



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ
GALLO**

ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL



**Variación de indicadores de cambio climático y su
relación con la capacidad de captura de carbono en el
área rural de Mórrope-Lambayeque agosto de 2017 –
enero de 2018**

TESIS

Presentada para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias
con mención en Ingeniería Ambiental

AUTOR

Ing. Gerardo Santamaría Baldera

ASESOR

Dr. César Alberto García Espinoza

LAMBAYEQUE – PERÚ- 2023

Variación de indicadores de cambio climático y su relación con la capacidad de captura de carbono en el área rural de Mórrope - Lambayeque agosto de 2017 – enero de 2018



Ing. Gerardo Santamaría Baldera
Autor



Dr César Alberto García Espinoza
Asesor

Presentada a la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Para optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

Aprobado por:



Dr. César Estela Campos
Presidente del Jurado



Dr. César Vargas Rosado
Secretario del Jurado



Dra. Consuelo Rojas Idrogo
Vocal del Jurado

Lambayeque, 2023

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, CÉSAR ALBERTO GARCÍA ESPINOZA, Asesor del trabajo de investigación de tesis de GERARDO SANTAMARÍA BALDERA, TITULADO:

Variación de indicadores de cambio climático y su relación con la capacidad de captura de carbono en el área rural de Mórrope - Lambayeque agosto de 2017 – enero de 2018

Luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.



Dr. CÉSAR ALBERTO GARCÍA ESPINOZA
DNI: 16776183
ASESOR



GERARDO SANTAMARÍA BALDERA
DNI: 17607874
TESISTA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

030

Siendo las 16:00 horas del día 14 diciembre de diciembre del año Dos Mil veintitres, en la Sala de Sustentación de la Escuela de Posgrado de la

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, se reunieron los miembros del Jurado, designados mediante Resolución N° 1041-2023-EPG de fecha 13-noviembre-2023 conformado por:

<u>Dr. CÉSAR ESTELA CAMPOS</u>	PRESIDENTE (A)
<u>Dr. CÉSAR VARGAS ROSADO</u>	SECRETARIO (A)
<u>Mg. CONSUELO ROJAS IDROGO</u>	VOCAL
<u>Dr. CÉSAR ALBERTO GARCÍA ESPINOZA</u>	ASESOR (A)

Con la finalidad de evaluar la tesis titulada Variación de indicadores de cambio climático y su relación con la capacidad de captura de carbono en el área rural de Morrope Lambayeque Agosto 2017 - Enero 2018

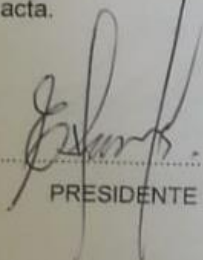
presentado por el (la) Tesisista GERARDO SANTAMARÍA BALDERA sustentación que es autorizada mediante Resolución N° 1125-2023-EPG de fecha 07 de diciembre de 2023

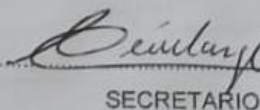
El Presidente del jurado autorizó del acto académico y después de la sustentación, los señores miembros del jurado formularon las observaciones y preguntas correspondientes, las mismas que fueron absueltas por el (la) sustentante, quien obtuvo 181 puntos que equivale al calificativo de MUY BUENO

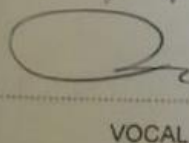
En consecuencia el (la) sustentante queda apto (a) para obtener el Grado Académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Siendo las 17:15 horas del mismo día, se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL


ASESOR

DEDICATORIA

A la memoria imborrable de mis amados padres Natalio y María Rosario, de mis hermanas Petronila y Tomasa, aunque ya no estén físicamente conmigo, siento su presencia en cada paso dado, en cada desafío superado, este logro es vuestro regalo póstumo.

A mi esposa Susan Míriam, porque siempre estuviste a mi lado, infundiéndome ánimo en realizar este trabajo y alentándome a seguir adelante, para ver este sueño hecho realidad. Tu paciencia y comprensión han sido mis mayores aliados. Gracias por todo.

Sttefany Naghely, tu inteligencia y determinación son un recordatorio constante de que los sueños se hacen realidad con esfuerzo y dedicación. Susan del Rosario, tu empeño, dedicación y amor que le pones a tus proyectos, han sido mi ancla en los momentos de desafío. Steven Gherard, tu energía y entusiasmo han sido una fuente de alegría que ilumina mi camino, gracias hijos por su comprensión.

A mis queridos hermanos y hermanas; Edilberto, Dante, Pedro, Natalio; Rosa, Rosario y Gloria; que este logro sea un recordatorio de la importancia de la unidad familiar y de la fuerza que podemos encontrar en el amor y apoyo mutuo entre nosotros.

A la memoria del Dr. Antero Vásquez García, aunque ya no está físicamente con nosotros, su sabiduría perdura en mayor parte de este trabajo, su pasión a la investigación continúa inspirando a quienes tuvimos el privilegio de conocerlo.

AGRADECIMIENTO

A mi hermano Natalio, por brindarme consejos y compartir tu experiencia y sabiduría profesional, tu apoyo constante me brindó la fortaleza necesaria para superar los desafíos y alcanzar este logro significativo.

Agradezco profundamente a mi asesor César García Espinoza, a Alfonso Tesen Arroyo, de igual manera a mis amigos y colegas de la FIQIA por su apoyo moral, comprensión y motivación, que me impulsaron a dar lo mejor de mí en culminar este proyecto, sinceramente gracias.

Agradezco a Dios, que, sin su gracia y misericordia, este gran paso no habría sido posible. Tu constante amor y apoyo han sido la piedra angular sobre la cual he edificado este logro, y por ello, mi corazón rebosa de gratitud hacia ti.

TABLA DE CONTENIDOS

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE ANEXO	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. OBJETO	18
1.4. OBJETIVOS.....	18
1.5. CAMPO DE ACCIÓN	19
1.6. HIPÓTESIS.....	19
CAP. I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	20
1.1. Ubicación.	20
1.2. Accesibilidad:	22
1.3. La problemática	25
1.4. Población y Muestra.....	25
1.4.1. Población	25
1.4.2. Muestra	25
1.5. MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
1.5.1. Materiales.....	27
1.5.2. Métodos.....	27
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	31
2.2. BASE TEÓRICA.....	36
2.2.1. Clima	36
2.2.2. Cambio climático	39
2.2.3. Captura de carbono	40
2.2.4. Indicadores de cambio climático	41
CAP. III.RESULTADOS	42
3.1. Determinación de la biomasa aérea y la capacidad de captura de carbono.....	42
a) Temperatura	52
b) Humedad Relativa	52
c) Punto de Rocío	53
d) Velocidad de Viento	53
e) Radiación Solar	55
f) Radiación Ultravioleta	55
CAP. IV: DISCUSIÓN	60

CAP. V: CONCLUSIONES.....	65
CAP. VI: RECOMENDACIONES.....	67
ANEXOS.....	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM de los 30 transectos en la determinación de captura de carbono en el Fundo Sausal..	24
Tabla 2. Árboles y arbustos según especie y altura	28
Tabla 3. Especies e individuos en 28 transecto en fundo Sausal	43
Tabla 4. Índice de biodiversidad alfa	44
Tabla 5. Índice de biodiversidad beta globales	55
Tabla 6. Estimación de C en biomasa (Tn) de transecto E1 por cada individuo.	47
Tabla 7. Estimación de C total en biomasa aérea de árboles y arbustos (Tn) de transecto E1	47
Tabla 8. Cantidad total de C biomasa obtenido por transectos de evaluación	48
Tabla 9. Carbono fijado expresado en kg y Tn y capacidad de captura de carbono aérea de árboles y arbustos (Tn) en Fundo Sausal 2017-2018.	60
Tabla 10. Ubicación de Puntos de Monitoreo	5161
Tabla 11. Variables de medición en el Fundo Sausal	52
Tabla 12. Variables de indicadores en el Fundo Sausal	56
Tabla 13. Variables de medición y CCC de árboles y arbustos en los 8 meses de evaluación	57
Tabla 14. Correlación de Pearson entre las variables de medición en la estación meteorológica en el tiempo de evaluación	57
Tabla 15. Correlación de Rho Spearman entre la CCC y las variables de medición en la estación meteorológica en los 8 meses de evaluación	58
Tabla 16. ANOVA de un factor para CCC y las variables de medición de la estación meteorológica en área de estudio	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del distrito de Mórrope en el Departamento de Lambayeque.....	21
Figura 2. Ubicación del distrito de Mórrope, Lambayeque, Perú	21
Figura 3. Delimitación del área de estudio.....	20
Figura 4. Acceso al área de estudio	23
Figura 5. Ubicación del área de estudio, altura Km 817 Panamericana Norte	24
Figura 6. Clima y cambio climático	38
Figura 7. Área de estudio los 28 transectos seleccionados obtenido con las coordenadas UTM	52
Figura 8. Comparación de índices de biodiversidad alfa.....	45
Figura 9. Índice de similitud de Jaccard	46
Figura 10. Contenido Total de C Biomasa y Numero de Individuos obtenido por transectos de evaluación	49
Figura 11. Carbono fijado (Tn) y capacidad de captura de carbono aérea de árboles y arbustos en Fundo Sausal 2017-2018	51
Figura 12. Variación de la Temperatura Externa	52
Figura 13. Variación de la Humedad Relativa	53
Figura 14. Variación del Punto de Rocío	54
Figura 15. Variación de la Rosa de los Vientos	54
Figura 16. Variación de Velocidad de Viento.....	55
Figura 17. <i>Variación de la Radiación Solar.</i>	56
Figura 18. <i>Variación de la Radiación Ultra Violeta</i>	65

INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Estimación de C en biomasa (Tn) de transectos E2 a E28 por cada individuo.....	77
Anexo 2. Estimación de C total en biomasa aérea de árboles y arbustos (Tn) de transectos E2 a E28.....	85
Anexo 3. Variables de indicadores medidos con la estación meteorológica en el Fundo Sausal (2017-2018).....	91
Anexo 4. Fotos de evidencia del trabajo de campo	92

RESUMEN

Uno de los problemas ambientales más importantes es el aumento de la tala de árboles y vegetación debido a la deforestación y por ende el cambio en la Capacidad de Captura de Carbono (CCC). El objetivo principal de este estudio fue establecer la relación que existe entre la variación de indicadores de cambio climático (ICC) con la CCC de la biomasa aérea de árboles y arbustos en el Fundo Sausal del distrito de Mórrope, Lambayeque, durante el período comprendido entre agosto de 2017 y enero de 2018. En el área de estudio se contabilizaron 633 individuos, de los cuales 239 eran algarrobos, 363 vichayos, y el resto guabas y mangos. Las temperaturas externas variaron entre 14,6°C y 34,4°C, con una Humedad Relativa (HR) promedio del 80%, oscilando entre 49% y 98%. La Temperatura del Punto de Rocío (PR) varió entre 14,9°C y 24°C, con un promedio de 18,4°C. La dirección del viento predominante fue de sur a norte, con velocidades que oscilaron entre 0,84 m/s y 4,19 m/s. La Radiación Solar (RS) varió entre 1 W/m² y 1529 W/m², mientras que la Radiación Ultravioleta Infrarroja (IRUV) se situó entre 0,3 y 16,9. El análisis de correlación de Spearman reveló una relación inversa muy fuerte entre la CCC y la HR, el PR y la IRUV. Como resultado, se estimó que se fijaron 403,65 Tn de CO₂ en el área de estudio, con una CCC total estimada de 1481.407 Tn de CO₂ en toda el área de estudio. Se concluyó que existen variables que afectan de manera inversa a la CCC, siendo estas la HR, el PR y el IRUV. Estos hallazgos sugieren una compleja interacción entre los factores climáticos y la capacidad de captura de carbono, resaltando la importancia de considerar múltiples variables ambientales al abordar estrategias de conservación y gestión sostenible de los recursos naturales en la zona de estudio.

Palabra Clave: Capacidad de Captura de Carbono, Indicadores de Cambio Climático, Humedad Relativa, Punto de Rocío, Radiación Solar.

ABSTRACT

One of the most important environmental problems is the increase in tree and vegetation cutting due to deforestation and therefore the change in the Carbon Capture Capacity (CCC). The main objective of this study was to establish the relationship that exists between the variation of Climate Change Indicators (CCI) with the CCC of the aerial biomass of trees and shrubs in the Sausal Estate in the district of Mórrope, Lambayeque, during the period from August 2017 to January 2018. In the study area, 633 individuals were counted, of which 239 were carob trees, 363 vichayos, and the rest guabas and mangos. External temperatures ranged from 14,6°C to 34,4°C, with an average relative humidity of 80%, ranging from 49% to 98%. Dew Point Temperature (RP) ranged between 14,9°C and 24°C, with an average of 18,4°C. The predominant wind direction was from south to north, with wind speeds ranging between 0,84 m/s and 4,19 m/s. Solar radiation ranged from 1 W/m² to 1529 W/m², while Infrared Ultraviolet Radiation (IRUV) ranged from 0,3 to 16,9. Spearman correlation analysis revealed a very strong inverse relationship between CCC and Relative Humidity (RH), PR and IRUV. As a result, it was estimated that 403,65 Tn of CO₂ were fixed in the study area, with an estimated total CCC of 1481,407 Tn of CO₂ in the entire study area. It was concluded that there are variables that inversely affect CCC, these being RH, PR and IRUV. These findings suggest a complex interaction between climatic factors and carbon sequestration capacity, highlighting the importance of considering multiple environmental variables when addressing conservation strategies and sustainable management of natural resources in the study area.

Keyword: Carbon Capture Capacity, Climate Change Indicators, Relative Humidity, Dew Point, Solar Radiation.

INTRODUCCIÓN

Según las estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas, se espera que la población mundial experimente un aumento de 2 mil millones de personas en los próximos 30 años, alcanzando los 9 mil millones en 2050 (Naciones Unidas, 2019). En la actualidad, los recursos naturales son fundamentales para satisfacer diversas necesidades humanas, como alimentación, salud, económicas y de ocio, siendo esenciales para el desarrollo y la vida de las comunidades. No obstante, se observa una preocupante disminución de estos recursos, lo que se traduce en un aumento de las disparidades sociales (Orellana & Lalvay, 2018). En este contexto, la sustentabilidad emerge como un principio que busca promover una calidad de vida ligada a los derechos humanos, la equidad, la justicia social y el acceso a entornos urbanos limpios, así como a recursos adecuados para asegurar un desarrollo digno para toda la población.

Jiménez (2021) señala que la sociedad experimenta cambios significativos en distintos ámbitos, como lo social, migratorio, medioambiental, geopolítico, sanitario y económico, que generan una serie de problemas que deben abordarse y resolverse a escala global. Además, Posligua (2021) destaca que el cambio climático implica un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, siendo estas emisiones determinadas por la población y la producción de cada país. Las repercusiones negativas del cambio climático afectan directamente a la salud humana, con el aumento de temperaturas, la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos y el crecimiento de la contaminación del aire, lo que provoca miles de muertes cada año (Espíndola & Valderrama, 2018).

En el planeta Tierra, la creciente preocupación por los efectos ecológicos negativos se centra en las tecnologías actuales del uso del suelo, especialmente aquellas que dependen en gran medida de insumos no renovables y afectan la cobertura vegetal natural. A pesar de que los seres humanos consumen menos del 1% de la producción primaria de la Tierra, utilizan o destruyen alrededor del

40% del total de la tierra dedicada a la producción de bienes de consumo (Vitousek et al., 1986 citado por Coronel et al., 2019).

La erosión emerge como la principal causa de la degradación del suelo y la pérdida de fertilidad (Gómez et al., 2019). Los contaminantes también causan daño directo a los microorganismos y organismos más grandes que residen en el suelo, afectando así la biodiversidad y los servicios de estos organismos (Rodríguez-Eugenio et al., 2018).

En el ámbito de la deforestación, múltiples fuerzas intervienen, ya sea de manera directa o indirecta. En países tropicales en constante desarrollo, un factor directo y evidente es el arrendamiento de porciones de bosque, reemplazándolas con plantaciones como las de café. Por otro lado, factores indirectos como la creación de caminos (públicos y talados) en el bosque, aunque representan un factor directo relativamente menor en la tala del bosque a lo largo del camino, atraen a buscadores que contribuyen a la deforestación (FAO, 2003).

En cuanto al calentamiento climático o calentamiento global, la evidencia científica establece una correlación positiva entre las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y el incremento de la temperatura media global, proyectando un aumento de 0,8 a 1,2 °C en el promedio mundial de las temperaturas combinadas de la tierra y los océanos (Catalán, 2021). La concentración de GEI, como el dióxido de carbono (CO₂), ha experimentado un notable aumento debido a las actividades humanas, siendo la concentración de CO₂ en 2020 de 413,2 ppm, un 48,6% más que en los niveles preindustriales. Si las emisiones persisten al ritmo actual, se prevé que la concentración de CO₂ y otros GEI alcance 550 ppm para 2035, asociándose con un aumento de temperatura de al menos 2 °C (Planelles, 2021). Este aumento en la concentración de GEI guarda estrecha relación con el efecto invernadero, el cual retiene el calor solar, elevando así la temperatura de la superficie terrestre.

El cambio climático, principalmente impulsado por el calentamiento global atribuido al efecto invernadero, es señalado por Roca et al. (2019), quienes explican que

este fenómeno resulta de la emisión de gases, como el dióxido de carbono (CO_2), originado mayormente por la quema de combustibles fósiles como carbón y petróleo. Esta amenaza, para Pallmall (2021), no solo afecta a las naciones en desarrollo, sino que también constituye un obstáculo significativo para la reducción sostenible de la pobreza, impactando aspectos cruciales de la vida humana, desde el acceso a alimentos hasta el aumento del riesgo de eventos climáticos extremos y el cambio en las migraciones. Estos efectos incluyen, según Pallmall, un aumento en la mortalidad, enfermedades, hambrunas, sequías, incendios, inundaciones, migraciones masivas y la aceleración de la extinción de especies y el deshielo de glaciares.

La masa forestal ha sido reconocida tradicionalmente por su papel crucial en el ciclo global del carbono. Sin embargo, se destaca que la gestión del suelo y los cultivos puede mejorar notablemente la retención y almacenamiento de carbono en el suelo, abordado en el Protocolo de Kioto y acuerdos posteriores (Sanabria, 2020). La vegetación desempeña un papel esencial en la absorción de CO_2 mediante la fotosíntesis, transformando la energía solar en energía química, capturando carbono y liberando oxígeno a la atmósfera. Esta idea fundamenta el concepto de secuestro de carbono a través de proyectos forestales, una actividad contemplada en el Protocolo de Kioto.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de la existencia de legislación y la creación del Ministerio del Ambiente, se evidencian notables debilidades en el gobierno regional de Lambayeque y en la provincia, incluyendo el municipio de Lambayeque y distritos como Mórrope. Esta situación ha llevado a una continua disminución de la biodiversidad, afectando tanto a la vegetación como a los impactos del cambio climático. Se establece una conexión directa entre el medio ambiente y la calidad de vida de los residentes y otras formas de vida. En este contexto, uno de los problemas ambientales más apremiantes es el aumento de la tala de árboles y vegetación debido a la deforestación, lo que incide directamente en la Capacidad de Captura de Carbono. Además, la región enfrenta desafíos como años secos e intermitentes eventos del fenómeno de El Niño, como ocurrió en el 2017, impactando el desierto costero de Perú con intensas lluvias en febrero y marzo, ocasionando inundaciones que resultaron en la pérdida de vidas y daños significativos a viviendas.

Una de las razones detrás de este estudio de investigación fue la falta de datos para estos indicadores. Para abordar esto, se llevaron a cabo registros utilizando una estación meteorológica que medía la temperatura máxima y mínima, velocidad y dirección del viento, radiación solar, UV, punto de rocío y humedad relativa. Además, se utilizó un clinómetro y una cinta métrica para medir la altura y el grosor de los árboles y arbustos presentes en el Fundo Sausal-Mórrope. Este enfoque permitió prepararse para estudiar ecosistemas que experimentan décadas con escasas lluvias. Las lluvias, inducidas por un patrón climático inusual asociado al fenómeno de El Niño costero, se caracterizaron por la acumulación de agua caliente en la costa del sur de Ecuador y el norte de Perú, más pronunciada que en otros eventos similares.

