

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Trabajo de Investigación

**Evaluación de la eficiencia de captura de carbono
por parte de la flora fanerogámica nativa presente
en el parque recreacional Selva Alegre en la
ciudad de Arequipa**

Valeria Claudia Mora López

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Ambiental

Arequipa, 2020

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Continental por brindarme la oportunidad de estudios, el espacio y las personas competentes para el desarrollo de mi trabajo de investigación, de la misma manera agradezco a mis asesores y profesores de carrera que me apoyaron en los resultados y en las primeras revisiones antes del trabajo final.

De manera especial agradezco al Ingeniero Anieval Peña Rojas por el tiempo que compartió sus enseñanzas y su buen ejemplo dentro de clases, ha sido una de las personas que más me inspiro para seguir adelante con mi idea y poder pulir poco a poco mi tema de investigación.

Por otro lado, agradezco al MSc. Anthony Salazar Torres por las recomendaciones y revisiones que realizó antes de la culminación del presente trabajo, resaltó la vocación y entrega como docente que es característico en él. Deseando el mayor de los éxitos para las personas que participaron como apoyo para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres porque fueron los autores principales de que pueda estudiar y culminar mi carrera, a Dios por guiar mi camino hacia el éxito, tomar buenas decisiones y salir adelante. De manera especial lo dedico a mis abuelos que a pesar de que ya no estén a mi lado, ellos siempre confiaron en mis capacidades y me motivaron a nunca rendirme.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN.....	x
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Justificación e importancia	3
1.3.1. Económica	3
1.3.2. Ambiental.....	3
1.3.3. Social.....	4
1.4. Hipótesis y descripción de variables	4
1.4.1. Hipótesis general	4
1.4.2. Hipótesis específicas	4
1.4.3. Operacionalización de variables	4
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes del problema	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.2. Bases teóricas.....	10
2.3. Definición de términos básicos	11
CAPÍTULO III.....	12
METODOLOGÍA.....	12
3.1. Método y alcance de la investigación	12
3.1.1. Método.....	12

3.1.2. Nivel.....	12
3.2. Diseño de la Investigación.....	12
3.2.1. Diseño no experimental	13
3.3. Población y muestra	13
3.3.1. Población.....	13
3.3.2. Muestra.....	13
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	13
3.4.1. Técnica	13
3.4.2. Instrumentos	13
CAPÍTULO IV	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	14
4.1.1. Lugar de ejecución.....	14
4.1.2. Clima	14
4.1.3. Materiales y equipos	14
4.1.4. Procedimiento	15
4.1.5. Análisis estadístico	15
4.1.6. Etapa de análisis de datos generales.....	15
4.1.7. Etapa de análisis de datos específicos	16
4.1.8. Selección de especies representativas para el estudio	19
4.2. Presentación de datos.....	20
4.2.1. Biomasa y almacenamiento de carbono en las especies representativas fanerogámicas	20
4.2.2. Captura de carbono por las especies representativas.....	21
4.3. Prueba de Hipótesis	22
4.3.1. Hipótesis de investigación.....	22
4.3.2. Hipótesis estadística	22
4.3.3. Significancia.....	22
4.3.4. Población de hipótesis	22
4.3.5. Muestra.....	22
4.3.6. Datos	22
4.3.7. Estadístico de prueba	23
4.3.8. Decisión.....	24
4.3.9. Conclusión.....	24

