

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE TRES ESTRATOS: ÁRBOLES, PASTOS Y SUELOS, EN
SISTEMAS SILVOPASTORILES (SSP), EN RESTREPO, COLOMBIA.**

POR:

ANDY IVETH RODRIGUEZ OSORTO

ANTE PROYECTO DE TESIS

Presentado como requisito parcial previo a la realización del trabajo de investigación y/o tesis



CATACAMAS, OLANCHO

ENERO 2024

**EVALUACIÓN DE TRES ESTRATOS: ÁRBOLES, PASTOS Y SUELOS, EN
SISTEMAS SILVOPASTORILES (SSP), EN RESTREPO, COLOMBIA.**

POR:

ANDY IVETH RODRIGUEZ OSORTO

ROBER RUBI

Asesor Principal

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SUPERVISADO PRESENTADO A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, COMO REQUISITO PREVIO A LA
REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFECIONAL SUPERVISADA**

CATACAMAS, OLANCHO

ENERO 2024

ÍNDICE

	Pág.
PORTADA.....	i
PORTADA ADJUNTA	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
III. HIPÓTESIS	3
IV. REVISIÓN LITERARIA	4
4.1. Sistemas Silvopastoriles (SSP) en Colombia.....	4
4.2. Costo de establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles	5
4.2.1. Rentabilidad y valor económico:.....	5
4.2.1.1. Pago por captura de carbono.....	5
4.3. Pastos y arbolearía predominantes en sistemas silvopastoriles	6
4.4. Efectos de los SSP en la mejora de materia orgánica	6
4.5. Meso y macrofauna:.....	7
4.5.1. Meso fauna:	7
4.5.2. Macrofauna:.....	7
4.6. Propiedades del suelo.....	8
4.6.1. Propiedades impactadas por los ssp	8
4.6.2. Densidad aparente	8
4.6.3. Prácticas que afectan la Densidad Aparente del Suelo (DAS).....	9

4.6.4.	Textura del suelo	10
4.6.4.1.	Métodos de Identificación de textura:	10
4.6.5.	Tabla Munsell.....	12
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5.1.	Localización.....	13
5.2.	Metodología	14
5.2.1.	Valoración económica	15
5.2.2.	Peso comparativo de materia orgánica superficial en monocultivo de pastizal vs sistema silvopastoril.....	15
5.3.	Producción de materia fresca y seca en SSP vs monocultivos.....	16
5.4.	Arbórea y pastizales predominantes.....	17
5.5.	Conteo de meso y macrofauna.	17
5.6.	Densidad aparente del suelo	18
5.6.1.	Color predominante:	19
5.6.2.	Textura del suelo	20
5.3.	Materiales.....	21
VI.	CRONOGRAMA	22
VII.	PRESUPUESTO.....	23
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXOS		26

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1: (FAO, 2016) Tabla Munsell (Identificación de color del suelo).....	12
Ilustración 2 Finca agroecológica La Cosmopolitana	13
Ilustración 4: Demostración de recolección de muestras de MO.....	16
Ilustración 3: Demostración de muestreo de la meso y macrofauna.	18

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1:(Ortega, 2022) tamaño de las partículas del suelo.....	12
Tabla 2: Valores de MO	16
Tabla 3. Variables a correlacionar	17
Tabla 4 Practicas y materiales	21

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag
Anexo 1.Sistemas silvopastoriles.....	26
Anexo 2.Monocultivo de pastizal.....	26
Anexo 3.Muestreo de aforo.....	26
Anexo 4.Meso y macrofauna	27
Anexo 5. Muestro para densidad de suelo.....	27
Anexo 6.Matriz para porcentaje de MO.....	28
Anexo 7.Matriz de muestreo de aforo	28

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las actividades agropecuarias de mayor importancia económica en Colombia. De acuerdo con el informe sectorial publicado por la cámara de comercio de Bogotá, en el acumulado al segundo trimestre de 2023, la ganadería en Colombia representó el 25.22% del total del PIB Agropecuario y el 1.46% del PIB Nacional. Sin embargo, los impactos ambientales negativos que la explotación ganadera ha generado a regiones de importancia ecológica han motivado la implementación de modelos agroforestales adecuados para mitigar el cambio climático y conservar los ecosistemas naturales. (CCB, 2023)

