día	4,00	2,00	2	B
L leche Ha/año	6,00	3,00	2	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

Análisis de la varianza

L leche vaca/día

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L leche vaca/día	2	1,00		sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,13	1	15,13	sd	sd
sistema	15,13	1	15,13	sd	sd
Error	0,00	0	0,00		
Total	15,13	1			

L leche Ha/año

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L leche Ha/año	2	1,00		sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	56021112,50	1	56021112,50	sd	sd
sistema	56021112,50	1	56021112,50	sd	sd
Error	0,00	0	0,00		
Total	56021112,50	1			

L leche Ha/día

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L leche Ha/día	2	1,00		sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	420,50	1	420,50	sd	sd
sistema	420,50	1	420,50	sd	sd
Error	0,00	0	0,00		
Total	420,50	1			

9.3.3. Ganancias de peso

Prueba de Friedman

Kg vaca/día	gr vaca/día	gr hectarea/día	Kg hectarea/día	Kg hectarea/año	T ²	p
1,50	3,50	5,00	1,50	3,50	9,00	0,0280

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 3,926

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
Kg vaca/día	3,00	1,50	2 A
Kg hectarea/día	3,00	1,50	2 A B
Kg hectarea/año	7,00	3,50	2 C
gr vaca/día	7,00	3,50	2 C
gr hectarea/día	10,00	5,00	2 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Análisis de la varianza

Kg vaca/dia

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Kg vaca/dia	2	1,00			sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	1	0,03	sd	sd
sistema	0,03	1	0,03	sd	sd
Error	0,00	0	0,00		
Total	0,03	1			

gr vaca/dia

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
gr vaca/dia	2	1,00			sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31250,00	1	31250,00	sd	sd
sistema	31250,00	1	31250,00	sd	sd
Error	0,00	0	0,00		
Total	31250,00	1			

gr hectarea/dia

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
gr hectarea/dia	2	1,00			sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1125000,00	1	1125000,00	sd	sd
sistema	1125000,00	1	1125000,00	sd	sd
Error	0,00	0	0,00		
Total	1125000,00	1			

Kg hectarea/dia

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Kg hectarea/dia	2	1,00			sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,00	1	2,00	sd	sd
sistema	2,00	1	2,00	sd	sd
Error	0,00	0	0,00		
Total	2,00	1			

Kg hectarea/año

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Kg hectarea/año	2	1,00			sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	150152,00	1	150152,00	sd	sd
sistema	150152,00	1	150152,00	sd	sd
Error	0,00	0	0,00		
Total	150152,00	1			

