



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de Graduación

Fijación y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) en sistemas silvopastoriles en los municipios de Matiguás y Río Blanco, 2021

Autores:

Br. José Ariel Treminio Rayo

Br. Yeri José Hernández Espinoza

Asesor:

Ing. Marcos Antonio Jiménez campos

Managua, Nicaragua

Abril 2022



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de Graduación

Fijación y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) en sistemas silvopastoriles en los municipios de Matiguás y Río Blanco, 2021

Autores:

Br. José Ariel Treminio Rayo

Br. Yeri José Hernández Espinoza

Asesor:

Ing. Marcos Antonio Jiménez campos

Managua, Nicaragua

Abril 2022

Este trabajo de graduación, de investigación, fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad de Ciencia Animal como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Ing. Jerry Antonio Vivas Torres MSc.
Presidente

Ing. Norman Javier Andino Ruiz
Secretario

Ing. Domingo José Carballo Dávila MSc
Vocal

Auditorio CECAP. Managua 19 de abril de 2022

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios, por guiarme y darme la sabiduría de poder culminar mi carrera profesional, a mis padres Silvia María Rayo Trujillo y José Lázaro porque ellos siempre fueron parte fundamental en este proceso brindándome todo su apoyo incondicional por forjar la persona que soy en la actualidad. Todos mis logros se los debo a ustedes por formarme con buena educación y buenos principios enseñándome a valorar todo lo que tengo con mucha humildad, respeto y sobre todo tener muchos deseos de superación.

También a la ayuda que me brindo el Lic. José Luis Delgado mejía que en el transcurso de mi carrera me dio todo el apoyo necesario para poder lograr esta fase tan importante en mi vida por sus buenos consejos y amistad. El Ing. Marcos Jiménez campus por ser mi asesor de este proyecto brindando todo su conocimiento para poder finalizar la presente tesis.

El Lic. Edgar Gutiérrez porque fomento en mí, la humildad el deseo de superación y motivación constante para lograr cada una de mis metas y sobre todo esos hábitos de ayudar a las demás personas. Mis tíos Aurora Trujillo vega y Erick González por sus palabras que me inspiraban a salir a delante y ser una mejor persona como fuente de motivación e inspiración aportando siempre de manera idónea sin esperar nada a cambio solo la satisfacción de que lograra cumplir mis metas. Katy Ruiz machado por ser esa persona que es un ejemplo de superación, siempre me estaba dando esa motivación, inspiración para lograr mis metas. Por ser íntegra, de grandes principios por sus virtudes. Infinitas gracias por creer en mí que lograría culminar mis estudios, por todos tus consejos y ayuda que me brindaste durante toda esta estepa.

José Ariel Treminio Rayo.

AGRADECIMIENTO

Dando gracias a Dios que me dio el don de la perseverancia para poder culminar la carrera dándome las fuerzas necesarias para poder salir adelante venciendo cualquier obstáculo que se presentó en esta experiencia universitaria logrando realizar mi misión la cual era poder ser un Ing. Zootecnista haciéndolo posible con mucho éxito lograr la meta.

También a mi familia por su ayuda y por creer en mí que lograría mi meta lo que empezó como un sueño y poder hacerlo realidad por su buen gesto de voluntad y ese apoyo incondicional.

La Universidad Nacional Agraria (UNA) mi alma mater por permitirme ser parte de esa gran familia. Los Docentes por esa formación que me brindaron todo el conocimiento necesario para poder ser un profesional con una educación integra y de excelente calidad.

José Ariel Treminio Rayo.

DEDICATORIA

Primero y ante todo dedico especialmente este logro en mi vida a Dios, por su gran amor y misericordia, por permitirme alcanzar unos de mis grandes sueños, darme la oportunidad de tener vida, salud y sobre todo por darme fuerzas, fortaleza, sabiduría, porque de él, y por él, y para él, son todas las cosas. A él sea la gloria por los siglos. Amén. (Romanos 11:36).

Le dedico con todo mi amor y cariño a mi hermosa madre Bragdy María Espinoza Vanegas, ha sido la razón de mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional, su paciencia por su gran amor, por ayudarme a nunca rendirme, por ser la mejor del universo. A mi padre Félix Antonio Hernández Obregón, por instruirme en los buenos caminos, por ayudarme siempre a tomar buenas decisiones, por corregirme, por sus grandes consejos y estar ahí siempre. Todo lo que hoy soy también es gracias a mis padres.

A mis abuelos Juana Antonia Vanegas Orellana y Candelario de Jesús Espinoza Salina, fueron las personas después de mis padres que más se preocupaban de mí, me enseñaron muchas cosas vitales para la vida, por hacerme soñar y creer en mí mismo, su gran apoyo incondicional.

Yeri José Hernández Espinoza.

AGRADECIMIENTO

A pesar de que he dado mi mayor esfuerzo a lo largo de mi carrera profesional debo reconocer que si no hubiese sido por la mano de Dios y su gran misericordia no hubiese podido lograrlo. Quiero agradecerte todo el apoyo que me has dado durante esta etapa de mi vida, pues sin tu ayuda no lo hubiese podido lograr.

La Universidad Nación Agraria “alma mater”, la facultad de ciencia animal (FACA), por permitirme ser parte de ella, a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro. En especial al asesor de tesis ing. Marcos Antonio Jiménez campos, que me apoyo desde el inicio de este trabajo de grado.

Doy gracias a mis compañeros (a) y en especial a mi compañero de tesis que junto a él pudimos sacar adelante este bello trabajo.

A mis tíos (a) y primos (a) en especial Juana Aneyling Espinoza Robles que siempre me ha brindado su apoyo, inspiración a lograr mis metas, sus oraciones que han sido de mucha fortaleza.

Yeri José Hernández Espinoza.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADRO	iii
INDICE DE FIGURA	iv
ÍNDICE DE ANEXO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVO	3
2.1 objetivo general	3
2.2 objetivo específico	3
III MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Gas Efecto Invernadero (GEI)	4
3.2 Definición de efecto invernadero	4
3.3- El cambio climático	5
3.4- La ganadería y el GEI	6
3.5- La mitigación en sistema de producción bovino	7
3.6- Sistemas agroforestales de la ganadería	9
3.7- Sistema silvopastoriles (SSP)	10
3.8- Manejo de las pasturas	14
IV MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1- Ubicación del área del estudio	16
4.2- Diseño experimental	16
4.3- Manejo del estudio	17
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 Almacenamiento y fijación de carbono en pasturas del municipio de Río Blanco	25
5.2- Almacenamiento y fijación de carbono en pasturas del municipio de Matiguas	27

5.3- Almacenamiento de carbono en sistema silvopastoril y pasturas en las fincas del municipio de Matiguás y Río Blanco	30
VI CONCLUSIONES	37
VII LITERATURA CITADA	38
VIII ANEXOS	41

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Fincas seleccionadas para realizar estudios de fijación y almacenamiento de dióxido de carbono (CO ₂) en los municipios de Matiguás y Río Blanco.	17
2	Grupos de trabajos en los municipios de Matiguás y Río Blanco	18
3	Almacenamiento de dióxido de carbono en pasturas del municipio de Río Blanco.	25
4	Fijación de carbono en pasturas del municipio de Río blanco	26
5	Almacenamiento de carbono en pasturas del municipio de Matiguas	28
6	Fijación de carbono almacenado en pasturas del municipio de Matiguás	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Diseño de parcelas de muestreo permanente (PMP)	19
2.	Almacenamiento de carbono en fincas ganaderas del municipio de Matiguás	30
3.	Fijación de carbono en fincas del municipio de Matiguás	32
4.	Almacenamiento de carbono en fincas del municipio de Río Blanco	34
5.	Fijación de carbono en las fincas del municipio de Río Blanco	35

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Mediciones de altura de pastos en monocultivo	42
2.	Toma de datos de pasto Para caribe en monocultivo	42
3.	Toma de datos de campo de pasto Mombaza en sistema silvopastoril	43
4.	Toma de datos de campo de pasto naturalizados en sistema silvopastoril	43
5.	Toma de datos de campo de diámetro de árboles en sistema silvopastoril	44

RESUMEN

Se evaluó el almacenamiento y fijación de dióxido de carbono (CO_2), en los sistemas silvopastoriles (árboles dispersos en potrero) y pasturas (monocultivo) de las fincas ganaderas en el municipio de Río Blanco y Matiguás. Para fines de esta investigación solo se consideró la biomasa arriba del suelo. Se establecieron parcelas permanentes con dimensiones de 25 por 10 m en sistemas silvopastoriles y en las pasturas se realizó el levantamiento de datos en los potreros de pastoreos presente en las fincas visitadas durante un año. Los pastos encontrados en los municipios como monocultivo son: Marandú, Naturalizado, brizantha, Mombaza y Para caribe siendo utilizados para sistemas silvopastoriles a excepción del pasto para caribe. Las fluctuaciones de almacenamiento de carbono en las pasturas fueron: Marandú $1.26 - 1.94 \text{ Ton ha}^{-1}$, Naturalizado $0.94 - 2.34 \text{ Ton ha}^{-1}$, Momboza $2.26 - 3.96 \text{ Ton ha}^{-1}$, brizantha $1.06 - 2.73 \text{ Ton ha}^{-1}$, para caribe 2.47 Ton ha^{-1} y el para carbono fijado fue: Marandú $4.6 - 7.11 \text{ Ton ha}^{-1}$, Naturalizado $3.4 - 8.59 \text{ Ton ha}^{-1}$, Momboza $8.2 - 14.53 \text{ Ton ha}^{-1}$, brizantha $3.88 - 5.19 \text{ Ton ha}^{-1}$, para caribe 9.07 Ton ha^{-1} . El almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles fluctuó entre $1.33 - 4.87 \text{ Ton ha}^{-1}$, alcanzando una fijación de carbono de $4.81 - 17.87 \text{ Ton ha}^{-1}$.

Palabras claves: árboles dispersos, gramíneas, pastos mejorados, pastos nativos

ABSTRACT

The storage and fixation of carbon dioxide (CO₂) in the silvopastoral systems (trees dispersed in pastures) and pastures (monoculture) of the cattle farms in the municipality of Río Blanco and Matiguás were evaluated. For the purposes of this research, only the above-ground biomass was considered. Permanent plots were established with dimensions of 25 by 10 m in silvopastoral systems and in the pastures, data were collected in the pasture paddocks present in the farms visited during one year. The pastures found in the municipalities as monoculture are: Marandú, Naturalizado, brizantha, Mombaza and Para caribe being used for silvopastoral systems with the exception of para caribe grass. The fluctuations of carbon storage in the pastures were: Marandú 1.26 - 1.94 Ton ha⁻¹, Naturalizado 0.94 - 2.34 Ton ha⁻¹, Momboza 2.26 - 3.96 Ton ha⁻¹, brizantha 1.06 - 2.73 Ton ha⁻¹, para caribe 2.47 Ton ha⁻¹ and that for carbon fixed was: Marandú 4.6 - 7.11 Ton ha⁻¹, Naturalizado 3.4 - 8.59 Ton ha⁻¹, Momboza 8.2 - 14.53 Ton ha⁻¹, brizantha 3.88 - 5.19 Ton ha⁻¹, for caribe 9.07 Ton ha⁻¹. Carbon storage in silvopastoral systems fluctuated between 1.33 - 4.87 Ton ha⁻¹, reaching a carbon fixation of 4.81 - 17.87 Ton ha⁻¹.