Young, citado por Bueno (2012) define la agroforestería como el nombre genérico usado para designar los sistemas de uso de la tierra en los cuales las plantas leñosas perennes (árboles, arbustos y bambúes) crecen en asocio con plantas herbáceas (cultivos y pastos) y/o ganado, en un arreglo espacial, una rotación o ambos y en los cuales se dan interacciones ecológicas y económicas incluyendo los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema. Uno de estos modelos se conoce como Sistema Silvopastoril que tiene el propósito de reducir el alto impacto ambiental sin ocasionar una baja productividad.

En Colombia los Sistemas Silvopastoriles han tomado gran importancia, por lo que en esta práctica se evaluarán los árboles, pastos y suelos en el sistema silvopastoril de la Finca Agroecológica La Cosmopolitana en Restrepo, Colombia; para demostrar si este tipo de sistemas tiene potencial ambiental y económico para llevar a la práctica en Colombia.

II. OBJETIVOS

General

Evaluar tres estratos: arbóreos, pastizal, meso y macro biota edáfica, en fincas ganaderas con SSP, en la región Llanos Orientales, Restrepo, Colombia.

Específicos

- Realizar un conteo de las especies forestales, forrajeras y una valoración económica para interpretar la media, la moda de una hectárea con un SSP con una de monocultivo de pasto.
- Aforar la producción de materia fresca y seca por hectárea, en los pastos con SSP y monocultivo, para valorar el mejor rendimiento de forma estadística.
- Correlacionar la meso y macrofauna edáfica, y sus efectos en las propiedades físicas de textura, color y densidad aparente, entre una hectárea con SSP y una de monocultivo de pastizal.

III. HIPÓTESIS

Hipótesis 1

H₀= El valor económico promedio en dólares americanos, no será mayor en un sistema biodiverso que en un mono cultivo de pastizal.

H_a= El valor económico promedio en dólares americanos, será mayor en un sistema biodiverso que en un mono cultivo de pastizal.

Hipótesis 2

H₀= No se encontrará mayor promedio de metería fresca y seca en una hectárea de SSP.

H_a= Se encontrará mayor promedio de metería fresca y seca en una hectárea de SSP.

Hipótesis 1

H₀= El conteo y peso de meso y macro fauna edáfica, no será superior en una hectárea con SSP a un mono cultivo de pastizales.

H_a= El conteo y peso de meso y macro fauna edáfica, será superior en una hectárea con SSP a un mono cultivo de pastizales.

IV. REVISIÓN LITERARIA

4.1. Sistemas Silvopastoriles (SSP) en Colombia

Son una combinación de árboles, arbustos forrajeros y pastos con la producción ganadera. Estos sistemas permiten la interacción de forrajes como gramíneas y leguminosas, con el fin de suministrar alimento a los animales generando una serie de usos complementarios ofrecen ventajas como proporcionar comida y sombra a través de árboles forrajeros, aumentar la biodiversidad y permitir la llegada de una mayor cantidad de especies. Además, estos sistemas pueden ser una forma sostenible de producción, tanto en términos económicos, como ambientales, al disminuir el efecto invernadero con la reducción de las emisiones de gas metano (Bueno, 2012).

Los SSP también pueden contribuir a la conservación del suelo, aumentar la producción y preservar la selva, entre otros beneficios. Son una alternativa importante para el gobierno nacional de Colombia. Instituciones como Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), han generado tecnologías para implementar estos sistemas y garantizar excelentes resultados si se hace la implementación y manejo adecuado, de acuerdo con los pisos térmicos y condiciones agroclimáticas de cada región (Bueno, 2012).

El Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas (CEGA), ha clasificado cinco sistemas de producción ganadera en Colombia, incluyendo el Sistema de Pastoreo Extractivo (SPE), también se relacionan con los pagos por servicios ambientales, según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Bueno, 2012)..