Así, la investigación tuvo como propósito medir la variación de los indicadores de cambio climático y su relación con la Capacidad de Captura de Carbono.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo varían los indicadores de Cambio Climático y cuál es la relación que existe con la Capacidad de Captura de Carbono en el área rural de Mórrope-Lambayeque, agosto de 2017 – enero de 2018?

1.3. OBJETO

En los meses de Febrero y Marzo de 2017, en la zona Norte del Perú desde Ancash hasta Tumbes se registraron temperaturas ambientales de hasta 34°C, Índices de radiación Ultravioleta hasta 16 y sobre todo lluvias muy intensas que originaron el aumento de caudal de los principales ríos y caídas de casas de adobe en la Región de Lambayeque que hasta la fecha no ha sido posible contarlas en su totalidad.

El objeto de la investigación fue determinar la capacidad de captura de carbono en árboles y arbustos en el Fundo Sausal - Mórrope, provincia de Lambayeque, para ello se propone la medición de Indicadores de Cambio Climático tales como la variación de la temperatura ambiental máxima y mínima, la variación de la humedad relativa, punto de rocío; la variación de la velocidad y dirección del viento, la variación de la radiación solar y de la radiación UV.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL:

Establecer la relación que existe entre la variación de los indicadores de cambio climático y la capacidad de captura de carbono en Fundo Sausal distrito de Mórrope- Lambayeque desde agosto de 2017 hasta enero 2018.

1.4.2. ESPECÍFICOS:

1. Medir la variación mensual de los indicadores de cambio climático como: Temperatura ambiental máxima y mínima, Humedad relativa; punto de rocío, velocidad y dirección del viento; de la radiación solar y del Índice de radiación Ultravioleta en el Fundo Sausal - Mórrope- Lambayeque.

2. Calcular la cantidad de carbono de biomasa aérea que puedan capturar los árboles y arbustos en el Fundo Sausal, distrito de Mórrope provincia Lambayeque,
3. Correlacionar la variación de indicadores de cambio climático y capacidad de captura de carbono de la cobertura vegetal existente en cada una de las parcelas forestales en evaluación.

1.5. CAMPO DE ACCIÓN

En la actualidad Mórrope no cuenta con una data de variables de cambio climático, y lo que es más importante el efecto que causa el CO₂ como uno de los gases de mayor incidencia en el efecto invernadero y responsable del calentamiento global, es por eso que se determinará la capacidad captura de carbono de la biomasa aérea que tiene los componentes de la flora como son árboles y arbustos en el área rural del Fundo Sausal-Mórrope Lambayeque y zonas aledaños durante agosto 2017 a marzo 2018.

1.6. HIPÓTESIS

Los indicadores de Cambio Climático, Temperatura, Humedad Relativa, Punto de Rocío, Velocidad y Dirección del Viento, Radiación Solar y Radiación UV Influyen en la Capacidad de Captura De Carbono en el Área Rural de Mórrope-Lambayeque, Agosto de 2017 – Enero de 2018

CAP. I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Ubicación.

El distrito de Mórrope está ubicado en la parte Norte y occidental de la provincia de Lambayeque, en la región Chala, al sur del desierto de Sechura y pegado al Océano Pacífico; su litoral constituye aproximadamente el 7 % del litoral provincial, pero no tiene puerto ni bahía (Figura 1, Figura 2 y Figura 3). La ciudad de Mórrope se encuentra a 23 metros sobre el nivel del mar; a 6°31'44" y 6°32'17" de latitud Sur y a 80°00'38" y 80°00'50" de latitud oeste del meridiano de Greendwich. Sus límites son:

- Por el Norte, con el distrito de Olmos
- Por el Este, con los distritos de Pacora, Illimo, Túcume, Mochumí
- Por el Sur, con el distrito de Lambayeque
- Por el Oeste, con el Océano Pacífico.

Sus tierras son muy fértiles, pero les falta agua. Con una extensión de 1 301,21 km², es el segundo distrito en el territorio de la provincia y departamento.

Según el censo de 2007, la población de la zona asciende a 39,174 habitantes, con una densidad de 16.1 habitantes por kilómetro cuadrado. Esta población se distribuye de manera dispersa en núcleos pequeños y medianos, destacándose por su arduo trabajo y habilidades en las tareas agrícolas. A pesar de la fertilidad del suelo, la extensión de tierra cultivada es limitada debido a la escasez de agua. En años de fuertes lluvias, los ríos La Leche y Motupe experimentan un crecimiento considerable, causando daños a viviendas y cultivos, y formando extensas lagunas que abarcan salinas, yesos y campos, como ocurrió en 1983 y 1984

Figura 1.

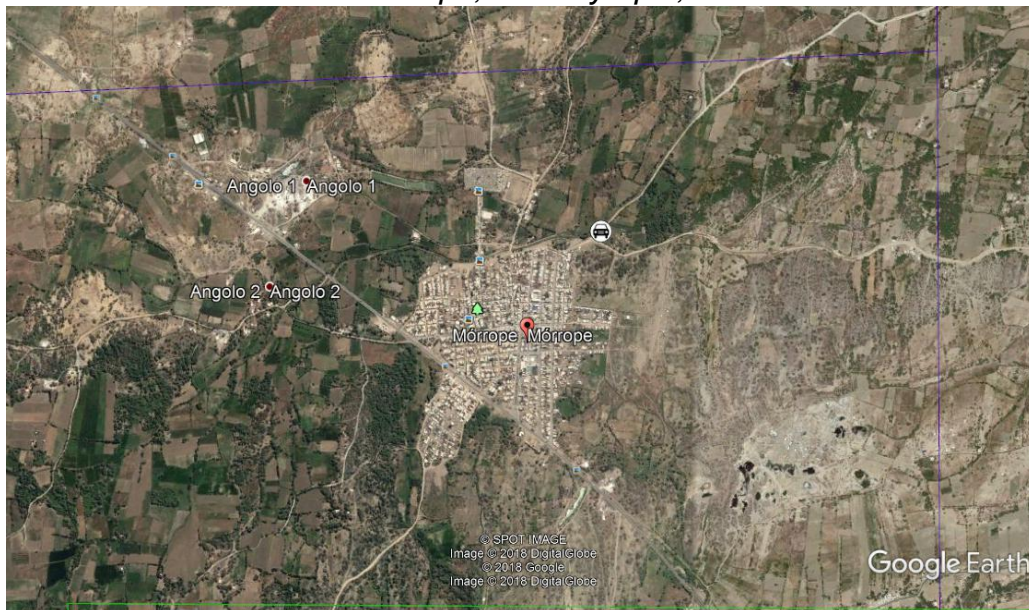
Ubicación del distrito de Mórrope en el Departamento de Lambayeque.



Fuente: (ViaMichelin, s. f.)

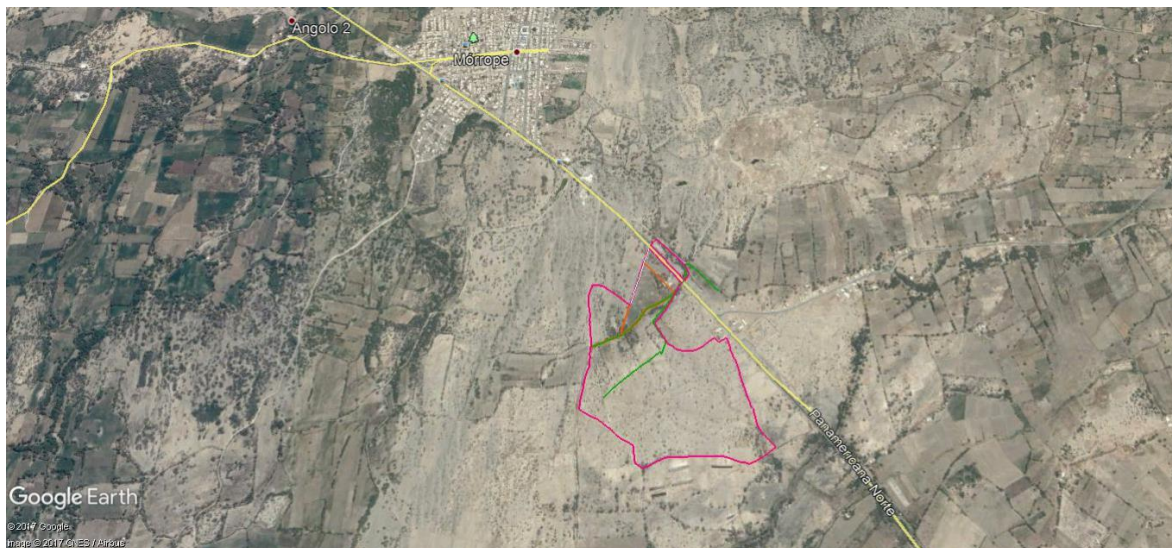
Figura 2.

Ubicación del distrito de Mórrope, Lambayeque, Perú.



Fuente: Google Earth (2022)

Figura 3.
Delimitación del área de estudio.



Fuente: Google Earth (2022)

1.2. Accesibilidad:

Al distrito de Morrope se accede desde la Carretera Panamericana Norte (vía Bayóvar) y también se accede por el Puente El Pavo en el distrito de Tucume, la antes Panamericana Norte (Figura 4 y Figura 5).

En condiciones normales, la estrecha franja costera es semidesértica y desértica debido a la escasez de precipitaciones, por lo que el clima de la región puede clasificarse como desértico subtropical seco, influenciado directamente por la corriente fría del Mar de Humboldt, que actúa como factor regulador de los fenómenos meteorológicos.

La zona de estudio se encuentra al noroeste de la ciudad de Lambayeque, en la parte baja de las cuencas Motupe-La Leche y Chancay-Lambayeque. En términos generales, se caracteriza como "Llanura Aluvial 39" (LI - a), abarcando desde la ciudad de San José al sur, Olmos al norte, y los pueblos de Lagunas y Cruz del Médano al este y oeste, llegando hasta el Océano Pacífico.

Durante las crecidas que ocurren de diciembre a abril, cuando llueve en las partes altas de los embalses, el río Morrope recoge el exceso de agua de los ríos Motupe

y La Leche. El río Leche se une al río Motupe en la parte noroeste de la ciudad de Illimo, aproximadamente a un kilómetro al oeste del cruce de la antigua carretera Panamericana, dando forma aguas abajo al río Mórrope. En ausencia de este excedente, la demanda de agua se satisface mediante el Partidor Cachinche y el canal Túcume, convirtiéndolo en un sistema regulado. Durante los periodos secos, que abarcan de mayo a noviembre, la zona de Mórrope permanece sin lluvias.

Figura 4.

Acceso al área de estudio



Fuente: Google earth (2015)

Figura 5.

Ubicación del área de estudio, altura Km 817 Panamericana Norte



Fuente: Google earth (2015)

La flora que se tiene en el área de estudio Fundo Sausal, es principalmente algarrobo, vichayo y algunos árboles frutales sembrados por los propietarios.

El algarrobo (*Prosopis limensis*) es una especie característica de la costa norte del Perú. Su madera, conocida por ser extremadamente dura, se emplea en la construcción de viviendas tanto en entornos rurales como urbanos. Además de su uso en la construcción, el algarrobo tiene aplicaciones en hotelería y se utiliza como fuente de leña y carbón. Este árbol posee un valor significativo, ya que puede crecer en suelos arenosos y secos, extrayendo agua de la capa freática a través de sus raíces profundas. Su fruto, denominado algarroba, es una vaina que contiene azúcar y otros nutrientes, siendo un buen forraje para el ganado.

Cruzado-Jacinto et al. (2019) afirma que el algarrobo o también llamado "árbol multipropósito" debido a sus beneficios directos e indirectos como la protección del medio ambiente, protección de los cuerpos de agua, protección del suelo contra la erosión, degradación y sedimentación, mejora de la fertilización del suelo de acuerdo a su calidad y disponibilidad, es un recurso natural y contribuye al microclima.

El Vichayo (*Beautempsia avicennifolia*) es un arbusto frecuente en la costa norte, con la capacidad de alcanzar hasta 3 metros de longitud. Se caracteriza por su corteza grisácea y flores de tonalidad anaranjada, mientras que sus frutos son jugosos y sirven como alimento para el ganado. Además de sus usos tradicionales, como el empleo del tallo como leña y las hojas para prevenir sarpullidos en la piel, el Vichayo desempeña un papel significativo en gastronomía y perfumería. Destaca también por sus propiedades medicinales, demostrando ser antiespasmódico, carminativo, antiséptico, analgésico, estimulante y antiinflamatorio (Vásquez & Barturen, 2021).

1.3. La problemática

La problemática se centra en el descuido de una extensión geográfica aproximada de 50 hectáreas en el fundo "El Sausal", propiedad de un grupo familiar. Actualmente, la junta de usuarios regantes otorga una cuota de agua destinada solo para abastecer 4 hectáreas, donde únicamente se cultivan productos de pan llevar. Tanto los responsables del predio como los habitantes locales carecen de conocimientos acerca de los impactos del cambio climático, y se dedican a la deforestación de árboles para la producción de carbón. Esta situación ha motivado la iniciativa de evaluar la capacidad de captura de carbono de los árboles y arbustos presentes en la zona.

1.4. Población y Muestra

1.4.1. Población

La constituyen las 50 Ha del fundo El Sausal

1.4.2. Muestra

La muestra consistió en 28 transectos de dimensiones 10 x 100 metros, abarcando así un total de 28,000 metros cuadrados, que representan una porción significativa y apropiada de la población en estudio. La selección de la muestra se llevó a cabo mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, siendo este un punto de partida para las generalizaciones. Se realizaron múltiples desplazamientos para la toma de muestras, como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1.

Coordenadas UTM de los 28 transectos en la determinación de captura de carbono en el Fundo Sausal.

Transecto	Coordenadas UTM			
	A	B	C	D
E1	0609961	0609902	0609894	0609958
	9275265	9275188	9275196	9275273
E2	0609961	0609869	0609908	0609902
	9275265	9275254	9275181	9275188
E3	0609877	0609870	0609950	0609958
	9275214	9275123	9275282	9275274
E4	0609814	0609824	0609747	0609745
	9275194	9275185	9275106	9275118
E5	0609747	0609738	0609775	0609786
	9275106	9275114	9275021	9275025
E6	0609774	0609753	0609720	0609729
	9275138	9275129	9275231	9275229
E7	0609745	0609742	0609687	0609701
	9275125	9275118	9275211	9275212
E8	0609723	0609734	0609640	0609636
	9275117	9275107	9275869	9275079
E9	0609723	0609725	0609634	0609636
	9275117	9275125	9275088	9275079
E10	0609725	0609634	0609721	0609632
	9275125	9275088	9275137	9275100
E11	0609721	0609632	609723	0609630
	9275137	9275100	9275130	9275112
E12	609723	609630	0609722	0609627
	9275130	9275112	9275145	9275122
E13	0610271	0610280	0610309	0610298
	9275051	9275054	9274959	9274956
E14	0610309	0610298	0610319	0610332
	9274959	9274956	9274859	9274864
E15	0610319	0610332	0610347	0610359
	9274859	9274864	9274764	9274768
E16	0610321	0610313	0610281	0610290
	9274693	9274686	9274789	9274788
E17	0610281	0610290	0610261	0610250
	9274789	9274788	9274882	9274878
E18	0610261	0610250	0610667	0610233
	9274882	9274878	9274965	9274979
E19	0610227	0610250	0610223	0610233
	9274965	9274878	9274960	9274979
E20	0610313	0610304	0610272	0610281
	9274686	9274680	9274778	9274789
E21	0610287	0610276	0610249	0610257
	9274660	9274655	9274751	9274754
E22	0610249	0610257	0610211	0610222
	9274751	9274754	9274843	9274848
E23	0610211	0610222	0610174	0610187
	9274843	9274848	9274938	9274943
E24	0610174	0610187	0610142	0610152
	9274938	9274943	9275033	9275037
E25	0609815	0609807	0609788	0609796
	9274465	9274459	9274557	9274560
E26	0609804	0609816	0609829	0609819
	9274566	9274567	9274770	9274466
E27	0609904	0609893	0609909	0609919
	9274597	9274580	9274578	9274677
E28	0609905	0609899	0609974	0609980
	9274684	9274643	9274753	9274744

1.5. MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

1.5.1. Materiales

- Una estación meteorológica marca Davis Modelo Vantage Pro 2 PLUS, para registrar los datos meteorológicos.
- Dos GPS marca Garmin Modelo GPS map 62s
- Un clinómetro marca BURTON
- Una Laptop marca Sony Core i5
- Software SPSS 24 y Google earth 2015 y 2021, PAST 4.1
- Wincha plástica enrollable de 50 m
- Machete, comba, pintura (celeste, blanca y roja), estacas.

1.5.2. Métodos

1.5.2.1. Metodología de campo

La evaluación en campo se definió en base a los 2 sectores que presenta el Fundo el Sausal, para zona cultivada y zona árida.

Identificación y conteo de especies e individuos.

La evaluación y conteo de especies, se realizó utilizando el método del cuadrante, o método de evaluación por parcelas (cuyas dimensiones fueron de 10x100m). Dicho método consistió en señalar las parcelas representativas en la zona de estudio, luego dentro del área definida, se lleva a cabo un conteo del número de especies y número de individuos presentes.

1.5.2.2. Metodología de Gabinete

Con los datos obtenidos en campo se confeccionaron tablas en Hoja de Cálculo Excel-Microsoft office 2016, en las que donde se transcribieron los datos, Posteriormente se determinaron los índices de Biodiversidad alfa

(Índice de Shannon Wiener, Margalef y de Simpson), y el índice de Biodiversidad Beta (Índice de Routledge y otros). Para hallar los índices de Biodiversidad alfa, se utilizó el programa computacional PAST versión 4.10.

1.5.2.3. Métodos y procedimientos para la recolección de datos

Se utilizaron:

- a) **Técnica de Gabinete.** Donde se usó la denominada técnica de análisis de textos, comentarios de los textos documentados, a través de las citas de documentación: libros, revistas, tesis, textos, buscador de Dialnet y Jurn.
- b) **Técnica de Campo.** Como técnica de campo se aplicarán:
 - **GPS.** Instrumento para medir las coordenadas en los transeptos escogidos en el Fundo Sausal.
 - **CLINOMETRO** marca Brunton para medir la altura de árboles.

1.5.2.4. Método para determinar la capacidad de captura de carbono

Para determinar la capacidad de captura de carbono de la biomasa aérea Se procedió de la manera siguiente:

a) Para árboles y arbustos:

Con los individuos seleccionados en cada uno de los transeptos se diferencié en principio arboles de arbustos según especie y altura y luego de acuerdo al tamaño se clasificaron en pequeños, Medianos y Grandes

Tabla 2.

Árboles y arbustos según especie y altura

	Árboles	Arbustos
Tamaño	Algarrobo	Vichayo
	Frutales	
PEQUEÑOS	Menor de 4 m	menor 1 m
MEDIANOS	De 4 a 8 m	De 1 a 2 m
GRANDE	Más de 8 m	Más de 2 m

Posteriormente con un clinómetro, se midió la altura total de cada espécimen pequeño (P), mediano (M) y grande (G) expresándose esta dimensión en metros, cada árbol y arbusto; tomado como individuo representante pintando de blanco al P, de rojo al M y celeste al G, para cada transecto.

- Con una cinta métrica (wincha de plástico) de 50 m de longitud, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada individuo representante.
- Para calcular el volumen de los árboles; se convirtieron todas las dimensiones y se expresaron en metros y luego se aplicó la formula siguiente:

$$\circ V = AB \times H \times Cf$$

$$AB = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

Donde:

V = Volumen en m³

AB= Área basal en m²

$\pi/4$ = constante 0.7853

D = diámetro a la altura del pecho en m

H = altura en metros

Cf = coeficiencia con forma (0,5)

- Estimación de la concentración de carbono en la biomasa de los árboles:
 - Se calculó la biomasa multiplicando el volumen en m³ de cada individuo por el valor de la densidad de la madera.
 - Se calculó el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de los árboles (materia seca por unidad de superficie contenida en el tronco de los árboles), multiplicando la biomasa encontrada por el factor de contenido de carbono (0,45).

- **Para arbustos:** Ya que se tienen limitaciones en la aplicación de técnicas destructivas, el presente trabajo utilizó la misma metodología descrita para la determinación de captura de carbono en árboles antes descrita.

Se procedió a medir el diámetro a la altura del pecho de cada rama del arbusto, multiplicando este valor por la altura y el coeficiente con forma correspondiente. Posteriormente, se sumaron los volúmenes individuales de cada rama para obtener el volumen total del arbusto.