4.4. Discusión de resultados	24
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES	26
REFERENCIAS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización de variables	4
Tabla 2. Tabla de Materiales y equipos	14
Tabla 3. Superficie y porcentajes de las tierras de Perú y de la Región de Arequipa	15
Tabla 4. Estimación de Áreas para arborización	17
Tabla 5. Especies representativas para el estudio de captura de carbono	19
Tabla 6. Biomasa total de la especie Molle	20
Tabla 7. Biomasa total de la especie Pino	20
Tabla 8. Almacenamiento de carbono de la especie Molle	20
Tabla 9. Almacenamiento de carbono de la especie Pino	21
Tabla 10. Captura de carbono de la especie Molle	21
Tabla 11. Captura de carbono de la especie Pino	21
Tabla 12. Datos para la prueba T-student de las dos especies representativas	22
Tabla 13. Resultado de análisis de varianzas	23
Tabla 14. Resultado de análisis de medias	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parque Recreacional Selva Alegre Arequipa – Perú	2
Figura 2. Datos en colores del uso de la capacidad de Tierra de la Región de Arequipa .	16
Figura 3. Distribución de las Superficies Potenciales a Reforestar en la Región de Arequipa	16
Figura 4. Especies forestales nativas presentes en la Región de Arequipa	18
Figura 5. Características ecológicas de las especies nativas de la Región Arequipa	19

RESUMEN

El estudio se realizó en el Parque recreacional Selva Alegre, ubicado en el distrito de Cercado en la ciudad de Arequipa; con el objetivo de determinar la eficiencia de la captura de carbono mediante especies fanerogámicas nativas representativas de la ciudad, dando respuesta al problema ambiental identificado que es el calentamiento global y los gases de efecto invernadero. Para esta investigación se usó componentes como biomasa total, almacenamiento de carbono y captura de carbono para delimitar los datos de estudio. Se tomó como especies representativas al *Schinus molle* y *Pinus radiata* insertándolos en la prueba T-student para realizar una diferenciación de medias independientes, se determinó una significancia de $\alpha = 0.05$ que sirvió de base para poder dar respuesta a la hipótesis planteada. La metodología usada es la investigación científica que se trata en concreto de evaluar datos de manera cuantitativa y cualitativa; en este método se desarrolla las características físicas vistas a simple vista de la flora fanerogámica. La investigación es básica y cumple con la función de incrementar conocimientos científicos abordando el problema ambiental. Por antecedentes e información recopilada se obtuvo una serie de figuras y tablas donde se detalla información acerca de las especies nativas. Los resultados a esta investigación son positivos ya que las especies representativas *Schinus molle* y *Pinus radiata* tienen igual contribución en la eficiencia de captura de carbono, los valores obtenidos por análisis de varianza son p-value = 0.8115 y para el análisis de medias es p-value = 0.9313 aceptando la H_0 y rechazando la H_1 , con un nivel de confianza al 95%.

Palabras claves: flora fanerogámica, captura de carbono, biomasa, almacenamiento de carbono

ABSTRACT

The study was carried out in the Selva Alegre Recreational Park, located in the district of Cercado in the city of Arequipa; with the objective of determining the efficiency of carbon capture by means of native phanerogamic species representative of the city, giving response to the identified environmental problem that is global warming and greenhouse gases. For this research, components such as total biomass, carbon storage and carbon capture were used to delimit the study data. *Schinus molle* and *Pinus radiata* were taken as representative species, inserting them in the T-student test to make a differentiation of independent means. A significance of $\alpha = 0.05$ was determined, which served as a base to be able to give an answer to the hypothesis raised. The methodology used is the scientific research that deals specifically with evaluating data in a quantitative and qualitative way; in this method the physical characteristics seen at first sight of the phanerogamic flora are developed. The research is basic and fulfills the function of increasing scientific knowledge by addressing the environmental problem. By background and information gathered, a series of figures and tables were obtained where information about native species is detailed. The results of this research are positive since the representative species *Schinus molle* and *Pinus radiata* have equal contribution in the efficiency of carbon capture, the values obtained by analysis of variance are $p\text{-value} = 0.8115$ and for the analysis of means it is $p\text{-value} = 0.9313$ accepting H_0 and rejecting H_1 , with a confidence level of 95%.