Los sistemas silvopastoriles en Colombia ofrecen ventajas como la provisión de comida y sombra a través de árboles forrajeros, así como el aumento de la biodiversidad, permitiendo la llegada de mayor cantidad de especies. (IICA, 2016)

4.2. Costo de establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles

Sistemas Silvopastoriles (SSP) en Colombia tienen un valor económico significativo debido a su impacto en la rentabilidad, la captura de carbono y la integración de beneficios ambientales y económicos.

4.2.1. Rentabilidad y valor económico:

4.2.1.1. Pago por captura de carbono

- La rentabilidad de los sistemas silvopastoriles puede variar significativamente según el valor económico asignado a la captura de carbono.
- Al integrar beneficios ambientales y económicos, el mayor valor correspondió al sistema silvopastoril que superó en 946 dólares obtenidos.(Danny Sandoval et al., 2022).

Los costos (dólares/hectárea) para establecer un SSP (*Propopis*, *Leucaena*, *Cynodon*) según (Molina, Duran 2012) en el Hatco, Valle del Cauca, Colombia es de US\$ 2,161 con sistema intensivo en comparación a un monocultivo de *Cynodon plectostachyus* es de US\$ 1,643, estos precios son considerando adecuación del terreno, semilla, siembra, riego, control de malezas e infraestructura.

4.3. Pastos y arbolearía predominantes en sistemas silvopastoriles

Se conoce que entre las especies de pastos con mayor adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas en la zona, se encuentran pastos como ser: mombasa (*Panicum máximum*), Tanzania (*Megathyrsus maximus*), mulato II (*Brachiaria híbrido CIAT 36087*), Toledo (*Brachiaria brizantha*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*), marandú (*Brachiaria brizantha* CV. MARANDU), decumbens (*Brachiaria decumbens*) y entre las especies arbóreas utilizadas como forraje se menciona el matarratón (*Gliricidia sepium*), liliaque (*Leucaena leucocephala*), morera (*Morus alba*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), chachafruto (*Erythrina edulis*) y botón de oro (*Ranunculus acris*) (Vega, 2022).

4.4. Efectos de los SSP en la mejora de materia orgánica

En Colombia, los SSP tienden a tener un peso comparativo de materia orgánica superior en comparación con los monocultivos. Los SSP han demostrado aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo y la cantidad de carbono inmovilizado en relación con la pastura en monocultivo, este aumento en la materia orgánica puede tener beneficios significativos para la salud del suelo y la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas de producción agrícola y ganadera en Colombia

Los SSP ofrecen una alternativa más sostenible al monocultivo al aumentar la biodiversidad, mejorar la calidad del suelo y proporcionar beneficios ambientales adicionales, por lo tanto, se convierten en una opción atractiva para la producción agrícola y ganadera en Colombia (Olivera Sánchez & Avellaneda Torres, 2018).

4.5. Meso y macrofauna:

La meso fauna y macrofauna se refieren a diferentes tamaños de organismos que habitan en el suelo y desempeñan un papel crucial en la salud y fertilidad de este.

4.5.1. Meso fauna: Son organismos de tamaño reducido, generalmente de 0,1 a 2 mm, que incluyen artrópodos como ácaros, colémbolos y enquitreidos. Estos organismos contribuyen a la descomposición de la materia orgánica, estimulan a los microorganismos y aumentan la fertilidad del suelo.

4.5.2. Macrofauna: En contraste, la macrofauna incluye organismos de mayor tamaño, como lombrices de tierra, *Chilopoda*, enchytraeidae, que desempeñan un papel importante en la descomposición de la materia orgánica, la formación de una estructura del suelo saludable y la mejora de la fertilidad del suelo.

Estos organismos, tanto la meso fauna como la macrofauna, son fundamentales para mantener el ciclo de los nutrientes, equilibrio, salud y fertilidad del suelo (Tapia,2020)

En Colombia, los SSP han sido recomendados ampliamente debido a los servicios ambientales que ofrecen, incluyendo la promoción de la diversidad de la meso fauna del suelo, además, se ha investigado la diversidad de macroinvertebrados en este tipo de sistema en Colombia, lo que sugiere un interés en comprender la influencia de la meso fauna del suelo.(Falco & Diaz Porres, 2018)

