

Evaluación de un sistema silvopastoril para la gestión sostenible de los recursos naturales de la Hacienda Aurora, Guayas – Ecuador

Evaluation of a silvopastoril system for the sustainable management of the natural resources of Hacienda Aurora, Guayas – Ecuador

AUTORES: Reina Medina Litardo^{1*}

Fernando Cobos Mora²

Emma Lombeida Garcia³

Edwin Hasang Moran⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: * reina.medinal@ug.edu.ec

Fecha de recepción: 16 / 09 / 2020

Fecha de aceptación: 28 / 12 / 2020

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la sustentabilidad del sistema silvopastoril (SS) como uno de los componentes de los sistemas agroforestales existente en la Hacienda La Aurora mediante la generación de indicadores biofísicos, social económico y ambiental. El estudio se realizó en hacienda ganadera La Aurora, propiedad de la Compañía Agrícola e Industrial Primo banano. Los resultados fueron: el suelo de textura franco arenoso, pH 6,79 (ácido), densidad aparente 1,45-1,55 g/cm³, compactación baja y materia orgánica 1,44% (bajo). Los macronutrientes: Nitrógeno total 0,16% (moderado), Fósforo 36,33 ppm (alto), Potasio 1,47 meq/100gr de suelo (muy alto) y micronutrientes: Zinc 1,1 ppm (bajo), Cobre 9,6 ppm, Manganeso 13,1

¹Ingeniera Agrónoma, Magister en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Ecuador, reina.medinal@ug.edu.ec

²Ingeniero Agrónomo, Magister Gerencia Servicios de Salud, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador, fcobos@utb.edu.ec.

³Ingeniera Agrónoma Magister en Administración de Empresas. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador, elombeida@utb.edu.ec

⁴Ingeniero Agrónomo, Magister Nutrición Vegetal, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador, ehasang@utb.edu.ec

ppm, Hierro 216,5 ppm (alto). Los pastos que se encuentran sembrado en el Sistema Silvopastoril (SS) son *Cynodon nlemfuensis* y *Pennisetum purpureum* que es para alimento de vacas de ordeño y ternera. La capacidad de carga en pastoreo directo es de 3.4 unidades bovinas por hectárea. Las especies forestales existentes en el área de estudio son: *Samanea saman*, *Anacardium occidentale*, *Mutingia calabura*, *Guazuma ulmifolia*, *Schizolobium parahybum*, *Ochroma pyramidale* y *Sapindus saponaria*. Las razas de ganado vacuno son Brown Swiss, Brahman y Sahiwal, las mismas que son razas adaptadas a las condiciones de la zona. Los servicios ambientales de los sistemas silvopastoril son protectores de ciclos hidrológicos, captura de bióxido de carbono y conservación de la biodiversidad. Los sistemas agroforestales, son considerados como una opción que pueden almacenar entre 12 y 228 t C ha⁻¹.

Palabras clave: *Sistemas silvopastoril, factores sociales, económicos y ambientales*

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the sustainability of the silvopastoral system (SS) as one of the components of the agroforestry systems existing in Hacienda La Aurora through the generation of biophysical, social economic and environmental indicators. The study was conducted at the La Aurora cattle ranch, owned by the Banana Primo Agricultural and Industrial Company. The results were: soil with a sandy loam texture, pH 6.79 (acid), bulk density 1,45-1,55 g / cm³, low compaction and 1,44% organic matter (low). The macronutrients: Total nitrogen 0.16% (moderate), Phosphorus 36,33 ppm (high), Potassium 1,47 meq / 100gr soil (very high) and micronutrients: Zinc 1,1 ppm (low), Copper 9,6 ppm, Manganese 13,1 ppm, Iron 216,5 ppm (high). The pastures that are sown in the Silvopastoral System (SS) are *Cynodon nlemfuensis* and *Pennisetum purpureum*, which is used for milking and calf cows. The load capacity in direct grazing is 3,4 bovine units per hectare. The existing forest species in the study area are: *Samanea saman*, *Anacardium occidentale*, *Mutingia calabura*, *Guazuma ulmifolia*, *Schizolobium parahybum*, *Ochroma pyramidale* and *Sapindus saponaria*. The breeds of cattle are Brown Swiss, Brahman and Sahiwal, which are breeds adapted to the conditions of the area. The environmental services of silvopastoral systems are protective of hydrological cycles, carbon dioxide capture and conservation of biodiversity. Agroforestry systems are considered as an option that can store between 12 and 228 t C ha⁻¹.