Key words: scattered trees, grasses, improved pastures, native grasses, native grasses.

I - INTRODUCCIÓN

Las condiciones de Nicaragua para la ganadería son muy buenas ya que cuenta con características propicias de suelo, clima y agua, para el desarrollo de la actividad ganadera, tanto de lechera y cárnica, sin embargo, existe la limitante de la falta de la aplicación de tecnologías adecuadas en la producción ganadera que permitan aprovechar estos recursos. (Cordero, 2009, párr.11)

Los problemas de la ganadería como tal se concentran en falta de asesoría técnica capacitada, por esta razón y de tal manera es que se ha llevado a obtener índices tan bajos. En el periodo de verano, una de sus principales características es por la falta de alimento hacia el ganado (perdida de la calidad y cantidad), perdido donde el ganado pasa serios problemas alimenticios provocando una radical disminución en la producción de leche, pérdida de peso corporal en y ocasiones llegándose a producir hasta la muerte de los animales. (Cordero, 2009, párr.9)

Pero con todas estas problemáticas también hay buenas alternativas para darle solución utilizando técnicas para mejorar la alimentación animal aplicando sistemas silvopastoriles donde se pueda cultivar pastos mejorados especies forrajeras implementando esto se realiza como una buena práctica ganadera para mitigar la falta de alimentos garantizando mejor producción y reproducción del hato que se está manejando.

Los efectos del cambio climático están vinculados con la deforestación de áreas boscosas y la contaminación de fuentes de agua entre otros factores, lo cual tiene resultados indirectos que podrían aportar al incremento de cambio en la temperatura produciendo estrés calórico y pérdida de biodiversidad, daño de las pasturas causadas por diversas plagas esto reduce la disponibilidad y calidad del pasto también mayor presencia de parásitos y/o enfermedades en la producción pecuaria, reducción de nutrientes en el suelo, limitante de agua todo esto relacionado podría disminuir los rendimientos de las fincas ganaderas por efectos directos o indirectos al ganado.

(Calle et al., 2012). “Es imprescindible transformar el manejo de la ganadería hacia sistemas más sostenibles que incluyan los sistemas agroforestales pecuarios (entre ellos los sistemas silvopastoriles) y la generación de servicios ambientales” (p. 1).

Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPI) constituyen un buen ejemplo de incrementar la agricultura por la vía natural dándole un buen manejo y usos, que tiene un lugar especial en el mundo contemporáneo por la solicitud creciente de carne y leche mejorando la calidad y bienestar del animal garantizando una mejor técnica que garantice productos de calidad. (Murgueitio et al., 2011, p. 1)

El impulso de las tecnologías en la fijación de carbono realiza funciones fundamentales para el confort humano, basado en el transcurso de elaboración en carbono atmosférico a carbono orgánico almacenado en sistemas vegetales (hojas, tallos y raíces). Particularmente las pasturas naturales y mejoradas poseen grandes extensiones en Nicaragua y que no se estudian con el fin de tener un potencial para disminuir la emisión de Gas Efecto Invernadero (GEI) sin embargo, Petteri (2002), Albrecht y Kandji (2003), sostienen que el potencial no explotado para mitigar el cambio climático son las pasturas (p.314).

Así mismo la silvicultura captura carbono e incluso puede llegar a equilibrar las emisiones generadas por el ganado. Muchas investigaciones revelan que los SSP bien manejados son atractivos económicamente, y que producen más capital que los sistemas ganaderos tradicionales. Los SSP pueden ser más efectivos en términos de cuidados de las cuencas, que los sistemas puramente ganaderos y forestales.

La implementación de los sistemas silvopastoril, es muy importante para la mitigación de efecto invernadero de la ganadería, a la vez presenta diversos servicios ambientales tales como la regulación de gases efectos invernaderos, secuestro del carbón, control de la erosión, protección de la diversidad, los recursos hídricos y garantiza la demanda alimenticia y sostenibilidad ganadera.

El presente trabajo es para dar a conocer el proceso de captación de carbono con el fin de que los propietarios de fincas puedan conocer la importancia de los servicios ambientales que produce el bosque, pasto y los recursos naturales. Al igual que este trabajo pueda servir a futuro a las generaciones del sector ganadero.

II- OBJETIVOS

2.1- Objetivo general

- Evaluar la capacidad de almacenamiento y fijación de dióxido de carbono en 14 fincas ganaderas pertenecientes al proyecto de ganadería sostenible en Nicaragua, en los sistemas silvopastoriles con arreglos de árboles dispersos en potreros, en los municipios de Matiguás y Río Blanco.

2.2- Objetivos específicos

- Identificar las especies de pastos usados en los sistemas silvopastoriles en arreglo de árboles dispersos en potrero, en los municipios de Matiguás y Río Blanco.
- Calcular la fijación y almacenamiento de dióxido de carbono en pasturas en las fincas ganaderas del proyecto de ganadería sostenible de los municipios de Matiguás y Río Blanco.
- Calcular la fijación y almacenamiento de dióxido de carbono en sistemas silvopastoriles en las fincas ganaderas del proyecto de ganadería sostenible de los municipios de Matiguás y Río Blanco.

III- MARCO DE REFERENCIA

3.1- Gas Efecto Invernadero (GEI)

Un problema que debemos afrontar de manera correcta para el cambio climático que se ha asociado a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) derivados de intervenciones antropogénicas. El efecto invernadero es causado por el aumento en el aire de gases que impiden la salida del calor al espacio exterior, aumentando la temperatura del planeta. El CO₂ es el gas más abundante y el que más aporta al calentamiento global. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016, p.2).

3.2- Definición de efecto invernadero

Tomando en consideración el inicio de la revolución industrial y las actividades humanas, se han incentivado las concentraciones de gases atmosféricos como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), que son considerados como primordial en el efecto invernadero (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climáticos [IPCC], 2013, P. 2).

Según investigaciones realizadas por Repsa (2019) afirma que el efecto invernadero, es un acontecimiento nativo que acede al planeta mantener las condiciones necesarias para conservar la vida. De igual manera, (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia [IDEAM] 2012), menciona que los rayos solares que llegan a la Tierra son atraídos por la atmósfera y otra parte es devuelta al espacio en forma de calor o radiación. También los gases de efecto invernadero (GEI) presentes en la atmósfera tienen concentraciones pequeñas, que al ser alterados aumentan significativamente la temperatura terrestre (p. 2).

Durante el transcurso de los últimos dos siglos, ha surgido una mayor concentración de (CO₂) y de (N₂O) en nuestra atmósfera ha incrementado un 31% y 16%, respectivamente aumento respectivamente comparado con los siglos anteriores, mientras que la concentración de metano se ha duplicado en igual periodo. De los tres gases mencionados, el más abundante en la atmósfera es el CO₂. Los rumiantes son señalados como una de las principales fuentes de GEI provenientes del sector agropecuario (FAO, 2016, p.48).

3.3- El cambio climático

Según Pabón (2011). El cambio climático es la transformación de las condiciones predominantes en el largo plazo. La variabilidad climática se refiere a las variaciones del estado medio de una condición predominante observadas durante lapsos de tiempo relativamente estos son cortos. Es un acontecimiento que a menudo sucede a lo largo del tiempo desde que la tierra se formó, hace 4.500 millones de años, por lo que el clima tiene cambios tanto entre periodos fríos y cálidos, a lo largo del tiempo el clima ha tenido diferentes alteraciones presentando diferentes reacciones (p.13).

Según Román; (2016). La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) usa el término «cambio climático», solo para referirse al cambio que es causado por los humanos, considerando que toda actividad humana afecta de manera negativa la composición atmosférica y produce una variación del clima con respecto a periodos similares (p. 9).

Menciona Román; (2016). Que el término utilizado para el cambio climático engloba a toda transformación permanente o transitoria de la normal histórica del clima en escalas regionales o globales, tales modificaciones generadas por actividades antropogénicas son reflejadas en alteraciones de todos los parámetros meteorológicos: temperatura, humedad relativa, heliofanía, nubosidad entre otros (p. 9).

El cambio climático está alterando los ecosistemas de la tierra y nos está advirtiendo sobre el bienestar de las actuales y futuras generaciones. Se sugiere evitar un aumento de la temperatura mundial superior a los 2 °C. Para lograr esto debemos disminuir recortes sustanciales de las emisiones mundiales (FAO, 2013, p.163).

Uno de los retos importantes con respecto a la mitigación del cambio climático global, radica en la medición de las emisiones GEI. En este sentido, la estabilización de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) requieren del inventario que permita conocer la base sobre la cual comenzar la estabilización. (Flato et al., 2013, p.2)

3.4- La ganadería y el GEI

La ganadería resalta como una de las principales actividades, a nivel mundial es también señalado como una de las primordiales causas de producción de GIE, de acuerdo con la fermentación entérica de los rumiantes, principalmente dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), todos estos componentes como tal aportando al cambio climático. (Hristov et al., 2013, P. 2)

Según Makkar, (2017). Hay que tomar este tema con cuidado. Es seguro que los rumiantes son los primeros emisores debido a los procesos fermentativos mencionados, sin embargo, es parte fundamental de su fisiología digestiva, fermentación de carbohidratos estructurales. Debido a eso, suplen una de las mejores fuentes de proteína para el humano, dado que al consumir alimentos forrajeros o pasto aumenta su absorción de los nutrientes (P. 48).

La cría de ganado es una de las más utiliza aproximadamente alrededor del 80 % del total de tierra agrícola para la elaboración todos los alimentos también para los pastizales mejorados para el ganado. Un tercio de todas las tierras cultivadas lleno por cultivos forrajeros y los pastizales ocupan un 26 % de superficie terrestre, libre de hielo. (Gutiérrez, 2017, p. 27)

Menciona Sejian (2015) Adicionalmente, el 14% de las emisiones antropogénicas de GEI se les atribuye a actividades agrícolas (agricultura y ganadería), también los sistemas de producción ganadera contribuyen con aproximadamente el 42% de la producción total de GEI de la agricultura, en donde el 28% de está asociado con las emisiones directas de CH₄ entérico y el 14% de las emisiones indirectas de (N₂O) relacionadas con el almacenamiento, manejo y su uso como fertilizante del estiércol (Citado por Sandoval-Pelcastre et al., 2020, P.2).

Los rumiantes acatan una tarea valiosa en los ecosistemas y para la sociedad humana, adecuado a su alcance para modificar alimentos fibrosos como los forrajes, en proteína animal, aunque, su crianza colabora con la cuarta parte del (CH₄) producido mundialmente,

junto con el calor y el (CO₂) que de la misma manera generan, son uno de los factores que contribuyen en el calentamiento global. (Ramin et al., 2013, p. 1)

Al respecto Thornton y Gerber, (2010). "El cambio climático al mismo tiempo puede afectar la producción ganadera a través de la competencia por los recursos naturales" (p.88). Rojas Downing et al., (2017) "la cantidad y calidad de alimentos, las enfermedades del ganado, el estrés calórico y la pérdida de biodiversidad (p. 87).

Menciona la FAO, (2017). "En este contexto, uno de los desafíos a futuro que enfrenta la ganadería será el de mantener un equilibrio entre productividad, seguridad alimentaria y preservación del ambiente (Citado por Rojas-Downing et al., 2017, p. 88).

3.5- La mitigación en sistema de producción bovino

La FAO, (2016), Menciona que el potencial de mitigación en sistemas de producción bovina puede estar entre el 20 y 40 % de los niveles actuales, siempre que se puedan adaptar prácticas de manejo destinadas a mejorar el manejo de las praderas, la alimentación de los animales y mejoramiento genético (P.50).