Con La estación meteorológica marca Davis Modelo Vantage Pro 2 Plus ubicada en fundo Sausal Mórrope y con la estación meteorológica de Lambayeque de Senamhi, se medirá:

1. La variación de la temperatura ambiental máxima y mínima
2. La variación de la humedad relativa;
3. La variación del punto de rocío.
4. La variación de la velocidad y dirección del viento,
5. La variación de la radiación solar y del índice de radiación Ultra violeta,

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.

Los datos recopilados fueron organizados en tablas en la hoja de cálculo de Excel para Windows 2016. Para el análisis estadístico, se emplearon medidas de tendencia central, como rango máximo y mínimo, promedio, desviación estándar, mediana, moda y varianza. El tratamiento estadístico se llevará a cabo utilizando el ANOVA incorporado en el software SPSS versión 24.

CAP. II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Calderón (2019) realizó un estudio en el área de restauración de la microcuenca del río, abordando modelos de distribución y captura de carbono para seis especies en tres áreas de estudio: Julián, Severino y Balsa en Medio. Se identificaron 172 individuos, siendo *Cordia alliodora* la especie más prevalente con un 22%, seguida de *Triplaris cumingiana* con un 19,77%. Las leguminosas destacaron en cuanto a la abundancia familiar. La captura total de carbono registrada fue de 104,53 t CO₂ en la región, y las especies *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora* mostraron las capturas más altas, con valores de 7,18 y 6,18 t C/ind/ha, respectivamente.

En la revisión de Gómez-Guerrero et al. (2021) sobre el cambio del área forestal en México, se resaltan tendencias y procesos poco discutidos en el contexto del cambio climático, como déficit hídrico, eficiencia en el uso del agua, xilogénesis, componentes de resistencia de los ecosistemas e histéresis. Estos elementos definen la respuesta dinámica de los ecosistemas forestales, siendo esenciales para comprender su resiliencia natural. La revisión aboga por una comprensión científica más profunda de estos procesos para desarrollar estrategias de manejo específicas y modelos predictivos más precisos frente al cambio climático.

En su investigación, Cabana & Ramos (2019) se propusieron determinar la captura de carbono como servicio ambiental mediante palmeras en la calle Bolognesi, Avenida Industrial y sus alrededores. Utilizando las metodologías del Ministerio del Ambiente (MINAM), realizaron la valoración del carbono de la biomasa arbórea a través de un método no destructivo-directo, utilizando datos dosimétricos recopilados en el campo. La capacidad de *Phoenix dactylifera* para capturar dióxido de carbono (CO₂) se confirmó como un servicio ambiental en la región Tacna, contribuyendo positivamente a la calidad del aire, esencial para el desarrollo de las plantas.

Chávez (2018) en su estudio sobre bosques estacionalmente secos en Lambayeque, evaluó la captura y almacenamiento de carbono en diferentes clasificaciones de bosques secos. Al aplicar valores de biomasa, densidad básica de la madera y módulo de biomasa seca, junto con el contenido de carbono orgánico del suelo, encontró un potencial de captura de dióxido de carbono de 0,52 Mg-C/ha de biomasa primaria en condiciones normales durante un período de cinco meses. Además, registró un potencial de almacenamiento de 46,9 Mg-C/ha, lo que representa una contribución significativa al control del cambio climático.

Käthelhön, Raoul et al., (2019) en su estudio proporciona una evaluación global del potencial de mitigación tecnológica de captura y uso de carbono (CCU) de la industria química. Se desarrolló un modelo a nivel técnico de la industria química global, que es responsable del 75% de las emisiones actuales de gases de efecto invernadero. Con la ayuda del modelo, se pudo analizar posibles cambios destructivos a través del uso a gran escala de CO₂ y la consiguiente reducción de emisiones. La investigación muestra que CCU tiene el potencial técnico para conducir a una industria química neutra en carbono y para desvincular la producción química de los recursos fósiles. Sin embargo, esta transición aumentaría significativamente los flujos de masa y la demanda de electricidad baja en carbono.

En su investigación, Carlos (2022) se propuso determinar la capacidad de dióxido de carbono del bosque natural de *Polylepis* sp (*Polylepis racemosa* Ruiz y Pav y *Polylepis incana* Humboldt) en términos de biomasa, necromasa y suelo subterráneo, así como evaluar su almacenamiento de dióxido de carbono. Los resultados revelaron que el carbono ligado en la biomasa aérea varió según los estratos del bosque, siendo de 70,82 tC/ha en el estrato de bosque muy denso, 41,3 tC/ha en el estrato de bosque denso y 9,51 tC/ha en la madera del estrato de bosque ralo, sumando un total de 121,67 tC/ha en la biomasa aérea. Además, se registraron 15,34 tC/ha en biomasa subterránea, 38,50 tC/ha en biomasa de suelo y 2,23 tC/ha en biomasa de necromasa (follaje). Se concluyó que la estimación de

carbono está fuertemente vinculada al diámetro a la altura del pecho (DAP) y que, a medida que los árboles maduran, reducen su capacidad de fijar dióxido de carbono.

León et al., (2021) en su estudio en suelos agrícolas abandonados en Carabayllo-Lima, que han perdido su capacidad de secuestrar carbono orgánico, buscaron restaurar dicha capacidad a través de la modificación orgánica. Se propusieron desarrollar un aditivo orgánico utilizando residuos orgánicos domésticos, aserrín de la Bahía de Ancón y macroalgas durante el compostaje. El aditivo resultante contenía nitrógeno, carbono, potasio y otras propiedades beneficiosas para el suelo. La investigación tuvo como objetivo principal abordar el problema de la pérdida de capacidad de secuestro de carbono en los terrenos agrícolas y ofrecer una solución mediante la modificación orgánica.

Dilas-Jiménez et al., (2020) señalan que el cambio climático ha sido un tema central en la política pública de los países, y Perú ha mostrado avances limitados en la gestión de emisiones de carbono. Se han implementado proyectos REDD y REDD+ con una inversión de 13,06 millones de dólares, con el objetivo de reducir alrededor de 25,48 millones de toneladas de carbono en 10 años. Además, el Gobierno del Perú ha avanzado en la implementación de mecanismos de pago por servicios ecosistémicos, como el Servicio Ecosistémico de Recursos Hídricos, que ha recaudado aproximadamente 10 millones de dólares.

Naorem, (2022) destaca que el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, causante del cambio climático, amenaza la seguridad alimentaria mundial. El secuestro de carbono, atrapando el exceso de dióxido de carbono en ecosistemas terrestres como el suelo, se presenta como una solución. Los humanos tienen la capacidad de influir en este proceso, lo que podría ayudar a mitigar el cambio climático en el futuro.

Huang et al., (2009) han desarrollado un modelo biogeofísico llamado Agro-C con el propósito de evaluar a gran escala los depósitos de carbono en agroecosistemas regionales. Este modelo se compone de dos submodelos

fundamentales: Crop-C y Soil-C. El primero se centra en procesos como la fotosíntesis, la respiración autótrofa y la Productividad Primaria Neta (PPN), mientras que el segundo simula la respiración heterótrofa originada por la descomposición de la materia orgánica presente en el suelo.

Solarte-Guerrero et al., (2020) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de cuantificar el carbono almacenado a diferentes profundidades en cuatro usos del suelo. Realizaron un estudio de 22 factores en un diseño de bloques completos al azar (CRBD). Los resultados revelaron diferencias estadísticas significativas entre los usos del suelo ($p > 0.0573$) y las profundidades de 30 y 60 cm ($p = 0.0659$). Destacaron que el banco de forraje presentó el mayor contenido de carbono orgánico (139,85 tC./ha) a 60 cm de profundidad, mientras que el monocultivo de papa registró 63,32 tC/ha a 30 cm de profundidad. Los pastos naturales mostraron valores más bajos en ambas profundidades (54,5 y 60,02 tC/ha). Subrayaron la importancia de que los sistemas productivos secuestren más carbono a mayores profundidades del suelo (60 cm), asociado posiblemente con prácticas agrícolas que causan fugas de carbono en la superficie de la marisma.

Keenor et al., (2021) indican que los actuales mecanismos de fijación de precios y comercio del carbono son insuficientes para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones, a pesar de su eficacia en la reducción de emisiones industriales de gases de efecto invernadero. Destacan que lograr futuros netos cero requiere incentivos financieros para actividades que secuestren carbono de la atmósfera. Su estudio presenta los beneficios ambientales y económicos de la recarbonización del suelo, abogando por un impuesto al carbono del suelo subsidiado. Ante el creciente interés en desarrollar una economía verde y el aumento previsto de los precios del carbono, sugieren que el crecimiento del mercado mundial del carbono es inevitable. La construcción de una economía del carbono basada en el suelo, según ellos, puede proporcionar un cambio de paradigma que acelere la mitigación del cambio climático con beneficios adicionales para la salud del suelo y la provisión de servicios.

Jo (2015) cita a Brack, A. et al (1994), y manifiesta que en general, toda la experiencia acumulada indica que los únicos sistemas con ganancia de sustentabilidad en la amazonia son los sistemas de producción agroforestales. En todas las zonas tropicales del mundo, los únicos sistemas de producción que han dado resultados halagadores en lo económico y ambiental, garantizando la sustentabilidad en base a la conservación de la fertilidad de los suelos en niveles adecuados son los sistemas agroforestales de rotación silvoagropecuaria, los cultivos permanentes y heterogéneos y la combinación de árboles con la agricultura y la ganadería.

En Investigaciones sobre biomasa en árboles individuales, Sosa (2016) dice que en términos porcentuales el fuste del árbol concentra la mayor cantidad de biomasa aérea, representando entre 55 y 77% del total; luego están las ramas, de 5% y 37%; y por último las hojas y la corteza de fuste entre 1% a 15% y 5% a 16%, respectivamente.

Respecto a la biomasa de las raíces, esta varía mucho dependiendo de las características del clima, suelo y especie. La biomasa de las raíces se expresa comúnmente en relación a la biomasa aérea, como la razón raíz/tallo (R/T). Las estimaciones, no son consistentes respecto a la profundidad de muestreo, como tampoco si se incluyen raíces gruesas.

Sosa menciona que Corona et al. (2002), estimaron la biomasa de copa para árboles en pies de *Pinus tropicalis* Morelet de Pinar del Río, Cuba considerando en total 191 árboles para tal fin tomaron información del diámetro normal y la altura total. Mencionan que en todos los casos estudiados el peso foliar y el peso de las ramas aumentan de forma directamente proporcional al diámetro normal de los árboles, determinaron que la variable independiente más eficiente para la estimación en pie del peso de la biomasa de copa (foliar y ramas) de las especies estudiadas fue el diámetro normal.

Para estimación de captura de carbono en especies agrícolas y relaciones con factores ambientales; Sierra (2010), menciona que en cuanto a las metodologías

empleadas, los estudios de captura de carbono tienen su base en la medición de la productividad a través del muestreo de biomasa, y el poder determinar el carbono orgánico que contiene una planta para establecer el cálculo del dióxido de carbono capturado por la planta a través del proceso de fotosíntesis, lo cual se traduce a que la captura o secuestro de carbono, que hace referencia al almacenaje de carbono en un estado sólido. Este fenómeno cobra importancia en tanto el proceso de secuestro de carbono por parte de los ecosistemas -a través de la fotosíntesis- sean estos “naturales” o agroecosistemas, puede representar una alternativa para la captura de CO₂, generada por el excesivo uso de combustibles fósiles principalmente, entre otros hechos, y en parte, causante del cambio climático. Respecto a métodos para la estimación del contenido de carbono en las diferentes especies de plantas, se encuentra que, por ejemplo esta se puede hallar a través de la medición en análisis de laboratorio de muestras de biomasa; la medición de flujos de dióxido de carbono y finalmente, el peso de biomasa en las cosechas para las actividades forestales y agrícolas apoyado en los métodos de cálculos de ecuaciones de captura de carbono por especie, con base en los análisis de laboratorio mencionados.

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1. Clima

Lozano-Rivas, (2018) define al clima como la integración de los cambios de los factores atmosféricos con la dinámica de los elementos bióticos, abióticos, físicos y químicos, que durante mucho tiempo otorgan a ciertas áreas geográficas características que determinan la naturaleza de su entorno.

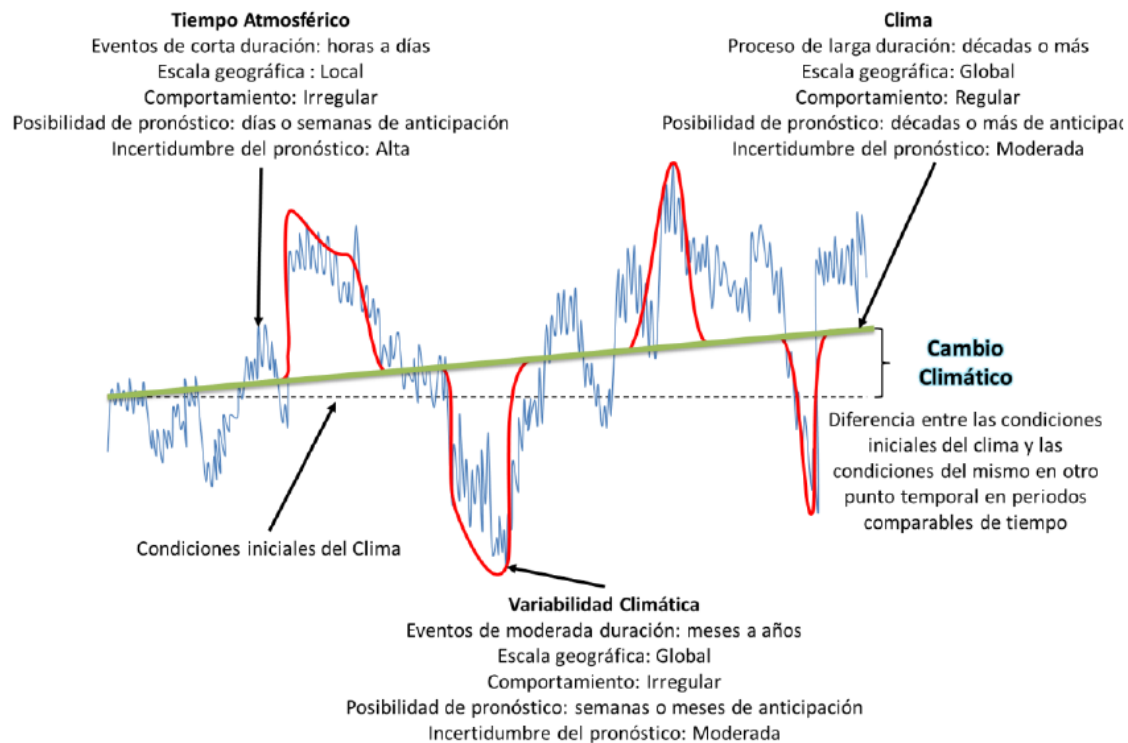
Por otro lado, Olcina (2020) afirma que, el clima, entendido como el medio permanente que las personas perciben y habitan, constituido por manifestaciones atmosféricas cotidianas, a veces extremas, es uno de los elementos principales del medio físico, con relieve en la configuración de los espacios geográficos.

Al respecto, se puede mencionar que la palabra clima proviene del vocablo griego “klíma” que significa pendiente, quizás por esto Ptolomeo creó la primera clasificación climática conocida utilizando criterios de latitud.

Actualmente existen muchas definiciones de clima que difieren en algunos enfoques pero comparten los siguientes aspectos: el clima depende principalmente, aunque no exclusivamente, de las condiciones atmosféricas; El clima es un concepto estadístico que se caracteriza por el estado medio, sintético o dominante de los fenómenos meteorológicos en un lugar determinado y durante un período de tiempo bastante largo, normalmente al menos tres décadas; el clima, aunque estable, implica un cambio o fluctuación en las condiciones atmosféricas. El clima está fuertemente relacionado con el sistema climático, que opera a escala global y consiste al menos en la atmósfera, la hidrósfera, la litósfera, la criosfera, la biósfera, y recientemente se ha reconocido que también tiene una fuerte conexión con la antropósfera.

De acuerdo con lo anterior, sin embargo, es absolutamente necesario demostrar que las condiciones atmosféricas tienen al menos tres escalas de análisis.

Figura 6.
Clima y cambio climático



Fuente: (Rave, 2016)

Resumiendo de la **Figura 6**, se puede decir que la primera escala corresponde al “*tiempo atmosférico*”, que se refiere a las condiciones atmosféricas imperantes en un lugar y momento determinado, se expresa en escalas de tiempo cortas que van desde horas hasta algunos días; La segunda escala se refiere a fenómenos atmosféricos no periódicos denominados “variabilidad climática”, que son cambios temporales en las condiciones atmosféricas promedio (por ejemplo, temperatura, precipitación) que duran de meses a años, como los fenómenos de “*La Niña*” y “*El Niño*”. Finalmente, la tercera escala es “clima”, que, como se muestra, puede definirse como un promedio o síntesis de las condiciones atmosféricas durante un largo período de tiempo (3 décadas o más).

Por lo que “*cambio climático*” debe entenderse como un cambio permanente en las condiciones atmosféricas promedio de un lugar determinado (tiempo), cambio que debe afectar no solo los valores promedio de temperatura y precipitación, pero

que también afecta la frecuencia, duración e intensidad de los eventos extremos y fenómenos de cambio climático.

2.2.2. Cambio climático

A lo largo del siglo pasado, las actividades humanas han provocado cambios drásticos en la composición de la atmósfera terrestre, con consecuencias significativas para el clima, la biogeoquímica, los ecosistemas y las sociedades globales (Bebber, 2019).

Piña (2020) define el cambio climático como la alteración climática directa o indirectamente causada por la actividad humana, que modifica la composición atmosférica de la Tierra y se suma al cambio climático natural observado en periodos comparables. Por su parte, González (2015) citado por Canaza-Choque (2019) lo describe como un proceso planetario que implica un cambio en la composición química atmosférica y el consiguiente aumento de la temperatura media, conocido como calentamiento global, desencadenando cambios en el sistema climático.

Este fenómeno se manifiesta mediante el aumento de la temperatura media terrestre, que ha experimentado un incremento de casi 1 °C en el último siglo. Este cambio ha generado nuevos patrones de viento, corrientes marinas, precipitaciones y sequías, afectando los vectores de enfermedades, la aparición de nuevas patologías y los servicios ecosistémicos (Pardo-Rozo et al., 2021). Se anticipa que estas alteraciones impactarán las interacciones entre especies, los ciclos de nutrientes, la estructura y distribución de los ecosistemas, así como los servicios proporcionados por estos (Rodríguez-Pacheco et al., 2021).

El CO₂ principal gas de efecto invernadero, ha llevado a los países a implementar medidas para reducir las emisiones, destacando la importancia de la vegetación en este contexto. El Protocolo de Kioto estableció el mercado de carbono para abordar este desafío (Dilas-Jiménez et al., 2020).

El Sexto Informe de Evaluación del IPCC, publicado en 2022, resalta los impactos alarmantes del cambio climático provocado por el ser humano. Este fenómeno afecta de manera peligrosa y generalizada la naturaleza, impactando la vida de más de la mitad de la población mundial que reside en ciudades, a pesar de los esfuerzos de mitigación. El informe destaca que las personas y los ecosistemas menos capacitados son los más afectados, afectando cultivos, bosques y pastizales que abarcan el 60% de la superficie terrestre. La pérdida de hielo en la Antártida Occidental se acelera, con consecuencias graves para el aumento del nivel del mar. Este llamado urgente destaca la necesidad de medidas significativas para abordar el cambio climático y proteger a las comunidades vulnerables y los ecosistemas cruciales (IPCC, 2022).

Al respecto, información procedente del *Geophysical Research Letters*, de junio del 2014, confirma las anteriores informaciones, habiendo empleado nuevas técnicas para medir la pérdida de hielo en la Antártida, con el uso de imágenes de satélite radar altímetro durante tres años (2010-2013). Compartimos dicha información: *“... la tasa promedio de adelgazamiento del hielo de la Antártida Occidental ha seguido aumentando, siendo las pérdidas, en dicho sector, 31% mayores que las ocurridas en el período 2005-2010”* (McMillan et al., 2014).

2.2.3. Captura de carbono

La captura de carbono es el proceso que posibilita el aumento de los depósitos de carbono en un ecosistema mediante una transferencia adicional de carbono desde la atmósfera, contribuyendo así de manera efectiva a la mitigación del cambio climático. Aunque los gestores forestales solían guiarse principalmente por parámetros técnicos vinculados a la producción de madera, actualmente se les insta a incorporar otros factores ambientales, como la conservación de la biodiversidad y la retención de carbono, en sus criterios de gestión (Álvarez & Rubio, 2013).