Un estudio comparativo de la diversidad de macrofauna presente en el suelo de un sistema silvopastoril en comparación con un potrero tradicional, que indica un enfoque integral para comprender la influencia de los sistemas silvopastoriles en la meso fauna del suelo.(Ripoll & Bravo, 2013)

En cuanto a los costos de mantenimiento en un SSP intensivo es de US\$ 174 vs en el monocultivo es de US\$ 1,091 tomando en cuenta los siguientes factores: Depreciación, riego, control de malezas, podas de formación y fertilización. (Burney et al., 2010)

Los SSP en Colombia tienen como costo de implantación por hectárea al año es de \$5 y \$6 millones al año obteniendo como ganancia anual \$2 millones por hectárea logrando como meta nacional 100.000 hectáreas más sembradas en la actualidad más de 2,000 productores lo han implementado este método teniendo 160,000 hectáreas con SSP. (Broom et al., 2013)

4.6. Propiedades del suelo

Las propiedades del suelo incluyen la textura, estructura, porosidad, permeabilidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva, la densidad aparente y color.

4.6.1. Propiedades impactadas por los ssp

En los ssp por la relación de pastos y árboles, se encuentran propiedades edáficas físicas que pueden tener mayor impacto en su ecosistema, las cuales son las siguientes:

4.6.2. Densidad aparente

La densidad de volumen o densidad aparente según (Gutiérrez, 2010) se define como el peso seco del suelo por unidad de volumen de suelo inalterado, tal cual se encuentra en su emplazamiento natural, incluyendo el espacio poroso, es un buen indicador de propiedades

importantes del suelo, como son: la compactación, porosidad, grado de aireación y capacidad de infiltración, lo que condiciona la circulación de agua y aire en el suelo, los procesos de establecimiento de las plantas (emergencia, enraizamiento) y el manejo del suelo.

4.6.3. Prácticas que afectan la Densidad Aparente del Suelo (DAS)

La DAS puede ser afectada por diversas prácticas y factores, lo que a su vez influye en las propiedades físicas del suelo.

Algunas de estas prácticas incluyen:

Compactación del suelo: Cuando la densidad aparente del suelo aumenta, se incrementa la compactación y se afectan las condiciones de retención de agua.

Labranza y enmienda de composta: La labranza y la enmienda de composta pueden influir en la densidad aparente del suelo y mejorar su capacidad de infiltración.

Estructura del suelo: La granulación en los suelos tiende a aumentar el espacio poroso y, por tanto, disminuye la densidad aparente del suelo.

Estas prácticas y factores pueden tener un impacto significativo en DAS, lo que a su vez influye en su capacidad para retener agua, permitir la circulación de nutrientes, y favorecer el crecimiento de las plantas.(Sanches, 2019)

4.6.4. Textura del suelo

La textura indica la concentración relativa de partículas de diferentes tamaños, como arena, limo y arcilla, en el suelo, la estructura se refiere a la facilidad con la que se puede trabajar, la cantidad de agua y aire que retiene y la rapidez con la que el agua penetra y pasa a través del suelo. (FAO, 2013)

4.6.4.1. Métodos de Identificación de textura:

Prueba del lanzamiento de la bola:

- Tomar una muestra de suelo humedecido y oprimirla hasta formar una bola.
- Lance la bola al aire hasta unos 50 cm aproximadamente y deje que caiga de nuevo en la mano.
- Si la bola se desmorona, el suelo es pobre y contiene demasiada arena.
- Si la bola mantiene su cohesión, probablemente sea un suelo bueno con suficiente arcilla.

Prueba de compresión de la bola:

- Tomar una muestra de suelo y humedecer un poco, hasta que comience a hacerse compacta sin que se pegue a la mano.
- Oprimirla con fuerza y abrir mano.
- Si el suelo mantiene la forma en la mano, probablemente contenga la arcilla suficiente.

- Si el suelo no mantiene la forma en la mano, es que contiene demasiada arena.