Keywords: *Silvopastoral systems, social, economic and environmental factors.*

INTRODUCCIÓN

La ganadería tropical enfrenta serias controversias debido al modelo vigente de producción, caracterizado por grandes extensiones de suelo cultivadas solo con gramíneas, baja o nula diversidad de especies vegetales, escasa integración con sectores como el agrícola y forestal, baja eficiencia y rentabilidad, deterioro del medio ambiente, poca participación efectiva en la solución de las necesidades socioeconómicas de la población, con un alto grado de transformación de los ecosistemas naturales (Molina *et al.*, 2009).

Los recursos naturales, base de los sistemas de producción agropecuaria y forestal, su degradación galopante se ha convertido en una problemática de atención prioritaria en muchos países de América Latina. Desde la década de los ochenta, una de las alternativas para enfrentar y solucionar esta situación constituye el desarrollo de sistemas renovados de producción ganadera.

Por otro lado, pero en el mismo tema, para el año 2050 se pronostica un aumento de 60-100 % en la demanda de productos de origen animal para la alimentación humana (FAO, 2009), generado por el crecimiento demográfico y al acrecentamiento de la clase media a nivel mundial que se estima en aproximadamente, 3 mil millones de personas (Simmons, 2014). Resulta en forma obligada para coadyuvar en satisfacer esta demanda de alimentos, reemplazar, en gran medida, los modelos vigentes por sistemas de producción animal de los países tropicales, obviamente con sus mejoras, porque tienen condiciones favorables para aumentar de forma significativa la producción de alimentos, a partir de su capacidad para generar biomasa (Chará *et al.*, 2015).

Dentro de este contexto, los sistemas silvopastoriles son una modalidad de agroforestería pecuaria que combina los pastos para ganadería con árboles y arbustos. Estos sistemas cumplen algunas funciones de los bosques naturales porque poseen vegetación permanente con raíces profundas. Son una alternativa real al tipo de ganadería que generan además servicios ambientales, mejoran la calidad de vida de los productores y de las familias que dependen de las fincas ganaderas para su sustento. Además, como parte de la agroforestería pecuaria (SAFP), usan la tierra aplicando simultáneamente varios principios agroecológicos, como la conversión de energía solar en biomasa a través de una vegetación estratificada, la elevada fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, la protección y el uso sustentable del agua, la rehabilitación de suelos degradados, el reciclaje de nutrientes, la provisión de hábitat para organismos

controladores biológicos, la conservación y el uso de la biodiversidad (Murgueitio *et al.*, 2015b).

Con relación a los tipos de sistemas silvopastoriles, las combinaciones de leñosas perennes con pasturas y animales se presentan en formas muy diversas, lo que ha generado diferentes tipos de sistemas silvopastoriles muchos de ellos forman parte de la “cultura productiva” de los países tropicales. En algunos casos se evidencia un diseño claramente orientado a obtener un beneficio económico social o ecológico de las interacciones entre el componente leñosos con las pasturas y animales, mientras que en otros la presencia del componente leñoso puede ser el resultado de procesos de retrogresión en la sucesión natural hacia una vegetación climax de bosque (Pezo D., Ibrahim M. 2002).

Estudios realizados en un sistema sostenible de producción en la cual se combina plantas de *Alnus Acuminata* “Aliso” como especie arbórea y diferentes variedades de pastos que se adecuan a condiciones de trópico alto. Teniendo en cuenta el rápido desarrollo de esta especie arbórea, su capacidad para fijar nitrógeno y su demostrada influencia positiva en la calidad nutricional de las praderas, estas y otras especies de similares características, se perfilan como componentes deseables en el establecimiento de sistemas silvopastoriles bajo los diferentes tipos de arreglos como cercos vivos, bancos de proteína, ramoneo, etc. en las zonas rurales (Sánchez, 2009).

En Ecuador la producción pecuaria se desarrolla progresivamente, el ganado vacuno de carne y leche supera las 4’500 000 cabezas, más de la mitad corresponden a raza criolla. La producción de carne se concentra principalmente en la Costa, mientras que la de leche principalmente en la Sierra (INEC, 2010). De acuerdo a la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC, 2013) la superficie agrícola del Ecuador es de 11’761 012 ha de las cuales, los pastos naturales representan el 13,80 % y los cultivados el 27,44 %; seguido de los montes y bosques con un 30,09 %, las categorías de cultivos permanentes el 12,49 %, cultivos transitorios y barbecho el 8,53 % y descanso representan el 1,63 %.