En el caso de la captura de carbono mediante fotosíntesis, esta ocurre cuando las plantas absorben energía solar y dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera. En este proceso, las plantas generan oxígeno e hidratos de carbono, como la

glucosa, que sirven como base para su crecimiento. A través de esta actividad, las plantas retienen el carbono en la biomasa de la vegetación, conformando así, junto con sus residuos (madera muerta y hojarasca), una reserva natural de carbono (Wilberforce et al., 2021).

En el caso de la captura de carbono mediante fotosíntesis, esta ocurre cuando las plantas absorben energía solar y dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera. En este proceso, las plantas generan oxígeno e hidratos de carbono, como la glucosa, que sirven como base para su crecimiento. A través de esta actividad, las plantas retienen el carbono en la biomasa de la vegetación, conformando así, junto con sus residuos (madera muerta y hojarasca), una reserva natural de carbono (Rignitz et al., 2009).

2.2.4. Indicadores de cambio climático

Suárez (2003) señala que, para obtener términos más específicos en la valoración y evaluación ambiental, se emplean los indicadores ambientales. Estos indicadores consisten en mediciones científicas que rastrean la evolución de las condiciones ambientales a lo largo del tiempo. Facilitan la evaluación del estado del aire, agua y suelo, así como la presión ejercida sobre ellos y los efectos resultantes en la salud ecológica y humana. Además, estos indicadores ofrecen una visión del progreso en términos de mejora en la calidad del aire, la purificación del agua y la preservación del suelo.

Quiroga (2007) indica que La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OECD define un indicador ambiental como un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado dado por una definición clara de su función. Así como los indicadores económicos o sociales, los indicadores ambientales están basados en series de datos específicos o series estadísticas que miden algunos componentes, procesos o tendencias de interés, que son básicamente el deterioro ambiental o la insostenibilidad; pero lo difícil es definir qué es desarrollo sostenible, o cuál es el ideal de medio ambiente o balance ecológico.

CAP. III.RESULTADOS

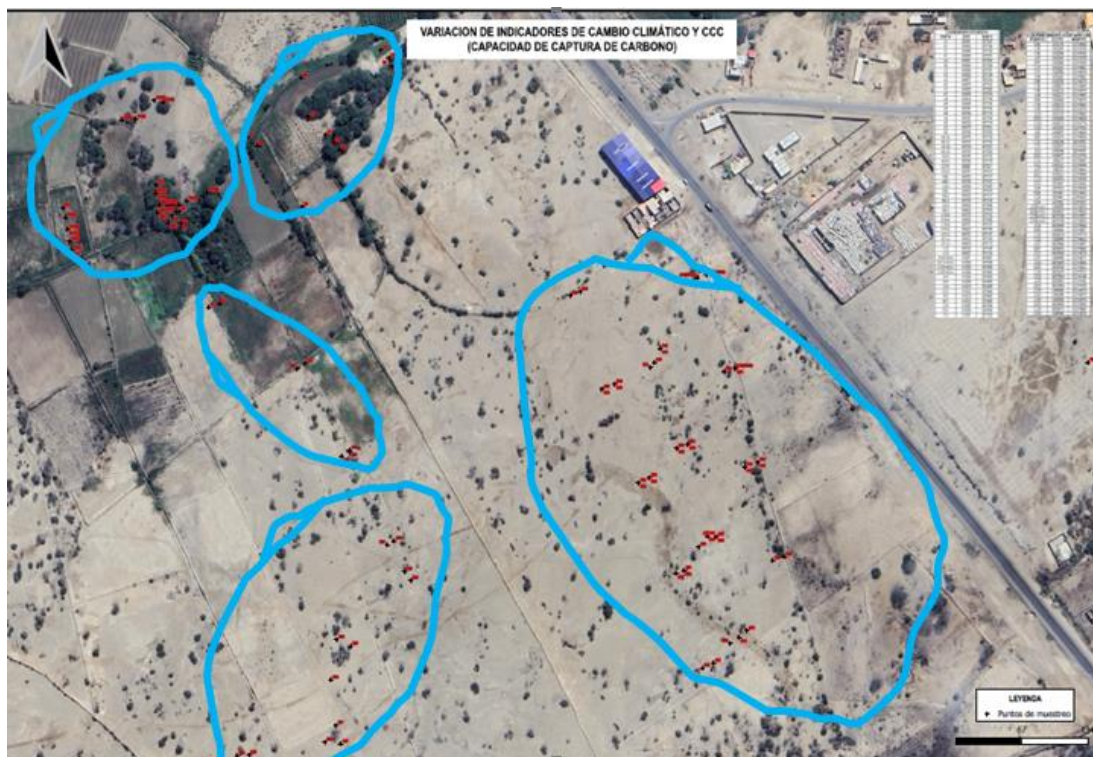
3.1. Determinación de la biomasa aérea y la capacidad de captura de carbono.

3.1.1 Área de estudio:

El área de estudio corresponde a los 28 transectos de 100m x 10 m seleccionados, según las coordenadas UTM dada en la tabla 1 y Figura 7.

Figura 7.

Área de estudio los 28 transectos seleccionados obtenido con las coordenadas UTM



Se tomaron datos de las especies y la cantidad de individuos presente en cada transecto. Nuestro punto de inicio de evaluación fue el transecto E1 hasta el transecto E28, según la Tabla 3.

Tabla 3.
Especies e individuos en 28 transecto en fundo Sausal.

Especie	Nombre común	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28	TOTAL
Prosopis limensis (P)	Algarrobo	8	0	5	0	0	9	4	7	4	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	1	3	0	55
Prosopis limensis (M)	Algarrobo	12	8	5	0	3	7	7	3	7	8	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	71
Prosopis limensis (G)	Algarrobo	9	5	35	0	3	10	18	6	12	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113
Beautempsia avicennifolia (P)	Vichayo	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	12
Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	10	11	8	9	0	6	7	15	0	7	4	6	8	15	13	7	146
Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0	12	0	0	0	10	24	17	36	24	30	12	5	0	1	0	16	1	0	0	0	0	2	7	3	4	0	1	205
Inga feuillei (P)	Guaba	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Inga feuillei (M)	Guaba	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Inga feuillei (G)	Guaba	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Mangifera indica (M)	Mango	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
TOTAL		29	25	45	31	8	36	53	33	59	44	45	33	16	11	9	9	16	7	7	15	10	7	11	16	14	20	16	8	633

Las especies más abundantes son el algarrobo y el vichayo. En ínfima cantidad ha existido mango y guaba (transecto E4).

Se realizó un análisis de diversidad alfa y beta.

Según Polo C. (2008), menciona en su artículo que, con el avance del software en ecología se ha hecho más fácil el análisis de diferentes comunidades, o de gradientes de riqueza.

Los diferentes niveles de riqueza, definidos por Whittaker, 1977, son: La riqueza alfa, la cual hace referencia a la riqueza local. La riqueza beta, o turnover de especies.

Y la riqueza gamma, que es interpretada como la riqueza regional o a nivel de paisajes. Los índices que miden la riqueza beta se pueden dividir en tres grupos, los de similaridad, los de complementaridad, y los Beta.

a) Biodiversidad Alfa

El índice de Shannon-Wiener (H') varió desde 0, poca biodiversidad (E-14, E-16, E-17, E-19, E-20, E-21, E-22); hasta 1,478 en el transecto E-23 que nos indica mayor biodiversidad (Tabla 4. y Figura 8)

Tabla 4.

Índice de biodiversidad alfa

Transecto	Shannon (H')	Margalef	Simpson
E1	1.118	0.5939	0.6798
E-2	1.079	0.6213	0.6533
E-3	0.706	0.5254	0.3788
E-4	1.351	0.8736	0.7376
E-5	1.207	0.9618	0.75
E-6	1.418	0.8372	0.7667
E-7	1.216	0.7556	0.6691
E-8	1.244	0.858	0.6686
E-9	1.086	0.7357	0.5774
E-10	1.203	0.7928	0.6427
E-11	1	0.7881	0.5232
E-12	0.8076	0.572	0.5152
E-13	0.893	0.7213	0.5417
E-14	0	0	0
E-15	0.4044	0.4551	0.2222
E-16	0	0	0
E-17	0	0	0
E-18	0.4815	0.5139	0.2857
E-19	0	0	0
E-20	0	0	0
E-21	0	0	0
E-22	0	0	0
E-23	1.478	1.251	0.8
E-24	1.256	1.082	0.6917
E-25	1.051	0.7578	0.6264
E-26	0.7374	0.6676	0.4158
E-27	0.5138	0.3607	0.325
E-28	0.4393	0.4809	0.25

El índice de Margalef para el transecto E-23 fue de 1,251 (mayor diversidad) e índice de Simpson de 0,8 cerca de 1, mayor diversidad, pero menor dominancia.

Figura 8.
Comparación de índices de biodiversidad alfa

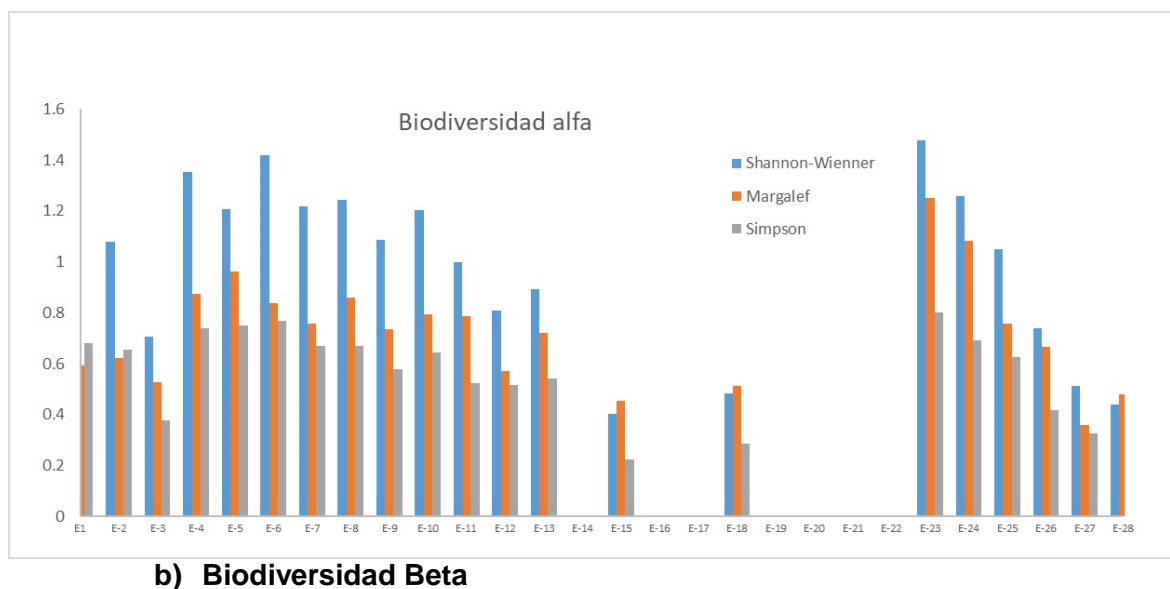


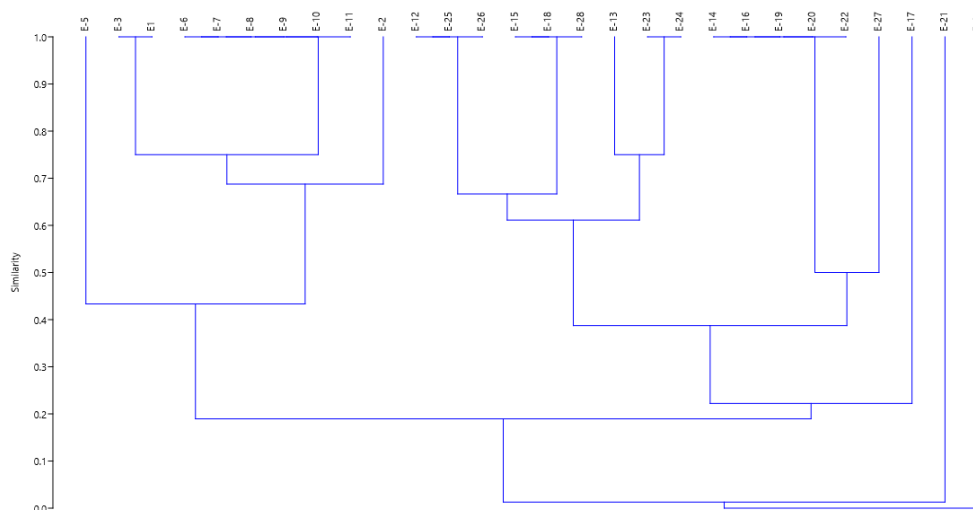
Tabla 5.
Índice de biodiversidad beta globales

Índice	valor
Whittaker	2.7333
Harrison	0.3037
Cody	34.5
Routledge	0.33878
Wilson-Shmida	4.6
Mourelle	0.51111
Harrison 2	0.071895
Williams	0.39286

Como los índices son pequeños, se concluye que la diferencia de especies entre un transecto y otra no es muy grande.

Para el índice de similitud de Jaccard del programa PAST 4.10

Figura 9.
Índice de similitud de Jaccard



De la figura los transectos E1 a E3 y de E6 a E11 tienen una similitud del 75% de individuos, E12, E15, E18 y E25 a E28, una similitud del 67%.

3.1.2 Estimación de la capacidad de captura de carbono (CCC) en el Fundo Sausal

3.1.2.1. Estimación de carbono en biomasa en el Fundo Sausal por transecto

Tabla 6.*Estimación de C en biomasa (Tn) de transecto E1 por cada individuo.*

Transecto	Especie	Nombre común	DAP (m)	Área Basal (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	C.f	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E1	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.83	0.541061	2.9	3.1	0.5	0.7845382	0.8386442	1030	808.0743	863.80356	0.45	0.36363343	0.38871160
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	1.14	1.020703	6.84	6.94	0.5	3.4908058	3.541841	1030	3595.53	3648.0962	0.45	1.61798849	1.64164329
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	1.35	1.431388	10.66	11.05	0.5	7.6292989	7.9084195	1030	7858.178	8145.6721	0.45	3.53618002	3.66555246

De la misma manera se determinó para el resto de transectos, ver anexo 01.

Tabla 7.*Estimación de C total en biomasa aérea de árboles y arbustos (Tn) de transecto E1*

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E1	Prosopis limensis (P)	8	0.376172518	3.00938014
	Prosopis limensis (M)	12	1.629815894	19.55779073
	Prosopis limensis (G)	9	3.600866239	32.40779615
TOTAL				54.97496702

En la tabla 7 se promedió el contenido de carbono en biomasa 1 y contenido de carbono en biomasa 2 de la tabla 6, para luego multiplicar por la cantidad de individuos de cada especie y de cada tamaño, obteniendo un total de C en biomasa por transecto, para este caso es de 54,97 Tn.

De la misma manera se realiza para el resto de los transectos ver anexo 02.

En resumen, se obtiene el contenido de C en biomasa aérea de árboles y arbustos total en Tn por total de individuos y por cada transecto de estudio.

Se obtiene un mayor valor en transecto E3 y menor valor transecto E21.

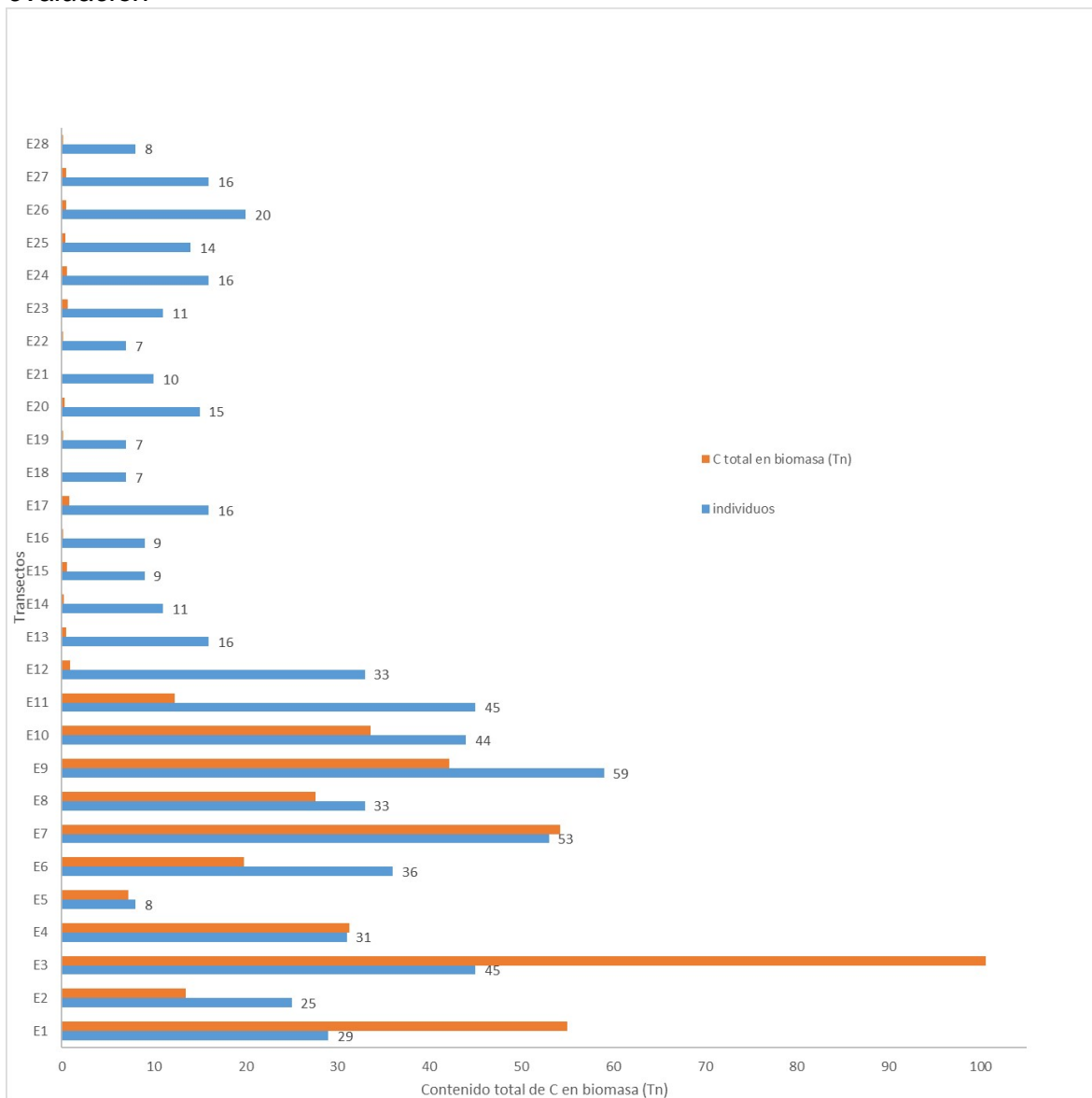
Tabla 8.

Cantidad total de C biomasa obtenido por transectos de evaluación

Transecto	# de Individuos	Cantidad Total de C Biomasa (Tn)
E1	29	54.97496702
E2	25	13.50992238
E3	45	100.5384158
E4	31	31.27778687
E5	8	7.211591641
E6	36	19.79670605
E7	53	54.23866744
E8	33	27.59839748
E9	59	42.14495442
E10	44	33.64175145
E11	45	12.30332024
E12	33	0.863254145
E13	16	0.511259939
E14	11	0.212098988
E15	9	0.560817543
E16	9	0.153231056
E17	16	0.827288914
E18	7	0.08543333
E19	7	0.161691514
E20	15	0.277097065
E21	10	0.047753759
E22	7	0.119797222
E23	11	0.604933203
E24	16	0.531645833
E25	14	0.421225751
E26	20	0.447306257
E27	16	0.505702405
E28	8	0.086223827
TOTAL	633	403.6532416

Figura 10.