Prueba de sacudimiento de la bola:

- Tomar una muestra de suelo y mojarla bien.
- Formar una bola de 3 a 5 cm de diámetro.
- Colocar la bola en la palma de la mano, se observará brillante.
- Sacudir rápidamente de un lado a otro, y observar la superficie de la bola.
- Si la superficie de la bola se opaca rápidamente y puede romperse fácilmente entre los dedos, el suelo es arenoso o arenoso franco.
- Si la superficie de la bola opaca más lentamente y ofrece alguna resistencia al romperla entre los dedos, es limoso o franco arcilloso.
- Si la superficie de la bola no cambia y ofrece resistencia al romperla, es arcilloso o arcilloso limoso.

Prueba de desmenuzamiento en seco:

- Tomar una muestra pequeña de suelo seco en la mano.
- Desmenudear entre los dedos.
- Si ofrece poca resistencia y la muestra se pulveriza, el suelo es arena fina o arenoso franco, o contiene muy poca arcilla.
- Si la resistencia es media, es arcilloso limoso o arcilloso arenoso.
- Si ofrece gran resistencia, es arcilla.

4.6.5. Tabla Munsell

Es una tabla que se utiliza para identificar los colores del suelo, el sistema de ordenación es una forma más precisa de especificar, demostrando las relaciones entre los colores, cada parte del suelo tiene tres cualidades que son: el tono, el valor y el croma o saturación del suelo, en la tabla Munsell se crea unas tablas numéricas que son las que muestran los colores. Al momento de usarlas se pueden encontrar en las plantillas que van desde el color rojo hasta el amarillo, se toma una muestra de suelo en seco, seleccionando una plantilla del color más aproximado al de la muestra, para así lograr identificar los valores que se necesitan.



Ilustración 1: (FAO, 2016) Tabla Munsell (Identificación de color del suelo)

Partícula de suelo	USAD	Internacional
	-----mm-----	
Arcilla	<0,002	< 0,002
Limo	0,0020- 0,05	0,002 – 0,02
Arena muy fina	0.05 – 0.10	
Arena fina	0.10 - 0.25	0,020-0,20
Arena media	0.25 – 0.50	
Arena gruesa	0.50 – 1.00	0,20 – 2,0
Arena muy gruesa	1.00 – 2.00	

Tabla 1:(Ortega, 2022) tamaño de las partículas del suelo

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

La investigación se llevará a cabo en la Finca Agroecológica La Cosmopolitana, ubicada en Restrepo, Meta, Colombia. Con una altura de 570 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio anual de 31 °C, se registra una precipitación promedio de 270 mm anuales, obteniendo una humedad relativa entre el 3% al 5% durante el año con las coordenadas geográficas de Restrepo son longitud: 73° 33' 54" Oeste, 4° 15' 44" Norte, (Weather Spark, 2021). Para esta investigación se hará uso de los SSP y monocultivos de pastizal en la finca.



Colombia

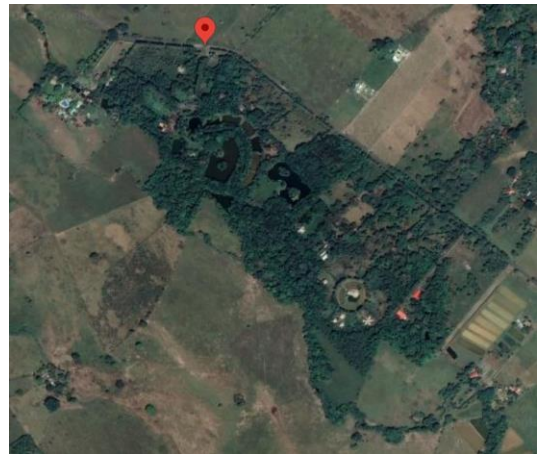


Ilustración 2 Finca agroecológica La Cosmopolitana

5.2. Metodología

Se utilizará el diseño experimental de parcelas divididas que consiste en un experimento diseñado que incluye al menos un factor difícil de cambiar que es difícil de aleatorizar completamente debido a limitaciones de tiempo o costo, donde se evaluara una investigación con variables cualitativas y cuantitativas.

Las variables por evaluar son:

Variables cuantitativas:

1. Conteo de meso y macro fauna en SSP vs monocultivo de pastizal.
2. Peso comparativo de MO superficial en SSP vs monocultivos de pastizal.
3. Valor económico de SSP vs monocultivo de pastizal.