De conformidad con lo expuesto, la investigación tuvo como objetivo evaluar la sustentabilidad del sistema silvopastoril tropical (SS) como uno de los componentes de los sistemas agroforestales existente, el trabajo experimental se realizó en la Hacienda La Aurora y se generaron indicadores biofísico, social económico y ambiental.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en el sector de la hacienda ganadera La Aurora, propiedad de la Compañía Agrícola e Industrial Primobanano S.A., ubicada en el Km. 9 en el margen izquierdo de la vía Payo - Marcelino Maridueña, Provincia del Guayas, entre las coordenadas 02° 15' 00'' de Longitud Oeste y 79° 29' 30'' de Latitud Sur, con una altitud de 27 msnm.

Según la clasificación climática propuesta por Thorntwaite, la región corresponde a un clima megatérmico muy húmedo, la temperatura media oscila entre los 24,8° y 26,5°C, precipitación media anual de 1 500 mm y 700 horas luz/año. Suelo con buen drenaje, textura franco arenosa, profundidad de 1,2 a 1,5 m, buena porosidad, pH óptimo del suelo de 6,5 (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón, 2017).

El área de estudio corresponde a una zona plana horizontal que tiene una forma trapezoidal, delimitada al Norte por la vía asfaltada, Puente Payo - Macelino Maridueña, Sur: por un estero y la hacienda bananera SOFCA. Este por un camino de entrada donde está ubicada la sala de ordeño y Oeste por la hacienda Payo. El trabajo se realizó en septiembre 2018 y mayo 2019.

Uso actual de la tierra.

El sistema silvopastoril se encuentra establecido hace diez años. Se evaluó los árboles que se encuentran en los potreros, arboles consideradas como cercas vivas y estacas muertas) asociadas a una pastura compuesta por pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto mott (*Pennisetum purpureum*) que es utilizado para alimento de vacas de ordeño y ternera.

Datos registrados y métodos de evaluación

Para la evaluación del efecto del sistema silvopastoril, sobre las características físicas y químicas del suelo, se utilizó análisis de suelo realizado por la hacienda ganadera La Aurora, propiedad de la Compañía Agrícola e Industrial Primobanano S.A., se analizaron las siguientes variables: a. Densidad aparente del suelo, compactación del suelo, pendiente, textura, pH y fertilidad del suelo: Materia orgánica, Carbono, C/N, Nitrógeno, CE. Macronutrientes: S, P, K, Ca, Mg y Ca/Mg y Micronutrientes: Zn, Cu, Mn, Fe y B.

Muestreo de suelo.

Para realizar el muestreo de suelo se dividió el área de estudio. Se tomaron tres muestras de suelo. Cada muestra se compuso de 15 sub muestras. Las submuestras fueron colectadas con una pala haciendo un hoyo en forma de "V" hasta 20 cm de profundidad,

se tomó una tajada de suelo de 2 - 3 cm de espesor, con un machete se eliminó los bordes dejando la parte central de la tajada (no mayor a 5 cm). En cada sitio de muestreo se repitió el mismo procedimiento, se depositaron en un balde limpio las submuestras de suelos, se mezcló homogéneamente y se obtuvo una muestra de aproximadamente un 1 kg de suelo (muestra compuesta) que fue conducida al laboratorio de suelo (Salazar y Sánchez 2010).

Identificación de los componentes del sistema silvopastoril y sus múltiples interacciones entre ellos.

Uso actual del uso de la tierra: Se midió el área destinada a la siembra de pastos y se contabilizó la superficie total.

Tipo de cultivos: Se verificó los tipos de pastos sembrados en el área de los potreros.

Tipo de ganado y producción lechera: Se preguntó al encargado de la hacienda sobre las razas de vacas que se encuentran en la hacienda La Aurora.

Identificación de las especies forestales y de pasturas existentes en el área de estudio

Crecimiento de los árboles

Para determinar la altura de los árboles, tomó desde la superficie del suelo hasta el ápice terminal más alto del árbol para ello se utilizó un clinómetro, con una distancia horizontal definida de 20 m (Salazar, 1989). Para determinar el diámetro se realizó mediciones de los árboles, la circunferencia de las plantas leñosas fue tomada utilizando una cinta métrica. Para la transformación de circunferencia a diámetro se utilizó la siguiente fórmula (Nieto *et al.*, 2005):

$$\emptyset = C/\Pi$$

Donde: $\emptyset$ = diámetro (cm); C = circunferencia (cm) ; $\Pi = 3,1416$

Valor nutritivo de los pastos

Para evaluar esta variable se utilizó datos realizados por (Mislevy 2002).