Contenido Total de C Biomasa y Numero de Individuos obtenido por transectos de evaluación



3.1.3 Estimación de la Capacidad de Captura de Carbono (CCC) por biomasa aérea arbórea y arbustiva en el Fundo Sausal

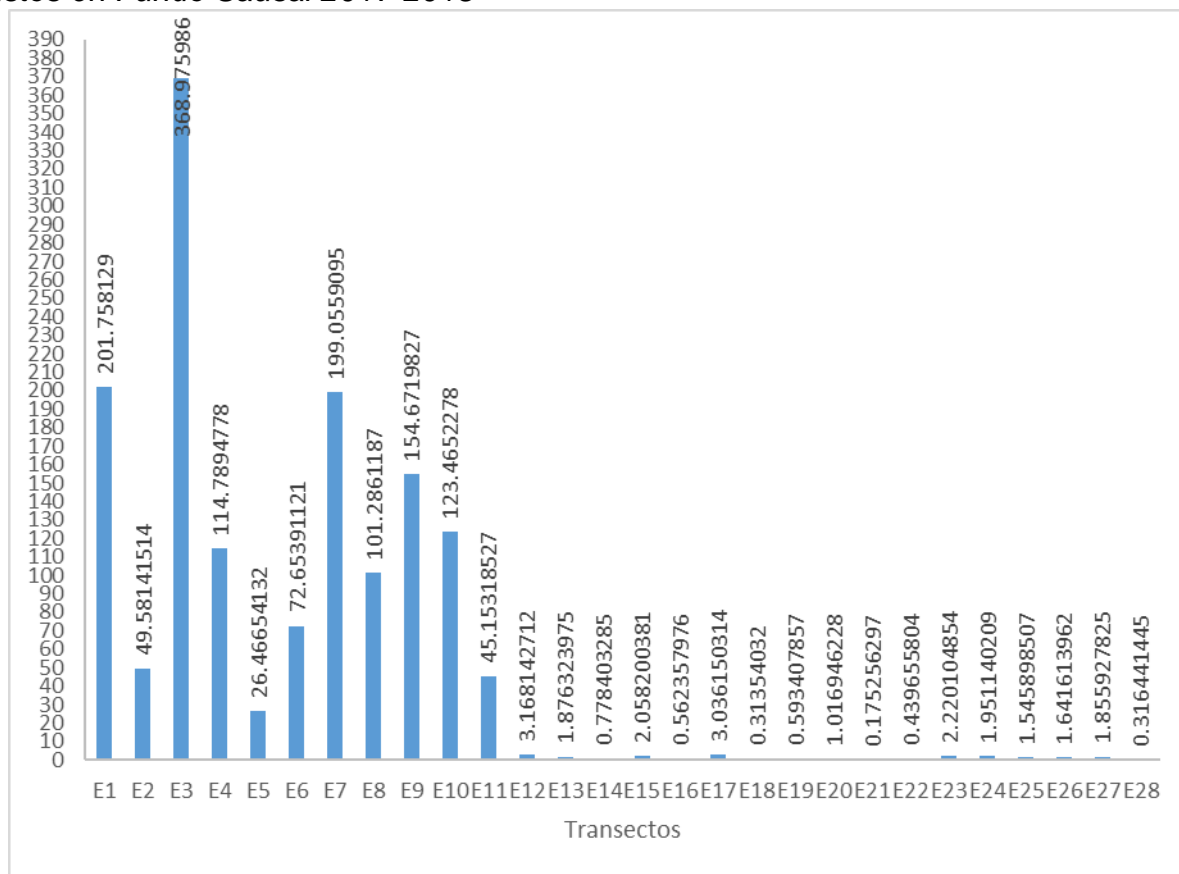
Tabla 9.

Carbono fijado expresado en kg y Tn y capacidad de captura de carbono aérea de árboles y arbustos (Tn) en Fundo Sausal 2017-2018

Transecto	# de Individuos	Cantidad Total de C Biomasa (kg)	Cantidad Total de C Biomasa (Tn)	Factor	CCC en árbol y arbusto en Fundo Sausal
E1	29	54974.96702	54.97496702	3.67	201.758129
E2	25	13509.92238	13.50992238	3.67	49.58141514
E3	45	100538.4158	100.5384158	3.67	368.975986
E4	31	31277.78687	31.27778687	3.67	114.7894778
E5	8	7211.591641	7.211591641	3.67	26.46654132
E6	36	19796.70605	19.79670605	3.67	72.65391121
E7	53	54238.66744	54.23866744	3.67	199.0559095
E8	33	27598.39748	27.59839748	3.67	101.2861187
E9	59	42144.95442	42.14495442	3.67	154.6719827
E10	44	33641.75145	33.64175145	3.67	123.4652278
E11	45	12303.32024	12.30332024	3.67	45.15318527
E12	33	863.2541448	0.863254145	3.67	3.168142712
E13	16	511.2599388	0.511259939	3.67	1.876323975
E14	11	212.0989879	0.212098988	3.67	0.778403285
E15	9	560.8175425	0.560817543	3.67	2.058200381
E16	9	153.231056	0.153231056	3.67	0.562357976
E17	16	827.2889138	0.827288914	3.67	3.036150314
E18	7	85.43332965	0.08543333	3.67	0.31354032
E19	7	161.6915143	0.161691514	3.67	0.593407857
E20	15	277.0970648	0.277097065	3.67	1.016946228
E21	10	47.7537595	0.047753759	3.67	0.175256297
E22	7	119.7972217	0.119797222	3.67	0.439655804
E23	11	604.9332028	0.604933203	3.67	2.220104854
E24	16	531.6458334	0.531645833	3.67	1.951140209
E25	14	421.2257512	0.421225751	3.67	1.545898507
E26	20	447.3062566	0.447306257	3.67	1.641613962
E27	16	505.7024047	0.505702405	3.67	1.855927825
E28	8	86.22382701	0.086223827	3.67	0.316441445
TOTAL	633	403653.2416	403.6532416	1481.407397

Figura 11.

Carbono fijado (Tn) y capacidad de captura de carbono aérea de árboles y arbustos en Fundo Sausal 2017-2018



3.1.4 Indicadores (variables) de Cambio Climático en el Fundo Sausal

Se realizó el reconocimiento Fundo Sausal en Mórrope, en el cual se identificó un punto (01) representativo que fue tomado con coordenadas UTM utilizando el instrumento GPS en el sistema WGS 84, en la Tabla 10 se detalla las coordenadas de monitoreo.

Tabla 10.

Ubicación de Puntos de Monitoreo

PUNTOS	COORDENADAS UTM WGS84 - 17M		MONITOREO			
	ESTE	NORTE	RUIDO	ESTACION	GASES	MICRO VOL
1	609958	9275381		X		

Las variables de medición con la estación meteorológica automática marca Davis, modelo Vantage Pro 2 Plus, son

Tabla 11.
Variables de medición en el Fundo Sausal

Unidad de medida	Variables de medición					Índice de radiación UV
	Temperatura Externa	Humedad relativa	Punto de Rocío	Velocidad del viento	Radiación solar	
	°C	%	°C	m/s	W/m ²	

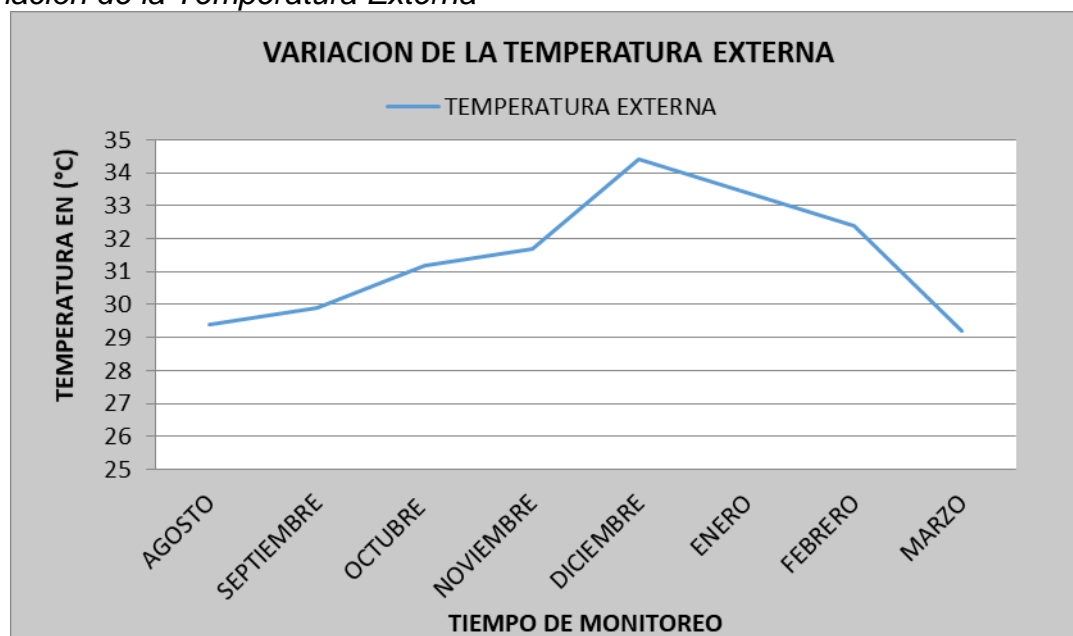
3.1.4.1. Variables meteorológicas

Las variables meteorológicas monitoreadas fueron las siguientes:

a) Temperatura

El promedio de la temperatura externa en la zona monitoreada, fue de 21.7 °C, la menor fue de 14.6 °C y la mayor fue de 34.4 °C, en la figura 12 se muestra el comportamiento de la temperatura durante el tiempo de monitoreo.

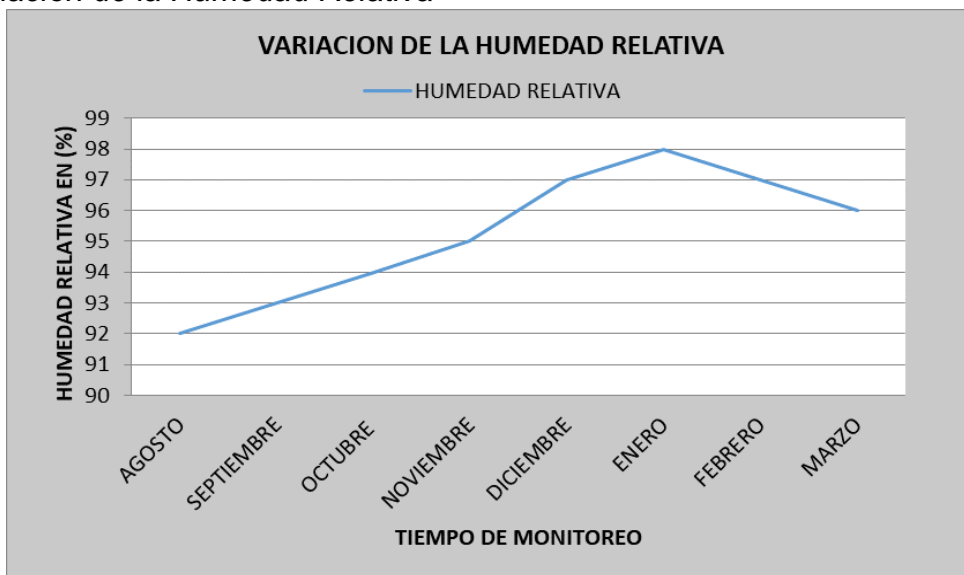
Figura 12.
Variación de la Temperatura Externa



b) Humedad Relativa

La Humedad Relativa presentó un promedio de 80%, registrándose la menor en 49% y la mayor en 98%, en la figura 13 se muestra el comportamiento de la humedad relativa durante el tiempo de monitoreo.

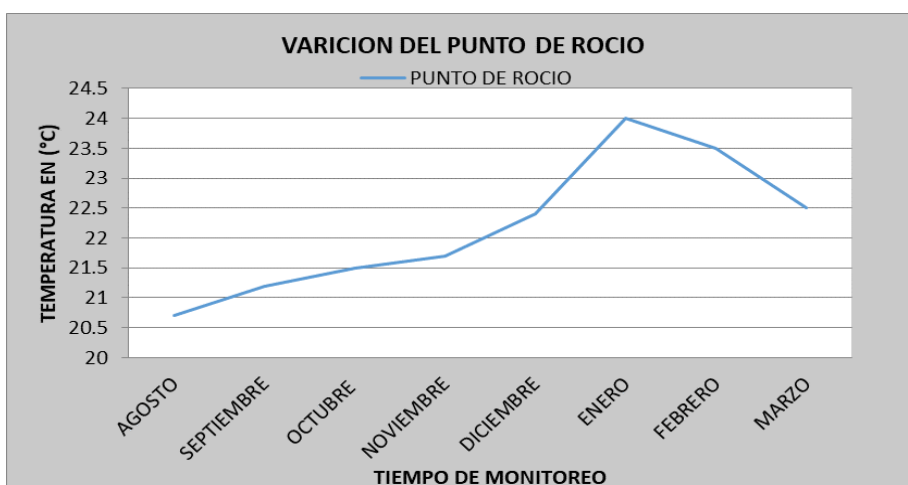
Figura 13.
Variación de la Humedad Relativa



c) Punto de Rocío

El Punto de Rocío en el lugar monitoreado, presentó un promedio de 18.4 °C, registrándose la menor en 14.9 °C y la mayor en 24 °C, en la figura 14 se muestra el comportamiento del punto rocío durante el tiempo de monitoreo.

Figura 14.
Variación del Punto de Rocío



d) Velocidad de Viento

La Dirección predominante del viento fue de S-N con velocidades de 0.84 a

4.19 m/s (Figura 16) y en la figura 15 se muestra el comportamiento de la variación del viento durante el tiempo de monitoreo.

Figura 16.
Variación de Velocidad de Viento.

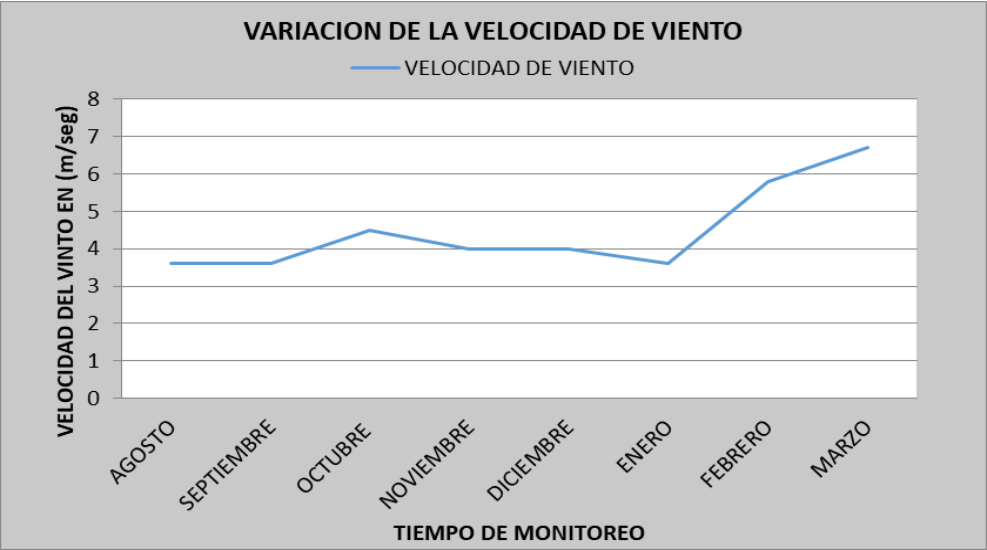
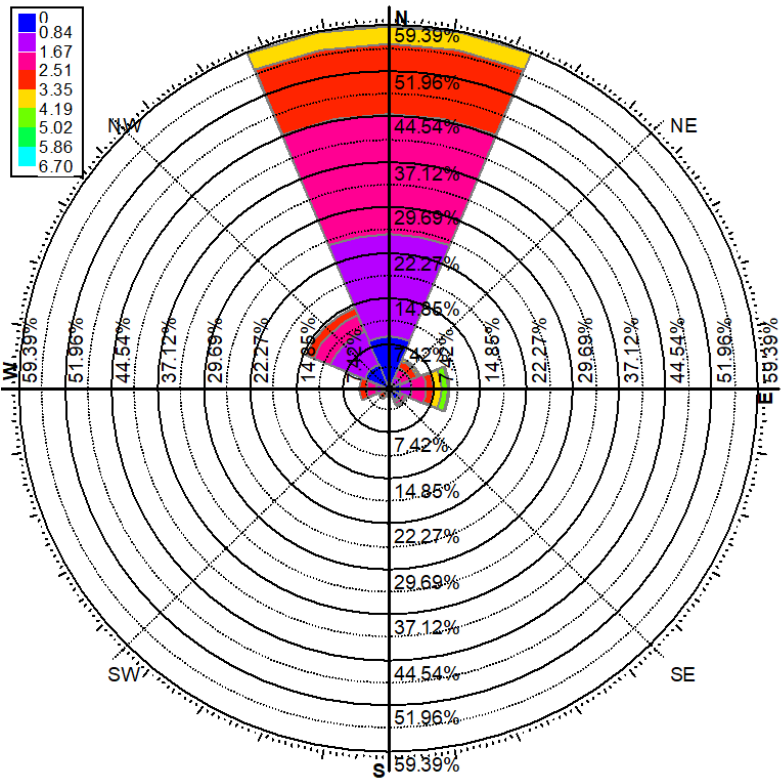


Figura 14.
Variación de la Rosa de los Vientos

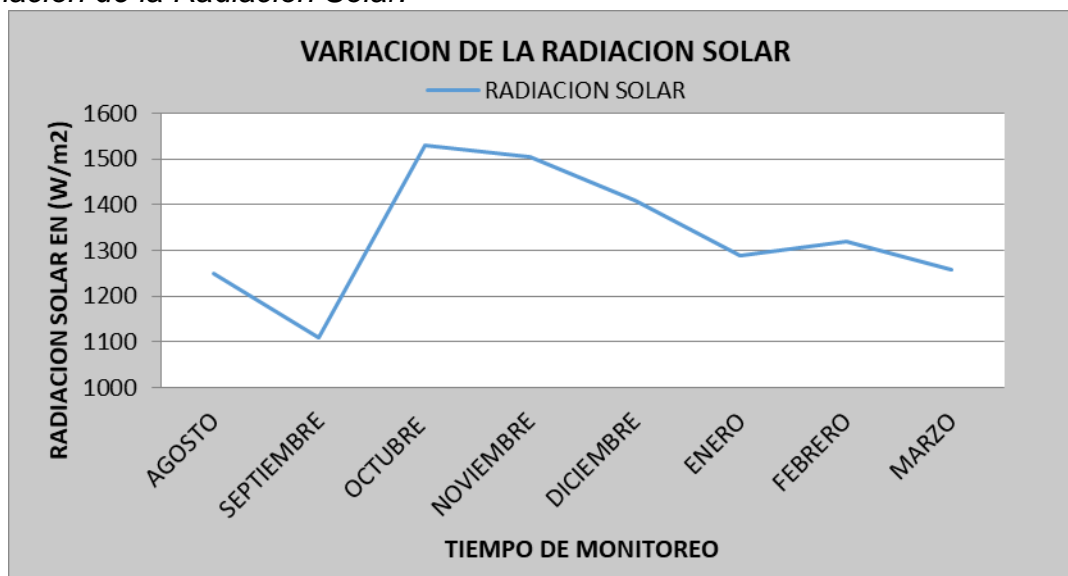


e) Radiación Solar

El menor valor de radiación solar en la zona monitoreada fue de 1 w/m² y el mayor se registró en 1529 w/m². En la figura 17 se muestra el comportamiento de la radiación solar durante el tiempo de monitoreo.

Figura 17.

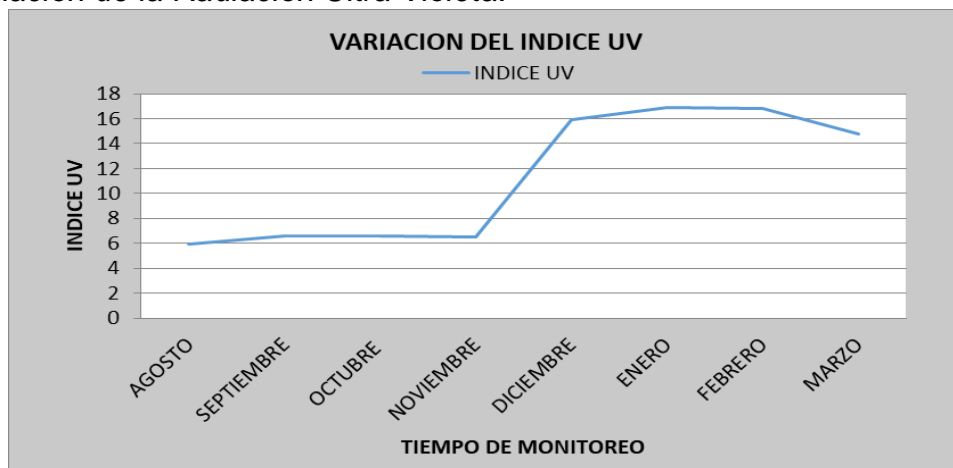
Variación de la Radiación Solar.



f) Radiación Ultravioleta

El menor valor de Radiación Ultra Violeta en la zona monitoreada fue de 0.3 y el mayor registro fue de 16.9; según la categoría de exposición establecido por la OMS en el año 2003, el mayor valor obtenido de 16.9 se ubicaría en la categoría Extremadamente Alta.