El informe mostrado por Herrero et al., (2016). Menciona: "Que uno de los puntos más importantes para la ganadería extensiva es el potencial de secuestro de carbono de las praderas, asociadas con el manejo de las mismas, siempre que no haya cambio en el uso de suelo y la deforestación" (P. 49). El potencial de secuestro de carbono en las praderas podría representar hasta un ocho % de mitigación de las emisiones de las cadenas productivas del sector. (Gerber et al., 2013, p. 7)

En especial si se mejora el manejo (reducir el sobrepastoreo) y se seleccionan variedades adecuadas para cada ambiente. El potencial de mitigación del impacto ambiental, y no solo de las emisiones, puede ser mayor en los sistemas en pastoreo si se toman en cuenta todos los posibles servicios ambientales que estos prestan. Los sistemas de producción bovina establecidos son parte del ecosistema (paisaje), por lo que no es concebible que desaparezcan. (Broom et al., 2013, p. 50)

Como señala Murgueitio, (2011) "que mientras la frontera ganadera no sea extendida, los sistemas de producción ganadera extensivos son capaces de volverse sostenibles en el largo plazo. Un ejemplo de esto son los sistemas silvopastoriles que incorporan el uso de gramíneas, arbustivas y árboles" (p. 50). Lo que genera una mayor disponibilidad de forraje, menor uso de agua. Un incremento en la biodiversidad, mejorando o manteniendo la producción. (Broom et al., 2013, p. 50)

Según Place et al., (2014), las fuentes de emisiones de gases efecto invernadero, en sistemas animal, pueden dividirse como: emisiones directas o indirectas de gases efecto invernadero. Las emisiones directas de GEI son las que ocurren directamente de los animales (es decir, las emisiones de metano del intestino de rumiantes) y sus residuos (las emisiones de GEI emitidos a partir de estiércol). De igual forma, las emisiones indirectas de GEI pueden ser definidos que se producen a partir de los procesos y actividades que son complementarios, pero esencial para la producción de productos de origen animal (p.19).

Al respecto Place et al., (2014), Menciona que cuando un animal rumiante se alimenta de (forrajes y granos), los nutrientes del alimento se someterán a procesos de fermentación que resulta en la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) que son absorbidos a través de la pared del rumen y metabolizado por el animal, durante este proceso, se produce (CO_2) así como hidrógeno (H_2). Las emisiones de metano no resultan directamente de los procesos de fermentación, sino que se producen a partir de la metanogénesis llevado a cabo por la bacteria que reside dentro del rumen. (p. 19).

Acosta (2012), Menciona que "los bajos niveles de productividad y competitividad en la mayor parte de los sistemas ganaderos tropicales se generan como consecuencia del agotamiento de los recursos naturales que a su vez es exacerbado por el cambio climático" (p. 2).

3.6- Sistema agroforestales de la ganadería

Calle et al., (2012). Es necesario convertir el manejo de la ganadería hacia sistemas más sostenibles que incluyan los sistemas agroforestales donde hay una efectiva interacción entre cultivos, árboles, animal y hombre, es un método estratégico que se practica para la conservación de recursos como: alimentos, agua, suelo, de manera sostenible y competente los (sistemas silvopastoriles) y la generación de servicios ambientales (p. 2).

Se debe minimizar la tala de bosques, pues los propios proporcionan soporte, regulan el clima local y global, eliminan los contaminantes del aire, del agua y del suelo, mejoran la retención del suelo y la calidad del agua, facilitan la polinización, mejoran la estética del paisaje, proporcionan hábitats para los organismos, y adjuntan la información genética invaluable que aún no se ha descubierto. (Albrechtová et al., 2013, p. 21)

La gestión forestal sostenible de la silvicultura es esencial para reducir la vulnerabilidad de los bosques al cambio climático. Para afrontar los desafíos de la adaptación, el compromiso con el logro de los objetivos de la gestión de un desarrollo forestal sostenible, debe reforzarse, tanto a nivel nacional como internacional. (Albrechtová et al., 2013, p. 21)

Según Mokhov y Eliseev (2013). La humanidad ha ejercido una influencia en los últimos 150 años, sobre el medio ambiente sin precedentes. Durante este período, las emisiones de los principales gases de efecto invernadero antropogénico, (CO₂), ascienden a cerca de 420 gigatoneladas. Estas emisiones han conducido al crecimiento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de alrededor de 275-285 ppmv a alrededor de 370 ppmv en el año 2000 (p. 24).

Como grandes contribuciones universales, el cambio climático se puede mitigar con fijación de carbono al suelo mediante los procesos de abonos orgánicos y fijación de carbono atmosférico mediante la siembra de árboles como una manera de sostenibilidad. Es así como frente al cambio climático, en el campo agrícola se consideran estrategias tales como el almacenaje de agua para mitigar periodos secos, construcción de estructuras especiales de siembra, fomento de la agricultura orgánica. (Mejía, 2011, p. 52)

3.7- Sistema silvopastoriles (SSP) en la ganadería

Los (ssp) significan en latín, silva 'bosque', esta es la práctica de integración de árboles, forrajeros y las diferentes formas de manejo del pastoreo de animales domesticados de una manera mutuamente beneficiosa. Utilizando los principios del pastoreo gestionado y es una de tantas formas distintas de agroforestería. Los sistemas silvopastoriles bien manejados adecuadamente pueden aumentar la productividad general y los ingresos a largo plazo debido a la producción simultánea de cultivos de árboles, forrajes y ganado también pueden proporcionar beneficios ambientales por ser un sistema que aporta mucho con la captura del carbono (CO₂). (Vela y Takuchi, et al., 2012, p. 6)

Los sistemas SSP se extienden armónicamente con árboles o arbustos, pastos y animales en interacción con el suelo. Esto constituye, de manera productiva, ecológica, económica y social, una de las maneras más prometedoras de los sistemas agroforestales. Donde se evalúa uno de los elementos más importante el manejo de los pastizales que se estima el crecimiento y rendimiento para la explotación para determinar su capacidad productiva en este sistema.

(Oliva et al., 2016). La ganadería es una actividad económica importante, que constituye una base ahorrativa en el comercio con su aprovechamiento por lo tanto se le da una mayor explotación la cual ha provocado cambios significativos en el uso del suelo y sus recursos naturales a lo largo del tiempo, debido a la degradación de los pastos, tala de bosques, sobrepastoreo, mal manejo técnico entre otras prácticas inadecuadas (p.1).

Russo, et al., (2015) y Barahona et al., (2014). Mencionan que los "productores vienen buscando alternativas sostenibles para mejorar los pastos; una de ellas es la implementación de los SSP que tiene como función principal mejorar las condiciones de alimentación del ganado por otra parte mejorar las condiciones ambientales" (p.1).

Alonso et al., (2011). "Esto permite que se desarrollen y conviven armónicamente árboles, pastos y animales en interacción con el recurso suelo, constituyendo un sistema sostenible, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social" (p. 1).

Los SSP mejoran e incrementan la producción de forrajes de mayor calidad, lo que reduce la necesidad de suplementación. Mojardino et al., (2010, p.1), Barahona et al., (2014, p.1)

incrementado hasta cuatro veces más la producción de pastos por hectárea Thornton y Herrero, (2010, p.1), generan microclimas favorables para el animal, por ende, se reduce el estrés animal Karki y Goodman, (2015, p.1); Zapata et al., (2013, p.1). Y se mejora consecuentemente el bienestar animal. (Broom et al., 2013, p.1)

Por otro lado, existe un mayor almacenamiento de carbono en la aérea de los agrosistemas la cual es maneja donde también tienen mejor función las planta y el suelo Montagnini et al., (2013, p.1). Así mismo, hay una mayor absorción de nutrientes de las capas más profundas del suelo, como también una mayor disponibilidad de nutrientes de la hojarasca y un incremento en el aporte de nitrógeno por algunas especies arbóreas fijadoras de este elemento mineral Apolinário et al., (2016. p.1), Cubillos et al., (2016. p.1), Sollenberger et al., (2019, p.1). Los cuales mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo. (Harvey et al., 2013, pág. 1)

“Una mejora en el confort térmico permite a los animales asignar un mayor porcentaje de tiempo a las actividades de pastoreo y rumia, lo cual redundará en mejor salud y bienestar” (Peri et al., 2016, P .65).

Entre varios efectos encontrados se reporta que los animales en SSP parecen tener menos ansiedad y miedo teniendo mejores condiciones de pasto, sombra, manejo entre otras en comparación a aquellos en pasturas abiertas, y esto ha sido asociado a una mayor posibilidad de ocultamiento total o parcial. (Ocampo et al., 2011, P .65)

Por su parte Mancera et al., (2018). “Han encontrado que el ganado en SSP tiene mejor condición corporal, mayor ganancia de peso, aumenta rendimiento en leche, esto comparado en los potreros sin árboles, siendo esta medida un fuerte indicador de bienestar animal” (P .65).

Según Tafur-Arango et al., (2010). Las propuestas alternativas silvopastoriles son las mejores en adaptación y mitigación por que pueden contribuir significativamente a la diversidad, la alimentación, bienestar y sobre todo con la interacción y mitigación del cambio climático,

por lo tanto, los: Sistema silvopastoril (SSP), Sistema silvopastoril intensivo (SSPI), Banco Mixto de Forraje (BMF), Franjas Silvopastoriles (FS), Manejo de la sucesión Vegetal (MSV), Cercas Vivas (CV), Corredor ribereño (CR). Son los mejores sistemas alternativos para la alimentación ganadera (p. 10).

La inclusión de árboles en las pasturas en sistemas SSP tiene un efecto benéfico en el suelo de las pasturas. Navas, (2010). las raíces ayudan a la de compactación del suelo, además de mejorar la estructura para la población de la macrofauna. De igual manera, el uso del árbol como componente productivo permite mejorar los sistemas de producción ganadera en los diferentes agroecosistemas, mitigar los efectos negativos ambientales mejorando las condiciones de el mismo en comparación con los sistemas tradicionales, captura carbono atmosférico, y mejora las condiciones químicas del suelo debido al reciclaje de las hojas y detritos, haciendo énfasis del bienestar de los animales e incrementa la productividad (p.17).

Según Anon, (2012). Menciona que.

“los SSP en el ecosistema ganadero, para contribuir a la adaptación y la mitigación del cambio climático en la ganadería tropical, es necesario considerar un conjunto de factores que han contribuido a la vulnerabilidad de los sistemas de producción a partir de los pastos y forrajes”, son:

1. El manejo inadecuado del pastoreo que favorece la eliminación de la cobertura vegetal y la presencia de áreas descubiertas, debido a altas cargas, el sobrepastoreo, la utilización de especies mejoradas importadas que no son adecuadas para las condiciones edafoclimáticas.
2. Pastos y forrajes con edad avanzada o baja calidad (a menor contenido de PB, menor digestibilidad, mayor producción de metano).
3. Emplear especies de pastos y forrajes en monocultivo.
4. Emplear especies de pastos y forrajes con baja capacidad de captación de (CO₂).
5. Desfavorable relación C/N en las dietas (a mayor C/N menos emisiones de (CH₄) en las excretas).
6. Poco empleo de árboles en los potreros, en las cercas y en el entorno.