Producción animal

B. Indicadores socio económicos

Evaluación de la comunidad circundante

Servicios ambientales: Se revisó literaturas sobre los servicios ambientales que aportan los sistemas silvopastoril.

Indicadores ambientales

Secuestro de C

Se revisó literaturas sobre el secuestro de carbono que aportan los sistemas silvopastoril.

Para la ejecución del trabajo de investigación a nivel de observación y de análisis monográfico, se empleó la información de la fuente secundaria, publicaciones existentes en libros, textos, Internet, responsable de la hacienda y experiencias de los expertos.

RESULTADOS

Características del suelo.

De acuerdo a los resultados de los análisis físico-químico del suelo, presentó un suelo de textura franco arenoso con contenidos de 54% de arena, 12% limo y 34% arcilla, pH 6,79 (ácido), Densidad aparente 1,45-1,55 g/cm³, compactación baja y materia orgánica 1,44% (bajo). Los macronutrientes: nitrógeno total 0,16% (moderado), fósforo 36,33 ppm (alto), potasio 1,47 meq/100gr de suelo (muy alto) y micronutrientes Zn 1,1 ppm (bajo), Cobre 9.6 ppm, Manganeso 13,1 ppm, Hierro 216,5 ppm (alto) (Tabla 1).

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo del área de estudio.

Identificación		Variable	Medidas	Valores
Sociedad Fiduciaria (Aurora) muestra 1		M.O	%	1,44
		C	%	0,84
		N	%	0,16
		C/N	%	5,23
		pH		7,05
		CE	uS/cm	86,70
		S	Ppm	10,98
		P	Ppm	36,33
		K	meq/100gr	1,47
		Ca	meq/100gr	11,48
		Mg	meq/100gr	5,76
		Ca/Mg	meq/100gr	1,99
		Zn	Ppm	1,1
		Cu	Ppm	9,6
		Mn	Ppm	13,1
		Fe	Ppm	216,5
		B	Ppm	0,3
		Ar	%	54
		L	%	34
		Ac	%	12
Suelo		Clase		Franco-
		textural		Arenoso
DA		g/cm ³		1,45-1,55

Fuente. CINCAE, 2018

Uso actual del uso de la tierra

En la Tabla 2, se observa el número de potreros que se encuentra en el Sistema Silvopastoril (SS) con la respectiva área de cultivo, tipo de cerca y especie sembrada. Las ocho hectáreas de *Pennisetum purpureum* se utiliza para alimento de vacas de ordeño y ternera (Figura 1).

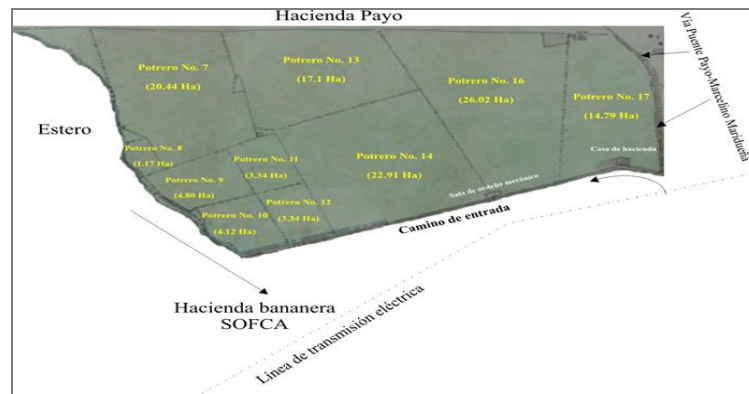


Figura 1. Localización del estudio

Tabla 2: Uso de la tierra

Nº de potreros	Cultivo	Área (has)	Tipo de cerca	Especie vegetal
17	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	14,79	Estaca	Ciruelo
16	<i>Cynodon nlemfuensis</i> y <i>Pennisetum purpureum</i> (8 has)	26,02	Estaca	Ciruelo
13	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	17,1	Estaca	Ciruelo
14	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	22,91	Estaca	Ciruelo
11	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	3,34	Estaca	Ciruelo
12	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	3,34	Estaca	Ciruelo
7	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	20,44	Estaca	Ciruelo
8	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	1,17	Estaca	Ciruelo
9	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	4,80	Estaca	Ciruelo
10	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	4,12	Estaca	Ciruelo

La producción anual de pasto es de alrededor de 300 toneladas por hectárea.

