



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**MANEJO SILVOPASTORIL EN UNA HECTÁREA PARA
LA CAPTURA DE GAS METANO EN LA FINCA BRASIL
DEL CANTÓN CUMANDÁ PROVINCIA DEL CAÑAR**
TRABAJO DESCRIPTIVO

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:
VIQUE SALGADO JACKSON GABRIEL

TUTOR:
ING RAFFO FOLLECO LUIS MSc

MILAGRO – ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, RAFFO FOLLECO LUIS, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“MANEJO SILVOPASTORIL EN UNA HECTÁREA PARA LA CAPTURA DE GAS METANO EN LA FINCA BRASIL DEL CANTÓN CUMANDÁ PROVINCIA DEL CHIMBORAZO”**, realizado por la estudiante VIQUE SALGADO JACKSON GABRIEL; con cédula de identidad N°0605047265 de la carrera INGENIERÍA AMBIENTAL, Extensión Ciudad Universitaria “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Luis Raffo Folleco MSc.
Tutor

Milagro, 13 de diciembre del 2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“MANEJO SILVOPASTORIL EN UNA HECTÁREA PARA LA CAPTURA DE GAS METANO EN LA FINCA BRASIL DEL CANTÓN CUMANDÁ PROVINCIA DEL CHIMBORAZO”**, realizado por el estudiante VIQUE SALGADO JACKSON GABRIEL, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

**PEÑA HARO CÉSAR, MSc.
PRESIDENTE**

**FLORES CADENA CRISTIAN, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**MOREJON TROYA FERNANDO, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

Milagro, 13 de diciembre del 2023

Dedicatoria

Dedico este proyecto de tesis a mis padres Angel Vique y Silvia Salgado que a pesar de las dificultades siempre estuvieron presentes con su apoyo y quienes han sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios también a mis hermanos Andy, Aneth, Anahí a mi novia Andrea Calderón y mi hijo Ian que esto también va por él. A todo el resto de mi familia, amigos y personas que influyeron en mi carrera.

Agradecimiento

Expreso mi agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado fortaleza para seguir adelante.

A la Universidad Agraria del Ecuador por permitirme formar parte de su grupo de profesionales al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a mi tutor de tesis Ing. Luis Raffo por el asesoramiento y guía brindada.

Al Ing. César Peña, Fernando Morejón quienes han inculcado en mí, el sentido de la seriedad, responsabilidad y rigor académico.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo JACKSON GABRIEL VIQUE SALGADO en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “MANEJO SILVOPASTORIL EN UNA HECTÁREA PARA LA CAPTURA DE GAS METANO EN LA FINCA BRASIL DEL CANTÓN CUMANDÁ PROVINCIA DEL CHIMBORAZO” para optar el título de INGENIERO AMBIENTAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, diciembre 13 del 2023

VIQUE SALGADO JACKSON GABRIEL

C.I. 0605047265

Índice general

PORTADA	1
APROBACION DEL TUTOR.....	2
APROBACION DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Autorización de auditoria intelectual.....	6
Índice general.....	7
Índice de tabla.....	10
Índice de figuras.....	11
Resumen.....	12
Abstract.....	13
Introducción.....	14
1.1 Antecedentes del problema.	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	15
1.2.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos	17
1.7 Hipótesis	17
2. Marco teórico.....	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.2 Bases teóricas	22
2.2.1 Sistemas silvopastoril	22

2.2.2 Componentes de los sistemas silvopastoril	22
2.2.2.1. Suelo	23
2.2.2.2. Árboles y arbustos.....	23
2.2.2.3. Pastos	23
2.2.2.4. Agua	23
2.2.2.5. Animales	23
2.2.3 Importancia de los sistemas silvopastoriles	24
2.2.4 Tipos de sistemas silvopastoriles	24
2.2.5 Ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoril	25
2.2.6 Aportes de los sistemas silvopastoriles al ambiente	25
2.2.7 Gases de efecto invernadero	26
2.2.8 Dióxido de carbono.....	26
2.2.9 Gas metano	27
2.2.10 Captura y almacenamiento del gas metano	27
2.2.11 Fuentes de emisión.....	28
2.2.12 Efectos de emisiones de GEI	28
2.2.13 Cambio del calentamiento global	29
2.3 Marco legal	30
3. Materiales y métodos.....	32
3.1 Enfoque de la investigación	32
3.1.1 Tipo de investigación	32
3.1.2 Diseño de investigación	32
3.2 Metodología	32
3.2.1 Variables	32
3.2.1.1. Variable independiente.....	32

3.2.1.2. Variable dependiente	32
3.2.2 Diseño experimental	33
3.2.3 Recolección de datos	33
3.2.3.1. Recursos	33
3.2.3.2. Métodos y técnicas	34
3.2.4 Análisis estadístico	37
4. Resultados	37
4.1 Identificar individuos especies y familias arbóreas en una hectárea de la finca Brasil	37
4.2 Estimar la captura de carbono con base a las especies forestales en el área marcado en la finca Brasil	40
4.2.1 Densidad relativa (DnR)	40
4.2.2 Densidad relativa (DMR)	41
4.2.3 Índice de valor de importancia (IVI)	42
4.2.4 Biodiversidad específica índice de Shannon	43
4.3 Determinar el tipo de ganado y el volumen de residuos orgánicos que genera las especies en los pastizales de la finca Brasil	44
5. Discusiones	46
6. Conclusiones	49
7. Recomendaciones	50
8. Bibliografía	51
9. Anexos	62

Índice de tablas

Tabla 1. Familia arbórea lote 1	37
Tabla 2. Familia arbórea lote 2	38
Tabla 3. Familia arbórea lote 3	39
Tabla 4. Densidad relativa (DnR)	40
Tabla 5. Dominancia relativa (DMR)	42
Tabla 6. Índice de valor de importancia	43
Tabla 7. Biodiversidad específica de Shannon	44
Tabla 8. Estimulación de estiércol por día	45

Índice de figuras

Figura 1. Unidades de muestro de las unidades en estudio	33
Figura 2. Entrada de la finca Brasil	62
Figura 3. Reconocimiento de la finca Brasil	62
Figura 4. Especies arbóreas en el pastoreo.....	63
Figura 5. Contabilización del ganado en la finca Brasil.....	63
Figura 6. Tipo de ganado	64
Figura 7. Reconocimiento del tipo de pasto	65
Figura 8. Reconocimeinto y verificación de cercas vivas	65
Figura 9. Aplicación Silvopastoril	66
Figura 10. Examinacion de especies frutales.....	66
Figura 11. Identificación de especies arbóreas.....	67
Figura 12. Identificación de cantidad de estiércol en el terreno	68
Figura 13. Medición de longitud ancho y grosor de especies arbóreas	69
Figura 14. Pesaje de estiércol de vaca para su respectiva densidad	70

Resumen

El aumento de la población y la ganadería ha provocado una serie de problemas ambientales, sociales y económicos. La deforestación, la degradación de los recursos y las emisiones de gases de efecto invernadero son algunas de las consecuencias más graves, en base a esto se planteó la investigación. Los objetivos fueron: Identificar individuos especies y familias arbóreas en una hectárea de la finca. Estimar la captura de carbono con base a las especies forestales. Determinar el tipo de ganado y el volumen de residuos orgánicos que genera las especies en los pastizales de la finca. La investigación utilizó un diseño descriptivo y correlacional. Se establecieron tres unidades de muestro de 1000 m² cada una para evaluar la composición arbórea y estructural horizontal de la masa adulta en la finca Brasil. Las variables dependientes fueron el número de especies y familia arbórea, densidad relativa, dominancia relativa, índice de valor de importancia, biodiversidad específica, índice de Shannon y tipo de ganado y volumen de estiércol que genera la finca Brasil. Como resultados se identificaron 50 especies arbóreas. Las familias más abundantes fueron las rosáceas y las Poaceae, con un 16% y 12%, respectivamente. La especie más abundante de Shannon fue de 2,634, lo que indica una diversidad relativamente alta en el área de estudio.

Palabras claves: manejo silvopastoril, deforestación, ganadería, densidad arbórea, residuos orgánicos.

Abstract

The increase in population and livestock farming has caused a series of environmental, social and economic problems. Deforestation, resource degradation and greenhouse gas emissions are some of the most serious consequences, based on this the research was proposed. The objectives were: Identify individual tree species and families in one hectare of the farm. Estimate carbon capture based on forest species. Determine the type of livestock and the volume of organic waste generated by the species in the farm's pastures. The research used a descriptive and correlational design. Three sampling units of 1000 m² each were established to evaluate the tree and horizontal structural composition of the adult mass on the Brazil farms. The independent variables were tree types and the estimation of methane gas capture. The dependent variables were the number of tree species and family, relative density, relative dominance, importance value index, specific biodiversity Shannon index and type of livestock and volume of manure generated by the Brazil farm. As a result, 50 tree species were identified. The most abundant families were Rosaceae and Poaceae, with 16% and 12%, respectively. The most abundant species was *Lonchocarpus lanceolatus*, with an IVI of 0.33. The Shannon diversity index was 2.634, indicating relatively high diversity in the study area.

Keywords: silvopastoral management, deforestation, livestock, tree diversity, organic waste

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Según Alfaro y Ponce (2021), dicen que la población mundial se elevará en los años 2009 hasta el 2050 y esto provoca demanda y producción de alimentos, por esta razón se necesita también aumentar la productividad para satisfacer las necesidades alimentarias de las personas, aunque esto podría ocasionar el aumento de la emisión de gases de efecto de invernadero

En el Ecuador los daños provocados al suelo es producto del sobrepastoreo bovino, provocando daños de compactación y erosión ya que degradan calidad, productividad, eficiencia en la oferta natural (agua, suelo y biodiversidad) que repercute en el territorio nacional; también cambia y afecta el paisaje (Muñoz, 2019).

Por los sistemas bovinos en la emisión de GEI y otros efectos negativos de los impactos ambientales, se busca efectuar manejos de mitigación como es el caso de los sistemas silvopastoriles, estos sistemas son enfocados a realizar menor impacto ambiental, permiten alcanzar mayor productividad, encierran aspectos productivos, sociales, técnicos, económicos y ambientales (Rivera, 2018).

la ganadería es una fuente principal de proteínas para la población y es complicado sustituir este alimento. Por lo cual se debe adaptar al cambio climático y a los manejos de las fincas ganaderas ya que si se realiza aquello se podrá capturar grandes cantidades de carbono y así reducir las emisiones de GEI, que son emitidas por lo bovinos.