Figura 18.
Variación de la Radiación Ultra Violeta.



Para las figuras anteriores se tomó la lectura de la tabla 12

Tabla 12.
Variables de indicadores en el Fundo Sausal

Año	Mes	Temperatura Externa (°C)	Humedad relativa (%)	Punto de Rocío (°C)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m²)	Índice de radiación UV
2017	Agosto	29.4	92	20.7	3.6	1249	5.9
	Setiembre	29.9	93	21.2	4.5	1109	6.6
	Octubre	31.2	94	21.5	4.5	1529	6.6
	Noviembre	31.7	95	21.7	4	1506	6.5
	Diciembre	34.4	97	22.4	4	1409	15.9
2018	Enero	33.4	98	24	3.6	1289	16.9
	Febrero	32.4	97	23.5	5.8	1319	16.8
	Marzo	29.2	96	22.5	6.7	1259	14.8

Las demás tablas medidas con la estación meteorológicas están especificadas en el anexo 03.

3.1.4.2. Correlación entre las variables de medición, individuos y capacidad de captura de carbono

Para este análisis se usó el programa SPSS 24, se correlacionó entre las variables y luego se agrupó transectos por similitud (figura 9), obteniendo la siguiente tabla

Tabla 13.*Variables de medición y CCC de árboles y arbustos en los 8 meses de evaluación.*

Transecto agrupados por similitud	Individuos por transecto agrupado	CCC en árbol y arbusto Fundo Sausal	Temperatura Externa (°C)	Humedad relativa (%)	Punto de Rocío (°C)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)	Índice de radiación UV
A	369	1316.601865	29.4	92	20.7	3.6	1249	5.9
B	31	114.7894778	29.9	93	21.2	4.5	1109	6.6
C	8	26.46654132	31.2	94	21.5	4.5	1529	6.6
D	91	9.043837326	31.7	95	21.7	4	1506	6.5
E	43	6.047569038	34.4	97	22.4	4	1409	15.9
F	49	3.39077115	33.4	98	24	3.6	1289	16.9
G	26	3.211406611	32.4	97	23.5	5.8	1319	16.8
H	16	1.855927825	29.2	96	22.5	6.7	1259	14.8

Tabla 14.*Correlación de Pearson entre las variables de medición en la estación meteorológica en el tiempo de evaluación*

		Temperatura	Humedad relativa	Punto Rocío	Velocidad viento	Radiación solar	Índice de radiación UV
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,742*	,618	-,355	,430	,578
	Sig. (bilateral)		,035	,102	,388	,287	,133
	N	8	8	8	8	8	8
Humedad relativa	Correlación de Pearson	,742*	1	,943**	,220	,201	,913**
	Sig. (bilateral)	,035		,000	,600	,633	,002
	N	8	8	8	8	8	8
Punto Rocío	Correlación de Pearson	,618	,943**	1	,254	,020	,906**
	Sig. (bilateral)	,102	,000		,544	,963	,002
	N	8	8	8	8	8	8
Velocidad viento	Correlación de Pearson	-,355	,220	,254	1	-,175	,365
	Sig. (bilateral)	,388	,600	,544		,679	,374
	N	8	8	8	8	8	8
Radiación solar	Correlación de Pearson	,430	,201	,020	-,175	1	-,093
	Sig. (bilateral)	,287	,633	,963	,679		,827
	N	8	8	8	8	8	8
Índice de radiación UV	Correlación de Pearson	,578	,913**	,906**	,365	-,093	1
	Sig. (bilateral)	,133	,002	,002	,374	,827	
	N	8	8	8	8	8	8

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Donde se puede deducir que el valor estadístico r de Pearson es de 0,742 por lo que existe una correlación positiva alta entre temperatura y humedad relativa con un nivel de significancia menor a 0,05 (95% de confianza); entre humedad relativa - punto de rocío ($r=0,953$), humedad relativa - índice de radiación UV ($r=0,913$) y punto de rocío - índice de radiación UV ($r=0,906$) existe una correlación positiva muy alta con un nivel de significancia menor a 0,01 (99% de confianza).

Tabla 15.

Correlación de Rho Spearman entre la CCC y las variables de medición en la estación meteorológica en los 8 meses de evaluación.

Estación meteorológica en los 8 meses de evaluación.										
			Individuos por transecto agrupado	CCC en árbol y arbusto Fundo Sausal	Temperatura	Humedad relativa	Punto Rocio	Velocidad viento	Radiación solar	Índice de radiaciónUV
Rho de Spearman	Individuos por transecto agrupado	Coefficiente de correlación	1,000	,405	,167	-,120	-,214	-,837**	-,238	-,323
		Sig. (bilateral)	.	,320	,693	,778	,610	,010	,570	,435
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
	CCC en árbol y arbusto Fundo Sausal	Coefficiente de correlación	,405	1,000	-,238	-,814*	-,905**	-,497	-,167	-,755*
		Sig. (bilateral)	,320	.	,570	,014	,002	,210	,693	,031
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
	Temperatura	Coefficiente de correlación	,167	-,238	1,000	,719*	,524	-,352	,500	,611
		Sig. (bilateral)	,693	,570	.	,045	,183	,393	,207	,108
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
	Humedad relativa	Coefficiente de correlación	-,120	-,814*	,719*	1,000	,958**	,030	,299	,916**
		Sig. (bilateral)	,778	,014	,045	.	,000	,943	,471	,001
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
	Punto Rocio	Coefficiente de correlación	-,214	-,905**	,524	,958**	1,000	,182	,214	,898**
		Sig. (bilateral)	,610	,002	,183	,000	.	,666	,610	,002
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
	Velocidad viento	Coefficiente de correlación	-,837**	-,497	-,352	,030	,182	1,000	,024	,171
		Sig. (bilateral)	,010	,210	,393	,943	,666	.	,955	,686
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
	Radiación solar	Coefficiente de correlación	-,238	-,167	,500	,299	,214	,024	1,000	,084
		Sig. (bilateral)	,570	,693	,207	,471	,610	,955	.	,844
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
	Índice de radiación UV	Coefficiente de correlación	-,323	-,755*	,611	,916**	,898**	,171	,084	1,000
		Sig. (bilateral)	,435	,031	,108	,001	,002	,686	,844	.
		N	8	8	8	8	8	8	8	8

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Se puede observar que al correlacionar CCC en árboles y arbustos del fundo Sausal con el punto de rocío, el coeficiente **rho** de Spearman es -0,905, por ende, existe una relación negativa muy alta entre estas dos variables con un nivel de confianza del 99%. En cambio, con la humedad relativa ($\rho = -0,814$) la correlación es muy alta negativamente y el índice de radiación UV ($\rho = -0,755$) la relación es alta y el nivel de significancia es menor a 0,05 (95% de confianza).

Tabla 16.

ANOVA de un factor para CCC y las variables de medición de la estación meteorológica en área de estudio

	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p (sign)
inter. Grupos	1.15E+07	7	1.65E+06	53.86	1.40E-22
Intra grupos	1.71E+06	56	30588		
Total:	1.32E+07	63	1.00E-05		

El valor de $p = 1,40 \times 10^{-22}$ (0,000) menor a 0,05 indica que hubo diferencias estadísticas significativas tanto entre las especies medidas, la cantidad de carbono fijado, así como la capacidad de captura de carbón estimada y la capacidad de captura de carbono aérea en Fundo Sausal.

CAP. IV: DISCUSIÓN

La mayoría de especies de la flora arbórea y arbustiva en el área de estudio fueron de las especies *Prosopis limensis* (algarrobo), con 239 individuos en total (P=55; M=71 y G=113) y *Beautempsia avicennifolia* (vichayo), con 363 individuos (P=12; M=146 y G=205); sin embargo, en el transecto E4, fue notoria la presencia de *Inga feuillei* (guaba), con 20 individuos y mangífera indica (mango) con 11 individuos; haciendo un total de 633 individuos estudiados (tabla 3).

En la tabla 4 para el análisis de biodiversidad alfa, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, que varía desde 0 en algunos transectos hasta 1,478 en el transecto E23, muestra una amplia gama de diversidad de especies entre los sitios estudiados. Los valores más altos del índice de Shannon-Wiener sugieren una mayor diversidad de especies en comparación con los valores más bajos. Esto puede indicar que el transecto E23 alberga una variedad de especies más grande en comparación con los otros transectos.

Por otro lado, los valores del índice de riqueza de Margalef y del índice de Simpson del transecto 23 (1,251 y 0,8; respectivamente) muestran niveles medianos a altos de diversidad, lo que también respalda la idea de una mayor variedad de especies en ese sitio en particular.

Para la tabla 5, en la biodiversidad beta, el índice de Whittaker de 2,7333; un valor alto puede indicar una mayor diferencia en la composición de especies entre los sitios estudiados, pero los índices de Harrison (0,3037), Routledge (0,3878), Harrison 2 (0,071895), y Williams (0,39286); valores más bajos sugieren una menor diferencia entre las comunidades o sitios en términos de composición de especies.

El índice de Jaccard, respecto a la semejanza en la relación presencia-ausencia de especies comunes entre estaciones, arrojó 8 grupos con porcentajes de similaridad E1, E2, E3 y de E6 a E11 mayores al 75%; E12, E15, E18, E25, E26 y E28 con 67% de similaridad, E13, E23 y E24 con 75%; E14, E16, E19, E20, E22, con 100% de similaridad e igual E27 y E4 y el resto 65%.

De los 28 transectos estudiados, el transecto E3 fijaron 100,54 Tn de carbono y una capacidad de captura de carbono de 368,98 Tn que representa el 24,9% del total.

El transecto que fijó menor cantidad de carbono fue el E21 con 0,048Tn y una capacidad de captura de carbono de 0,175 Tn que representa el 0.012% del total.

Esto se debe que en el transecto E3 existen 45 algarrobos (35 G, 5 M y 5 P) y el transecto E21, solo hay 10 vichayos pequeños, esto concuerda con Saldaña (2017) en su tesis, *Captura de carbono del Prosopis pallida en el bosque la Calerita, para contribuir al desarrollo sustentable del Distrito Tumbes, 2015*; concluye que la “diferencia de casi media tonelada de carbono fijado por algarrobo, se debe por las medidas del DAP, puesto que a mayor DAP mayor biomasa y por ende más CO₂ almacenado”.

El total de carbono fijado en los 28 transectos de áreas verdes de muestreo en el Fundo Sausal fue de 403,65 toneladas que permitió estimar una capacidad de captura de carbono de 1481,407 toneladas de CO₂ (529,07 Tn/ha); lo que puede servir para absorber el dióxido de carbono emitido por las fábricas de ladrillos que se están instalando en el margen de la carretera Panamericana norte entre Lambayeque y Mórrope, que según Pozo (2018), desde el año 2002 hasta el 2017 las emisiones generadas por la Industria ladrillera en la región Lambayeque cuadruplicaron el valor de CO₂ equivalente y para el año 2032 se producirían 1,55 millones de toneladas de CO₂ equivalente.

Para el análisis de las variables de los indicadores de cambio climático, se realizó una correlación de Pearson, de la Tabla 14, se puede concluir que:

Entre temperatura y humedad relativa, con r de Pearson es de 0,742 y nivel de significancia de 0,05 (95% de confianza), se deduce que existe una relación positiva alta entre éstas dos variables. Entre humedad relativa - punto de rocío ($r=0,953$), humedad relativa - índice de radiación UV ($r=0,913$) y punto de rocío –índice de radiación UV ($r=0,906$) existe una correlación positiva muy alta con un nivel de significancia menor a 0,01 (99% de confianza).

La temperatura externa más alta se registró el 23 diciembre a las 12:30 pm y índice de radiación UV más alta fue registrado el 24/01/2018 a las 12:30 pm; al

corroborar, SENAMHI menciona que en el inicio del verano 2017-2018, los niveles de IUV, en ciudades como Tumbes, Piura, Chiclayo, Trujillo, Lima-Callao, Ica y Tacna, los índices de IUV oscilarán entre 9 y 12; considerados como niveles de riesgo "Muy Alto" y "Extremadamente Alto" para la salud, respectivamente. Según la misma institución es posible identificar 5 escalas recomendadas además por la OMS.

Baja (0 – 2): Con un máximo de exposición de 60 minutos.

Moderada (3-5): Máximo 45 minutos de exposición

Alta (6-7): Con 30 minutos basta

Muy Alta (8-9): 25 minutos es lo máximo permitido.

Extremadamente alta (11 – 20): Peligro extremo, solo 10 minutos de exposición sin protección es recomendado.

Según Carrasco-Ríos (2009), en su estudio sobre *Efecto de la radiación UV-B en las plantas*, dice que si bien las plantas han desarrollado desde temprano en la evolución mecanismos de protección lo suficientemente eficientes para prevenir el efecto dañino de la radiación UV natural, las predicciones de un aumento de la radiación UV-B solar podrían tener un gran impacto en la productibilidad de los cultivos, debido principalmente a la disminución del crecimiento que se observa en las distintas especies vegetales estudiadas; por lo que recomienda realizar más estudios que pudiesen predecir los cambios que provocaría el aumento de la radiación UV-B en la distribución de la vegetación y en la biocenosis asociada. Además, en el contexto del cambio climático, donde no sólo se ha producido un aumento de la radiación UV-B sino también aumento de la concentración atmosférica de CO₂ y de la temperatura.

Sobre la humedad relativa (HR) y punto de rocío (PR) en relación con los cultivos, el FEDER (2017) , menciona que un exceso de HR ocasiona; reducción de la transpiración de las plantas, disminuyendo la absorción de nutrientes y acaba afectando su correcto desarrollo y crecimiento; también dificulta la polinización y favorece la propagación de enfermedades y plagas, así como la aparición de hongos; en cambio si la HR es demasiado baja también se producen efectos adversos; las plantas deben de hacer un sobreesfuerzo para mantener sus

estomas abiertos, lo que puede acabar llevando a que se marchite por deshidratación, la producción se verá afectada, habrá un menor número de frutos y estos serán más pequeños y de peor calidad.

Aunque, los niveles de humedad más favorables para la mayoría de los cultivos suelen estar entre el 50 y el 70%. Porcentajes más bajos o más altos provocarían efectos adversos sobre su rendimiento.

Según el Ing Hernández (2015) miembro de Asistencia Técnica Agrícola, el punto de rocío es la temperatura a la cual el aire se satura con vapor de agua, lo que obliga a condensarse, en la agricultura, esta variable es importante porque indica cuánta humedad hay en el aire y cómo puede afectar a las plantas. Cuando la humedad del aire es alta, el punto de rocío se consigue más rápido en la noche y las hojas están más mojadas a lo largo de la noche y en la mañana se secan más tarde, produciendo que la hoja esté húmeda el tiempo suficiente para que germinen las hojas y se manifieste la *Phytophthora* en forma de quemazón de la hoja.

Todo lo anterior corrobora nuestro análisis de correlación de Rho Spearman entre la CCC y las variables de medición en la estación meteorológica, en la Tabla 15, se observa las variables que influyen en forma inversa a la CCC son la humedad relativa, el punto de rocío e índice de radiación UV; entonces CCC en árboles y arbustos del fundo Sausal con; el punto de rocío ($r = -0,905$), existe una relación negativa muy alta entre estas dos variables, con HR ($r = -0,814$) la correlación es muy alta negativamente y el índice de radiación UV ($r = -0,755$) la relación es alta negativamente; que concuerda con lo mencionado por Hernández y Carrasco, por lo que se debe controlar estas variables frente a la flora y la agricultura en Mórrope sea más productiva.

Según Carrasco (2009), es difícil poder predecir cómo afectará las complejas interacciones que suceden entre procesos ecológicos y climáticos, por ende, se necesita de más información para predecir las consecuencias al interactuar estos factores en la eficiencia de los mecanismos enzimáticos de fotoprotección, en la asimilación de CO_2 y futura disponibilidad de carbono.

Para Mendelsohn y Dinar (2009) ; Dawson y Spannagle (2009), mencionados por Galindo et al., (2014), mencionan que el sector agrícola es uno de los sectores más sensible a los impactos directos del cambio climático. En efecto, el rendimiento de los cultivos y la producción agrícola están determinados por un conjunto de factores climáticos y geográficos.

CAP. V: CONCLUSIONES

1. Las variables que influyen en forma inversa con la capacidad de captura de carbono (CCC), fueron la humedad relativa, punto de rocío e índice de radiación UV. Con respecto a la humedad relativa del aire, si permanece alta durante el día, entonces, el enfriamiento nocturno acelera la pronta aparición del punto de rocío, provocando una mayor humedad en las hojas durante la noche. Esta condición prolongada puede aumentar la susceptibilidad de las hojas a ataques de hongos y otras enfermedades. Además, la exposición de las plantas a niveles altos de radiación UV-B puede resultar en una reducción en su crecimiento.

Entonces, es necesario controlar las condiciones óptimas de las variables climáticas para que las plantas crezcan adecuadamente y aumenten su rendimiento. Para lograr esto, se requiere un estudio minucioso e información precisa para prever las consecuencias que podrían ocasionar estos factores al interactuar y afectar la eficiencia de la fotosíntesis de la flora, la asimilación de CO₂, la futura disponibilidad de carbono y, por lo tanto, la capacidad de captura de carbono

2. Las variaciones mensuales de los indicadores de cambio climático medidos fueron:

Temperatura ambiental externa máxima, mínima y promedio registrados fueron 34,4°C; 14,6°C y 21,7°C.

La humedad relativa máxima, mínima y promedio fueron 98%; 49% y 80%.

El punto de rocío máximo, mínimo y promedio fueron 24°C; 14,9°C y 18,4°C.

La dirección predominante del viento fue de S-N con velocidades en ese sentido de 0,84 a 4,19 m/s.

La radiación solar menor y mayor fueron 1 w/m² y 1529 w/m².

El menor y mayor valor de Radiación Ultra Violeta fueron de 0,3 y 16,9; según la categoría de este valor es extremadamente alto, se recomienda protegerse del sol, usar gafas de sol que bloqueen radiación UV, usar sombrero, aplicar factor de protección solar y buscar sombra.

3. La cantidad de carbono de biomasa aérea capturado por árboles y arbustos en el Fundo Sausal, en los 28 transectos, formado principalmente por Algarrobos y Vichayos fue de 403,65 toneladas que permitió estimar una capacidad de captura de carbono aérea de 1481,407 toneladas de CO₂ (529.07 Tn CO₂/ha).
4. Al correlacionar los indicadores de cambio climático con la capacidad de captura de carbono (CCC) de la cobertura vegetal en cada una de las parcelas, se concluyó que tres variables (humedad relativa, punto de rocío e índice de radiación UV) influyen de manera inversa con la CCC; es decir, a valores muy altos de estas variables se obtiene menos CCC, mientras que si las variables son óptimas se obtiene mayor CCC aérea de árboles y arbustos de la zona. Al correlacionar la CCC en árboles y arbustos del fundo Sausal con el punto de rocío, se encontró una relación negativa muy alta entre estas dos variables, con un nivel de confianza del 99% (coeficiente rho de Spearman = -0,905). En cambio, con la humedad relativa (rho = -0,814), la correlación es muy alta negativamente, y con el índice de radiación UV (rho = -0,755), la relación es alta y el nivel de significancia es menor a 0,05 (95% de confianza).