Datos técnicos de la hacienda La Aurora

La capacidad de carga en pastoreo directo es de 3,4 unidades bovinas por hectárea. Los cultivos de pasto son regados por sistema de riego de inundación y de aspersión tipo cañón. Los potreros están delimitados por cercas de alambre de púas de tres hilos, además un hilo de alambre electrizado. Como sostén de estos alambres encontramos estacas vivas de yuca de ratón, marañón y ciruelos, y estacas muertas de madera duras como guayacán y guachapelí.

A un metro del camino de acceso y paralelo a la cerca, encontramos cultivos maderables en hileras, de Teca (*Tectona grandis*), las mismas que tienen 2 metros de espaciamiento entre ellas, con una altura aproximada de 12 m cada una; en una longitud de 650 metro

Identificación de las especies forestales y de pasturas existentes en el área de estudio

Altura y Diámetro

En la Tabla 3 se observan la altura y diámetro (m) de los arboles aislados que se encontraron dentro de los potreros.

Tabla 3. Altura y diámetro (m) de los árboles presentes en el sistema silvopastoril

Arboles	Altura (m)	Diámetro (m)
Samán (<i>Samanea saman</i>)	30	1,00
Marañón (<i>Anacardium occidentale</i>)	12	0,40
Niguito (<i>Mutingia calabura</i>)	12	0,15
Guasmo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	15	0,40
Pachaco (<i>Schizolobium parahybum</i>)	20	0,24
Balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>)	15	0,20
Jaboncillo (<i>Sapindus saponaria</i>)	20	0,20

También se encontraron arboles como cercas vivas Ciruelo (*Spondias purpurea*), Pinón (*Jatropha curcas*) Yuca ratón (*Gliricidia sepium*) y estacas muertas como: Algarrobo (*Prosopis* spp), Guayacán (*Tabebuia crysantha*) y Guachapelí (*Albizzia guachapeli*). Es necesario indicar que el saman (*Samanea saman*) es un árbol de copa amplia, útil como sombra en los potreros; sus frutos constituyen una excelente fuente de forraje para animales y fauna silvestre, presentes en la época seca. La semilla de esta especie se dispersa por los

animales y con manejo de podas de formación, pueden ser aprovechadas como especies maderables.

Producción animal

La hacienda ganadera “La Aurora” es una empresa especializada en la producción de leche, bajo la figura legal de fiducia. La hacienda pertenece a un grupo agroempresarial que posee inversiones en los cultivos de banano y caña de azúcar. Anterior a la actividad lechera, “La Aurora” era una hacienda especializada en producción de carne.

“La Aurora” cuenta con personal de planta que en total suman doce personas, quienes realizan actividades específicas dentro de la hacienda. Se recurre a la contratación de personal eventual para labores de mantenimiento de potreros y cercas. Posee una infraestructura física y de servicios públicos muy buena, así como el mantenimiento de las instalaciones y potreros.

Las razas de ganado vacuno son Brown Swiss, Brahman y Sahiwal, las mismas que son razas adaptadas a las condiciones de la zona. La reproducción se maneja a través de la inseminación artificial, la detección de celos se realiza por medio de toros marcadores (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. *Inventario del hato de la hacienda “La Aurora”.*

Machos			Hembras		
Categoría	Edad(meses)	Cantidad	Categoría	Edad	Cantidad
Terneros	0-7	12	Terneras	0-7	59
Chimbotes	8-12	4	Chumbonas	8-12	98
Toretas 1	13-18	0	Vaonas 1	13-18	36
Toretas 2	19-24	0	Vaonas 2	19-24	22
Toretas 3	25-30	1	Vaonas 3	25-30	3
Toros	> 30	5	Vaonas 4	> 30	2
Toros puros		1	Vacas		428
Total					687 animales

Tabla 5. Síntesis de las principales actividades y sus frecuencias en la Hacienda La Aurora.

Sistema	Actividad	Frecuencia
Producción de leche	Ordeño	Dos veces al día
	Pastoreo	Diario
	Suplementación alimenticia	Diaria
	Suplementación vitamínica	1 vez al mes
	Baño garrapaticida	Cada 20 días
	Inseminación	1.6 veces por vaca
	Desparasitación	1 vez al mes
	Vacunación	Variables

B. Indicadores socio económicos

Evaluación de la comunidad circundante

Los trabajadores reciben el sueldo básico mensual (\$380) más compensaciones salariales por producción de leche, por lo cual pueden llegar a recibir en promedio \$400 mensuales. Los trabajadores reciben atención médica dos veces por semana con la llegada de un doctor a la hacienda, en caso de que requieran atención médica especializada se trasladan a Marcelino Maridueña (Ingenio San Carlos).