7. Utilización de gramíneas para corte y acarreo con baja digestibilidad, sin considerar las arbóreas.
8. Deficiente balance alimentario que no consideran el mes y la evolución del ganado en desarrollo; sobre todo, en los períodos de bajas precipitaciones, que traen consigo bajas conversiones.
9. Animales improductivos o que alcanzan la edad de matanza o la de incorporación a la reproducción tardíamente; por consiguiente, mayor contaminación.
10. No ofrecer las cantidades necesarias de agua de beber.
11. Estas limitantes han provocado mayor lixiviación, pérdida de la biodiversidad y la erosión. (Citado por Milera, 2013, P.9).

Nair et al., (2009). “Al aumentar la protección física del suelo y contribuir a la recuperación de la fertilidad con la intervención de leguminosas que fijan el nitrógeno al suelo y de árboles de raíces pivotantes que aprovechan las capas profundas y reciclan los nutrientes” (p. 45).

Por todo ello, una de las estrategias para la recuperación y mejoramiento de los sistemas ganaderos es el establecimiento de (SSP), los cuales constituyen un tipo de agroforestería donde los árboles y/o arbustos interactúan con las forrajeras herbáceas y los animales dando una mejor interacción entre ellos para un mejor manejo y aprovechamiento. (Mahecha, 2002, p. 68), (Karki y Goodman, 2010, p. 68)

“Las principales interacciones entre componentes pueden agruparse en:

Interacción Suelo – Pastizal:

- El suelo brinda al pastizal el soporte y los nutrientes necesarios para su desarrollo y logro de su objetivo productivo;
- El pastizal brinda al suelo la cobertura que lo protege de la erosión causada por el agua de lluvia y por el viento y del exceso de insolación, además del aporte de nutrientes y materia orgánica.

El dióxido de carbono (CO₂) es el gas que más contribuye al calentamiento global. Una forma de mitigar sus efectos es almacenarlo en la biomasa (mediante la fotosíntesis) y en

el suelo (a través de la acumulación de materia orgánica). Los sistemas agroforestales (SAF) representan sumideros importantes de carbono (C); sin

Interacción Ganado – Pasto:

El pasto brinda al ganado el alimento que necesita, en cantidad adecuada y fácilmente obtenible.

- El suelo brinda al ganado, a través de las forrajeras, los nutrientes necesarios para su desarrollo y logro del objetivo productivo;
- El ganado fertiliza el suelo a través de las excretas (boñiga y orina), que también tiene el efecto de favorecer el microbiota del suelo; transformación del suelo y de los restos vegetales del pasto.
- Los árboles pueden competir con la pastura por agua, nutrientes, luz y espacio y el efecto será mayor en la medida que los requerimientos sean similares.
- La sombra excesiva afecta el crecimiento y productividad de la pastura (la copa de los árboles no deberá retener más del 50% de la radiación solar, por tal razón las líneas de árboles deberán establecerse en dirección cardinal al recorrido del sol. Oriente – Occidente).
- Si la carga animal es alta o los árboles están en grupos, debajo de los cuales los animales se concentran en busca de sombra, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de los árboles y el pisoteo puede afectar la cobertura herbácea y dar origen a focos de erosión. (Russo y Botero, 1999, P. 4-7)

3.8- Manejo de las pasturas

Los sistemas de pastoreo rotacionales, son utilizados para contrarrestar los efectos no deseados del pastoreo selectivo del ganado, tanto en pastoreos de baja y alta carga, el ganado pastorea selectivamente parches de gramíneas. En potreros pequeños, con mayor densidad animal, la rotación permite poner límites al movimiento de los animales y determinar el lugar y la frecuencia de pastoreo, limitando potencialmente la selectividad y previniendo el pastoreo reiterado de plantas preferidas. se puede hacer mejor uso de fertilizantes, permite un control integral de malezas. (Bailey y Brown, et al., 2011, p. 1)

Según Reina et al., (2012), el sistema de pastoreo rotacional, se fundamenta en la rotación dirigida y estratégica de los potreros dándole un tiempo adecuado de ocupación del área y tiempo de descanso controlado buscando maximizar la producción de biomasa, el reciclaje de nutrientes, minimizar desperdicios, etc. lo que redundará en mayor producción por hectárea y mejores ingresos para el productor (p. 2).

V- METODOLOGÍA

5.1- Ubicación del área del estudio

El estudio se realizó en dos municipios del Departamento Matagalpa, Nicaragua. El primero municipio es Matiguás, ubicado en la zona centro norte de Nicaragua, donde se visitaron un total de siete fincas. Es el municipio de mayor extensión territorial del departamento, además es una de las cuencas lecheras más grande del país junto con los municipios de Muy Muy, Río Blanco y Paiwas.

El Municipio de Matiguás se encuentra en las coordenadas 85° 27' latitud norte y 12° 50' longitud oeste, la temperatura oscila entre 30° y 32° grados celsius, se caracteriza por que tiene una extensión territorial de 1,710 Km² y su altura es de 247 metros sobre el nivel del mar; el promedio anual de precipitación en el municipio es aproximadamente de 1400 mm. Cuenta con una estación lluviosa que dura aproximadamente ocho meses entre mayo y diciembre y una estación seca que va desde enero hasta abril. La altitud del Municipio se encuentra entre los 200 y 900 msnm (El Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal [INIFOM], 2000, p.3).

El segundo municipio que se estableció el estudio es Río Blanco, ubicado en las coordenadas 12° 56' de Latitud Norte y 85° 13' de Longitud Oeste. Caracterizado por presentar un clima Monzónico Tropical, cuenta con una estación lluviosa que dura aproximadamente 9 meses del año. La temperatura media oscila entre los 20° y 26° grados Celsius, las precipitaciones pluviales varían entre los 2,400 y 2,600 mm anual (Organización de Matriz de la Fundación Wiki media [INC], 2022, párr.5).

5.2- Diseño experimental

Se visitaron 14 fincas ganaderas, pertenecientes al proyecto de ganadería sostenible de Nicaragua (GSN), que lidera la Comisión Nacional Ganadera de Nicaragua (CONAGAN), de las cuales siete fincas se encuentran en el municipio de Río Blanco y siete fincas en el municipio de Matiguás.

Para el muestreo en cada finca se establecieron dos parcelas de muestreo permanente (PMP), de 25 m de largo por 10 m de ancho, dentro de la cual se determinó el diámetro normal a partir de 10 centímetro en adelante para todos los árboles que se recolectaron los datos y la altura total del árbol variaba según su tamaño y la especies. Igualmente se determinará la producción de biomasa de pasturas utilizando la metodología no destructiva botanal. Obteniendo 2 parcelas por finca; 14 parcelas por municipio, 28 parcelas en total. (Hargraves y Kerr 1979, p. 9)

5.3- Manejo del estudio

5.3.1- Selección de las áreas de estudio

Para la selección de las áreas de estudio se estableció coordinación entre la Universidad Nacional Agraria (UNA), Comisión Nacional Ganadera de Nicaragua (CONAGAN) y productores dueños de las siete fincas seleccionadas por municipio.

En cada municipio CONAGAN hizo la selección de las fincas (cuadro 2) considerando los siguientes criterios

1. Las fincas pertenecen al programa de ganadería sostenible impulsado por la Comisión Nacional ganadera de Nicaragua (CONAGAN)
2. Accesibilidad para las visitas.
3. Las fincas deben poseer sistemas silvopastoriles con arreglo de árboles dispersos en potreros
4. Los productores quisieran participar en la investigación de almacenamiento y fijación de carbono.
5. Que los productores se comprometan a brindar apoyo con la información requerida (manejo de los SSP).

Cuadro 1. Fincas seleccionadas donde se realizó el estudio en los municipios de Matiguas y Río Blanco

Municipios		Fincas					
Matiguas	El Refugio	El Socorro	La Camelia	Las Palmeras	Los Mederos	Puerto Rico	San Benito
Río Blanco	El Milagro	Las Mercedes	Ganadería San Antonio	El Malinche	La Fortuna	San Fernando	San Felipe

Fuente: UNA-CONAGAN

5.3.2- Formación de equipos de trabajos

El equipo de trabajo estará conformado por dos docentes de la Universidad Nacional Agraria, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Zootecnia y técnicos de CONAGAN (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Grupos de trabajos en los municipios de Matiguas y Río Blanco

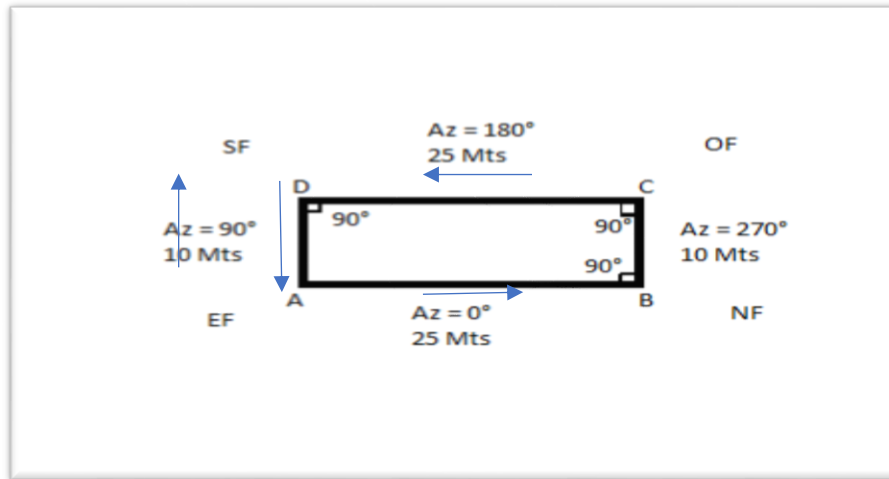
Municipio	Estudiantes y Docentes	Técnicos de CONAGAN
Matiguas	Dos estudiantes y Dos docente (FARENA y FACA)	
Río Blanco		Un técnico por municipio

Fuente: UNA-CONAGAN

5.3.2- Establecimiento de parcelas de muestreo permanente.

Las parcelas permanentes son usadas para medir los flujos de carbono en áreas de muestreo definidas. Las mediciones son repetidas en el tiempo con el fin de calcular la fijación o pérdida de carbono debido a la productividad, mortalidad y respiración.

Se establecieron puntos de inicio (punto A), el brujulero orientará la dirección de Norte franco (NF) (Azimut 0°) que deberá seguir el cintero con el fin de medir la distancia 25 m. con la cinta métrica hacia un punto (B), seguidamente se realizara un giro de 90° con dirección Oeste franco (Azimut 270°) y se medirá la distancia de 10 m., hasta el punto (C) correspondiente), Con un giro de 90° hacia la izquierda hacia una dirección Sur franco (Azimut 180°), se medirá una distancia de 25 m. para luego repetir el mismos paso para el punto (D), girando otros 90° (Este franco con Azimut 90°) para cerrar la parcela (figura 1).



Fuente: UNA-CONAGAN

Figura 1. Diseño de parcelas de muestreo permanente (PMP)

5.3.3- Determinación de biomasa aérea y cálculo de carbono almacenado y fijado en sistemas silvopastoril.

Cuando se habla de biomasa pueden encontrarse varias definiciones con algunas variantes en el concepto (biomasa, biomasa aérea y biomasa fustal. Según (IPCC, 2001, p.17). La biomasa es la masa total de organismos vivos en una zona o volumen determinado, a menudo se incluye los restos de plantas que han muerto recientemente ('biomasa muerta').

5.3.4- cálculo de biomasa aérea del componente árbol.