Los sistemas silvopastoriles son tecnologías de cambio para el reordenamiento del uso de la tierra de los sistemas agrícolas (ganadería). Estos sistemas se

reflejan a las áreas de los árboles que son manejados colectivamente con las pasturas y el ganado. Estos mecanismos logran estar presentes al mismo tiempo y en la misma unidad de tierra e inclusive estar en rotación temporal, de tal manera que logren una mayor productividad total, en un régimen sostenido (Culqui, 2018).

Los sistemas silvopastoriles son una actividad productiva ganadera, ya que otorgan beneficios ambientales muy importantes que brinda la biodiversidad de los ecosistemas naturales como: incremento de la producción y calidad de las pasturas, restauración de suelos degradados, mejoramiento de los recursos hídricos, secuestro de carbono y de gases con efecto invernadero y conservación de la biodiversidad (Cubas, 2022).

La captura de carbono, por medio del sistema silvopastoril otorgara ventajas a los productores aumentando su economía al lograr un pago directo por el servicio ambiental (venta de carbono capturado), facilitar otros servicios y productos como madera, leña, ya que los SSP, tratan de copiar la estructura y funcionalidad del bosque natural y ocupando extensas áreas deforestadas (Culqui, 2018).

La reducción de los GEI es una obligación internacional hoy en día, y la producción bovina simboliza una fuente de emisión de GEI a la atmósfera por medio de la fermentación entérica ya que genera fuentes de metano por la cantidad y calidad del alimento ingerido, siendo la digestibilidad de la ración uno de los factores más responsables. Por lo tanto genera una correlación negativa entre la digestibilidad de las dietas y la emisión de metano (Arcos, 2017).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.1.2 Planteamiento del problema

Desde hace muchos años atrás, existe conocimiento sobre el cambio climático que hoy en día es una realidad y que provoca efecto de emisión de efecto invernadero por la actividad humana (Arcos, 2017).

Por esta razón uno de los problemas importantes que se refleja en la zona de Cumandá es el aumento de la población ya que se ha convertido fuente de daño por medio de la deforestación, aparte también en las distintas actividades en las áreas agrícolas como es la ganadería esto ocasiona la degradación de los recursos y complica el problema ambiental, social y económico que se genera por la producción agrícola, realizando grandes emisiones de gases de metano, pérdida y degradación de los suelos, entre otros efectos negativos que a futuro si se sigue con el mismo énfasis esto provocaría daños irreversibles y muy difícil de recuperarlo por la gran explotación que se genera a los ecosistemas ambientales.

1.2 Formulación del problema

¿Qué manejo silvopastoril será el más adecuado para la captura de gas metano en la finca Brasil del cantón Cumandá?

1.3 Justificación de la investigación

Como se reflejan los problemas en la investigación y la necesidad de encontrar alternativas o soluciones que reduzcan a futuro mitigar los daños ambientales, se lleva a cabo el proyecto con la revisión de literatura y trabajo de campo sobre del manejo de sistemas silvopastoril para capturar gas metano (carbono)

Ya que por medio del sistema silvopastoril podemos obtener mejoramiento en la economía en la venta de la captura de metano e inclusive llegando a beneficiarnos de otros servicios ayudando así al medio ambiente y consentimiento

al agricultor ganadero con información adecuada ya que este sector también provoca emisiones de gases de efecto de invernadero GEI , que en la actualidad es uno de los principales causante de los daños al ecosistema.

1.4 Delimitación de la investigación

El presente trabajo de investigación tendrá como delimitaciones los siguientes puntos:

- **Espacio:** Se lo realizará en la finca Brasil, perteneciente al cantón Cumandá provincia de Chimborazo
- **Tiempo:** El trabajo investigativo tendrá un tiempo aproximado de cinco meses del presente año lectivo.
- **Población:** Las personas beneficiarias serán personas aledañas al sector, estudiantes, ingenieros y agricultores de la finca Brasil.

1.5 Objetivo general

Monitoriar el manejo silvopastoril para capturar gas metano y reducir el impacto ambiental en la finca Brasil del cantón Cumandá.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar individuos especies y familias arbóreas en una hectárea de la finca Brasil.
- Estimar la captura de carbono con base a las especies forestales en el área marcado en la finca Brasil
- Determinar el tipo de ganado y el volumen de residuos orgánicos que genera las especie en los pastizales de la finca Brasil.

1.7 Hipótesis

Al menos uno de los manejos silvopastoril ayudará a capturar gas metano y reducirá el impacto de la contaminación ambiental en la finca de Brasil.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Oliva, y otros (2017), describen que determinaron la reserva de carbono retenida bajo un sistema silvopastoril con *Pinus patulla*, localizado en Amazonas, Perú. Como resultado, se encontró 92,13 t/ha de carbono almacenado y 337,20 t/ha de carbono equivalente. Además, permitió establecer una ecuación que ayudó a estimar la cantidad de carbono y CO₂ en pino púpula: $\text{Biomasa seca} = 0,6575 \cdot \text{DAP} + 1,1794$ ($r^2 = 0,91$).

Sandoval, Ramírez, Rodríguez, y Candelaria (2020), dicen que evaluaron árboles y arbustos tropicales para disminuir la producción de metano en rumiantes. Los resultados demostraron que el follaje de varios árboles y arbustos en las zonas tropicales no sólo aumentan la productividad del ganado, también reducen la síntesis de metano en el rumen, por acción de los metabolitos secundarios (taninos condensados, compuestos fenólicos, aceites esenciales, flavonoides y saponinas) presentes en hojas y vainas. Por otro lado tienen un efecto significativo sobre la disminución de la metanogénesis en rumiantes debido a una mejora de la calidad nutricional de la dieta y la presencia de metabolitos secundarios, por lo cual el uso de sistemas silvopastoriles por especies leguminosas tropicales tiene potencial para disminuir entre un 20 y 38% la emisión de gases efecto invernadero por ganado bovino.

Gamboa (2018), describe que realizó estrategias silvopastoriles para mitigar los efectos del cambio climático en sistemas ganaderos en el Sur de México, como resultado obtuvo que utilizando los SSP con especies arbóreas y arbustivas mejoran la calidad del forraje y nutrición animal y pueden disminuir las emisiones de los gases con efecto invernadero e inducir la sustentabilidad de los sistemas.

Lara (2019), dice en su investigación que almacenó el carbono en la biomasa arbórea y suelo por medio de las practicas silvopastoriles en la reserva de la biosfera, en Chiapas, como resultado se identificó tres PSS en las unidades de producción; árboles dispersos en potrero fue la que represento al 100%, cercas vivas con 40% y solo el 23% bancos forrajeros, y el uso va desde forraje para el ganado, sombra, leña, madera. El carbono almacenado en biomasa arbórea fue mayor en árboles dispersos en potrero (6.8 Mg ha^{-1}), con respecto a las cercas vivas (Mg ha^{-1}) en distintas zonas de estudio donde no hubo diferencias significativas. Por su parte el carbono almacenado en suelo no fue significativo en las tres prácticas y la zona, ya que los rangos fueron de 2.2 a 2.7 Mg ha^{-1} , pero el N fue significativo cuando se compara la zona (0.22% y 0.15%), mismo caso para el P ya que presentó diferencias entre zonas ($z= 4.18$ y $p= 0.05$). Para la relación C/N indica que el proceso de descomposición de la MO es eficiente debido a que los rangos hallados están dentro de parámetros óptimos (14.9 a 23.9) en ambas zonas.

Contreras, Martínez, Raghavan, López, y Garrido (2021), mencionan que realizaron la cuantificación de los servicios ecosistémicos ofrecidos por cuatro SSP en comparación con una pradera con gramíneas, en Colombia. Los tratamientos fueron cuatro SSP con distintos componentes arbóreos: *T. grandis*, *T. rosea*, *P. quinata* y *A. mangium*, en comparación a una sola gramínea (*M. maximus*). Los resultados mostraron que los mayores contenidos de MO, P y Ca se registraron dentro de los SSP. El carbono orgánico en el suelo (COS) fue mayor dentro de los SSP ($39,43 \pm 15,34 \text{ t C ha}^{-1}$) en comparación con la pradera ($33,43 \pm 17,63 \text{ t C ha}^{-1}$). Los SSP se comportaron la mayor parte del tiempo como sumideros de metano, al inmovilizar en promedio $-460 \pm 0,42 \mu\text{g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. La

menor tasa de emisión de óxido nitroso se vio dentro de los sistemas SSP1 y SSP2 ($460 \pm 0,60$ y $620 \pm 1,19$ $\mu\text{g N}_2\text{O m}^{-2} \text{h}^{-1}$). En conclusión, la implementación de SSP ayuda en la disminución de procesos degradativos (físicos y químicos) del suelo, al aumento de las reservas de carbono del suelo y son una estrategia de mitigación de GEI en los sistemas ganaderos.

Artunduaga, Huertas, Cerón, y Bermúdez (2019), argumentan que realizó la captura y almacenamiento de carbono y producción de forraje de los SSP con especies arbóreas en Cundinamarca, se establecieron los aspectos nutricionales del pasto *P. clandestinum* con valores de 17,4% de materia seca; 13,8% de proteína cruda, con fracciones de Cornell de 48,55% 22,46 para la proteína de mayor digestibilidad (A y B1), otorgando que la pastura muestra una composición química para la dieta basal en rumiantes. Se estimó la producción de biomasa del estrato bajo, donde el pasto *P. clandestinum* en la zona perimetral que limita con un SSP de árboles de *A. acuminata* y *P. clandestinum*, fue de 1078Kg/ FV; en la zona central fue de 878,43 Kg/FV; y en la zona perimetral fue de 954,37 Kg/FV. Además, se determinó la cantidad de carbono almacenado por plantas arbóreas de la especie *A. decurrens* donde se encontró que la zona de muestreo Borde-Papa, fue la que mayor cantidad de carbono arriba del suelo almacenó con 1,79 t/ha \pm 0,22, mostrando diferencias significativas con las demás áreas de muestreo.