La jornada de trabajo para los ordeñadores es entre 10 y 12 horas diarias, pues realizan dos ordeños: uno a las 5 am y otro a las 4 pm. Los encargados del mantenimiento de instalaciones y potreros trabajan un promedio de ocho horas diarias. No se maneja una política salarial de horas extras, solo existen incentivos por incremento de producción de leche. Ningún trabajador realiza actividades extras fuera de la hacienda.

Relación de la empresa con su entorno

El impacto social en la zona en lo que se refiere a generación de plazas de trabajo abarca el personal y a ciertas actividades puntuales de mantenimiento de instalaciones (sala de ordeño, potreros) las mismas que se realizan por medio de una tercerización del servicio, es decir, que se recurre a los servicios de contratistas.

Servicios ambientales

Los servicios ambientales que aportan el sistema silvopastoril se describen en la Tabla 6.

Tabla 6: Escala de beneficios del sistema silvopastoril al medio ambiente

Servicio ambiental	Producto local	Paisaje/ regional	Global
Producción primaria neta	x		
Control de plagas	x		
Polinización/dispersión de semillas	x		
Mejoramiento del suelo	x		
Estabilización de suelo/control de la erosión	x		
Calidad del agua	x	x	
Mejora drenaje	x	x	
Purificación del aire	x	x	
Secuestro carbono	x	x	x
Biodiversidad	x	x	x
Paisajístico/cultural	x	x	x

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados de los análisis físico-químicos del suelo, presentó un suelo de textura franco arenoso con contenidos de 54% de arena, 12% limo y 34% arcilla, pH 6.79 (ácido), materia orgánica baja. Los macronutrientes: nitrógeno total (moderado), fósforo (alto), potasio (muy alto) y micronutrientes Zn (bajo), Cobre, Manganese y Hierro (alto).

En referencia a la identificación de las especies forestales y de pasturas existentes en el área de estudio se encontraron arboles aislados como samán (*Samanea saman*), Marañón (*Anacardium occidentale*), Niguito (*Mutingia calabura*), Guasmo (*Guazuma ulmifolia*), Pachaco (*Schizolobium parahybum*), Balsa (*Ochroma pyramidale*), Jaboncillo (*Sapindus saponaria*).

Es necesario indicar que el saman (*Samanea saman*) es un árbol de copa amplia, útil como sombra en los potreros; sus frutos constituyen una excelente fuente de forraje para animales y fauna silvestre, presentes en la época seca. La semilla de esta especie se dispersa por los animales y con manejo de podas de formación, pueden ser aprovechadas como especies maderables.

Con relación al valor nutritivo de los pastos, Villalobos y Arce (2014) señala que *Cynodon nlemfuensis* y *Pennisetum purpureum* crecen en una amplia gama de tipos de suelo, principalmente en suelos con buena fertilidad, bien drenados, sueltos, con un pH de ácido a neutro con promedio de 6.2. El pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), crece mejor en suelos con gran retención de humedad, con textura variable, aunque presenta poca tolerancia a suelos mal drenados. Según estos datos, el suelo no cumple con los requisitos para un adecuado crecimiento del cultivo, ya que los pastos de corte son muy exigentes en cuanto a fertilidad de suelo, especialmente en nitrógeno (N) que es una de las deficiencias más notables, pudiendo incidir en el rendimiento y contenidos de nutrientes. Según Viteri *et al* (2018) recomienda fertilizar con 100 kg urea/ha/año a los 28 días de edad del pasto se obtienen respuestas positivas en el rendimiento forrajero y materia seca; la fertilización orgánica es también una buena opción. El pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), presenta su mejor comportamiento por debajo de los 1500 msnm, con precipitaciones superiores a los 1000 mm anuales. Es una planta perenne, semierecta y estolonífera, de rápido crecimiento, que forma densas coberturas que protegen al suelo de la erosión y reduce la competencia por malezas. Su uso principal es para pastoreo y en algunos casos para heno y ensilaje. Es altamente sensible a cambios en las horas luz durante el año, afecta tanto en la producción de biomasa como el valor nutricional; asimismo el género *Cynodon* se caracteriza por su capacidad de extraer sustanciales cantidades de nutrientes del suelo (Lastiri, 2016). El pasto estrella debe tener un período de recuperación entre 4 a 5 semanas entre pastoreos sucesivos de tal manera que su persistencia no se vea afectada para mantener una producción de materia seca alta (12 a 17 ton. ha⁻¹), y contenido proteico (11 a 16%) y digestibilidad (55 a 60%) adecuadas (Villalobos y Arce, 2014).