Keywords: phanerogamic flora, carbon capture, biomass, carbon storage

INTRODUCCIÓN

Actualmente el dióxido de carbono es calificado como uno de los gases principales que participan en el fenómeno conocido como efecto invernadero, el CO₂ es generado por la propia actividad humana, quema de combustibles, variación en la temperatura de la tierra, contaminación, uso del suelo, etc. Así mismo, es conocido que la emisión de gases de efecto invernadero es uno de los principales promotores del “calentamiento global”; el cual, produce consecuencias tales como: la reducción o deshielo de glaciares, alteraciones pluviométricas (sequías o inundaciones), inviernos más crudos, incremento del nivel del mar, inundaciones en poblaciones que se encuentran cercanas a las costas entre otros problemas que van siendo conocidos día a día.

La vegetación o flora fanerogámica presente en la ciudad de Arequipa es conocida por tener distintas propiedades beneficiosas para combatir problemas ambientales, las especies nativas de esta región, contribuyen a la captura de carbono en las áreas verdes de la ciudad. A su vez, la idea de evaluar su eficiencia en la captura de carbono y como potencial consecuencia, promover el aumento de su cobertura vegetal, da un paso cercano a lo que se conoce como valor agregado.

Las áreas verdes de Arequipa son uno de los principales atractivos turísticos es por eso que se debe formular ideas de cómo conservarlas y usarlas a nuestro favor para combatir problemas ambientales. El parque Selva Alegre, se caracteriza por la variedad de flora fanerogámica presente, (árboles, arbustos, flores y diferentes especies embellecedoras que lo rodean). El uso de este parque es recreativo y turístico, siendo su localización de fácil acceso a la mayor parte de la población local.

La metodología que se utilizara en el presente proyecto, será de naturaleza cualitativa y cuantitativa, debido a que, la evaluación del terreno se realizará por m^2 de las zonas definidas como áreas verdes, se hará la clasificación de algunas de las especies presentes en el parque Selva Alegre y un breve reconocimiento de los beneficios y cualidades con las que cuenta cada una de las especies identificadas. Los protocolos que se deben seguir para la medición de captura de carbono dependerá mucho de la medición y evaluación que se haga a las especies identificadas.

Los capítulos presentan la siguiente información: en el primer capítulo se observa el planteamiento y formulación del problema, junto con los objetivos y justificación. En el segundo capítulo, se tiene un listado de antecedentes que sirven como sustento para las

bases teóricas y algunas definiciones de términos básicos. El tercer y cuarto capítulo, determina la metodología y resultados respectivamente. Presentando así; soluciones, conclusiones y recomendaciones en el espectro de la presente investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad la población en general viene concientizándose con respecto al desarrollo sostenible de nuestras sociedades, nos encontramos en una era donde el “pensamiento verde” es una parte importante de nosotros, es primordial evaluarnos como ciudadanos o individuos cuando nos referimos al uso que le damos a las zonas verdes con las que contamos en toda nuestra región; debemos pensar en toda la comunidad como un grupo multidisciplinario y diverso que debe contribuir al cambio de manera inmediata para no dejar una huella negativa en las áreas geográficas que habitamos. Las migraciones y falta de conciencia ambiental son algunas de las causas del deterioro de las zonas verdes que alberga nuestra ciudad, estas traen como consecuencia la urbanización sin un plan territorial y la destrucción o desaparición por completo de las áreas verdes.

Si hablamos de manera local, Arequipa cuenta con más de un parque recreacional que se caracteriza por tener diferentes especies de flora y en la mayoría de los casos estas son nativas, o presentan características que son favorables para el tipo de área donde pueden crecer. En esta investigación, el área geográfica de estudio está delimitada al parque Selva Alegre ya que reúne las cualidades necesarias para evaluar un área verde, siendo este uno de los más grandes centros de esparcimiento y representativo del centro de la ciudad.