Parra, Gómez, Landazuri, y Preciado (2018), mencionan que estimaron la concentración de (GEI) en tres sistemas ganaderos asociados con pasto kikuyo. Los tratamientos fueron: S 1 pradera degradada (PD), S 2 pradera recuperada (PR) y S 3 arreglo silvopastoril de pasto kikuyo + *A. decurrens* donde la emisión de gases (mg/m^2). Los resultados mostraron diferencias estadísticas entre sistemas, días de evaluación y en la interacción S*DE. Los sistemas SSP y PR se

convirtieron en sumideros y sistemas reguladores de las emisiones de metano con mayores aportes en el SSP con valores mayores a $-200 \text{ mg/CH}_4/\text{m}^2$ a los 60 días. La emisión de metano fue mayor ($1.886,89 \text{ mg/m}^2$) en PD y menor ($148,28 \text{ mg/m}^2$) en SSP, mientras que PR mostró valores intermedios ($1.180,11 \text{ mg/m}^2$). La interacción sistemas por días de evaluación mostró flujos negativos para SSP y PR entre los 52 y 245 días. Con respecto al óxido nitroso, el mayor emisor por unidad de área fue PD ($735,6 \text{ mg/m}^2$) frente a PR $647,93 \text{ mg/m}^2$ y SSP $389,89 \text{ mg/m}^2$ ($p < 0,01$). Las menores emisiones de CO_2 en la atmósfera ($234 \text{ mg/CO}_2/\text{m}^2$) se dieron en el SSP.

Hernández, y otros (2021), argumentan que realizaron almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en Colombia. Los resultados demostraron que el almacenamiento de carbono presentó diferencias significativas entre usos del suelo. La mayor acumulación se halló en bosque, con $216.6 \text{ t C ha}^{-1}$, superando en 59, 72 y 73 % a SAF cacao, SSP y SAF café. Fabaceae, Lauraceae y Primulaceae mostraron el mayor almacenamiento de carbono. En SAF cacao, la mayor acumulación de carbono fue hallada en especies para alimento humano; en SAF café y SSP, el mayor almacenamiento fue mostrado en las especies maderables.

La presencia de diferentes especies con diversas características estructurales y fisiológicas, como alturas y diámetros variables, indica una distribución vertical en el bosque. Esto puede favorecer la existencia de diferentes estratos en la comunidad arbórea, proporcionando hábitats para una amplia gama de especies animales, desde aves y mamíferos arbóreos hasta insectos y otras formas de vida que dependen de la diversidad de recursos disponibles. (Oyarzún, Donoso, & Gutiérrez, 2018)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistemas silvopastoril

Son sistemas que se basa en la producción silvícola y pastoril, si se realiza todo el manejo al mismo tiempo puede llegar a ayudar a muchos servicios medioambientales, entre los cuales podríamos tener la conservación de biodiversidad, la capacidad de fijación de carbono, la función protectora de suelo y cuencas hidrográficas mejora los ingresos por crecimientos de producción y diversificación de fuentes (Colombo, 2019).

Los SSP, son estimados como una estrategia de la producción agropecuaria para interviene especies arbóreas interactuando con componentes de los SSP basado a un manejo de sistema integrado ya que son conjunto de técnicas que involucran la asociación de árboles, cultivos y animales que puede llegar hacer simultáneo o secuencial conservando la sostenibilidad (Macedo, 2016).

Gutiérrez y Mendieta (2022).mencionan que los SSP, otorgan refugio para animales silvestres (entomofauna del suelo), es ahí donde se localizan organismos que cumplen distintas funciones entre la de mayor importancia como reciclaje de nutrientes, además los SSP conservan la diversidad de la superficie o por debajo del suelo como equilibrio ecológico.

2.2.2 Componentes de los sistemas silvopastoril

Según Catholic Relief Services (2015), dice que los primordiales componentes que interactúan en los SSP son: el suelo, pasto, arboles, animales y agua, estos se refleja cuando su interacción es mucho mayor en el mismo tiempo y espacio.

2.2.2.1. Suelo

El suelo mediante su estructura es importante como componente ya que depende del mismo para que no afecte a su crecimiento y desarrollo a las

especies arbórea seleccionada para sembrar, si no se sabe de este parámetro con el tiempo tendrá plantaciones heterogéneas y potencial económico reservado y esto hace perder interés en los SSP (Árevalo, 2013).

2.2.2.2. Árboles y arbustos

Este componente involucra especies de árboles nativas o introducidas para hacer aprovechados en la producción de maderas, frutas o forraje. En agroforestería se da importancia por su función múltiple, más a los leguminosos por su capacidad de fijar N y mejorar la fertilidad del suelo (Chóez, 2017).

2.2.2.3. Pastos

Los pastos como componentes ayudan a producir mas forraje y otorga mejor calidad que los pastos nativos y si se da manejos adecuado pueden mejorar la fertilidad de los suelos (FAO, 2022).

2.2.2.4. Agua

Es un componente de vital importancia en todo los SSP ya que por medio de ella ayuda a sobrevivir cualquier interacción de especies vegetales, además ayuda a la absorción, otorga mayor infiltración, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo y disminuyen la evapotranspiración de las plantas al consumir grandes cantidades de agua (Gallo, 2006).

2.2.2.5. Animales

Este componente animal ayuda a algunos características del ciclaje de nutrimentos dentro de los SSP, pero si la carga animal es alta, la compactación de los suelos puede dañar el crecimiento de los árboles y otras plantas. Además Los animales participan en la diseminación de las semillas, escarificarlas favoreciendo la germinación (Mendieta y Rocha, 2007).

2.2.3 Importancia de los sistemas silvopastoril

Los SSP son importantes en la participación de la agroforestería ya que se combinan los espacios de las especies para la alimentación animal, a parte ayuda a la producción de madera, sombra, regulación hídrica, frutas, hábitat y paisajismo. En estos SSP los animales bovinos se benefician ya que se alimentan del forraje y las condiciones microclimáticas. Cabe indicar que en los SSP intervienen especies nativos o introducidos con distintos fines (Buitrago, Ospina, y Narváez, 2018).

Los SSP son un manejo de producción sostenible y sustentable desde los puntos ecológicos, social y económico para los sistemas de producción ganadera, esto sistemas ayudan a la conservación y presentación de la fauna creciendo la cobertura arbórea, arbustiva y el recurso de alimentos. También ayuda a minorizar el estrés cuando las temperaturas son elevadas en la época de estiaje. En conclusión los SSP está regida en la producción de árboles para distintos usos y ganado (Carbajal, 2017).

Los SSP son una importante alternativas para distintos ámbitos ya que ayudan al sistema a proveer forraje para los animales, se recupera áreas deforestadas, la captura de carbono, producción de biomasa, eleva la fotosíntesis en las plantas, acumula el carbono del aire, en fin es un recurso de la regulación ambiental mientras existan las distintas interacciones entre componentes (Zuluaga, 2020).

2.2.4 Tipos de sistemas silvopastoriles

Los SSP se los puede clasificar al tipo de arreglo y a su finalidad, los cuales son: arboles aislados en la pastura, el tipo de arborización, espaciamiento de especies vegetales, englobado a la protección de los animales para obtener la producción de carne, leche y la calidad de la pastura (Maccio, 2020).

En cambio los tipos de SSP que puedan ser utilizados se clasifican de la siguiente manera: cercas vivas, bancos forrajeros, leñosas perennes en callejones, árboles y arbustos dispersos en potreros, pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales, leñosas perennes sembradas como barreras vivas y cortinas rompevientos (Sánchez, 2020).

2.2.5 Ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoril

Según Braun, Van, y Grulke (2016), son mencionan algunas ventajas englobadas en los ámbito social, económico, ambiental y animal, las cuales son:

- Combinación de la producción de bienes en lapsos de tiempo.
- Rendimientos más atractivos que los sistemas ganaderos.
- Bienestar animal, lo que se refleja en mayor producción animal.
- Aumento del bienestar y productividad animal gracias.
- Mayor retención de humedad y mejor calidad del pasto.
- El ganado facilita control de malezas y de incendios forestales.
- Aumenta los beneficios del carbono.
- Control de la erosión y mayor protección de las cuencas.
- Conservación de la fauna silvestre.
- Preservación de nichos de agua.
- El sistema combinado facilita más empleo.
- Adquisición de conocimientos técnicos de los diferentes tipos de SSP.

Arciniegas (2018), describe algunas desventajas, los cuales son:

- Competencia por la luz.
- Producción de biomasa y valor nutritivo de los forrajes.
- Presencia de plagas.
- Presencia de alelopatía.
- Los animales realizan ramoneo.
- Afectaciones a la reposición natural.
- Ingresos lucrativos.

2.2.6 Aportes de los sistemas silvopastoriles al ambiente

Los aportes de los SSP son manejos para mejorar la calidad de los suelos mediante las interacciones de las especies vegetales que actúan entre sí como pastos, arbustos y árboles ya que son los que ayudan a la recuperación de los aspectos físicos, químicos y biológicos de los suelos, facilitando servicios

ambientales en la recuperación y mejoramiento, reciclaje de agua, conservación, nutrientes, diversidad biológica, captura de CO₂, ayuda a la economía, otorgan relaciones sociales de producción y desarrollo rural (Ailén, 2020).

Un SSP es una alternativa de producción pecuaria que engloba a las especies vegetales y animales para que interactúen en sí de manera para que ayude a los suelos de manera íntegra con la finalidad de elevar producciones y mejorar las condiciones del medio ambiente (Rodríguez y Restrepo, 2016).

2.2.7 Gases de efecto invernadero

La palabra efecto de invernadero se refiere a la función que cumple una capa de gases que retiene el calor del sol en la atmósfera de la tierra, realizando que la temperatura inferior sea mas elevada que la exterior, esto se crea por la energía generada por el sol al momento que llega a la tierra en alta frecuencia saltando al exterior en frecuencia baja (Donney's, 2015).

Los gases de invernadero es la fuente gaseosa de la atmosfera de forma natural o de origen humano que absorbe y envía radiación infrarroja, estos gases son los procesos que libera un gas de invernadero ya que son retenidos en un sumidero induciendo a los efectos dañinos para el medio ambiente físico, provocando efectos nocivos en la composición y la capacidad de recuperación de la producida de los agroecosistemas de origen natural (Peñaloza, 2015).