CAP. VI: RECOMENDACIONES

1. A los directivos de investigación de las universidades e institutos de investigación, impulsar y elaborar estudios más minuciosos de la zona para poder determinar qué valores de las variables climáticas tratadas en esta investigación, son más óptimos para ser aprovechado por los agricultores, así incrementar el rendimiento de sus cosechas y evitar gastar en insecticidas, conociendo el valor óptimo de HR y punto de rocío, así colaborar con la seguridad alimentaria.
2. Al Gerente Medioambiental de la Municipalidad de Mórrope, aprovechar la cantidad de radiación solar que, en la zona de estudio, es muy alta e instalar paneles solares, energía amigable con el medio ambiente en lugar de usar energía eléctrica que emana CO₂ un gas de efecto invernadero.
3. A los comités de Responsabilidad Social Universitaria de las universidades, organizar programas de capacitación a los trabajadores de las empresas ubicadas en carretera Lambayeque-Mórrope, especialmente las industrias ladrilleras y los que queman yeso al aire libre para que desarrollen y usen tecnologías limpias y así reducir sus emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica y la quema de leña
4. Al Gobierno Municipal de Mórrope en coordinación con el Municipio Provincial de Lambayeque realicen reforestación construyendo e implementando más áreas verdes en el distrito de Mórrope, conservando las actuales y que reoriente sus políticas ambientales a solucionar problemas más agudos controlando otros emisores de CO₂.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, S., & Rubio, A. (2013). LÍNEA BASE DE CARBONO EN BOSQUE MIXTO DE PINO-ENCINO DE LA SIERRA JUÁREZ (OAXACA, MÉXICO). APLICACIÓN DEL MODELO CO2FIX V.3.2. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XIX(1), 125-137.
<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.01.005>
- Bebber, D. (2019). Climate change effects on Black Sigatoka disease of banana. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 374(1775), 20180269. <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0269>
- Cabana, F. E. L., & Ramos, R. S. L. (2019). Capacidad de captura de carbono de la palmera datilera Phoenix Dactylifera como servicio ambiental en el distrito de Tacna. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 1(1), Article 1.
<https://doi.org/10.47796/ing.v1i1.122>
- Calderón, J. (2019). *Efectos del cambio climático en los patrones de captura de carbono y distribución de especies en zonas de recarga hídrica de la microcuenca carrizal, año 2019* [bachelorThesis, Quevedo-UTEQ].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6001>
- Canaza-Choque, F. A. (2019). De la educación ambiental al desarrollo sostenible: Desafíos y tensiones en los tiempos del cambio climático. *Revista de Ciencias Sociales*, 165, 155-172.
- Carlos, B. (2022). Estimación de la captura de CO2 en el bosque forestal de quinal (Polylepis sp), para mitigar el cambio climático en el Centro Poblado de la Quinoa, Yanacancha, Pasco—2020. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2593>

- Carrasco-Ríos, L. (2009). EFFECT OF ULTRAVIOLET-B RADIATION IN PLANTS. *Idesia (Arica)*, 27(3), 59-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292009000300009>
- Catalán, H. (2021). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Problemas del desarrollo*, 52(204), 59-83. <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2021.204.69611>
- Chávez, J. (2018). Captura y almacenamiento de carbono de los bosques estacionalmente secos de la costa norte (Lambayeque), como mitigación frente al cambio climático. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3346>
- Corona, A. V., Rodríguez, J. R., Naranjo, J. Y. B., Rivera, R. C. Á., & Ríos, H. G. (2002). *Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de Pinus tropicalis Morelet en la Empresa Forestal Integral Macurije de la provincia de Pinar del Río, Cuba*. <http://www.bibliotecaforestal.ufv.br/handle/123456789/16975>
- Coronel, A., Zeballos, O., & León, N. (2019). *Captura de Carbono de Theobroma cacao L con Modelamiento y Redes Neuronales Artificiales en Jose Olaya, Nieva, Amazonas* [Universidad Nacional de Jaén]. <http://localhost/jspui/handle/UNJ/116>
- Cruzado-Jacinto, L., Chávez-Villavicencio, C., & Charcape-Ravelo, M. (2019). Uso y selección de las partes aéreas del algarrobo *Prosopis pallida* (Fabaceae) por reptiles, aves y mamíferos en Sechura (Piura—Perú). *Revista Peruana de Biología*, 26(1), 81-86. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i1.15417>

- Dilas-Jiménez, J., Llanos, R., & Ticllasuca, A. (2020). Captura de Carbono: Un enfoque sobre el cambio climático y los servicios ecosistémicos en el Perú. *Alpha Centauri*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.47422/ac.v1i2.8>
- Espíndola, C., & Valderrama, J. (2018). *Huella de Carbono: Cambio Climático, Gestión Sustentable y Eficiencia Energética*. Editorial Universidad de La Serena.
- FAO. (2003). *Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques*. <https://www.fao.org/3/xii/ms12a-s.htm>
- FEDER. (2017). *El Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)*. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/95/el-fondo-europeo-de-desarrollo-regional-feder->
- Galindo, L., Samaniego, L., Alatorre, J., & Carbonel, J. (2014). *Reflexiones metodológicas del análisis del cambio climático: Una visión desde América Latina*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37608-reflexiones-metodologicas-analisis-cambio-climatico-vision-america-latina>
- Gómez, S., Berdugo, S., Salomón, J., Pulido, S., Casadiego, Y., Guzmán, M., & Leiva, M. (2019). Capítulo 9. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo. *Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 172-187. <https://doi.org/10.22490/9789586516358.09>
- Gómez-Guerrero, A., Correa-Díaz, A., & Castruita-Esparza, L. U. (2021). Cambio climático y dinámica de los ecosistemas forestales. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4), Article 4. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4.673>
- Google Earth. (2022). *Google Earth*. <https://earth.google.com/web/search/morrope/@-6.53033742,->

80.03485221,15.69739547a,189.77857758d,35y,96.6669223h,44.9650098
6t,360r/data=CnlaSBJCCiUweDkwNGM4OTMyNTg3ZWlyMWY6MHhkMTg
yNjAzZjAwZmVjZWU5GdSbUfNVKhrAIXWZUHfUAFTAKgdtb3Jyb3BIGAEg
ASImCiQJ709TzlyvEsARLPiwGLGeIMAZ0Ixtm1AZVMAh2adVP6gTVsA

Hernández, F. (2015). *La Humedad del aire y su efecto en la agricultura*.

https://www.agro-tecnologia-tropical.com/la_humedad.html

Huang, Y., Yu, Y., Zhang, W., Sun, W., Liu, S., Jiang, J., Wu, J., Yu, W., Wang, Y.,
& Yang, Z. (2009). Agro-C: A biogeophysical model for simulating the
carbon budget of agroecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*,
149(1), 106-129. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.07.013>

IPCC. (2022, febrero 28). *Sexto informe de evaluación del IPCC: Cambio Climático
2022*. UNEP - UN Environment Programme.

[http://www.unep.org/es/resources/informe/sexto-informe-de-evaluacion-del-
ipcc-cambio-climatico-2022](http://www.unep.org/es/resources/informe/sexto-informe-de-evaluacion-del-ipcc-cambio-climatico-2022)

Jiménez, M. (2021). *Lección Inaugural 2021-2022. Geología y cambios globales:
Relatos de hielo efímero*. Universidad de Oviedo, Servicio de Publicaciones.
<https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/64044>

Jo, C. (2015). Evaluación del porcentaje de carbono del Medicago sativa (alfalfa
tropical) en Zungarococha—Iquitos. *Universidad Nacional de la Amazonía
Peruana*. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4064>

Käthelhön, Raoul, A., Meys, Sarah, Deutz, Suh, S., & Bardow, A. (2019). Climate
change mitigation potential of carbon capture and utilization in the chemical
industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(23),
11187-11194. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821029116>

- Keenor, S., Rodrigues, A., Mao, L., Latawiec, A. E., Harwood, A., & Reid, B. J. (2021). Capturing a soil carbon economy. *Royal Society Open Science*, 8(4), 202305. <https://doi.org/10.1098/rsos.202305>
- León, L., Lunazco, E., & Vargas, W. C. (2021). *Enmienda orgánica para la restauración de la capacidad de captura de carbono orgánico en suelos agrícolas de Carabayllo—Lima*. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6319>
- Lozano-Rivas, A. (2018). *Clima, hidrología y meteorología.: Para ciencias ambientales e ingeniería*. Universidad Piloto de Colombia.
- McMillan, M., Shepherd, A., Sundal, A., Briggs, K., Muir, A., Ridout, A., Hogg, A., & Wingham, D. (2014). Increased ice losses from Antarctica detected by CryoSat-2. *Geophysical Research Letters*, 41(11), 3899-3905. <https://doi.org/10.1002/2014GL060111>
- Naciones Unidas. (2019). *Población*. United Nations; United Nations. <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- Naorem, A. (2022). Carbon Sequestration A Climate Change Solution Under Your Feet. *Resonance-Journal of Science Education*, 27(7), 1237-1245. <https://doi.org/10.1007/s12045-022-1416-0>
- Olcina, J. (2020). Clima, cambio climático y riesgos climáticos en el litoral mediterráneo. Oportunidades para la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 66(1), Article 1. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.629>
- Orellana, J., & Lalvay, T. (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador.

Revista interamericana de ambiente y turismo, 14(1), 65-79.

<https://doi.org/10.4067/S0718-235X2018000100065>

Pallmall, A. (2021). *El cambio climático, una amenaza global*. Ediciones Alfaro S.A.

<https://www.torrossa.com/it/resources/an/4943905>

Pardo-Rozo, Y.-Y., Andrade-Castañeda, H.-J., Muñoz-Ramos, J., Velásquez-Restrepo, J.-E., Pardo-Rozo, Y.-Y., Andrade-Castañeda, H.-J., Muñoz-Ramos, J., & Velásquez-Restrepo, J.-E. (2021). Carbon capture in three land use systems in the Colombian Amazonia. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 38(2), 111-123. <https://doi.org/10.22267/rcia.213802.160>

Piña, C. (2020). Cambio climático, inseguridad alimentaria y obesidad infantil. *Revista Cubana de Salud Pública*, 45, e1964.

Planelles, M. (2021, octubre 25). Las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera marcan un récord pese a la pandemia. *El País*. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/cambio-climatico/2021-10-25/las-concentraciones-de-efecto-invernadero-en-la-atmosfera-marcan-un-nuevo-record-historico.html>

Posligua, J. (2021). *Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de una propuesta de generación y aprovechamiento del gas metano a partir de los residuos sólidos en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos*. <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/16796>

Pozo, L. (2018). IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LA INDUSTRIA LADRILLERA UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN DINÁMICA. *TZHOECOEN*, 10(4), Article 4. <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.428539>

- Quiroga, R. (2007). *Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: Avances y perspectivas para América Latina y el Caribe*. CEPAL.
<https://hdl.handle.net/11362/5498>
- Rave, M. (2016). *Incorporación de la gestión del cambio climático en los planes de desarrollo territorial. Caso de estudio: Ecorregión Eje Cafetero* [Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/6488>
- Rignitz, M. T., ChacÜn, M. L., & Porro, R. (2009, junio 30). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales—CIFOR Knowledge. *CIFOR-ICRAF*. https://www.cifor-icraf.org/knowledge/publication/___35433/
- Roca, B., Beltrán, M., & Gómez, R. (2019). Cambio climático y salud. *Revista Clínica Española*, 219(5), 260-265. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2019.01.004>
- Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2018). *La contaminación del suelo: Una realidad oculta*. FAO.
<https://www.fao.org/publications/card/en/c/l9183ES>
- Rodríguez-Pacheco, F. L., Mejía-Rodríguez, D. L., Sánchez-Buitrago, J. O., Rodríguez-Pacheco, F. L., Mejía-Rodríguez, D. L., & Sánchez-Buitrago, J. O. (2021). Cambio climático y ecosistemas estratégicos: Percepciones de estudiantes universitarios. *Formación universitaria*, 14(6), 165-174.
<https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000600165>
- Saldaña, C. (2017). Captura de carbono del *Prosopis pallida* en el bosque la Calerita, para contribuir al desarrollo sustentable del Distrito Tumán, 2015. *Universidad César Vallejo*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10892>

- Sanabria, Lady. (2020). Manejo ambiental para mejorar las Propiedades Hidráulicas y la Captura de Carbono en un Suelo para Cultivo de Uvas De Mesa Y Vino En El Municipio De la Unión, Valle del Cauca. Empresa Casa Grajales. *Universidad ECCI (Colombia)*, 22, 173.
- Sierra, D. (2010). *Relación de la captura de carbono en Saccharum officinarum con otros factores ambientales para el cultivo de caña panelera*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/6734>
- Solarte-Guerrero, G., Males, D., & Ortiz, A. (2020). Quantification of carbon capture in different soil uses. *Revista De Ciencias Agrícolas*, 37(1), 59-69.
<https://doi.org/10.22267/rcia.203701.127>
- Sosa, J. (2016). Valoración económica del secuestro de CO2 en tres tipos de bosque en el distrito del Alto Nanay, Loreto-Perú-2014. *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*.
<https://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4283>
- Suárez, D. (2003). *Indicadores e índices ambientales. Marco teórico de indicadores*. Universidad Nacional de Colombia.
- Vásquez, A., & Barturen, F. (2021). Efecto antibacteriano del aceite esencial y del extracto etanólico de Capparis ovalifolia (vichayo) frente a Staphylococcus aureus. *Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt*.
<http://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/707>
- ViaMichelin. (s. f.). *Mapa MICHELIN Mórrope—Plano Mórrope*. Recuperado 5 de diciembre de 2022, de https://www.viamichelin.es/web/Mapas-Planos/Mapa_Plano-Morrope-_Lambayeque-Peru

Wilberforce, T., Olabi, A. G., Sayed, E. T., Elsaid, K., & Abdelkareem, M. A. (2021).
Progress in carbon capture technologies. *Science of The Total Environment*,
761, 143203. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143203>

ANEXOS

Anexo 1.

Estimación de C en biomasa (Tn) de transectos E2 a E28 por cada individuo

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E2	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.67	0.35257	6.64	7.02	0.5	1.170517	1.2375	1030	1205.63	1274.629	0.45	0.5425344	0.5735831
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	0.86	0.58088	11.04	11.1	0.5	3.20646	3.22389	1030	3302.65	3320.603	0.45	1.4861943	1.4942715
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.38	0.34023	2.56	2.78	0.5	0.4355	0.47293	650	283.075	307.4019	0.45	0.1273838	0.1383308

Transecto	Especie	Nombre Común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E3	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.53	0.22062	3.1	3.4	0.5	0.341958	0.37505	1030	352.217	386.3027	0.45	0.1584977	0.1738362
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.78	0.47784	6.58	6.64	0.5	1.572081	1.58642	1030	1619.24	1634.009	0.45	0.7286597	0.735304
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	1.2	1.13097	10.46	10.48	0.5	5.914991	5.9263	1030	6092.44	6104.089	0.45	2.7415982	2.7468402

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E4	Inga feuillei (P)	Guaba (P)	0.53	0.22062	3.8	3.95	0.5	0.419175	0.43572	985	412.887	429.1854	0.45	0.1857993	0.1931334
	Inga feuillei (M)	Guaba (M)	0.78	0.47784	5.76	5.92	0.5	1.376168	1.4144	985	1355.53	1393.179	0.45	0.6099866	0.6269307
	Inga feuillei (G)	Guaba (G)	1.2	1.13097	9.26	9.5	0.5	5.236407	5.37212	985	5157.86	5291.542	0.45	2.3210372	2.3811937
	Mangifera indica (M)	Mango (M)	0.98	0.7543	5.8	5.9	0.5	2.18746	2.22517	580	1268.73	1290.601	0.45	0.5709269	0.5807705

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E5	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.60	0.28274	7.53	7.6	0.5	1.064529	1.07442	1030	1096.46	1106.657	0.45	0.493409	0.4979958
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	0.90	0.63617	12.5	12.9	0.5	3.976078	4.10331	1030	4095.36	4226.412	0.45	1.8429122	1.9018854
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.21	0.10391	3.5	3.56	0.5	0.181839	0.18496	650	118.196	120.2218	0.45	0.053188	0.0540998
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E6	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.47	0.17349	3.87	3.93	0.5	0.335712	0.34092	1030	345.783	351.1441	0.45	0.1556024	0.1580148
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.76	0.45365	5.90	6.07	0.5	1.338256	1.37682	1030	1378.4	1418.12	0.45	0.6202815	0.638154
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	0.85	0.56745	9.80	9.85	0.5	2.780506	2.79469	1030	2863.92	2878.533	0.45	1.2887645	1.2953398
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.28	0.18473	3.90	3.95	0.5	0.360215	0.36483	650	234.14	237.1416	0.45	0.1053629	0.1067137
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E7	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.7	0.38485	3.8	3.96	0.5	0.731206	0.76199	1030	753.142	784.8531	0.45	0.3389138	0.3531839
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.90	0.63617	6.59	6.78	0.5	2.096188	2.15662	1030	2159.07	2221.324	0.45	0.9715833	0.9995956
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	1.16	1.05683	9.96	10.18	0.5	5.263022	5.37927	1030	5420.91	5540.652	0.45	2.4394108	2.4932934
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.25	0.14726	2.98	3.06	0.5	0.219421	0.22531	650	142.623	146.4522	0.45	0.0641805	0.0659035

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E8	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.65	0.33183	3.82	3.9	0.5	0.633797	0.64707	1030	652.811	666.482	0.45	0.2937648	0.2999169
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.78	0.47784	7.84	7.95	0.5	1.873118	1.8994	1030	1929.31	1956.381	0.45	0.8681902	0.8803715
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	1.32	1.36848	10.96	11.07	0.5	7.499258	7.57452	1030	7724.24	7801.76	0.45	3.4759061	3.5107921
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.32	0.24127	3.20	3.26	0.5	0.386039	0.39328	650	250.925	255.6301	0.45	0.1129164	0.1150336
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E9	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.5	0.19635	3.72	3.80	0.5	0.36521	0.37306	1030	376.166	384.2561	0.45	0.1692749	0.1729152
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.65	0.33183	6.98	7.07	0.5	1.158089	1.17302	1030	1192.83	1208.212	0.45	0.5367744	0.5436955
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	1.26	1.2469	10.32	10.44	0.5	6.433994	6.50881	1030	6627.01	6704.072	0.45	2.9821564	3.0168326
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.21	0.10391	3.06	3.10	0.5	0.15898	0.16106	650	103.337	104.6875	0.45	0.0465015	0.0471094
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E10	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.44	0.15205	2.78	2.86	0.5	0.211354	0.21744	1030	217.694	223.959	0.45	0.0979625	0.1007815
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.70	0.38485	6.10	6.17	0.5	1.173778	1.18725	1030	1208.99	1222.865	0.45	0.5440459	0.550289
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	1.30	1.32732	11.37	11.46	0.5	7.545831	7.60556	1030	7772.21	7833.727	0.45	3.4974925	3.5251772
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.19	0.08506	2.50	2.70	0.5	0.106323	0.11483	650	69.1101	74.63894	0.45	0.0310996	0.0335875

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E11	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.49	0.18857	3.67	3.76	0.5	0.346033	0.35452	1030	356.414	365.1549	0.45	0.1603865	0.1643197
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.65	0.33183	6.30	6.35	0.5	1.045267	1.05356	1030	1076.62	1085.169	0.45	0.4844812	0.4883262
	Prosopis limensis (G)	Algarrobo	0.78	0.47784	10.04	10.13	0.5	2.398738	2.42024	1030	2470.7	2492.848	0.45	1.111815	1.1217815
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.20	0.09425	2.97	3.04	0.5	0.139958	0.14326	650	90.9727	93.11681	0.45	0.0409377	0.0419026
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E12	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.43	0.14522	3.2	3.25	0.5	0.232352	0.23598	1030	239.323	243.0622	0.45	0.1076952	0.109378
	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.16	0.06032	1.89	1.98	0.5	0.057001	0.05972	650	37.0507	38.81501	0.45	0.0166728	0.0174668
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.18	0.07634	3.05	3.12	0.5	0.11642	0.11909	650	75.6727	77.40947	0.45	0.0340527	0.0348343
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E13	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.33	0.08553	6.76	6.82	0.5	0.289091	0.29166	1030	297.764	300.4065	0.45	0.1339936	0.1351829
	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.17	0.06809	1.76	1.86	0.5	0.059923	0.06333	650	38.9498	41.16284	0.45	0.0175274	0.0185233
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.20	0.09425	2.80	2.90	0.5	0.131947	0.13666	650	85.7655	88.82853	0.45	0.0385945	0.0399728
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E14	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.19	0.08506	1.50	1.60	0.5	0.063794	0.06805	650	41.4661	44.23048	0.45	0.0186597	0.0199037