En referencia a la Producción animal, el sistema de producción es bajo pastoreo, el cual se complementa con suplementación alimenticia y vitamínica. Cuenta con un banco de proteína especializado basado en dos especies vegetales, además de ciertas especies de leguminosas que actúan como cercas vivas en determinados tramos de los potreros, en los cuales predomina una sola especie de gramínea y con una baja incidencia de malezas.

En base a los Indicadores socio económicos, la composición de la mano de obra laboral es netamente masculina, desde las labores de guardianía hasta las de ordeño durante todo el año. Para determinadas actividades específicas, como por ejemplo mantenimiento de

potreros, se recurre a la contratación de personal externo y eventual por medio de un contratista.

Con respecto a los Servicios ambientales y su valoración económica es relativamente reciente; en las últimas décadas este aprecio por los servicios que proporcionan los bosques y los SAF, como protectores de ciclos hidrológicos, captura de bióxido de carbono y conservación de la biodiversidad. Según estudios realizados por (Alegre *et al.*, 2001; Murty *et al.*, 2013) los sistemas agroforestales (SAF), son considerados como una opción que pueden almacenar entre 12 y 228 t C ha⁻¹. Trabajos realizados por (Giraldo, *et. al.*, 2008) sobre “Captura y flujo de carbono en un sistema silvopastoril de la zona Andina Colombiana”, determinaron que el C promedio fijado tanto en las raíces como por la biomasa aérea de la pastura se vio afectado con la mayor presencia de árboles. Las diferencias en fijación de C entre las raíces de los árboles de *A. decurrens* y el pasto *P. clandestinum*, con y sin presencia de éstos árboles, son en gran medida debidas al efecto de presencia y de la densidad de siembra de árboles, debido a las diferencias impuestas por la competencia por luz que afecto la fotosíntesis y por nutrientes como por el espacio de suelos a nivel radicular asociada con la densidad de siembra de árboles. Para densidad de siembra alta (AD) se encontró 156.21 t C ha⁻¹ en los primeros 15 cm de suelo, cantidad diferente de la encontrada en densidad baja en el mismo estrato. El retorno de C a través de las heces de los animales se vio influenciado por la densidad de siembra de árboles, siendo mayor en AD, debido posiblemente al mayor consumo del forraje por los animales en este tratamiento. Las excretas de los animales se consideran materia orgánica (Martín y Palma 1999) y tienen una fijación de C en el suelo del 65% producto de la descomposición, el 35% restante se fuga como CO₂ por procesos de mineralización.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se concluye que:

- El suelo del área en estudio es de textura franco arenoso, pH 6,79 (ácido), densidad aparente (DA) 1,45-1,55 g/cm³, compactación baja y materia orgánica 1,44% (bajo). Los macronutrientes: Nitrógeno total 0,16% (moderado), Fósforo 36,33 ppm (alto), Potasio 1,47 meq/100gr de suelo (muy alto) y micronutrientes Zn 1,1 ppm (bajo), Cobre 9,6 ppm, Manganeso 13,1 ppm, Hierro 216,5 ppm (alto).

- Los pastos que se encuentran sembrado en el Sistema Silvopastoril (SS) son *Cynodon nlemfuensis* y *Pennisetum purpureum* que es para alimento de vacas de ordeño y ternera.
- Las especies forestales existentes en el área de estudio son Samán (*Samanea saman*) Marañón (*Anacardium occidentale*), Niguito (*Mutingia calabura*), Guasmo (*Guazuma ulmifolia*), Pachaco (*Schizolobium parahybum*), Balsa (*Ochroma pyramidale*), Jaboncillo (*Sapindus saponaria*).
- Las razas de ganado vacuno son Brown Swiss, Brahman y Sahiwal, las mismas que son razas adaptadas a las condiciones de la zona.
- Los trabajadores reciben el sueldo básico mensual (\$380). La composición de la mano de obra laboral es masculina, desde las labores de guardianía hasta las de ordeño durante todo el año.
- Los servicios ambientales de los sistemas silvopastoril son protectores de ciclos hidrológicos, captura de bióxido de carbono y conservación de la biodiversidad.
- Los sistemas agroforestales (SAF), son considerados como una opción que pueden almacenar entre 12 y 228 t C ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre J. Arévalo L. Ricse A. Barbaran J. & Palm C. 2001. Reservas de carbono y emisión de gases con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la Amazonía peruana. Symposium Internacional de Agroforestería. Manaus, Brasil EMBRAPA. 15 p.
- Chará, J. Murgueitio, E. Uribe, F. & Montoya, S. 2015. Carne sostenible con bienestar animal. Sistemas de carne. Cali, Colombia: Fundación CIPAV. p. 16-20.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE). 2018. Laboratorio de Química. Reporte N°: s16-53
- ESPAC. 2013. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Quito, Ecuador.
- FAO. The state of food and agriculture 2009. Livestock in the balance. FAO. Rome, Italy. [http:// www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf](http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf). [11/06/2013].