2.2.8 Dióxido de carbono

El (CO₂) es importancia como agente atmosférico ya que se lo responsabiliza del efecto invernadero por tener el calor de la atmósfera induciendo al cambio climático androgénico EL CO₂ liberado por la acción humana por la deforestación, quema de combustibles fósiles, combustión de carbono y los procesos naturales como: respiración, erupciones de volcanes y la fotosíntesis (Galeas, 2020).

El CO₂ cumple la función de la fotosíntesis en las plantas esto hace posible a los GEI, la concentración de este elemento en la atmósfera es por el uso de los combustibles fósiles, proceso industriales y medios de transporte. El CO₂ realiza el ciclo biogeoquímico para intercambiar carbono en las capas atmosféricas, el agua de los mares y la tierra, permitiendo que los átomos de carbono puedan utilizarse, para la vida y esta sea sostenible en el planeta (Briceño, 2020).

2.2.9 Gas metano

Es un gas incoloro, inflamable, su fórmula química es CH₄. Este gas metano se obtiene por medio de los humedales, el ganado y la energía liberando el metano a la atmósfera y también es timado como uno primordiales GEI (Chachaque, 2020).

El metano es un gas con funcionalidad de calentamiento 28 veces mayor que el CO₂, su tiempo de vida en la atmósfera es de 10 años, este gas simboliza una pérdida energética del 2 al 12 % para el animal por la energía bruta que consume. Por esta razón se recomienda manejos para reducir las emisiones de metano y obtener una mayor productividad animal y menor emisión de GEI (Vargas, 2015).

2.2.10 Captura y almacenamiento del gas metano

Los SSP ayudan a disminuir los efectos del cambio climático por medio e la captura y almacenamiento de carbono por medio de la siembra de arboles y el aumento de MO para reducir las existencia de CO₂ y gas metano evitando quema, deforestación, entre otros ya que esto favorece a la fauna silvestre, la maco y microfauna del suelo (Nahed y Grande, 2021).

La captura del gas metano por medio de los SSP otorgará beneficios a los productores mejorando su economía ya que por medio de la captura puede vende dicho elemento, lo que ayuda a obtener otros fuentes de ingresos como la

obtención de productos como madera y leña por esta razón los SSP tratan copiar la estructura y funcionalidad del bosque natural ya que hay enormes cantidades de áreas deforestadas (Oliva, y otros, 2017).

En los SF y SSP son los primordiales depósitos de gas metano ya que se hallan en la biomasa bajo el suelo, el detritus, la madera muerta y el CO₂ del suelo. El mayor porcentaje de gas metano se localiza en la biomasa sobre el suelo, como en especies de árboles, arbustos, palmas y herbáceas (Huamancayo, 2013).

2.2.11 Fuentes de emisión

Las fuentes de emisiones por los GEI se debe a las actividades que se realizan en la agricultura, industrial, el medio ambiente natural entre otros, los factores de emisión describe la cantidad de contaminación en kg de gas metano que se haya en los distintos sectores, cabe indicar que el sector agrícola por medio de la ganadería es el que emite más gas metano por medio de los sistemas de producción (leche, carne, doble propósito) y por clase de animales (Vega, 2016).

El elevado suministro de emisiones de gas metano se debe al sector agropecuario por medio de la fermentación entérica, el manejo del estiércol y los fertilizantes. El gas metano la mayor cantidad se crea en el sistema de producción de carne (40%) y doble propósito (36%) por lo que se haya la mayor población de bovinos (Gamboa, 2016).

2.2.12 Efectos de emisiones de GEI

Los efectos de los GEI se da por la deforestación, la expansión de las áreas cultivadas y la ganadería, provocando la pérdida de capacidad fotosintética debido a la baja de la masa vegetal y al aumento de emisiones de GEI; estos efectos ponen en riesgo la seguridad alimentaria y se crean restricciones significativas en la economía agropecuaria (Márquez, 2021).

Los GEI son estimados como el eslabón del cambio climático, ya que localizada en la atmosfera, por su estructura molecular absorben y retienen calor en enormes cantidades alterando la temperatura normal de la tierra, mientras que la cantidad liberada de los GEI por las actividades humanas ha potencializado el efecto invernadero natural y el cambio climático global. La agricultura y la producción pecuaria ayudan a las emisiones antropogénicas de CH₄, CO₂ y N₂O a la atmosfera (Gutiérrez, 2018).

Los primordiales GIE son, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno, y otros como: los clorofluorcarbonatos, los hidrofluorcarbonatos, los perfluorcarbonados y el hexafluoruro de azufre. La concentración de todos ellos se ha elevado desde la revolución industrial hasta la actualidad (Felipe, 2003).

2.2.13 Cambio del calentamiento global

El calentamiento global en la actualidad existen evidencias irrefutables, ya que el 30 % de las emisiones globales de carbono proceden del sector agropecuario. La contaminación atmosférica por medio de los (GEI) es la más notable debido a sus efectos a nivel global. El cambio climático seguirá originando más fenómenos meteorológicos extremos, tales como la degradación, desertificación de tierras, la escasez de agua, aumentos en el nivel del mar y cambios de temperatura (Váldez, Patiño, y Malla, 2022).

El cambio climático ha transformado a los ecosistemas de la tierra llegando a amenazar el bienestar de la generación actual y futuras ya que mantiene el incremento de la temperatura mundial por debajo de 2°C y cambios climáticos peligrosos por esta razón obliga a la necesidad de cortar esencialmente las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (Herranz, 2018).

2.3 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador 2008

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir

Sección segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Sección sexta: Hábitat y vivienda

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía (Código Orgánico del Ambiente, 2007).

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (Código Orgánico del Ambiente, 2007).

Capítulo II

Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas

Art. 37.- Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas estará integrado por los subsistemas estatales, autónomos descentralizados, comunitario y privado. Su declaratoria, categorización, recategorización, regulación y administración deberán

garantizar la conservación, manejo y uso sostenible de la biodiversidad, así como la conectividad funcional de los ecosistemas terrestres, insulares, marinos, marino-costeros y los derechos de la naturaleza. Las áreas protegidas serán espacios prioritarios de conservación y desarrollo sostenible. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán incorporar las áreas protegidas a sus herramientas de ordenamiento territorial.

Art. 38.- Objetivos. Las áreas naturales incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas cumplirán con los siguientes objetivos:

1. Conservar y usar de forma sostenible la biodiversidad a nivel de ecosistemas, especies y recursos genéticos y sus derivados, así como las funciones ecológicas y los servicios ambientales;
3. Proteger las especies de vida silvestre y variedades silvestres de especies cultivadas, así como fomentar su recuperación, con especial énfasis en las nativas, endémicas, amenazadas y migratorias;
4. Establecer valores de conservación sobre los cuales se priorizará su gestión;
9. Promover el bioconocimiento y la valoración de los servicios ecosistémicos articulados con el talento humano, la investigación, la tecnología y la innovación, para los cual se estimulará la participación del sector académico público, privado, mixto y comunitario (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015).

Capítulo III

Áreas especiales para la conservación de la biodiversidad

Art. 58.- Áreas reconocidas por instrumentos internacionales. La Autoridad Ambiental Nacional impulsará el establecimiento de áreas especiales de importancia para la conservación de humedales, de las aves, del patrimonio mundial, cultural y natural, entre otras.

Capítulo IV F

Formaciones vegetales naturales, paramos, moretales, manglares y bosques

Art. 99.- Conservación de páramos, moretales y manglares. Será de interés público la conservación, protección y restauración de los páramos, moretales y ecosistema de manglar. Se prohíbe su afectación, tala y cambio de uso de suelo, de conformidad con la ley. Las comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos participarán en el cuidado de estos ecosistemas y comunicarán a la autoridad competente, cualquier violación o destrucción de los mismos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva, mediante la cual se describió y analizó la información mediante la recolección de datos en la finca Brasil sobre la parte arbórea y el efecto de captura de gas metano para posteriormente obtener los resultados de la investigación.

Investigación Descriptiva. Se describe los objetivos de la investigación, analizando la información recopilada y estableciendo resultados para así llegar a la solución del problema planteado.

Investigación de campo. Se la utilizó para la primera parte del proyecto de la composición florística, así como la estructura horizontal y vertical del bosque mediante un inventario forestal

3.1.2 Diseño de investigación

Se evaluó árboles mayores a 10 cm de diámetro, estableciendo 3 unidades de muestreo, en la finca Brasil para analizar las especies de árboles y estructura horizontal de la masa adulta. Las unidades de muestreo tendrán una superficie de 1000 (50 m x 20 m). En cada parcela se identificarán las especies forestales.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variable independiente.

Tipos de árbol que se encuentra en la finca Brasil

Estimación de captura de gas metano

3.2.1.2 Variable dependiente

Número de especies y familia arbóreas

Densidad relativa (DnR)

Dominancia relativa (DMR)

Índice de valor de importancia (IVI)

Biodiversidad específica índice de Shannon

Tipo de ganado y volumen de estiércol que genera la finca Brasil.

3.2.2 Diseño experimental

Esta investigación utilizó un diseño de 3 unidades de muestreo, en la finca Brasil para analizar la composición arbórea y estructural horizontal de la masa adulta, Las unidades de muestreo fueron una superficie de 1000 (50 m x 20 m). en cada parcela se identificará las especies forestales.