Variables cualitativas:

1. Densidad aparente del suelo.
2. Especies arbóreas y forrajeras predominantes en los dos sistemas (SSP y monocultivo).
3. Textura del suelo.
4. Color predominante del suelo.

Descripción de variables:

5.2.1. Valoración económica

El propósito de la investigación es conocer el valor económico, en un SSP como en un monocultivo de pastizal, de tres fincas de Restrepo y como el productor valora una hectárea de su sistema de producción, este valor se conocerá mediante un censo al propietario del sistema. Mencionar que estos sistemas se utilizan para ganadería, su costo de mantenimiento según su explotación, la cantidad obtenida se expresará en dólares (\$), pesos colombianos (COP) y lempiras (Lp.). Se tomará como referencia el bajo (4,000,000) medio (8,000,000) y alto (10,000,000) (consulta personalizada en la finca La Cosmopolitana).

Nombre del productor	Nombre de la finca	SSP	Monocultivo	Moneda			Valor economico		
				COP	Dólar	Lempira	Medio	Bajo	Alto

5.2.2. Peso comparativo de materia orgánica superficial en monocultivo de pastizal vs sistema silvopastoril.

Para determinar el porcentaje de materia orgánica en ambos cultivos se desarrollará muestreo con el diseño experimental de parcelas divididas, el área seleccionada donde se colocarán dos parcelas en cada potrero con nueve divisiones de 1m², donde se pesará la MO recolectada en las nueve divisiones donde se recolectarán el valor de dieciocho (18) muestras y el total se va a dividir entre el número de muestras recolectadas, valor total en una hectárea expresando lo obtenido en Kg.

Potrero 1:

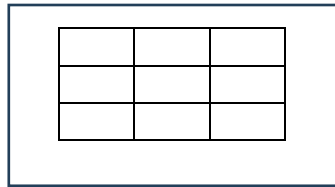
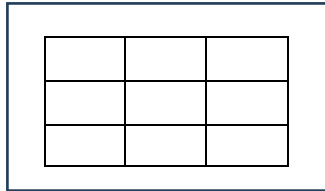


Ilustración 3: Demostración de recolección de muestras de MO

Tabla 2: Valores de MO

Rangos	Valores kg 1m ²
Alto	2 a 3
Medio	1 a 2
Bajo	0 a 1

5.3. Producción de materia fresca y seca en SSP vs monocultivos.

Para elaborar esta práctica se hará un aforo en un SSP y un monocultivo, el aforo consiste en medir la cantidad de pasto o forraje en una determinada área.

El método de muestreo en cruz (o aforo en forma de X), que consiste en ubicar las 4 esquinas del potrero

“relativamente equidistantes” y recorrerlo de una esquina a otra en línea diagonal y luego en la diagonal perpendicular. Cada 5 pasos se descarga el marco de aforo de 1 m² de área sobre el suelo, se corta una submuestra (todo el pasto que queda dentro del marco), y se pesa con una balanza de kilos y gramos. Al final se suman los pesos de todas las submuestras y se divide por el número total de submuestras que se tomaron para obtener el “promedio” en Kg/m².

Formula:

$$\% \text{ Materia fresca} = \frac{\text{Peso de muestras totales}}{\text{Número de muestra}}$$

$$\% \text{ **Materia seca** } = \frac{\text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de muestra húmeda}} \times 100$$

5.4. Arbórea y pastizales predominantes

Se hará un conteo por cada área sembrada, se procederá a contar los árboles y pastos por especies, así verificar cuáles son las más predominantes en la zona

5.5. Conteo de meso y macrofauna.

Se realizará un muestreo extrayendo una muestra de suelo de un área de 30 x 30 cm, colocándolos en una manta blanca para homogenizar y observar los organismos en la muestra, donde se considerarán las tres especies más predominantes en el área, las muestras serán extraídas con el diseño experimental de parcelas divididas aplicado en la variable de peso comparativo de Mo vs SSP correlacionando los siguientes valores:

Tabla 3. Variables a correlacionar

Variable 1	Variable 2
MO superficial por m ²	Color del suelo
Cantidad de meso y macro fauna	Densidad aparente
Cantidad de meso y macro fauna	Textura del suelo
Cantidad de MO superficial	textura del suelo

Diseño experimenta:

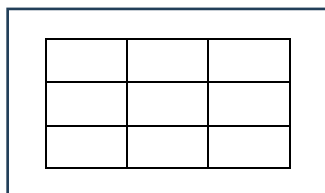
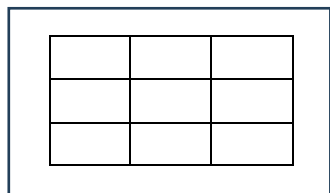


Ilustración 4: Demostración de muestreo de la meso y macrofauna.