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E15	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.35	0.09621	3.04	3.10	0.5	0.146241	0.14913	1030	150.628	153.6013	0.45	0.0677828	0.0691206
	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.14	0.04618	1.93	1.98	0.5	0.044565	0.04572	650	28.9673	29.71774	0.45	0.0130353	0.013373
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E16	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.16	0.06032	1.90	1.96	0.5	0.057303	0.05911	650	37.2467	38.42293	0.45	0.016761	0.0172903
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E17	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.24	0.13572	2.58	2.63	0.5	0.175075	0.17847	650	113.799	116.0039	0.45	0.0512093	0.0522018
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E18	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.15	0.05301	1.64	1.71	0.5	0.043472	0.04533	650	28.2567	29.46274	0.45	0.0127155	0.0132582
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.10	0.02356	2.15	2.21	0.5	0.025329	0.02604	650	16.4639	16.92337	0.45	0.0074088	0.0076155
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E19	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.21	0.10391	1.50	1.54	0.5	0.077931	0.08001	650	50.6552	52.00604	0.45	0.0227949	0.0234027

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E20	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.19	0.08506	1.46	1.51	0.5	0.062093	0.06422	650	40.3603	41.74252	0.45	0.0181621	0.0187841
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E21	Beautempsia avicennifolia (P)	Vichayo	0.13	0.03982	0.80	0.84	0.5	0.015928	0.01672	650	10.3531	10.87077	0.45	0.0046589	0.0048918
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E22	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.16	0.06032	1.92	1.96	0.5	0.057906	0.05911	650	37.6388	38.42293	0.45	0.0169375	0.0172903
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m2)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m3) V1	Volumen Fin (m3) V2	Densidad (kg/m3)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E23	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.24	0.04524	2.30	2.36	0.5	0.052025	0.05338	1030	53.5855	54.9834	0.45	0.0241135	0.0247425
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.45	0.15904	6.17	6.20	0.5	0.490648	0.49303	1030	505.367	507.8247	0.45	0.2274154	0.2285211
	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.14	0.04618	1.58	1.61	0.5	0.036483	0.03718	650	23.7142	24.16442	0.45	0.0106714	0.010874
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.14	0.04618	2.40	2.43	0.5	0.055418	0.05611	650	36.0215	36.47177	0.45	0.0162097	0.0164123

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m ²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m ³) V1	Volumen Fin (m ³) V2	Densidad (kg/m ³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E24	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.35	0.09621	2.59	2.64	0.5	0.124594	0.127	1030	128.331	130.8088	0.45	0.0577491	0.058864
	Prosopis limensis (M)	Algarrobo	0.39	0.11946	4.09	4.15	0.5	0.244294	0.24788	1030	251.623	255.3139	0.45	0.1132302	0.1148912
	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.15	0.05301	1.42	1.48	0.5	0.03764	0.03923	650	24.4661	25.49991	0.45	0.0110098	0.011475
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.17	0.06809	2.52	2.58	0.5	0.085798	0.08784	650	55.769	57.09684	0.45	0.0250961	0.0256936
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m ²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m ³) V1	Volumen Fin (m ³) V2	Densidad (kg/m ³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E25	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.40	0.12566	3.16	3.22	0.5	0.198549	0.20232	1030	204.505	208.3881	0.45	0.0920273	0.0937747
	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.13	0.03982	1.24	1.30	0.5	0.024688	0.02588	650	16.0473	16.82382	0.45	0.0072213	0.0075707
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.17	0.06809	2.77	2.81	0.5	0.09431	0.09567	650	61.3016	62.18686	0.45	0.0275857	0.0279841
Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m ²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m ³) V1	Volumen Fin (m ³) V2	Densidad (kg/m ³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E26	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.32	0.08042	3.23	3.29	0.5	0.129886	0.1323	1030	133.783	136.2677	0.45	0.0602022	0.0613205
	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.16	0.06032	1.78	1.84	0.5	0.053684	0.05549	650	34.8943	36.07051	0.45	0.0157024	0.0162317
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.19	0.08506	2.93	2.98	0.5	0.124611	0.12674	650	80.9971	82.37927	0.45	0.0364487	0.0370707

Transecto	Especie	Nombre común	DAP	ÁREA BASAL (m²)	Altura Inic (m) H1	Altura Fin (m) H2	Cf	Volumen Ini (m³) V1	Volumen Fin (m³) V2	Densidad (kg/m³)	Biomasa 1 (kg)	Biomasa 2 (kg)	factor de carbono	Contenido de C biomasa 1 en Tn	Contenido de C biomasa 2 en Tn
E27	Prosopis limensis (P)	Algarrobo	0.34	0.09079	3.90	3.96	0.5	0.177044	0.17977	1030	182.356	185.1613	0.45	0.0820601	0.0833226
	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.18	0.07634	1.75	1.80	0.5	0.066798	0.06871	650	43.4188	44.65931	0.45	0.0195384	0.0200967
E28	Beautempsia avicennifolia (M)	Vichayo	0.14	0.04618	1.20	1.23	0.5	0.027709	0.0284	650	18.0108	18.46102	0.45	0.0081048	0.0083075
	Beautempsia avicennifolia (G)	Vichayo	0.17	0.06809	2.87	2.91	0.5	0.097715	0.09908	650	63.5147	64.39992	0.45	0.0285816	0.02898

Anexo 2.

Estimación de C total en biomasa aérea de árboles y arbustos (Tn) de transectos E2 a E28

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E2	Prosopis limensis (M)	8	0.558058765	4.464470116
	Prosopis limensis (G)	5	1.490232901	7.451164507
	Beautempsia avicennifolia (G)	12	0.132857313	1.594287759
TOTAL				13.50992238

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E3	Prosopis limensis (P)	5	0.166166979	0.830834895
	Prosopis limensis (M)	5	0.73198181	3.659909052
	Prosopis limensis (G)	35	2.744219196	96.04767187
TOTAL				100.5384158

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E4	Inga feuillei (P)	3	0.189466344	0.568399033
	Inga feuillei (M)	9	0.61845867	5.566128034
	Inga feuillei (G)	8	2.351115477	18.80892382
	Mangifera indica (M)	11	0.575848726	6.334335988
TOTAL				31.27778687

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E5	Prosopis limensis (M)	3	0.495702441	1.487107322
	Prosopis limensis (G)	3	1.872398843	5.617196528
	Beautempsia avicennifolia (G)	2	0.053643895	0.10728779
TOTAL				7.211591641

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E6	Prosopis limensis (P)	9	0.156808625	1.411277626
	Prosopis limensis (M)	7	0.629217747	4.40452423
	Prosopis limensis (G)	10	1.292052125	12.92052125
	Beautempsia avicennifolia (G)	10	0.106038295	1.060382946
TOTAL				19.79670605

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E7	Prosopis limensis (P)	4	0.346048866	1.384195462
	Prosopis limensis (M)	7	0.98558947	6.899126287
	Prosopis limensis (G)	18	2.466352077	44.39433739
	Beautempsia avicennifolia (G)	24	0.065042013	1.561008302
TOTAL				54.23866744

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E8	Prosopis limensis (P)	7	0.296840833	2.077885833
	Prosopis limensis (M)	3	0.874280846	2.622842538
	Prosopis limensis (G)	6	3.4933491	20.9600946
	Beautempsia avicennifolia (G)	17	0.113974971	1.937574504
TOTAL				27.59839748

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E9	Prosopis limensis (P)	4	0.171095063	0.684380252
	Prosopis limensis (M)	7	0.540234936	3.781644554
	Prosopis limensis (G)	12	2.999494486	35.99393383
	Beautempsia avicennifolia (G)	36	0.046805438	1.68499578
TOTAL				42.14495442

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E10	Prosopis limensis (P)	4	0.099372013	0.39748805
	Prosopis limensis (M)	8	0.547167472	4.377339773
	Prosopis limensis (G)	8	3.511334832	28.09067865
	Beautempsia avicennifolia (G)	24	0.032343541	0.776244976
TOTAL			33.64175145	

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E11	Prosopis limensis (P)	2	0.162353106	0.324706213
	Prosopis limensis (M)	6	0.486403697	2.918422183
	Prosopis limensis (G)	7	1.116798269	7.817587883
	Beautempsia avicennifolia (G)	30	0.041420132	1.24260396
TOTAL			12.30332024	

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E12	Prosopis limensis (P)	1	0.10853661	0.10853661
	Beautempsia avicennifolia (M)	20	0.017069781	0.341395617
	Beautempsia avicennifolia (G)	12	0.034443493	0.413321917
TOTAL			0.863254145	

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E13	Prosopis limensis (M)	1	0.134588291	0.134588291
	Beautempsia avicennifolia (M)	10	0.018025338	0.180253385
	Beautempsia avicennifolia (G)	5	0.039283653	0.196418263
TOTAL			0.511259939	

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E14	Beautempsia avicennifolia (M)	11	0.019281726	0.212098988
TOTAL			0.212098988	

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E15	Beautempsia avicennifolia (P)	8	0.068451676	0.547613411
	Beautempsia avicennifolia (M)	1	0.013204132	0.013204132
TOTAL				0.560817543
Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E16	Beautempsia avicennifolia (M)	9	0.017025673	0.153231056
TOTAL				0.153231056
Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E17	Beautempsia avicennifolia (G)	16	0.051705557	0.827288914
TOTAL				0.827288914
Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E18	Beautempsia avicennifolia (M)	6	0.012986865	0.077921193
	Beautempsia avicennifolia (G)	1	0.007512137	0.007512137
TOTAL				0.08543333
Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E19	Beautempsia avicennifolia (M)	7	0.023098788	0.161691514
TOTAL				0.161691514
Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E20	Beautempsia avicennifolia (M)	15	0.018473138	0.277097065
TOTAL				0.277097065

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E21	Beautempsia avicennifolia (P)	10	0.0047754	0.047753759
TOTAL				0.047753759

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E22	Beautempsia avicennifolia (M)	7	0.017113889	0.119797222
TOTAL				0.119797222

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E23	Prosopis limensis (P)	3	0.024428007	0.07328402
	Prosopis limensis (M)	2	0.227968245	0.45593649
	Beautempsia avicennifolia (M)	4	0.01077268	0.043090721
	Beautempsia avicennifolia (G)	2	0.016310986	0.032621972
TOTAL				0.604933203

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E24	Prosopis limensis (P)	1	0.058306558	0.058306558
	Prosopis limensis (M)	2	0.114060706	0.228121411
	Beautempsia avicennifolia (M)	6	0.011242361	0.067454167
	Beautempsia avicennifolia (G)	7	0.025394814	0.177763697
TOTAL				0.531645833

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E25	Prosopis limensis (P)	3	0.092900979	0.278702937
	Beautempsia avicennifolia (M)	8	0.007396009	0.059168073
	Beautempsia avicennifolia (G)	3	0.027784914	0.083354742
TOTAL				0.421225751

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E26	Prosopis limensis (P)	1	0.060761317	0.060761317
	Beautempsia avicennifolia (M)	15	0.015967082	0.239506227
	Beautempsia avicennifolia (G)	4	0.036759678	0.147038712
TOTAL				0.447306257

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E27	Prosopis limensis (P)	3	0.082691336	0.248074008
	Beautempsia avicennifolia (M)	13	0.019817569	0.257628397
TOTAL				0.505702405

Transecto	Especie	# de individuos	Promedio Contenido de C biomasa en Tn	Contenido total de C biomasa (Tn)
E28	Beautempsia avicennifolia (M)	7	0.008206148	0.057443038
	Beautempsia avicennifolia (G)	1	0.028780789	0.028780789
TOTAL				0.086223827

Anexo 3.

Variables de indicadores medidos con la estación meteorológica en el Fundo Sausal (2017-2018)

	Temperatura externa Máxima (°C)	Temperatura externa Mínima (°C)	Humedad relativa Máxima (%)	Humedad relativa Mínima (%)	Punto de Rocío Máxima (°C)	Punto de Rocío Mínima (°C)	Velocidad de Viento Máxima (m/s)	Velocidad de Viento Mínimo (m/s)	Radiación solar maxima (W/m ²)	Radiación solar minima (W/m ²)	Índice de radiación UV máxima	Índice de radiación UV mínima
Agosto	29.4	15.4	92	52	20.7	16.1	3.6	0.4	1249	7	5.9	0.3
Setiembre	29.9	14.6	93	49	21.2	14.9	4.5	0.4	1109	3	6.6	0.3
Octubre	31.2	15.1	94	50	21.5	15.4	4.5	0.4	1529	1	6.6	0.3
Noviembre	31.7	16.4	95	51	21.7	15.6	4	0.4	1506	1	6.5	0.3
Diciembre	34.4	16.9	97	51	22.4	15.9	4	0.4	1409	2	15.9	0.3
Enero	33.4	19.4	98	54	24	17.9	3.6	0.4	1289	12	16.9	1
Febrero	32.4	18.4	97	53	23.5	17.4	5.8	0.4	1319	10	16.8	1
Marzo	29.2	17.6	96	52	22.5	16.4	6.7	0.4	1259	5	14.8	1
Promedio	21.7		79.78		18.4		4.6		1333.6		11.25	

Nota: La dirección del viento no está reportado en este informe. Consultar con el autor

Anexo 4.

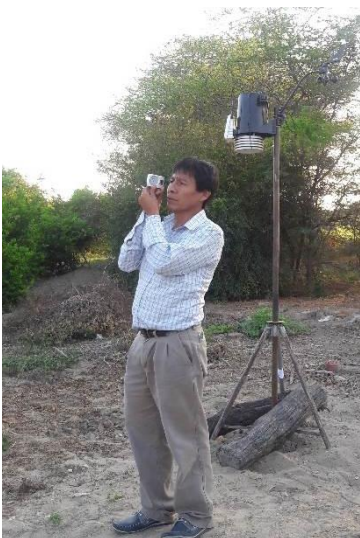
Fotos de evidencia del trabajo de campo



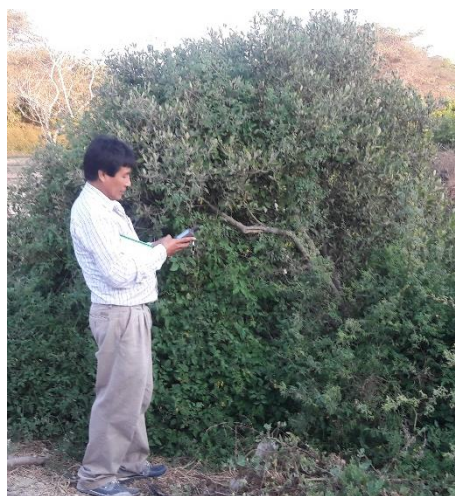
Instalación de la estación meteorológica en la zona de



Aprendiendo el uso y manejo del clinómetro para medir las alturas de árboles



Estación meteorológica y clinómetro



Midiendo las coordenadas con el GPS



Colocación de estacas delimitando los transectos de 10x100 m usando wincha, machete, comba, estacas. Se anotaba las coordenadas de cada punto



Pintado de árboles y arbustos por transecto seleccionados para la medición, celeste **Grande**, blanco **Pequeño** y rojo **Mediano**



Midiendo a la altura del pecho, DAP



Muestra de algarrobos



Muestra de más
algarrobos



Muestra de
vichayos



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Gerardo Santamaria
Título del ejercicio: TESIS DE MAESTRÍA FINAL
Título de la entrega: VARIACIÓN DE INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO Y SU R...
Nombre del archivo: TESIS_DE_MAESTRIA_FINAL_CORREGIDO_PARA_NUEVA_REVIS...
Tamaño del archivo: 3.68M
Total páginas: 91
Total de palabras: 21,787
Total de caracteres: 109,749
Fecha de entrega: 06-dic.-2023 09:45a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2250012214



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL

VARIACIÓN DE INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO Y SU
RELACIÓN CON LA CAPACIDAD DE CAPTURA DE CARBONO EN
EL ÁREA RURAL DE MÓRROPE-LAMBAYEQUE Agosto de 2017 –
Enero de 2018

TESIS

Presentada para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias con mención
en Ingeniería Ambiental

PRESENTADA POR :
Ing. Gerardo Santamaría Baldera

LAMBAYEQUE – PERÚ- 2023


Dr César Alberto García Espinoza
Departamento Académico de Procesos y Operaciones Unitarias FIQIA
DNI: 16776183
ASESOR

VARIACIÓN DE INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO Y SU RELACIÓN CON LA CCC

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	teoriadelcolor2013.blogspot.com	1%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.gestiondelriesgo.gov.co	1%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.ucp.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	FCA CONSULTORES AMBIENTALES S.A.C.. "PAMA del Fundo Blueberries Perú- IGA0013774", R.D.G. N° 349-2018-MINAGRI- DVDIAR-DGAAA, 2021	1%
	Publicación	
5	bvpad.indec.gov.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	1%
	Trabajo del estudiante	
	 Dr César Alberto García Espinoza	
7	www.sistemashorticolasalmeria.com	1%
	Fuente de Internet	

8	bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080 Fuente de Internet	<1 %
9	www.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	dspace.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
12	revistas.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
14	www.aecidcf.org.co Fuente de Internet	<1 %
15	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
16	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
18	pdfcookie.com Fuente de Internet	 Dr César Alberto García Espinoza <1 %
19	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
21	palmera.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	web2.senamhi.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
25	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.uisrael.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
28	revistas.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	www.agro-tecnologia-tropical.com Fuente de Internet	<1 %
30	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
31	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %


 Dr César Alberto García Espinoza

32	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
33	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	ASILORZA SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "Modificación del PAD para los Proyectos de Transmisión de la Zona Norte de Lima Relacionada al PAMA para la Modificación de la Línea L669/L670-IGA0019490", R.D. N° 0046-2022-MINEM/DGAAE, 2022 Publicación	<1 %
35	revistas.ut.edu.co Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	revistas.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	zagan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
39	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	branded.larazon.es Fuente de Internet	<1 %
41	journalalphacentauri.com Fuente de Internet	<1 %


 Dr César Alberto García Espinoza

42

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

43

ECO PLANET E.I.R.L.. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego de los Canales Sauce Bajo, Cerro Serrano, Chaparral Válvulas y Pacanguilla Bajo-IGA0013518", R.D.G. N° 201-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

44

ECOPLANETA E.I.R.L.. "PAMA del Fundo Avo-IGA0013120", R.D.G. N° 431-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

45

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

ddd.uab.cat

Fuente de Internet

<1 %

47

ECO PLANET E.I.R.L.. "DAAC de la Granja Malvinas II-IGA0013123", R.D.G. N° 211-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

48

Sandoval, Jairo Antonio Ceballos. "La Apropiación Social del Conocimiento (ASC) Como un Proceso Estratégico Para la Buena Gobernanza Frente al Cambio Climático: Un

<1 %

Analisis Desde el Contexto Colombiano", Universidade de Lisboa (Portugal), 2022

Publicación

49

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

50

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

51

rua.ua.es

Fuente de Internet

<1 %

52

www.scielo.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

53

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

54

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

55

sired.udenar.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

56

www.semanticscholar.org

Fuente de Internet

<1 %

57

www.uv.es

Fuente de Internet


Dr César Alberto García Espinoza <1 %

58

ECO PLANET E.I.R.L.. "DAAC de la Planta de
Incubación R4G-IGA0013638", R.D.G. N° 200-
2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

59	Submitted to Universidad Del Magdalena Trabajo del estudiante	<1 %
60	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos Trabajo del estudiante	<1 %
61	ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "PAMA del Fundo Semillero-IGA0014591", R.D.G. N° 518- 2018-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021 Publicación	<1 %
62	Submitted to Universidad ICESI Trabajo del estudiante	<1 %
63	bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083 Fuente de Internet	<1 %
64	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
65	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
66	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
67	thinklandscape.globallandscapesforum.org Fuente de Internet	<1 %
68	www2.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
69	Sara Luna, Pilar Ramos, Francisco Rivera. "Coping strategies, stress and health of	<1 %

grandmothers caring for ascending and descending relatives / Afrontamiento, estrés y salud en abuelas cuidadoras de familiares ascendentes y descendentes", Estudios de Psicología, 2016

Publicación

70

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

71

prisma.org.sv

Fuente de Internet

<1 %

72

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

73

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

74

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

75

Armando Gómez-Guerrero, Arian Correa-Díaz, Luis U. Castruita-Esparza. "CAMBIO CLIMÁTICO Y DINÁMICA DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES", Revista Fitotecnia Mexicana, 2021

Publicación

<1 %

76

ECO PLANET E.I.R.L.. "Informe de Gestión Ambiental de Producción Agrícola de los Sectores Vichanzao, la Merced y la Cruz-

<1 %


Dr César Alberto García Espinoza

IGA0014138", R.D.G. N° 453-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

77

ECOPLANETA E.I.R.L.. "DAAC de la Granja Río Hondo I y II-IGA0013083", R.D.G. N° 241-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

78

doczz.net

Fuente de Internet

<1 %

79

pdfslide.tips

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr César Alberto García Espinoza