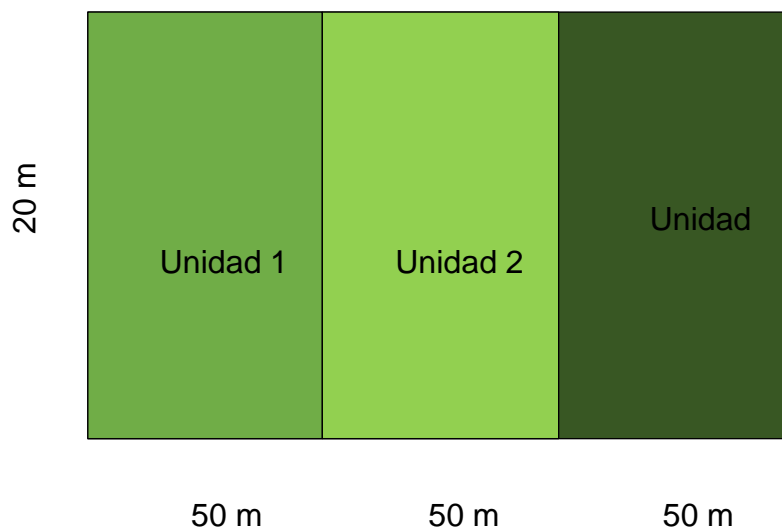


Figura 1. Unidades de muestreo de las unidades en estudio

3.2.3 Recolección de datos

3.2.3.1 Recursos

Bibliográficos;

En cuantos a los recurso tenemos bibliográficos se consultó en el centro de investigación agrario de la UAE Milagro y Guayaquil,

Materiales y equipos;

Entre los materiales y equipos se utilizó los siguiente;

Receptor GPS navegador, cámara fotográfica, cinta diamétrica, cinta de 50 metros, hojas de campo, pintura spray, tableros, machete, piolas, estacas

Recursos humanos

El tesista para el desarrollo de campo y bibliografía con la supervisión del docente guía.

3.2.3.2 Métodos y técnicas

El método y técnica de investigación aplicado durante la investigación fue el método hipotético – deductivo, el cuál parte de conocimientos particulares de cada especie de árbol y los extiende a conocimientos generales de la captura del metano. En este caso, a través de las unidades de muestreo se puede conocer acerca de la estructura y diversidad vegetal en la finca Brasil que mitigara y capturara el gas metano generado en la finca Brasil.

Descripción de las variables

Número de especies y familia arbóreas: Se partió el área de la investigación en tres muestras de 1000m² se realizó el inventario del número de individuo especie y familia

Densidad relativa (DnR): La densidad relativa estuvo determinada por el numero de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población, con respecto al numero total de arboles de la parcela.

Dominancia relativa (DMR): La representó el porcentaje de biomasa que aportó determinada especie se expresó por la relación entre el área basal del

conjunto de individuos de una especie y el área muestreada, se utilizó la siguiente fórmula:

Índice de valor de importancia (IVI):

El índice de valor de importancia es la suma de dos parámetros dominancia y densidad. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. Para obtener el (IVI) es necesario transformar los datos de área basal y densidad en valores relativos.

$$IVI = DnR + DmR$$

Biodiversidad específica índice de Shannon

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

donde:

S – número de especies (la riqueza de especies)

p_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

(es decir la abundancia relativa de la especie i):

p_i – número de individuos de la especie i

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). (Pla, 2006).

Tipo de ganado y volumen de estiércol: se identificó los tipos de ganados que cuenta la finca Brasil. Una vez identificado se seleccionó cinco individuos de cada una de las especies para obtener el peso la producción de estiércol por día durante cinco día y podre estimar el volumen generado por cada especie.

3.2.4 Análisis estadístico

En esta investigación se utilizó el análisis descriptivo de carácter explicativo – correlacional en el área de estudio. Se efectuó a través de los métodos y técnicas propuestos anteriormente.

4. Resultados

4.1 Identificar individuos especies y familias arbóreas en una hectárea de la finca Brasil.

La primera parcela se encontró 6 tipo de especie entre ellos se encontró 2 árbol Jigua (*Nectandra Hihua*) perteneciente a la familia Laurácea con una altura promedio de 22 metros de altura y un diámetro de 70 cm. 1 árbol de Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*) perteneciente a la familia Poligonácea con altura comercial de 20 metros de altura y un diámetro de 70 cm. 7 árbol de tagua cade (*Phytelephas aequatorialis*) de la familia Palmae puede crecer hasta 10 metros de altura, diámetro de 60 cm. Se encontró 3 palmito montañero (*Euterpe edulis*) perteneciente a la familia Arecaceae con una altura promedio de 15 metros de altura y 50 cm de diámetro. Se encontró un cabo de hacha (*Lonchocarpus lanceolatus*) familia Fabaceae con altura de 17,5 metros y diámetro de 1,5 m. además se encontró dos árbol de chonta (Pejibaye o chontaduro) de la familia Arecaceae con altura promedio 20 metros y un diámetro de 25 cm..

Tabla 1. Familia arbórea lote 1

Nombre comun	nombre cientifico	familia	Altura (m)	Diametro(m)
2 Jigua	<i>Nectandra Hihua</i>	Lauraceae	22	60-80 cm
1 Fernando san	<i>Triplaris cumingiana</i>	Polygonaceae	20	70 cm
7 Tagua cade	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	palmae	10	60 cm
3 Palmito montañero	<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	17	50 cm
1 Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Fabaceae	17.5	1.5 m
2 Chonta	<i>Pejibaye o chontaduro</i>	Arecaceae	20	25 cm

Vique, 2023

La descripción de las especies del segundo lote se presenta en la tabla 2 la que indica que se encontró 2 palmeras abanico (*Washingtonia de California*) de

la familia de las Arecáceas con altura promedio de 18 metros de altura y diámetro de 65 cm. También hubo 1 árbol mata ratón (*Gliricidia sepium*) pertenece a la familia Fabaceae con crecimiento de 12 metros de altura y diámetro de 20 cm.

Hay 1 árbol de guilli salvio (*Morus insignis*) de la familia de las Moráceas que puede crecer hasta 30 metros de altura y tener un diámetro de 1 m.

Hay 3 árboles de Mandarina cascaruda (*Citrus reticulata*) de la familia Rutaceae con crecimiento promedio de 4,5 metros de altura y un diámetro de 20 cm. Hay 2 árboles de limón cascarudo (*Citrus limettoides*) de la familia Rutaceae que pueden crecer hasta 4 metros de altura y tener un diámetro de 25 cm.

Se encontró 8 árboles de ciruelas (taxón rosales) de la familia de las rosáceas la misma que cumplía misión de cerca vivas, su altura promedio fue de 3 metros de altura y diámetro 30 cm.

Hay 2 árboles de Mandarina limon (*Citrus x limonia*) de la familia Rutaceae con altura promedio fue de 2 metros de altura y un diámetro de 20 c.

Tabla 2. Familia arbórea lote 2

Nombre comun	nombre cientifico	familia	Altura (m)	Diametro(cm)
2 Palma abanico	<i>Washingtonia de California</i>	Arecácea	20	0.65
1 mata raton	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	12	0,2
1 guilli salvio	<i>Morus insignis</i>	Moraceae	30	1 m
3 Mandarina cascaruda	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	4,5	20 cm
2 Limón cascarudo	<i>Citrus limettoides</i>	Rutaceae	4	25 cm
8 Ciruelas	<i>taxón Rosales</i>	rosáceas	3	30 cm
2 Mandarina limon	<i>Citrus x limonia</i>	Rutaceae	2	20 cm

Vique, 2023

En el lote tres encontramos 2 árbol guaba de machete (Ingá o Pacae), siendo una familia Fabaceae con altura promedio de 15 metros de altura y un diámetro a la altura de pecho de 40 cm. Además 6 manchas de Caña guadua (*Guadua*) de

la familia Poaceae con crecimiento de 12 metros de altura y un diámetro de 15 cm. Por caña. Hay 3 árboles de Guarumo (yagrumo) de la familia Urticaceae con promedio de 22 metros de altura y diámetro de 30 cm. Hay 2 árboles de fruta de Aguacate (*Persea americana*) familia Lauraceae que pueden crecer hasta 20 metros de altura y tener un diámetro de 60 cm. Hay 1 árbol de Jigua (*Nectandra Hihua*) de la familia Lauraceae altura comercial 16 metros de altura, diámetro de 70 cm. Hay 1 árbol de Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*) perteneciente a la familia Polygonaceae con altura de 18 metros y diámetro de 70 cm.

Tabla 3. Familia arbórea lote 3

Nombre común	nombre científico	familia	Altura (m)	Diámetro(cm)
2 Guaba machete	<i>Ingá o Pacae</i>	Fabaceae	15	40 cm
6 Caña guadua	<i>Guadua</i>	Poaceae	20	15 cm
3 Guarumo	<i>yagrumo</i>	Urticaceae	30	30 cm
2 Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	20	60 cm
1 Jigua	<i>Nectandra Hihua</i>	Lauraceae	30	70 cm
1 Fernan Sanchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	Polygonaceae	20	70 cm

Vique, 2023

4.2 Estimar la captura de carbono con base a las especies forestales en el área marcado en la finca Brasil

4.2.1 Densidad relativa (DnR)

La variable "densidad relativa" representa la proporción de cada especie en relación con el total de individuos registrados en el área de estudio.

La densidad relativa permitió hacer comparaciones entre las diferentes especies en función de su abundancia relativa en el área de estudio. las especies "tagua" (*Phytelephas aequatorialis*) y "ciruelas" (*Prunus domestica*) presentan una densidad relativa del 0,14% y 0,16%, respectivamente, lo que indica que estas

especies son relativamente más abundantes en comparación con otras especies presentes en el área muestreada.

Los datos de densidad relativa por familia, identificó las familias más abundantes en el área de estudio. Siendo estas las familias "rosáceas" y "Poaceae" que presentan densidades relativas del 0,16% y 0,12%, respectivamente, lo que indica que son las familias más abundantes en términos de proporción de individuos registrado

Tabla 4. Densidad relativa (DnR)

N comun	Genero y especie	# de individuo	Densidad relativa
Jigua	<i>Nectandra Hihua</i>	3	0,06
Fernan sanchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	2	0,04
tagua	<i>Phytelephas aequatorialis</i>	7	0,14
palmito montanero	<i>Euterpe edulis</i>	3	0,06
cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	1	0,02
chonta	<i>Pejibaye o chontaduro</i>	2	0,04
Palma abanico	<i>Washingtonia de California</i>	2	0,04
mata raton	<i>Gliricidia sepium</i>	1	0,02
guilli salvio	<i>Morus insignis</i>	1	0,02
mandarina cascaruda	<i>Citrus reticulata</i>	3	0,06
limon cascarudo	<i>Citrus limettoides</i>	2	0,04
ciruelas	<i>taxón Rosales</i>	8	0,16
mandarina limon	<i>Citrus x limonia</i>	2	0,04
guaba machete	<i>Ingá o Pacae</i>	2	0,04
guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	6	0,12
guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	3	0,06
aguacate	<i>Persea americana</i>	2	0,04

Total	50	100%
Vique, 2023		

4.2.2 Dominancia relativa (DMR):

Al observar los datos de dominancia relativa por género y familia, podemos identificar los géneros y familias más dominantes en el área de estudio. Por ejemplo, *Lonchocarpus lanceolatus* (familia Fabaceae) presenta una dominancia relativa del 0,31%, lo que indica que es la especie más dominante en términos de proporción de individuos registrados.