5.6. Densidad aparente del suelo

Para conocer la densidad se utilizarán los siguientes materiales:

- Cilindro de un tubo de 10 cm de altura
- Pesa en gramos
- cuchillo
- Espátula
- Pala

Procedimiento:

Primer paso: se debe pesar el tubo para luego restar el resultado, luego se procede a sacar la muestra de suelo debemos enterrar el tubo en el suelo, de preferencia que este húmedo para que sea más fácil una vez que el tubo este completamente enterrado, con la barra se removerá la tierra de alrededor del tubo, luego con la pala se saca la tierra hasta dejar el tubo despejado, para poder extraerlo al momento de extraerlo limpiar el borde inferior y superior para quitar los excesos de suelo.

Segundo paso: Cuando el tubo este extraído, se continua a pesar la muestra con el tubo se anota el peso reflejado en gr.

Tercer paso: Se sustrae el suelo del interior del tubo, lo cual este estará húmedo lo siguiente es secar la muestra de suelo ya sea en micro hondas o una estufa.

Cuarto paso: Una vez la muestra seca se vuelve a pesar y se anota este resultado.

Quinto paso: Se aplica la siguiente formula:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso del suelo seco (gr)}}{\text{Volumen del cilindro (cm}^3\text{)}}$$

Volumen del Cilindro:

$$V = \pi * r^2 * h$$

5.6.1. Color predominante:

El color del suelo se identificará en ambos sistemas, donde se tomará una muestra de suelo de cada finca, con ayuda de la tabla Munsell, se reconocerá la tonalidad predominante en el área, en los primeros 30 cm, y se relacionará con el contenido de la MO, si es tonalidades rojo, marrón, negro o gris, son algunos de los colores más característicos y descriptivos del suelo.

5.6.2. Textura del suelo

Prueba de desmenuzamiento en seco:

- Tomar una muestra pequeña de suelo seco en la mano.
- Desmenudear entre los dedos.
- Si ofrece poca resistencia y la muestra se pulveriza, el suelo es arena fina o arenoso franco, o contiene muy poca arcilla.
- Si la resistencia es media, es arcilloso limoso o arcilloso arenoso.
- Si ofrece gran resistencia, es arcilla.

Prueba de compresión de la bola:

- Tomar una muestra de suelo y humedecer un poco, hasta que comience a hacerse compacta sin que se pegue a la mano.
- Oprimirla con fuerza y abrir mano.
- Si el suelo mantiene la forma en la mano, probablemente contenga la arcilla suficiente.
- Si el suelo no mantiene la forma en la mano, es que contiene demasiada arena.

Tipo de suelo en Restrepo Colombia

Para determinar el tipo de suelo que se encuentra en esta región, se realizara mediante un análisis de suelos que ya se han mando hacer para poder establecer los SSP y mono cultivos de pastizales.

5.3. Materiales

Tabla 4 Practicas y materiales

[illegible]

VI. CRONOGRAMA

[illegible]

VII. PRESUPUESTO

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario Lps	Total
1	Boleto de avión	Unidad	1	12,000	12,000
2	Alimentación	Dia	3	100	25,200
3	Libreta	Unidad	1	200	200
4	Lápices	Unidad	6	6	36
5	Borrador	Unidad	3	12	36
6	Sacapunta	Unidad	3	10	30
7	Marcadores	Unidad	6	20	120
8	Seguro Medico			3,600	3,600
Total					41,222