Biomasa aérea, refiere al peso del material vegetal de árboles sobre el suelo incluyendo, fustes, corteza, ramas y hojas. La biomasa fustal, refiere al peso que corresponde a la biomasa del fuste comercial del árbol desde el tocón, hasta la primera bifurcación o inicio de la copa. (Salinas y Hernández, 2008, p.17)

Para fines de este estudio solo se consideró la biomasa arriba del suelo (árboles en pie) o volumen existente.

5.3.5-Cálculo del área basal: Según (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE] et al., 2014, p.18). El área basal se puede determinar de la siguiente manera:

$$AB (m^2) = \pi / 4 * DN^2$$

Dónde:

AB: (m²): Área basal en metros cuadrados

$\pi/4$: constante 0.7854

DN: Diámetro normal a los 1.30 m

Ec.2: Para calcular el de Volumen (m³): Según (CATIE et al., 2014, p.19). el volumen se puede determinar de la siguiente manera:

$$Vol = AB * H * F_f$$

Dónde:

Vol (m³): volumen en metro cúbicos

AB: área basal calculada en m²

H: Altura total en (m)

F_f: factor de forma 0.70 para especies de bosque latifoliado (Instituto Nacional Forestal [INAFOR], 2008).

5.3.6- Determinación de la biomasa aérea

Para la determinación de la biomasa aérea se utiliza la fórmula:

$$B_f = B_t * G_e * F_{e_b}$$

Donde:

B_f: Biomasa forestal en toneladas.

G_e: Gravedad específica o peso específico de la madera en kg/m³. Para este caso se utiliza la $G_e = 0.5 \text{ gr/cm}^3$, según la FAO.

F_{e_b}: Factor de expansión de biomasa aérea. $F_{e_b} = 1.20$, según la FAO.

5.3.7- Cálculo de biomasa aérea del componente pastura.

Se utilizó la metodología del Botanal (Botanical Analysis) que es un método de estimación visual, desarrollado en Australia a fines de la década de 1970. Consta de tres pasos: elección de una serie de patrones que cubran el rango de disponibilidad de

la pradera, estimación visual a campo de la pradera, y calibración del método (Tothill et al., 1978, (p.3). La principal ventaja de este método consiste en la sencillez con la que se utiliza; si bien hay un cierto componente de subjetividad, ha sido utilizado con éxito anteriormente.

5.3.8- Aspectos adicionales considerados:

- a) Cada evaluador selecciono independientemente una posición que correspondería al nivel medio, y luego por consenso entre los evaluadores se define cuál de la seleccionadas se tomará definitivamente como punto medio, en otras palabras, a cuál se le asignará el valor de tres (3).
- b) Para facilitar las comparaciones cuando se seleccionan los puntos de referencia, es deseable tener éstos localizados cercanos unos a otros, y de ser posible en el centro del área que se pretende evaluar.
- c) Se debe dejar un marco claramente identificado en cada posición. Seleccionada como referencia de la escala, y protegida por una caja en el caso que el potrero a evaluarse tenga animales al momento de la evaluación.

Una vez establecida la escala de referencia, los evaluadores dedicarán un tiempo a entrenarse tomando otros puntos donde harán evaluaciones visuales simultáneas, hasta que alcanzan un grado aceptable de uniformidad en sus estimados. Durante el periodo de entrenamiento, el cual generalmente duro unos 30 minutos, se necesita regresar frecuentemente a los puntos de referencia para afinar las estimaciones. De igual manera si por alguna razón se detiene el trabajo durante el periodo de evaluación, es conveniente el regresar a los puntos de referencia antes de reiniciar la evaluación, para “refrescar la memoria”.

Cuando los evaluadores se sienten seguros de tener una buena apreciación da los diferentes puntos de su escala de referencia, proceden a hacer las estimaciones visuales de disponibilidad en un número relativamente alto de puntos seleccionados al azar, usando la escala codificada (1, 2...,5). Aun cuando no hay una regla fija sobre cuántas observaciones visuales se harán en cada potrero, pues ello va a depender de la variabilidad que se observe en el mismo, es frecuente trabajar con 40 a 120 observaciones visuales en potreros que tienen un área de 0.125 a 05 hectáreas.

Al finalizar con todas las observaciones visuales, se cortará y pesará todo el forraje presente en cada uno de los marcos colocados en los puntos de referencia, para estimar la cantidad de materia seca disponible dentro de cada marco de referencia. Estas muestras de referencia que son cortadas se conocen como muestras reales, para diferenciarlas de aquellas a las que se les da sólo una calificación con base en la observación visual, las que se denominan muestras visuales.

Con base en las muestras reales y las calificaciones prefijadas de acuerdo a la escala de referencia, se ajusta un modelo de regresión lineal simple, la que posteriormente se utilizará para estimar la disponibilidad total de materia seca presente en el potrero, usando la media de las muestras visuales. Cabe anotar que dado las estimaciones se hacen con base en las muestras reales y visuales, el procedimiento empleado se conoce como de doble muestreo.

5.3.9- Instrucciones para realizar el muestreo

- 1- Seleccione los cinco puntos de referencia, que le permitirán definir la escala de disponibilidad (de 1 a 5).
- 2- Coloque en cada uno de los sitios seleccionados un marco de 0.5 x 0.5 m (0.25 m²), e identifique claramente a qué nivel de la escala corresponde cada una de sus muestras reales.
- 3- Una vez esté seguro de conocer qué representa en términos de disponibilidad cada punto de referencia (fase de entrenamiento), proceda a seleccionar al azar 60 muestras a las que les dar una puntuación o nota de 1 a 5, dependiendo de la disponibilidad (muestras visuales).
- 4- Al finalizar las evaluaciones de las muestras visuales, se cortará el forraje presente en cada marco colocado en los puntos de referencia, se pesará en fresco el forraje cosechado y se anotara en un formato. Luego se homogenizará la muestra de los 5 puntos y se extraerá una muestra de 1 kg y se rotulará en una bolsa de papel kraft y se enviará al laboratorio de bromatología de la facultad de ciencia animal de la UNA para realizar los análisis de materia seca.

- 5- Una vez que se calculó el peso seco (Y_i) y la nota asignada (X_i) a cada MUESTRA REAL. Se ajuste un modelo de regresión lineal simple para los cinco pares de datos obtenidos.
- 6- Con base en la media obtenida para las notas asignadas a las 40 MUESTRAS VISUALES (\bar{X}') y la ecuación de regresión desarrollada a partir de las MUESTRAS REALES, se estimó la disponibilidad promedio en el potrero evaluado (\hat{Y}), usando la ecuación siguiente:

$$\hat{Y} = \bar{Y} + B_1 (\bar{X}' - \bar{X})$$

donde:

\bar{Y} = Promedio de disponibilidad de materia seca en las MUESTRAS REALES

B_1 = Coeficiente de regresión obtenido en el paso 6

\bar{X}' = Promedio de notas asignadas a las MUESTRAS VISUALES

\bar{X} = Promedio de las MUESTRAS REALES (en su caso será 3, pues escala de 1 a 5).

- 7- Se estimó la varianza del estimado de disponibilidad promedio (\hat{Y}) y se calculó de la manera siguiente

$$\text{Var}(\hat{Y}) = S^2_{Y.X} / n + (B_1)^2 S^2_x / n'$$

Donde

$S^2_{Y.X}$ = Cuadrado medio del error para la regresión

n = número de MUESTRAS REALES

B_1 = Coeficiente de regresión obtenido en el paso 6

S^2_x = Varianza de las notas para la MUESTRAS REALES

n' = número de MUESTRAS VISUALES

5.3.10- Determinación del carbono (C) almacenado en árboles y pasturas.

Para determinar el carbono que se ha almacenado en la biomasa aérea, se asume que el factor de carbono (FC), es el 50% del peso del árbol o pasturas, el cual está constituido de carbono. Este FC = 0.5, según. (IPCC, 1995), (García, Kevin A, 2018)

$$C = Bf * FC$$

Donde:

C: Carbono almacenado en toneladas de carbono.

Bf: Biomasa forestal en toneladas.

FC: Factor de carbono.

5.3.11- Determinación del dióxido de carbono (CO₂) fijado en la biomasa aérea

Según White, Minang, (2011). Se considera que una tonelada de carbono (C), almacenado equivale a la fijación de 3.67 toneladas de CO₂, que es fijado como biomasa aérea. A partir de la cantidad de C almacenado se puede determinar el CO₂ utilizando la fórmula. (Garcia, et al., 2018)

$$\text{CO}_2 = \text{C} * 3.67$$

Donde:

CO₂: Es la cantidad de CO₂ que es capturado en toneladas.

3.67: Fracción que se utiliza para convertir “C” a CO₂ en toneladas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Almacenamiento y fijación de carbono en pasturas del municipio de Río Blanco

5.1.1 Almacenamiento de carbono en pasturas del municipio de Río Blanco

En el municipio de Río Blanco se visitaron siete fincas, encontrando tres tipos de pasto utilizados en la alimentación animal como son: Marandú, Brizanta y Naturalizado (ver cuadro 3). Encontrando que el pasto naturalizado fue el que almaceno mayor carbono con 2.34 Ton ha⁻¹, seguido del pasto marandú con 1.94 Ton ha⁻¹ y Brizantha con 1.41 Ton ha⁻¹.

Cuadro 3. Almacenamiento de dióxido de carbono en pasturas del municipio de Rio Blanco

Fincas	Pastos (Ton ha ⁻¹)		
	Marandú (Brachiaria brizantha cv <i>Marandú</i>)	Naturalizado	Brizantha (Brachiaria brizantha)
Las Mercedes	1.26	---	---
El Malinche	---	2.34	---
El milagro	1.88	---	---
La Fortuna	1.33	---	---
San Felipe	---	---	1.41
San Antonio	1.94	---	---
San Francisco	---	---	1.06

Fuente: Propia

El comportamiento del pasto naturalizado tiene mejores características de adaptación y a las condiciones climáticas donde se estableció y por un manejo adecuado, alcanzando los días para pastoreo cada 35 días y utilizando la cantidad de animales por ha establecida, siendo considerado el tiempo correcto de descanso 25 días, para este pasto en las condiciones dadas.

El marandú es un pasto que presenta características muy buenas según Martínez (2021, p.2). Se adapta a suelos drenados de mediana a alta fertilidad con textura arenosa o pesadas donde no tolera sombra y tolera sequia medianamente por estas condiciones es que este pasto en la finca San Antonio no se adaptar en totalidad.

Las variaciones que se encontraron en el pasto marandú, fue apreciada por el manejo, y el sobre pastoreo ocasionando perdida por cobertura de un 20 a 30 %. Por ende, se disminuye el almacenamiento de carbono, por alteración de su comportamiento morfofisiológico y productivo.

El almacenamiento de carbono del pasto brizantha fue afectado por la sobre carga animal, encontrando una cobertura de un 60 %, esto conlleva a disminuir el crecimiento del pasto, menor cantidad de área foliar, reduciendo la fotosíntesis que le permite tener una mejor producción. En investigaciones realizadas por Albretch y Kandji (2003, p.12). Mencionan que la cantidad de carbono almacenado en un sitio dado depende del clima (precipitación y temperatura) y las condiciones del suelo, pero también de las actividades desarrolladas por el hombre.