Es importante tener en cuenta que la dominancia relativa se basa en el número de individuos registrados en cada género o familia y no tiene en cuenta otros factores como la distribución espacial o la disponibilidad de hábitat. Sin embargo, proporciona una medida general de la importancia relativa de cada género o familia en la muestra estudiada.

Tabla 5. Dominancia relativa (DMR):

Genero y especie	Familia	# de individuo	Densidad relativa	Dominancia relativa
<i>Nectandra Hihua</i>	Lauraceae	3	0,06	0,09
<i>Triplaris cumingiana</i>	Polygonaceae	2	0,04	0,07
<i>Phytelephas aequatorialis</i>	palmae	7	0,14	0,10
<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	3	0,06	0,06
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Fabaceae	1	0,02	0,31
<i>Pejibaye o chontaduro</i>	Arecaceae	2	0,04	0,02
<i>Washingtonia de California</i>	Arecaceae	2	0,04	0,06
<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	1	0,02	0,01
<i>Morus insignis</i>	Moraceae	1	0,02	0,14
<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	3	0,06	0,01
<i>Citrus limettoides</i>	Rutaceae	2	0,04	0,02
<i>taxón Rosales</i>	rosáceas	8	0,16	0,01
<i>Citrus x limonia</i>	Rutaceae	2	0,04	0,02
<i>Ingá o Pacae</i>	Fabaceae	2	0,04	0,02
<i>Guadua angustifolia</i>	Poaceae	6	0,12	0,00

Cecropia peltata	Urticaceae	3	0,06	0,01
Persea americana	Lauraceae	2	0,04	0,05

Vique, 2023

4.2.3 Índice de valor de importancia (IVI):

En el caso de los datos proporcionados, el IVI se expresa como un valor que varía entre 0 y 1. Cuanto mayor sea el valor del IVI, mayor será la importancia relativa de la especie en el área de estudio. La especie *Lonchocarpus lanceolatus*, que pertenece a la familia Fabaceae, el IVI es de 0,33. Esto indica que *Lonchocarpus lanceolatus* tiene una alta importancia relativa en comparación con otras especies presentes en el área de estudio.

Al observar los datos de IVI, podemos identificar las especies que tienen una mayor importancia relativa en el área de estudio. Por ejemplo, la especie *Phytelephas aequatorialis*, perteneciente a la familia Palmae, tiene un IVI de 0,24, lo que indica que es una especie importante en términos de su abundancia, frecuencia y dominancia en comparación con otras especies presentes.

Tabla 6. Índice de valor de importancia

Genero y especie	Familia	# de individuo	IVI
<i>Nectandra Hihua</i>	Lauraceae	3	0,15
<i>Triplaris cumingiana</i>	Polygonaceae	2	0,11
<i>Phytelephas aequatorialis</i>	palmae	7	0,24
<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	3	0,12
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Fabaceae	1	0,33
<i>Pejibaye o chontaduro</i>	Arecaceae	2	0,06
<i>Washingtonia de California</i>	Arecaceae	2	0,10
<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	1	0,03
<i>Morus insignis</i>	Moraceae	1	0,16
<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	3	0,07
<i>Citrus limettoides</i>	Rutaceae	2	0,06
<i>taxón Rosales</i>	rosáceas	8	0,17
<i>Citrus x limonia</i>	Rutaceae	2	0,06
<i>Ingá o Pacae</i>	Fabaceae	2	0,06
<i>Guadua angustifolia</i>	Poaceae	6	0,12

Cecropia peltata	Urticaceae	3	0,07
Persea americana	Lauraceae	2	0,09

Vique, 2023

4.2.4 Biodiversidad específica índice de Shannon

En el caso de los datos proporcionados, el Índice de Shannon tiene un valor de 2,634. Cuanto mayor sea el valor del Índice de Shannon, mayor será la diversidad de especies en el área de estudio. Un valor de 2,634 indica una diversidad relativamente alta en el área de estudio, lo que implica la presencia de varias especies en cantidades proporcionales y relativamente equitativas. Es importante tener en cuenta que el Índice de Shannon es una medida de la diversidad basada en las abundancias relativas de las especies y no tiene en cuenta otros factores como la estructura del hábitat o la composición taxonómica.

Tabla 7. Biodiversidad específica índice de Shannon

Genero y especie	Familia	# de individuo	Pi	Pi*Ln pi
<i>Nectandra Hihua</i>	Lauraceae	3	0,06	-0,169
<i>Triplaris cumingiana</i>	Polygonaceae	2	0,04	-0,129
<i>Phytelephas aequatorialis</i>	palmae	7	0,14	-0,275
<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	3	0,06	-0,169
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Fabaceae	1	0,02	-0,078
<i>Pejibaye o chontaduro</i>	Arecaceae	2	0,04	-0,129
<i>Washingtonia de California</i>	Arecaceae	2	0,04	-0,129
<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	1	0,02	-0,078
<i>Morus insignis</i>	Moraceae	1	0,02	-0,078
Citrus reticulata	Rutaceae	3	0,06	-0,169
Citrus limettoides	Rutaceae	2	0,04	-0,129
taxón Rosales	rosáceas	8	0,16	-0,293
<i>Citrus x limonia</i>	Rutaceae	2	0,04	-0,129
<i>Ingá o Pacae</i>	Fabaceae	2	0,04	-0,129
<i>Guadua angustifolia</i>	Poaceae	6	0,12	-0,254
Cecropia peltata	Urticaceae	3	0,06	-0,169
Persea americana	Lauraceae	2	0,04	-0,129
Índice de Shannon				2,634

Vique, 2023

4.3 Determinar el tipo de ganado y el volumen de residuos orgánicos que genera las especie en los pastizales de la finca Brasil.

Con base en la tabla proporcionada, podemos interpretar que el tipo de ganado que más genera desecho en términos de volumen de estiércol estimado por 5 días es el "Girolando". Aunque todos los tipos de ganado listados en la tabla generan desechos en forma de estiércol, el "Girolando" tiene el mayor volumen estimado de estiércol con 0.76 m³ para el período de 5 días. Le sigue el "Holstein" con un volumen estimado de 0.74 m³ de estiércol.

El "Girolando" se destaca como el tipo de ganado que produce una mayor cantidad de estiércol durante el período evaluado, lo que podría tener implicaciones importantes para el manejo de los residuos orgánicos en la finca. Es fundamental considerar la cantidad de estiércol generado por cada tipo de ganado al planificar la gestión adecuada de los desechos y su posible reutilización en prácticas agrícolas sostenibles, como la fertilización del suelo.

Si el estiércol no se maneja adecuadamente y se acumula en grandes cantidades, puede haber escorrentía de nutrientes hacia cuerpos de agua cercanos, lo que puede causar la eutrofización y la proliferación de algas, afectando la calidad del agua.

Emissiones de gases de efecto invernadero: La descomposición del estiércol puede liberar gases de efecto invernadero, como metano y óxido nitroso, que contribuyen al calentamiento global si no se gestionan adecuadamente.

Los árboles presentes en el área de estudio de la finca Brasil pueden desempeñar un papel crucial son capaces de absorber dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera durante el proceso de fotosíntesis y almacenarlo en su biomasa. El carbono capturado queda secuestrado en la madera, las hojas, las raíces y el suelo. Almacenamiento de carbono: Los bosques y árboles actúan como grandes reservorios de carbono. La biomasa de los árboles contiene carbono acumulado durante su crecimiento, y los bosques en su conjunto almacenan grandes cantidades de carbono. Proteger y conservar estos bosques ayuda a mantener este carbono almacenado, evitando su liberación a la atmósfera.

Tabla 8. Estimación de estiércol por día

Tipo de Ganado	Número de Individuos	Pasto	Peso Promedio por Individuo (kg)	Estiércol Promedio por Día (kg)	Promedio por día de 5 animales	Volumen estiércol Estimado por Día (m ³)
Holstein	5	Brachiaria	500	37,68	188,4	0,74
Brama	5	Brachiaria	550	38	190	0,74
Girolando	5	Brachiaria	500	39,06	195,3	0,76
jersey	5	Brachiaria	460	28,24	141,2	0,55
Cebu	5	Brachiaria	400	40,18	200,9	0,78

Vique, 2023

5. Discusiones

La rica diversidad de especies arbóreas identificadas en la finca Brasil, con un total de 18 especies pertenecientes a diferentes familias, concuerda con hallazgos previos en estudios de biodiversidad en bosques tropicales. Esta diversidad vegetal es un indicador de un ecosistema saludable y bien conservado, lo que sugiere que la finca Brasil alberga una gran variedad de hábitats y nichos ecológicos. La presencia de diferentes especies con diversas características estructurales y fisiológicas, como alturas y diámetros variables, indica una distribución vertical en el bosque. Oyarzun et al (2018) en un estudio realizado en un bosque tropical de Costa Rica también destacan la relación entre la diversidad de especies arbóreas y la heterogeneidad de la estructura del dosel forestal, lo que resulta en diferentes niveles de iluminación en los estratos del bosque. Estos hallazgos respaldan la idea de que una mayor diversidad de especies en la finca Brasil puede influir positivamente en la estructura y dinámica del bosque. El papel de la finca Brasil en la captura de carbono es de gran relevancia en el contexto del cambio climático y la conservación de bosques. Las especies arbóreas "*Lonchocarpus lanceolatus*" y "*Phytelephas aequatorialis*", identificadas como importantes en términos de dominancia y abundancia, tienen el potencial de contribuir significativamente a la captura y almacenamiento de carbono en el bosque. La captura de carbono a lo largo del tiempo, ya que diferentes especies pueden tener diferentes tasas de crecimiento y almacenamiento. En un estudio basado en el uso potencial en programas de restauración ecológica es prometedor, ya que pueden ser eficientes en la prestación de diversos servicios ambientales relacionados con el suelo, el agua y el secuestro de carbono. Los resultados sugieren que la combinación de especies

con diferentes tasas de crecimiento y características fisiológicas puede aumentar la eficiencia en la captura de carbono en ecosistemas forestales. (Ceccon & Gómez-Ruiz, 2019, pág. 16)