- Giraldo A. Zapata M. & Montoya E. 2008. Captura y flujo de carbono en un sistema silvopastoril de la zona Andina Colombiana. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Departamento de Producción Animal. Grupo de Investigación Biotecnología Ruminal y Silvopastoreo. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 16 (4): 241-245.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Marcelino Maridueña. 2017. Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Marcelino Maridueña.
- INEC. 2010. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Unidad De Estadísticas Agropecuarias – ESAG. Quito, Ecuador. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2012/InformeEjecutivo.pdf.
- Lastiri, M. 2016. Evaluación y Selección de una planta forrajera con potencial para fitorremediar suelos salinos. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Tesis de grado. Michoacán, México. 44-45 p.
- Mislevy, P. 2002. Stargrass. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, USA. 4 p.
- Molina, C. H. Molina, C. H. Molina, E. J. & Molina, J. P. 2009. Carne, leche y mejor ambiente en el sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit Mimosaceae. En: E. Murgueitio; C. A. Cuartas y J. F. Naranjo, eds. *Ganadería del futuro. Investigación para el desarrollo*. Segunda edición. Cali, Colombia: Fundación CIPAV. p. 42-65.
- Murgueitio, E. Flores, Martha X. Calle, Zoraida. Chará, J. D. Barahona, R & Molina, C. H. 2015b. Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En: Florencia Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola y B. Eibl, eds. *Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Serie Técnica. Informe Técnico 402. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Cali, Colombia: Fundación CIPAV. p. 59-101.
- Nieto, C. Ramos, R. Galarza, J. 2005. Sistemas agroforestales aplicables en la Sierra Ecuatoriana, resultados de una década de experiencias de campo. INIAP-PROMSA.

- Editorial NUEVA JERUSALEN. Quito – Ecuador. Boletín técnico N° 122, pp 32-36, 195
- Pant H.K., Mislevy P & Rechcigl J.E. 2004. Effect of Phosphorus and Potassium on Forage Nutritive Value and Quantity: Environmental Implications. *Agronomy Journal* 96:1299-1305.
- Pezo, D. M. Ibrahim. 2002. “Sistemas silvopastoriles”, Colección módulos de enseñanza Agroforestal. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 3da. Edición. Turrialba. Costa Rica., pp 5, 15.
- Salinas D.A. 2007. Sistemas de corte y pastoreo. Disponible en: <http://www.lni.unipi.it/stevia/Suplemento/PAG4806.HTM>
- Salazar, R. 1989. Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple. Boletín técnico N° 20. Turrialba. Costa Rica. pp 130.
- Sánchez L. Amado M., Criollo P. Carvajal T. Roa J. Cuesta A. Conde A. Umaña A., Bernal L. & Barreto L. 2009. “El aliso (*Alnus acuminata* H.B.T.) como alternativa silvopastpril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. CORPOICA. Colombia. 56 p.
- Salazar, M. y Sánchez, M. 2010. Carta Informativa: Guía para el muestreo de suelos y foliares en caña de azúcar. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador, El Triunfo, Ecuador.
- Simmons, J. 2014. Enough (Suficiente) La lucha por la seguridad alimentaria del mañana. Informe sobre cómo alimentaremos al mundo. España: ELANCO. http://www.elanco.es/pdfs/enough-report_sp.pdf. [11/02/2015].
- Viteri, L. Calderón, M. Mendoza, M. 2018. Fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre producción forrajera del pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*, K. Schum) en época seca. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2(3). ISSN 2602 - 8220
- Villalobos, L. Arce, J. 2014. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense* 38(1): 133-145. ISSN:0377-9424 / 2014 www.mag.go.cr/revagr/index.html www.cia.ucr.ac.cr