5.1.2 Fijación de carbono en pasturas del municipio de Río Blanco

La fijación de carbono en las pasturas presente en las siete fincas evaluadas del municipio de Río Blanco, fue mayor en la finca el Malinche con pasto naturalizado con valores de 8.59 Ton ha⁻¹. Argumentando que el pasto naturalizado es uno de los que más aportan a la fijación de dióxido de carbono, debido a que son nativos de la región, se encuentran con una alta cobertura del área y alta resistencia a las condiciones climáticas.

Cuadro 4. Resultados en fijación de carbono

Fincas	Pastos (Ton ha ⁻¹)		
	Marandú (brachiaria brizantha cv marandú)	Naturalizado	Brizanta (Brachiaria Brizantha)
Las Mercedes	4.61	---	---
El Malinche	---	8.59	---
El milagro	6.90	---	---
La Fortuna	4.89	---	---
San Felipe	---	---	5.19
San Antonio	7.11	---	---
San Francisco	---	---	3.88

Fuente: Propia

Asimismo, Petteri (2002), Albrecht y Kandji, (2003, p.314). Al investigar la fijación de carbono, mencionan:

“Los servicios ecosistémicos que cumple funciones importantes para el bienestar humano, se basa en el proceso de transformación del carbono atmosférico a carbono orgánico almacenado en el suelo y en los sistemas vegetales (hojas, tallos y raíces). Particularmente, los pastos naturales son un gran potencial no explotado para atenuar el cambio climático, mediante la acumulación de CO₂, que sí es, bien manejado podrían ser más importante que los bosques en la generación de créditos de carbono”.

La fijación de carbono del pasto marandú fue mayor en la finca San Antonio con valores de 7.11 Ton ha⁻¹, sin embargo, el comportamiento en la finca Las Mercedes se obtuvieron menores valores (4.61 Ton ha⁻¹), dado por el manejo de las pasturas.

El pasto brizantha presento un resultado de fijación de carbono de 5.19 Ton ha⁻¹ en la finca San Felipe, siendo afectado por la cobertura de la pastura principalmente por la sobre carga animal. Asimismo, en la finca la fortuna y San francisco los valores de fijación fueron menores por presentar las mismas condiciones.

Estudios realizados por Gasca, Pérez y Figueroa (2014) encontraron que la fijación de carbono aumenta a medida que las condiciones ambientales favorecen las condiciones de las plantas y de igual forma el contenido de nutriente del suelo, que permiten expresar su potencial forrajero (p. 48).

5.2 Almacenamiento y fijación de carbono en pasturas del municipio de Matiguas

5.2.1 Almacenamiento de carbono en pasturas del municipio de Matiguas

En Matiguas el pasto con mayor almacenamiento de carbono encontrado es el mombaza, en la finca La Palmira teniendo un valor de 3.96 Ton ha⁻¹, se conoce como un pasto muy resistente al pastoreo de ganado y con un periodo de descanso de 30 días. En época de invierno. También se puede utilizar para corte donde se recomienda cortar cada 40 o 45 días en época de lluvia, en verano cada 60 o 70 días, se encontró con una cobertura de 90 %, los potreros estaban divididos en área cortas facilitando un mejor uso rotacional y un manejo más eficiente.

Cuadro 5. Resultados en almacenamiento de carbono

Fincas	Pastos (Ton ha ⁻¹)			Naturalizado
	Mombaza (Panicum máximum)	Para caribe (Brachiaria mutica)	brizantha (Brachiaria brizantha)	
Camelia	3.64	----	----	----
Palmira	3.96	----	----	----
San Benito	2.26	----	----	----
El socorro	----	2.47	-----	0.94
El Refugio	----	----	2.73	----
Puerto Rico	----	----	----	1.69
Las Maderas	3.05	----	----	----

Fuente: Propia

La finca Camelia presenta un valor para el pasto mombaza, (3.64 Ton ha⁻¹) y en la finca Las Maderas con 3.05 Ton ha⁻¹, presentando un manejo algo similar a las otras dos fincas ya que esto influye en gran manera, obteniendo con mayor influencia de almacenamiento el pasto mombaza con diferentes proporciones de almacenamiento debido al uso establecido del pasto.

El valor almacenado para el pasto brizantha fue en la Finca el Refugio con 2. 73 Ton ha⁻¹ siendo el principal factor la pérdida de cobertura vegetal (30 %) del área y el mal manejo de días de descanso, igualmente con los días de uso

El almacenamiento de carbono en el pasto Para caribe fue de 2.47 Ton ha⁻¹, siendo un pasto que se encontró fuera de su manejo optimo por ser una pastura que tolera humedad e inundaciones, encontrando una cobertura de 70 % y alta competencia con la maleza.

El pasto naturalizado encontrado en las fincas del municipio de Matiguás obtuvo un almacenamiento de carbono entre 0.94 y 1.69 Ton ha⁻¹, siendo afectado por el sobre pastoreo, la competencia de malezas y la cobertura (60%).

Las pasturas según Asner, Elmore, Olander, Martin, y Harris, (2004, p.10). Son una posibilidad para incrementar la captura de carbono, realizando mejoras en las prácticas de

manejo Rutledge et al., (2017, p.10). Principalmente aquellas relacionadas con el ajuste de carga animal, el reciclaje de nutrientes y el manejo agronómico adecuado.

5.2.2 Fijación de carbono en pasturas del municipio de Matiguás

Los resultados con mayor fijación de carbono en el pasto mombaza, en la finca Palmira con 14.53 Ton ha⁻¹, la finca Camelia, 13.36 Ton ha⁻¹ y la finca Las Maderas 11. 20 Ton ha⁻¹ para el pasto mombaza en la fijación de carbono. Estos resultados se relacionan con el manejo del pasto en las diferentes fincas (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados en fijación de carbono

Fincas	Pastos (Ton ha ⁻¹)			Naturalizado
	Mombasa (Panicum máximum)	Para caribe (brachiaria mutica)	Brizanta (Brachiaria Brizantha)	
Camelia	13.36	-----	-----	-----
Palmira	14.53	-----	-----	-----
San Benito	8.29	-----	-----	-----
El socorro	-----	9.07	-----	3.44
El Refugio	-----	-----	10.02	-----
Puerto Rico	-----	-----	-----	6.20
Las Maderas	11.20	-----	-----	-----

Fuente: Propia

El pasto 29rizantha, en la finca El Refugio presentando una fijación de 10.02 Ton ha⁻¹, Siendo el pasto mal manejado (entra solo a despuntar) porque los productores creen que se obtiene mejor rebrote y con mayor velocidad.

Los valores encontrados para el pasto para caribe en la finca el socorro fueron 9.07 Ton ha⁻¹, siendo mayor que los valores del pasto naturalizado (3. 44 Ton ha⁻¹) este comportamiento está dado por el sobre pastoreo que están expuesto las pasturas,

El uso de las pasturas mejoradas y que no se encuentren deterioraras pueden fijar altos contenidos de carbono, esto se relaciona por su alto producción de biomasa, sus depósitos de materia orgánica y con las características de su sistema radicular. (Lok, 2013, p.80)

Los pastizales pueden fijar carbono en la superficie terrestre y nos permite contribuir a la mitigación del efecto invernadero Houghton et al., (2000), Carrillo et al., (2014), Saraiva et al., (2014). Además, se ha documentado que los pastos tropicales son más productivos (42-3396 g m⁻²) que los templadas (45-532 g m⁻²) (Gómez y Gallopin, (1991), (Citado por Lok, 2013, p.441).

5.3 Almacenamiento de carbono en sistema silvopastoril y pasturas en las fincas del municipio de Matiguás y Río Blanco

5.3.1 Almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y pasturas en las fincas del municipio de Matiguás

El almacenamiento de carbono en las fincas del municipio de Matiguás es mayor en los sistemas silvopastoriles encontrándose los valores en el intervalo de 3 a 4.87 Ton ha⁻¹ para sistema silvopastoril y 1.69 a 4.87 Ton ha⁻¹ en pasturas tropicales.(ver figura 2) Este comportamiento se presentó por el auge de los sistemas silvopastoriles en la zona, así mismo por poseer pasturas que se están adaptando al sistema de árboles disperso en potreros y un factor de mucha importancia es el tipo de árbol usado dispersos en potreros.

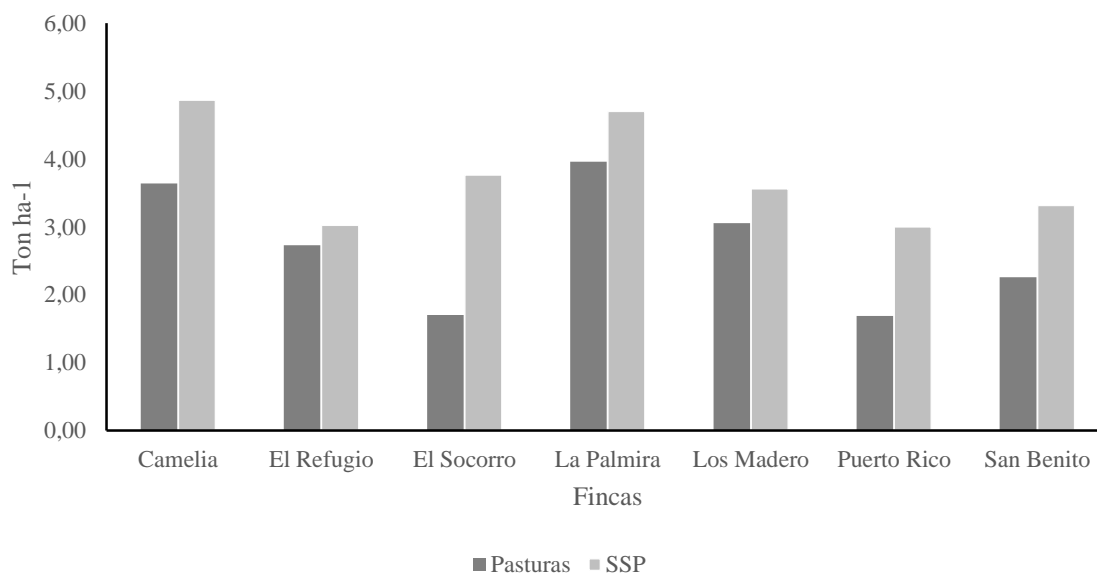


Figura 2. Almacenamiento de carbono en fincas ganaderas del municipio de Matiguás

Los valores de encontrados en este estudio para almacenamiento de carbono en pasturas tropicales son similares mayores a los encontrado por Ávila et al., (2001, p.5). Al estudiar el Almacenamiento, fijación de carbono en pasto brachiaria y pasto ratana con valores de a 2.0 y 0.12 t C ha⁻¹ respectivamente. De igual forma los valores para sistema silvopastoril (brachiaria-mangium 8.9 t C ha⁻¹ y brachiaria-eucalipto 7.5 t C ha⁻¹) fueron superiores por que los encontrados en nuestro estudio.

Estudios realizados por Ibrahim et al., (2007) mostraron que las pasturas con pastos mejorados cuando se encuentran deterioradas no suelen realizar aportes significativos al secuestro de carbono, incluso pueden emitir carbono a la atmósfera. Sin embargo, las pasturas mejoradas cuando no se encuentra deterioradas pueden almacenar altos contenidos de carbono. (p.80).

La tasa de crecimiento fotosintético de las pasturas tropicales encontrada en las fincas en estudio, presentaron un comportamiento creciente, igual comportamiento se observó en investigaciones realizadas por Gasca et al., (2013) al estudiar el almacenamiento de carbono de tres sistemas ganaderos tropicales en explotación de ganado vacuno. (p.80).