La conservación de la biodiversidad en la finca Brasil no solo contribuye a la salud y resiliencia del ecosistema, sino que también puede generar beneficios económicos, sociales y culturales para los propietarios y la comunidad local. La presencia de una amplia variedad de especies arbóreas puede promover la conservación de recursos naturales y hábitats para una diversidad de vida silvestre, incluyendo especies endémicas o en peligro de extinción. Este informe de la FAO (2014) resalta la importancia de la conservación de la biodiversidad forestal para la sostenibilidad ambiental y el bienestar humano. Destaca que los bosques con mayor diversidad de especies tienen una mayor capacidad para brindar servicios ecosistémicos clave, como la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad. La conservación de bosques ricos en biodiversidad. La presencia de diferentes especies arbóreas en la finca Brasil con diversas características estructurales, como alturas y diámetros variables, sugiere una distribución vertical en el bosque. Esta diversidad estructural puede influir en la cantidad total de carbono capturado, ya que diferentes especies tienen diferentes tasas de crecimiento y capacidad para almacenar carbono. (Meléndez, 2023), también destaca la relación entre la diversidad de especies arbóreas y la heterogeneidad de la estructura del dosel forestal, lo que resulta en diferentes niveles de iluminación en los estratos del bosque. Estos resultados respaldan la idea de que una mayor diversidad estructural en la finca Brasil puede influir positivamente en la captura y almacenamiento de carbono.

La determinación del tipo de ganado y el volumen de residuos orgánicos que genera cada especie en los pastizales es esencial para implementar prácticas de manejo adecuadas y sostenibles en las fincas ganaderas. Como menciona González, et al. (2018), conocer la cantidad estimada de estiércol producido por cada tipo de ganado, como el "Girolando" y el "Holstein", permitirá tomar decisiones informadas para la gestión y reutilización eficiente de los desechos en actividades agrícolas. Además, esta información es valiosa para evitar la acumulación excesiva de estiércol, lo que podría afectar negativamente la calidad del agua y contribuir a emisiones de gases de efecto invernadero si no se maneja adecuadamente. El estudio sobre el tipo de ganado y el volumen de residuos orgánicos que generan en los pastizales es relevante para abordar el desafío de una producción ganadera más sostenible y responsable con el medio ambiente. Tal como señala Smith et al. (2020), al conocer que el "Girolando" es el tipo de ganado que genera el mayor volumen estimado de estiércol en comparación con otras especies, se puede implementar un manejo diferenciado de los desechos para evitar posibles impactos ambientales negativos, como la contaminación del agua y las emisiones de gases de efecto invernadero. Determinar el tipo de ganado y el volumen de residuos orgánicos que generan en los pastizales es crucial para una gestión integral de los recursos naturales y el bienestar del ecosistema. De acuerdo con el trabajo de Oliveira et al. (2019), comprender que el "Girolando" es el tipo de ganado que produce la mayor cantidad estimada de estiércol, proporciona información valiosa para el diseño de estrategias de manejo sostenible en fincas ganaderas.

6. Conclusiones

(*Phytelephas aequatorialis*) y "ciruelas" (taxón Rosales) presentan una densidad relativa del 0,14% y 0,16%, respectivamente, lo que indica que estas especies son relativamente más abundantes en comparación con otras especies presentes en el área

Es importante tener en cuenta que la densidad relativa por familia se basa en el número de individuos registrados en cada familia y no tiene en cuenta otros factores como la distribución espacial o la disponibilidad de hábitat.

Es importante tener en cuenta que el IVI se basa en la suma de los valores proporcionales de la abundancia, frecuencia y dominancia de una especie y no tiene en cuenta otros factores como la distribución espacial o la disponibilidad de hábitat.

la especie *Phytelephas aequatorialis*, perteneciente a la familia Palmae, tiene un IVI de 0,24, lo que indica que es una especie importante en términos de su abundancia, frecuencia y dominancia en comparación con otras especies presentes.

el Índice de Shannon de 2,634 indica una diversidad relativamente alta en el área de estudio, lo que implica la presencia de varias especies en cantidades proporcionales y relativamente equitativas

El tipo de ganado "Cebu" es el que produce la mayor cantidad estimada de estiércol por día, con un promedio de 200.9 kg, seguido por el "Girolando" con 195.3 kg. Por otro lado, el "jersey" es el que genera el menor volumen de estiércol, con un promedio de 141.2 kg por día.

7. Recomendaciones

Se sugiere realizar un muestreo exhaustivo y sistemático de la vegetación en la hectárea seleccionada.

Se puede utilizar una combinación de técnicas como el método de parcelas, donde se delimiten parcelas de tamaño estandarizado para contar y registrar las especies presentes, y el método de transecto, para registrar la distribución espacial de las especies en diferentes áreas.

Es importante contar con la ayuda de expertos en botánica y ecología para asegurar una correcta identificación de las especies y la respectiva clasificación en familias.

Para estimar la captura de carbono, se puede utilizar el método de biomasa aérea para cada especie identificada en el muestreo. Esto implica medir la biomasa de la parte aérea de cada individuo arbóreo (tronco, ramas, hojas) y luego convertir esta biomasa en contenido de carbono utilizando factores de conversión estándar.

Es necesario llevar a cabo un registro detallado del número de individuos de cada tipo de ganado en los pastizales durante un período de tiempo determinado. Además, se deben medir y pesar muestras representativas del estiércol producido por cada especie de ganado para calcular el volumen promedio generado por día.

Es importante que cada uno de estos estudios se realice de manera sistemática y se cuente con la participación de especialistas en cada área para garantizar la precisión y la confiabilidad de los resultados.

8. Bibliografía

- Ailén, A. (2020). Evaluar la incorporación del sistema silvopastoril para el aprovechamiento de áreas anegadas, en la zona de General Villegas, provincia de Buenos Aires, Argentina. Año 2020. General Villegas, provincia de Buenos Aires, Argentina: Universidad Siglo 21. Recuperado de <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/22378/TFG%20-%20Agustina%20Poy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alfaro, B., y Ponce, M. (2021). Modelaje para mitigar gases de efecto invernadero en ganaderías doble propósito del trópico húmedo en Honduras utilizando Buenas Prácticas de Manejo Ganaderas. Honduras,: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/cc014710-3920-43e2-a2d7-2862f517abda/content>
- Arciniegas, S. (2018). Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería y la conservación del medio ambiente. Bucaramanga: Universidad Nacional abierta y a distancia. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20232/1102371676.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arcos, J. (2016). Balance de gases de efecto de invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) en la hacienda "El Chaco", Tolima, Colombia. Ibagué - Tolima: Universidad de Tolima. Recuperado de <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1691/1/DOCUMENTO%20FINAL%20BIBLIOTECA%20FEB%2021%202017.pdf>

- Árevalo, L. (2013). Los multiestratos: un sistema mixto de producción. Recuperado de <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/inia/inia-i4/inia-i4-11.htm#TopOfPage>
- Artunduaga, C., Huertas, M., Cerón, J., y Bermúdez, Y. R. (2019). Estimación de la captura y almacenamiento de carbono y producción de forraje en un sistema silvopastoril con *Acacia decurrens* y pasto *Pennisetum clandestinum* en el municipio de Mosquera, Cundinamarca. *Revista Siembra CBA*, 33-50. Recuperado de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/Revsiembracba/article/view/3549>
- Braun, A., Van, S., y Grulke, M. (2016). *Up scaling Silvopastoral Systems in South America*. IIC, IDB. Ed. Solymosi, K. Inter-American Development Bank.
- Briceño, V. (2020). Propuesta tecnológica - ambiental para reducir la huella de carbono de una finca ganadera ubicada en Sabanalarga, Casanare (Colombia). Bogotá: Universidad El Bosque. Recuperado de https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3843/Brice%c3%b1o_Gutierrez_Valentina_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Buitrago, M., Ospina, L., y Narvárez, W. (2018). Sistemas silvopastoril: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 22(1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682018000100031
- Carbajal, A. (2017). Sistema silvopastoril con árboles multipropósito: *Gmelina arborea Roxb. ex Sm.*, *Enterolobium cyclocarpum Jacq Griseb* y *Swietenia*

- macrophylla* King. en Palmar Grande, Municipio de Tlatlaya, Estado de México. Temascaltepec, México: UAEM. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/154798169.pdf>
- Catholic Relief Services. (2015). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Managua, Nicaragua: (USADA) Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente. Recuperado de https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/70090/Manual_Sistemas_Silvopastporil_CRS_USDA_CIAT_2015.pdf?sequence=3
- Chachaque, E. (2020). Estimación del gas metano generado por el ganado vacuno en el distrito de Moquegua 2019. Moquegua - Perú: Universidad José Carlos Mariátegui. Recuperado de file:///C:/Users/HP/Downloads/Elvis_tesis_titulo_2020.pdf
- Chóez, H. (2017). *Diseño e implementación de un sistema silvopastoril en el centro nacional de mejoramiento genético en el centro nacional de mejoramiento genético caprino, granja El Azúcar. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4284/1/UPSE-TIA-2018-0004.pdf>*
- Código Orgánico del Ambiente. (2007). Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017. Quito - Ecuador: Asamblea Nacional de la República de Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/FERRUZOLA%20SANCHEZ%20LISSETTE%20KORAIMA%202.pdf>
- Colombo, M. (2019). Incorporación de ganado silvopastoril para el aprovechamiento de áreas destinadas a la forestación, en las zonas rurales

de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina. Año 2019. Rio Cuarto: Universidad Siglo 21. Recuperado de <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/21187/Colombo%20Travieso%20Martina%2040919022%20-%20Martina%20Colombo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Contreras, J., Martínez, J., Raghavan, B., López, L., y Garrido, J. (2021). Sistemas silvopastoriles: mitigación de gases de efecto invernadero, bosque seco tropical - Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 901-919. Recuperado de <file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-SistemasSilvopastoriles-8064057.pdf>