Las personas día a día ven el incremento de la contaminación y junto con ella la acumulación de dióxido de carbono en nuestra atmósfera, lo que buscamos en la presente

investigación es evaluar la capacidad con la cual cuenta cada especie fanerogámica identificada en el Parque Selva Alegre y su eficiencia en la captura de carbono y a su vez, que el presente estudio sirva como alternativa de cambio y una respuesta frente al problema de emisión de gases de efecto invernadero tales como el dióxido de carbono que enfrenta la ciudad de Arequipa. Según (Ordóñez y Masera 2016), la vegetación como tal tiene la validez de asimilar el carbono e incorporarlo a su beneficio, es decir, lo fija y lo almacena por largos periodos a través del procesos de la fotosíntesis. Es por este discernimiento que los bosques son importantes canales de carbono.



Figura 1. Parque Recreacional Selva Alegre Arequipa – Perú

Fuente: («Google Maps» 2020)

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la contribución en la eficiencia de captura de carbono, por parte de la flora fanerogámica nativa del Parque Selva Alegre de la ciudad de Arequipa?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye la presencia de vegetación en el Parque Selva Alegre en la captura de carbono de la ciudad de Arequipa?
- ¿Cuáles son los efectos positivos del uso de especies nativas para la captura de carbono en la ciudad de Arequipa?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar la eficiencia de captura de carbono por parte de las especies pertenecientes a la flora fanerogámica nativa presente en el Parque Selva Alegre de la ciudad de Arequipa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Valorar la eficiencia de captura de carbono por parte de la flora fanerogámica nativa presente en el Parque Selva Alegre.
- Determinar si las especies representativas del Parque recreacional Selva Alegre contribuyen de igual manera para la captura de carbono.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Económica

El presente estudio permite que la valoración turística del Parque recreacional Selva Alegre sea incrementada en popularidad y de la mano con ello sus ingresos por la concurrencia de la gente. Dentro de este parque, se encuentran diferentes negocios tales como restaurantes, tiendas, hoteles, bar, cafeterías, juegos infantiles entre otros. La ciudadanía consumidora tiene una amplia gama de opciones para poder invertir su dinero sin la necesidad de salir de este parque.

1.3.2. Ambiental

La investigación permite dar un nuevo enfoque ambiental a las especies de flora fanerogámica que está presente en el parque Selva Alegre, las especies identificadas serán

caracterizadas para poder reconocer si pueden ser beneficiosas en los procesos de captura de carbono. Un punto importante a tocar, es el terreno con el cual cuentan, ya que este es el conjunto de varios parques que rodean una zona recreacional construida con la finalidad de integrar la interacción entre las personas.

1.3.3. Social

En el ámbito social podemos identificar diferentes cualidades que posee este espacio recreativo. Uno de los atractivos más significativos es el espacio natural con el cual cuentan, dentro del mismo se observa una diversidad de especies de flora y fauna que son presentadas mediante visitas guiadas por personal capacitado. Por otro lado, es necesario resaltar la iniciativa que tiene este parque de poder juntar a familias para que realicen actividades en común, contribuyendo positivamente al estado emocional de los visitantes.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

- La flora fanerogámica nativa presente en el Parque recreacional Selva Alegre contribuye a la eficiencia de captura de carbono en la ciudad de Arequipa.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Las especies de flora fanerogámica nativa localizada dentro del parque recreacional Selva Alegre contribuye eficientemente en la captura de carbono en la ciudad de Arequipa.
- Las especies representativas seleccionadas para el análisis de datos de captura de carbono son iguales en contribución dentro del Parque recreacional Selva Alegre en la ciudad de Arequipa.