Asimismo, Avila et al., (2001), concluye que “existe un gran potencial para manejar y recuperar áreas degradadas por el sobrepastoreo, mediante los sistemas silvopastoriles. En ambos casos, el pago de servicios ambientales por fijación y almacenamiento de carbono representa una alternativa para dar valor agregado a la producción, lo que podría tener una gran importancia para los productores” (p.490).

“Al consideran los sistemas silvopastoriles como una alternativa sostenible y viable, pues son capaces de generar servicios ambientales por constituir importantes sumideros de carbono y muy ventajosos por la captura de este. Los estudios realizados por al comparar una finca con pastizales naturales y otra con un sistema agroforestal, mostraron que el carbono almacenado en el suelo por el sistema silvopastoril fue mayor que el secuestrado en el sistema de pasto”. (Miranda et al., 2007, p 79)

Según Ávila et al., (2001), “los sistemas agroforestales representan importantes sumideros de carbono (C); sin embargo, no han sido considerados en este sentido, debido a la ausencia de información cuantificada sobre su potencial de almacenamiento y la fijación de carbono” (p. 484).

Investigaciones realizadas por Miranda (2007), concluye que los sistemas agroforestales se muestran como una adecuada alternativa para el desarrollo sostenible en el sector agropecuario, y aun cuando se subutilizan las cercas vivas como importantes sumideros de carbono, demostraron sus ventajas en términos de captura (p.79).

5.3.2 Fijación de carbono en el sistema silvopastoril y pastura en el municipio de

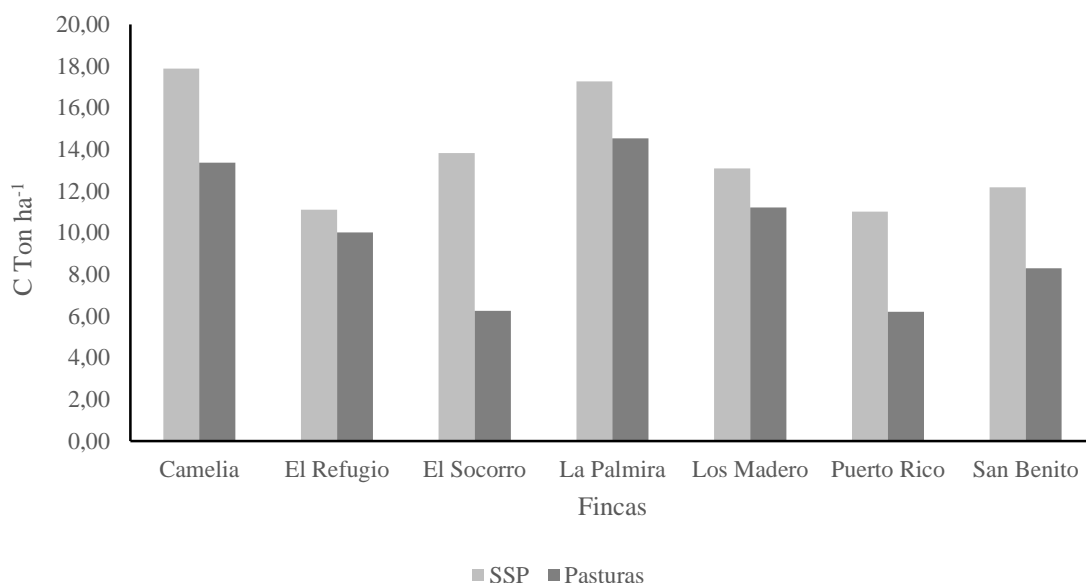


Figura 3. Fijación de carbono en fincas del municipio de Matiguás

Matiguás

En la figura 3. Se observa que la fijación de carbono fue mayor para los sistemas silvopastoriles que el sistema pasto como monocultivo, esto está dado por la fijación realizada por el componente árbol y el manejo de pasturas realizado por los productores.

En el municipio de Matiguás se observó que se están estableciendo sistemas silvopastoriles con pasturas naturalizadas y hay productores que están utilizando pasturas mejoradas que permite mayor cantidad de cubierta vegetal. Siendo el componente arbóreo el que fija el

carbono desde la atmósfera vía fotosíntesis Mora, (2001). La cantidad de carbono fijado por el sistema silvopastoril en este estudio (11 a 17.87 Ton ha⁻¹) fue superior a lo estimado por la FAO, (2007), citado por Áreas, (2007), para sistemas silvopastoriles con valores entre 5 a 10 Ton ha⁻¹.

Al incrementar la cobertura vegetal, se incrementa la cobertura vegetal por ende la fijación de carbono Mahecha, (2002), este comportamiento es el observado para este estudio. Que según Sepúlveda e Ibrahim (2009), permite que los sistemas silvopastoriles los productores se beneficien con el pago por servicio ambiental y múltiples servicios ecológicos y sociales. Alonso (2011), afirma que “El secuestro de carbono, la restauración del suelo y la conservación de la biodiversidad, son algunos importantes servicios ambientales que se han considerado en diversos programas en América Latina”.

Actualmente en el municipio de Matiguás se está promoviendo por CONAGAN el uso de sistemas silvopastoriles en los sistemas ganaderos para mitigar el cambio climático y sostenibilidad de las fincas, mediante el proyecto de ganadería sostenible de Nicaragua. Este proyecto permite que de manera indirecta se esté promoviendo el reciclaje de nutriente que permita disminuir la cantidad de dióxido de carbono llegue a la atmosfera.

5.3.3 Almacenamiento de carbono en sistema silvopastoril y pasturas del municipio de Río Blanco

En la figura 4. Se observa que el componente silvopastoril almacena mayor cantidad de carbono en las fincas en estudio, esto debido a la adopción de sistemas silvopastoriles con arreglo de árboles dispersos en potreros. Los valores mínimos y máximos encontrado para los sistemas silvopastoriles fueron 1.33 y 3.72 Ton ha⁻¹ respectivamente y para las pasturas 1.06 a 2.34 Ton ha⁻¹.

En nuestra investigación se encontró Los datos encontrados en esta investigación fueron menores a los reportados por Ibrahim et al. (2006) para sistemas silvopastoriles con 23 t ha⁻¹. sin embargo, Ibrahim et al. (2004) reporta valores de 2.5 t ha⁻¹ para pasturas mejoradas y 12 2.5 t ha⁻¹ para árboles en Nicaragua (p.11).

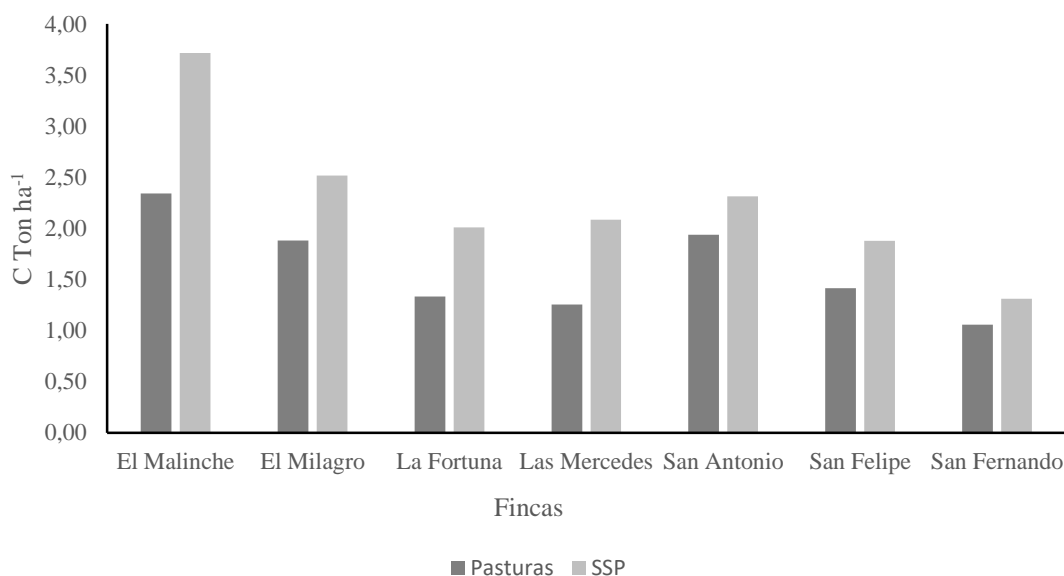


Figura 4. Almacenamiento de carbono en fincas del municipio de Río Blanco

En el municipio de Río Blanco se utilizan los sistemas silvopastoriles por la cultura de resguardo de áreas que sean utilizadas para conservación de los ecosistemas y lugares turísticos que permiten mejorar las hermosas vistas panorámicas de la naturaleza. De igual forma según Ibrahim et al., (2006), “El uso de pasturas mejoradas y de sistemas silvopastoriles, puede favorecer la ganancia de peso, la producción de materia seca y el ciclaje de nutrientes en las fincas ganaderas” (p.11).

“En América Central la retención de especies leñosas en pasturas es común. Casi 90% de los productores tienen árboles en pasturas con el objeto de proveer sombra a los animales, principalmente en las zonas calurosas” Leeuwen y Hofsted (1995), Ibrahim et al., (1998), Souza et al., (2000), (Citado por Ibrahim, 2006, p.14).

Según Souza et al., (2000), “los rendimientos de leche de ganaderías especializadas en las cuales se han introducido árboles en las pasturas como sombrío presentaron rendimientos de un 20% más altos, comparados con los rendimientos obtenidos de vacas manejadas sin sombra” (Citado por Ibrahim, 2006, p.14).

5.3.4 Fijación de carbono en sistema silvopastoril y pasturas en el municipio de Río Blanco

En la figura 5. Se observa que los valores de los sistemas silvopastoriles fluctúan entre 4.81 a 13.63 Ton ha⁻¹ y para pasturas 3.88 a 13.63 Ton ha⁻¹. Siendo a finca El Malinche la que obtuvo mayor valor con 8.59 y 13.63 Ton ha⁻¹ para SSP y pasturas.