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Broom, D. M., Galindo, F. A., & Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 280, Issue 1771). Royal Society.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2025>
- Bueno, G. (2012). Sistemas silvopastoriles, arreglos y usos Silvopastoral systems, arrangements and uses. *Rev Sist Prod Agroecol*, 3(2), 56–83.
- Burney, J. A., Davis, S. J., & Lobell, D. B. (2010). Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(26), 12052–12057.
<https://doi.org/10.1073/PNAS.0914216107>
- CCB. (2023). *informe sectorial ganadero Agosto de 2023*.
- Danny Sandoval, Fernando Florez, Karen Enciso, Mauricio Sotelo, & Stefan Burkart. (2022). *Pb Evaluación Economica Y Ambiental De Un Sistema Silvopastoril En Colombia V3 141222_Es (1)*.
- Falco, L., & Diaz Porres, M. (2018). *CONEBIOS V Congreso Nacional de Ecología y Biología de suelos*.
- FAO. (2013). *TEXTURA DEL SUELO FRANCO*. Fao.
https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm
- IICA. (2016). Sistemas silvopastoriles establecimiento y uso en República Dominicana. *Árboles Y Arbustos Dispersos En Potreros*, 48.
<https://www.biopasos.com/documentos/086.pdf>

- Olivera Sánchez, C., & Avellaneda Torres, L. M. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales : construcción participativa del diagnóstico de suelos, diseño de planes de intervención prácticas de manejo sostenible de los suelos*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35025>
- Ripoll, M., & Bravo, R. (2013). *Anteproyecto de Tesis* (p. 2).
- Rubio Gutiérrez, A. M. (2010). *Ana María Rubio Gutiérrez*. 1–96.
- Sanches, M. S. (2019). *PRÁCTICA DE LABORATORIO N F unda undament ntos os del Suelo uel o Nombre de la práctica : D et etermi erminación nación de la l a D ens i dad da d Apa A par ent e de l Suel uelo o*.
- Tapia, J. (2020). *PRODUCCION Y DESCOMPOSICION DE HOJARASCA FOLIAR DE DIFERENTES SISTEMAS SILVOPASTORILES Y SU EFECTO SOBRE CALIDAD DEL SUELO EN EL VALLE MEDIO DEL SINÚ, CORDOBA - COLOMBIA*. 2507(February), 1–9.
- Vega, S. (2022). *EVALUACION DE LA OFERTA FORRAJERA DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO (SSPi) CONFORMADO POR BOTON DE ORO (BO) Tithonia diversifolia (Helms) Gray, GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS MEJORADAS SOBRE LA PRODUCCION Y CALIDAD DE*. 25/12/2022.
- Weather Spark. (2021). *El clima en vergel, el tiempo por mes, temperatura promedio - Weather Spark*. Weather Spark. <https://es.weatherspark.com/y/24280/Clima-promedio-en-Restrepo-Colombia-durante-todo-el-año>

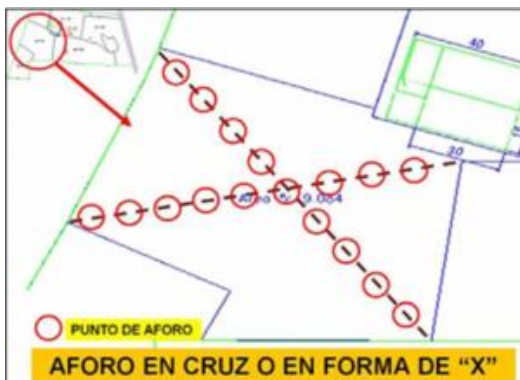
ANEXOS



Anexo 1. Sistemas silvopastoriles



Anexo 2. Monocultivo de pastizal.



Anexo 3. Muestreo de aforo



Anexo 4.Meso y macrofauna



Anexo 5. Muestro para densidad de suelo.

Matrices

Muestro de materia orgánica en meso y macro fauna.

Muestra de materia organica	Rango (Kg)	Resultado
1	Alto 2 a 3	
2	Medio 1 a 2	
3	Bajo 0 a 9	

Anexo 6.Matriz para porcentaje de MO

Muestreo de aforo en fincas

Fincas	Materia Fresca (Kg/Ha)		Materia Seca (Kg/Ha)	
Finca 1				
Finca 2				
Finca 3				

Anexo 7.Matriz de muestreo de aforo