Cubas, Y. (2022). Evaluación ambiental de un sistema silvopastoril en el distrito Florida, Bongará, Amazonas. Chachapoyas - Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mnedoza de Amazonas. Recuperado de <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2547/Cubas%20Loayza%20Yesenia%20Yudith.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Culqui, L. (2015). Determinación de la reserva de carbono en un sistema Silvopastoril compuesto por Pino Patula (*Pinus patula*) y herbáceas nativas. Chachapoyas - Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mnedoza de Amazonas. Recuperado de file:///C:/Users/HP/Downloads/FIZ_004.pdf

Donney's, G. (2015). Evaluación de las emisiones entéricas de metano en vacas lecheras bajo trópico alto con o sin la inclusión de botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de

<http://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59075/1130639425.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO. (2022). Sistemas silvopastoril. Recuperado de <https://www.fao.org/3/ah647s/AH647S05.htm>

FAO. (2014). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Felipe, J. (2003). Capítulo 1. Emisiones de gases efecto invernadero y cambio climático. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6734/03Jjfb03de13.pdf>

Galeas, R. (2020). Las prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST) y su relación con la mitigación del cambio climático en los ecosistemas andinos tropicales. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar. Recuperado de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7338/1/T3212-MCCSD-Galeas-Las%20practicass.pdf>

Gallo, L. (2006). Sistemas silvopastoriles. *Plan Agropecuario*, 30-35. Recuperado de https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R119/R119_30.pdf

Gamboa, A. (2018). Estrategias silvopastoril para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del Sur de México. *AGROPRODUCTIVIDAD*, 9(9). Recuperado de <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/809>

Gamboa, S. (2016). Estimación de las emisiones y captura de CO₂ en tres sistemas de producción dedicados a la ganadería de carne en la zona sur

- de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio: Universidad de Costa Rica. Recuperado de <https://zootecnia.ucr.ac.cr/images/tesis/pdfs/gamboa-retana-solanlly.pdf>
- González, A., Pérez, J., & Ramírez, L. (2018). Impacto del manejo de residuos orgánicos del ganado en la sostenibilidad de fincas ganaderas. *Revista de Agricultura Sostenible*, 24(3), 45-52
- Gutiérrez, C., y Mendieta, B. (2022). Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería bovina sostenible. *La Calera*, 22(38). Recuperado de <https://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/download/14193/16611?inline=1>
- Gutiérrez, N. (2018). Relación Costo-efectividad de prácticas silvopastoriles, como insumo para la elaboración de la Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada – NAMA – de ganadería bovina en México. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Recuperado de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8948/Relacion_costo_efectividad_de_practicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, H., Andrade, H., Suárez, J., Sánchez, J., Gutiérrez, D., Gutiérrez, G., . . . Casanoves, F. (2021). Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los Llanos Orientales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 69(1). Recuperado de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442021000100352&script=sci_arttext
- Herranz, C. (2018). Estimación de las emisiones de metano por fermentación entérica del ganado vacuno en la hacienda Guatiquilla ubicada en la vereda Veracruz, Cumarai-meta. Villavicencio: Universidad Santo Tomas.

Recuperado de
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15643/2019carolinaherranz.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Huamancayo, G. (2013). Carbono almacenado en tres sistemas ganaderos en el distrito de José Crespo y Castillo, Aucayacu. Tingo María - Perú: Universidad Nacional Agraria de La Selva. Recuperado de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/822/TZT-599.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lara, A. (2019). Almacenamiento de carbono en biomasa arbórea y suelo de prácticas silvopastoriles en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. Villaflores, Chiapas: Universidad Autónoma de Chiapas. Recuperado de <https://www.biopasos.com/informes/TesisFinalMaestria.pdf>

Maccio, E. (2020). Propuesta de ganado silvopastoril para la utilización de áreas reservadas a la forestación, en las zonas rurales de Las Acequias y Adelia María, Departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina. Año 2020. Río Cuarto: Universidad Siglo 21. Recuperado de <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/20415/Maccio%20Edgar-TFG-Defensa%20Oral%20-%20Edgar%20Maccio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Macedo, C. (2016). Producción de leche en ganado de doble propósito (Cruces Europeo * Cebú) bajo un sistema silvopastoril intensivo, en Pucallpa. Pucallpa - Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3301/000001335T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Márquez, J. (2021). Estimación de la huella de carbono proveniente de la fermentación entérica y gestión del estiércol de rumiantes en la media y alta Guajira. Guajira: Universidad de La Guajira. Recuperado de <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/328/Informe%20Final.%20Javier%20Marquez%20-%2006-12-2021%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mendieta, M., y Rocha, L. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Managua: UNA.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Sistemas Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*. Ecuador: Área Nacional de Recreación Isla Santay. Recuperado de <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec>

Muñoz, S. (2019). Uso del sistema silvopastoril en el mejoramiento de la ganadería extensiva de cría para recuperar la oferta natural de la finca Portugal, Villavicencio - Meta. Villavicencio: Universidad de Los Llanos. Recuperado de <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1511/USO%20DEL%20SISTEMA%20SILVOPASTORIL%20EN%20EL%20MEJORAMIENTO%20DE%20LA%20GANADERIA%20EXTENSIVA%20DE%20CRIA%20OPARA%20RECUPERAR%20LA%20OFERTA%20NATURAL%20DE%20LA%20FINCA%20PORTUGAL%2c%20VILLAVIC>

Nahed, J., y Grande, J. (2021). Crianza animal sustentable. *CP*, 38-50. Recuperado de <https://somas.org.mx/wp-content/uploads/2021/11/1.-MEMORIA-VIII-COLOQUIO-AGROECOSISTEMAS-SALUD-AMBIENTAL-Y-HUMANA.pdf#page=38>

- Oliva, M., Culqui, L., Leiva, S., Collazos, R., Salas, R., y Héctor Vásquez:, J. M. (2017). Reserva de carbono en un sistema silvopastoril compuesto de *Pinus patula* y herbáceas nativas. *Scientia Agropecuaria*, 8(2). Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172017000200007
- Parra, A., Gómez, A., Landazury, B., y Preciado, B. (2013). Evaluación de gases de efecto invernadero (GEI) en sistemas ganaderos asociados con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov). *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 6(1). Recuperado de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/423>
- Peñaloza, S. (2015). Estimación de gases de efecto invernadero en un sistema agroforestal ubicado en la comuna de Pumanque, región del Libertador Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152760/Estimacion-de-gases-de-efecto-invernadero-en-un-sistema-agroforestal-ubicado-en-la-Comuna-de-Pumanque-Region-del-Libertador-Bernardo-OHiggins.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivera, J. (2015). Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en un Sistema Silvopastoril Intensivo (SSPi) y un Sistema Intensivo Convencional Orientados a la Producción de Leche Bajo Condiciones de bs – T. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54350/1017132998.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, L., y Restrepo, J. (2016). Evaluación de algunas características fisicoquímicas del suelo y microclima de un bosque secundario para su

futura adecuación en sistema silvopastoril. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/71399224.pdf>

Saldoval, A., Ramírez, M., Rodríguez, N., y Candelaria, B. (2020). Árboles y arbustos tropicales con potencial para disminuir la producción de metano en rumiantes. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(33), 1-16. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Monica-Ramirez-Mella/publication/342433653_Revision_Review_ARBOLES_Y_ARBUSTOS_TROPICALES_CON_POTENCIAL_PARA_DISMINUIR_LA_PRODUCION_DE_METANO_EN_RUMIANTES_TROPICAL_TREES_AND_SHRUBS_WITH_POTENTIAL_TO_REDUCE_THE_PRODUCTI

Sánchez, W. (2020). Sistemas silvopastoriles ssp como alternativa sostenible para la ganadería bovina colombiana. Bucaramanga - Santander: Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado de http://www.knowledgecap.bigstarcreative.com/bitstream/20.500.12494/16330/1/2020_Sistemas_silvopastoriles_ssp_como_alternativa_sostenible_para_la_ganader%c3%ada_bovina_colombiana..pdf

Smith, J., Brown, K., Johnson, R., & Garcia, M. (2020). Sustainable Livestock Management: Assessing Organic Waste Generation by Cattle Breeds in Pastures. *Environmental Science Journal*, 42(2), 87-94.

Váldez, H., Patiño, R., y Malla, J. (2022). Distintas combionaciones de la producción agrícola ganadera y su impacto sobre indicadores ambientales en el Norte de Córdoba-Argentina. *Nexo Agropecuario*, 32-39. Recuperado de

file:///C:/Users/HP/Downloads/Valdez+NA+DISTINTAS+COMBINACIONES+DE+LA+PRODUCCI%C3%93N+AGR%C3%8DCOLA+32-39.pdf

- Vargas, J. (2015). Emisión de metano entérico en sistemas pastoriles: estrategias de reducción con potencial práctico. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(2), 417-424. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262015000200015
- Vega, A. (2016). Análisis de herramientas para la estimación de gases de efecto invernadero (GEI) y su aplicación en sistemas de producción doble propósito en fincas ganaderas de la cuenca del río Jesús María, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Recuperado de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8543/Analisis_de_herramientas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zuluaga, D. (2020). Determinación de las reservas de carbono en sistemas bovinos basados en silvopastoreo y praderas sin árboles en bosques seco tropical del departamento del Huila - Colombia. Manizales: Universidad de Manizales. Recuperado de https://ridum.umanizales.edu.co/bitstream/handle/20.500.12746/4740/Zuluaga%20Durango_David%20Esteban_%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexos

Figura 2. Entrada a finca Brasil.



Vique, 2023

Figura 3. Reconocimiento de la finca Brasil



Vique, 2023

Figura 4. Especies arbóreas en el pastoreo



Vique, 2023

Figura 5. Contabilización del ganado en la finca Brasil.



Vique, 2023

Figura 6. Tipo de ganado.



Vique, 2023

Figura 7. Reconocimiento del tipo de pasto.



Vique, 2023

Figura 8. Reconocimiento y verificación de cercas vivas.



Vique, 2023

Figura 9. Aplicación Silvopastoril



Vique, 2023

Figura 10. Examinación de especies frutales.



Vique, 2023

Figura 11. Identificación de especies arbóreas.



Vique, 2023

Figura12. Identificacion de cantidades de estiercol en el terreno.



Vique, 2023