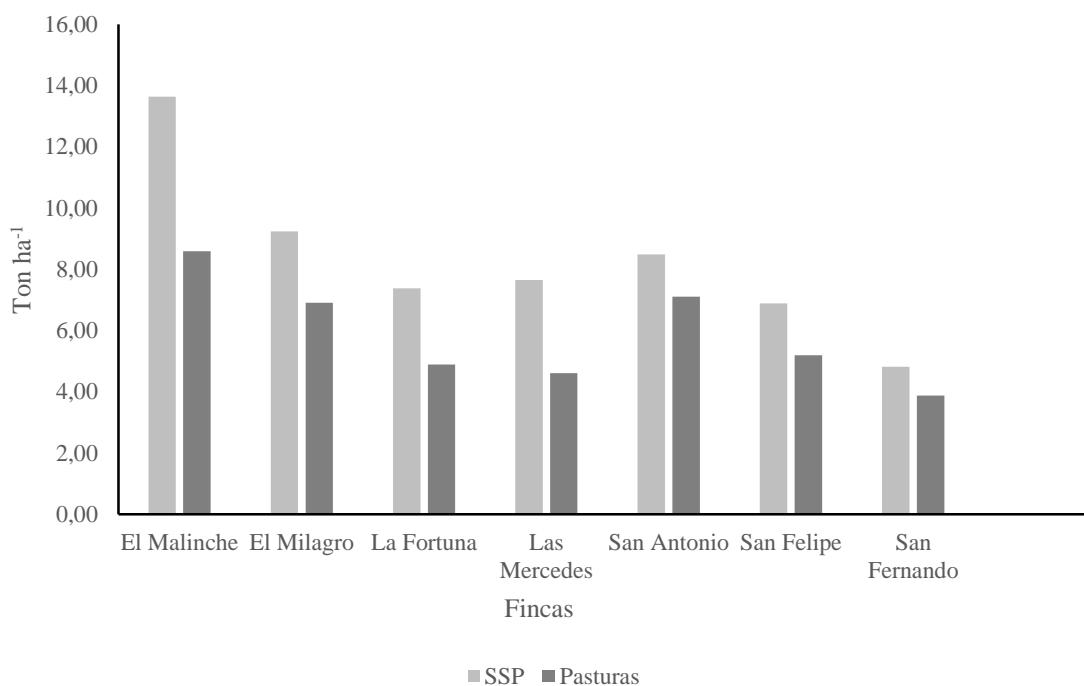


Figura 5. Fijación de carbono en las fincas del municipio de Río Blanco

En investigación es realizada por Avila (2000, p.11) reporta que la fijación de carbono en sistemas silvopastoriles fue de 1 a 3.6 Ton ha⁻¹. Sin embargo, los valores obtenidos en el presente estudio fueron de 4.81 a 8.59 Ton ha⁻¹. Cabe mencionar que en el municipio de Río Blanco se encontraron pastos mejorados con buena cobertura del 75 a 90 %.

Expresa Segura (1999), Cubero y Rojas (1999), afirma que “la fijación de carbono está dada principalmente por la especie arbórea y densidad de siembra, factores climáticos y del manejo que se ejercen en las fincas ganaderas” (Citado por Avila 2000, p.11).

En investigaciones realizadas por Murgüeitio et al., (2014), menciona que “la presencia de árboles en altas densidades en los potreros produce sombra, reduce las altas temperaturas, mejora la productividad y calidad de los forrajes, mantiene la humedad de los suelos, reduce la estacionalidad de la producción de carne y leche, y favorece la producción y reproducción de los bovinos” (Citado por Buitrago-Guillen 2018, parr.15).

VI- CONCLUSIONES

Según los datos expuestos, concluimos que:

- 1- Los sistemas silvopastoriles presentan un mayor almacenamiento y fijación de dióxido de carbono que los pasos como mono cultivos
- 2- Entre mayor eficiente es el manejo establecido para las pasturas y para los sistemas silvopstoril obtendremos incrementación en los resultados de productividad, rentabilidad para los diferentes sistemas de producción ganaderas en los diferentes ecosistemas.
- 3- Los sistemas silvopastoriles son muy importante en los ecosistemas ganaderos para aportar a la adaptación y a la mitigación del cambio climático en la ganadería tropical.
- 4- Los pastos son una alternativa de mitigación de dióxido de carbono donde podemos darle un mejor aprovechamiento estableciendo mejores condiciones a las pasturas un buen manejo.
- 5- La fluctuaciones de almacenamiento de carbono en las pasturas encontradas en los municipio Rio Blanco de tenemos los valores de 1.06 Ton ha^{-1} – 2.34 Ton ha^{-1} y en Matiguas un valor de 0.94 Ton ha^{-1} hasta alcanzar a 3.96 Ton ha^{-1} . esos resultados están relacionados de acuerdo a las condiciones establecidas a cada paso y sobre todo el manejo establecido por cada productor.
- 6- El almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles fluctuó entre 1.33 – 4.87 Ton ha^{-1} , alcanzando una fijación de carbono de 4.81 – $17.87 \text{ Ton ha}^{-1}$

VI- LITERATURA CITADA

- Alonso, J., (2011). *Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. Cubana de Ciencia Agrícola*, (45.), 107-115/<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>
- Cárdenas Holguín, Z. V. (2015). *Efecto del calentamiento global en la producción de frutales. [Monografía, universidad nacional abierta y a distancia – UNAD]*. Archivo digital. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/22338/53119501.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Cordero C. (2009). *Monitoreo y evaluación, proyecto occidente ganadero. Consultorías servicios pecuarios (CONSERPE), Nicaragua*. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/problemativa-actividad-ganadera-occidente-t28100.htm>
- Escobar, L., (2020). *Composición botánica y evaluación nutricional de pasturas en diferentes sistemas silvopastoriles en Molinopampa, Región Amazonas, Perú* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <http://200.123.25.24:8080/jspui/bitstream/inia/1106/1/Composici%C3%B3n%20bot%C3%A1nica%20y%20evaluaci%C3%B3n%20nutricional%20>
- Faverin, C., Tieri, M. P y Herrero, M. A. (2019). *Metodología de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero en ganadería bovina*. *Revista de producción animal*, 39(2), 87-104. https://www.researchgate.net/profile/M-Herrero-3/publication/341792967_CAPITULO_5_METODOLOGIAS_DE_CALCULO_DE_EMI
- Guerrero Peñafiel J. M., (2012). *Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres pastos de corte king grass (*pennisetum purpureum x pennisetum typhoides*), king grass morado (*pennisetum spp*) y maralfalfa (*pennisetum hybridum*) en el recinto la Independencia del cantón Ponce Enríquez, provincia del Azuay* [tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo] archivo digital. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2680/1/T-UTEQ-0323.pdf>
- Hernández-Medrano, Corona, L., (febrero 2018). *El metano y la ganadería bovina en México: ¿parte de la solución y no del problema?*. *Agroproductividad*, 11(2),46-51. <https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/117/99>
- Laion Medina, j. f., (2019). *Evaluación de res especies de brachiaria SPP bajos métodos de pastoreos rotacionales, en sabanas del piedemonte del municipio de Tame-Arauca*. [Tesis de maestría, Universidad de los Llanos]. archivo digital. <https://repositorio.unillanos.edu.co/flip/index.jsp?pdf=/bitstream/handle/001/1426/EVALUACION%20DE%20TRES%20ESPECIES%20D>
- Machuca Trujillo, M., (2013). *Carbono almacenado en cuatro sistemas ganaderos en el distrito de Palcazú, Iscozacín*. [Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Archivo digital. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1314/MTM_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Milera, M. (2013). *Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Avances en investigación Agropecuaria*, 17(3), 7-24. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83728497002.pdf>

- Milera, M. D. L. C., López, O., & Alonso, O. (4, octubre 2014). *Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. Pastos y Forrajes*, 37(4), 382-391. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942014000400001&script=sci_arttext&tlng=pt
- Milera, M. D. L., López, C., y Alonso, O. (2014). *Principios generados a partir de la evolución del manejo en pasturas para la producción de leche bovina en Cuba. Pastos y forrajes*, 37 (4), 382- 391.
- Muhammad I., Chacón M., Cuartas C., Naranjo J., Ponce1 G., Vega P., Casasola F y Rojas J. (2006). *Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Agroforestería en las Américas*, 45, 1-10. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7934/Almacenamiento_de_carbono_en_el_suelo.pdf?sequenc
- Muñoz Mejía, D. C., (2021). *Estimación de gases de efecto invernadero (GEI) a causa de incendios forestales con técnicas de percepción remota. [Trabajo de grado, Universidad Del Valle]. Archivo digital. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/21348/Estimacion-Gases-Efecto-Mu%C3%B1oz-Diana-3740-M971.pdf?>*
- Murgueitio, E., Chará, J. D., Solarte, A. J., Uribe, F., Zapata, C., y Rivera, J. E. (2013). *Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26, 313- 316. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324845/20782332>
- Murgueitio, E., Chará, J. D., Solarte, A. J., Uribe, F., Zapata, C., y Rivera, J. E. (2013). Orrala, R., Bourne, A., y Guiracocha Freire, G. (2009). *Almacenamiento de Carbono en dos Sistemas Silvopastoriles instalados en Quevedo Provincia de los Ríos. [Tesis de prostgrado, Universidad De Guayaquil]. Archivo digital. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/946/1/1817.pdf>*
- Pérez -Atehortúa, M., Medina- Aguirre, M. F., Hurtado- Granada, A., Arboleda- Zapata, E. M., y Medina-Sierra, M. (septiembre, 2019). *Reservas de carbono del pasto Cenchrus clandestinus (Poaceae) en los sistemas de manejo tradicional y silvopastoril, en diferentes relieves. Revista de Biología Tropical*, 67(4), 769-783. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442019000400769&script=sci_arttext
- Pinos-Rodríguez, J. M., García-López, J. C., Peña-Avelino, L. Y., Rendón-Huerta, J. A., González-González, C., y Tristán-Patiño, F. (2012). *Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. Agrociencia*, 46(4), 359-370. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1405-31952012000400004
- Racines Cuesta, A. V., (2018). *Análisis de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante descomposición aeróbica de residuos industriales en mezcla con residuos pecuarios [Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental]. Archivo digital. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6058/1/T2552-MCCNA-Racines-Analisis.pdf>*

- Raúl M., Y. C., y María C. V. (Octubre, 2013). *Almacenamiento de carbono en pastos naturales altoandinos Scientia Agropecuaria. Universidad Nacional de Trujillo, Perú*, (4.), 313-319/ <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633707005.pdf>
- Ricardo R. (julio 2014). *Ganadería entre los árboles para recuperar equilibrios ecológicos. Mensual sobre la actualidad ambiental*, 1409-214 (245), 3-19. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/42696865/Ambientico_Ganaderia_Sombra20160215-6364-bqaq6q-with-cover-page-v2.pdf
- Salinas Mena, Y. (2020). *Cambios en las características físicas, químicas y biológicas del suelo y captura de carbono al establecimiento de un Sistema Silvopastoril en la carretera Federico Basadre-Pucallpa*. [Tesis para optar a ingeniera, Universidad Nacional de UcayaliPerú]. Archivo digital. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4275/UNU_AGRONOMIA_2020_T_YOVANA-SALINAS-MENA.pdf?seq
- Sandoval-Pelcastre A. A., Ramírez-Mella M., Rodríguez-Ávila N. L. Y Candelaria-Martínez B. (2020). *Árboles y arbustos tropicales con potencial para disminuir la producción de metano en rumiantes. Tropical y subtropical agro ecosistema*, 23(33), 1-16. https://www.researchgate.net/profile/Monica-Ramirez-Mella/publication/342433653_Revision_Review_ARBOLES_Y_ARBUSTOS_T
- Stella, M., (2020). *Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos silvopastoriles y sistemas forestales existentes en el país y su relación con la producción de bovinos de carne*/ <http://inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/Inia-Fpta-87-proyecto-311-2020.pdf#page=48>
- Vallejo-Quintero, V. E. (julio 2013). *Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. Colombia forestal*, 16(1), 83-99. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000100006
- Varano, L. (2007). *Medición de la productividad primaria neta en mallines del noroeste de Patagonia, mediante métodos destructivos y no destructivos*. [Trabajo Final para optar al Título de Licenciada en Ciencias Químicas, Universidad de Belgrano]. Archivo digital. http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1633/articulo_v7n3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VIII- ANEXOS

Anexo 1. Mediciones de altura de pastos en monocultivo



Anexo 2. Toma de datos de pasto Para caribe en monocultivo



Anexo 3. Tomad e datos de campo de pasto Mombaza en sistema silvopastoril



Anexo 4. Toma de datos de campo de pasto naturalizados en sistema silvopastoril



Anexo 5. Toma de datos de campo de diámetro de árboles en sistema silvopastoril