1.4.3. Operacionalización de variables

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización de variables

Tipo de variable	Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
					o

Variable Independiente	Evaluación de especies fanerógamica nativas	Valorar la presencia de vegetación en la zona de estudio, que presentan características beneficiosas para la investigación.	Crecimiento	Características físicas y biológicas	Observación y lista de cotejo
			Adaptabilidad	Características físicas	Observación y lista de cotejo
			Comportamiento	Características físicas	Observación y lista de cotejo
Variable dependiente	Eficiencia de captura de carbono	Importancia del uso de vegetación bajo una técnica para reducir el CO ₂ .	Almacenamiento	Capacidad buena	Cuadros porcentuales
				Capacidad media	
				Capacidad baja	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

- El artículo publicado por (Ordóñez y Masera 2016), presenta como objetivo la descripción de un proceso para la captura de carbono en distintos ecosistemas ambientales y la relación que tienen estos con el problema del cambio climático. En cuanto a la metodología, el estudio presenta estimaciones de las densidades de carbono y como estas vienen ligadas a la vegetación dando como resultado desarrollar e implementar nuevos métodos de cuantificación para conocer el comportamiento de los procesos de captura de carbono y cómo interactúan con el medio que los rodea. La información más resaltante con la que contribuye a la información es la idea de generar nuevos mecanismos limpios con la finalidad que los países puedan cumplir roles importantes y sean actores al utilizar vegetación local y mitigar los problemas ambientales.
- En la investigación realizada por (Forero et al. 2018), tuvo como objetivo estimar la biomasa total, el almacenamiento y la fijación del carbono en diferentes plantaciones agroforestales y forestales. Se planteó una metodología por parcelas divididas donde se reconoce las características que presenta cada área y se especifica las especies usadas para la investigación teniendo como resultado el porcentaje de fijación de carbono promedio y la mejor especie reconocida para la fijación del mismo. La contribución que hace a la investigación viene ligada a la reducción o

mitigación del cambio climático y como valor agregado reconoce los cultivos y plantaciones forestales como un buen recurso para dar solución al problema presentado.

- En el artículo científico presentado por (Pérez Pinedo et al. 2015), presenta como objetivo la fijación de captura de carbono en una especie nativa *Schoenoplectus californicus* conocida de manera coloquial como Totora, la metodología usada es conocida como “Walkley y Black” que es básicamente la conversión de carbono a dióxido de carbono. Los resultados son positivos ya que muestran la captación de dióxido de carbono atmosférico en el lugar de la evaluación. Esta información es importante para el presente trabajo porque es un estudio local que especifica que en nuestro país si contamos con especies florísticas que nos ayuden a combatir el problema del carbono atmosférico.
- La investigación presentada por (Zambrano, Franquis y Infante 2004), tiene como objetivo la recopilación de datos sobre especies agrícolas que ayudan a la captura de carbono. No se desarrolla una metodología específica, ya que este trabajo es de investigación y teoría; el aporte que da a nuestra investigación son los conocimientos que debemos tener en cuenta para evaluar a las especies que nos rodean y resaltan que los bosques son la mejor opción para la captura de carbono.
- La investigación realizada por (Soto-Pinto et al. 2005), planteó como objetivo implementar un modelo técnico/social para el problema de dióxido de carbono con la ayuda de sistemas agroforestales y forestales. El tipo de metodología usado es la metodología participativa donde se incluye la cuantificación, modelación y demás con el fin de obtener evidencias sobre la afectación a el área social por este tipo de problema. El valor agregado que dicho artículo le da a nuestra investigación es la inclusión o participación de la comunidad en un tipo de problema como este, y ver la relación cercana que tiene lo social con lo responsablemente ambiental.
- En el trabajo de investigación redactado por (Marcos Solorio et al. 2016), se identifica el objetivo de evaluar el potencial de fijación de dióxido de carbono en los sistemas productivos de cuatro tipos de maíz en la ciudad de México. El método a realizarse va enfocado en distintos procesos de plantación y desarrollo de la especie para poder especificar cual especie resulta mejor para el estudio. Los resultados se ven reflejados en el análisis de varianza ya que muestra diferentes resultados que son significativos para decidir cuál es una especie más eficiente que otra. El aporte que da a la investigación va relacionado con las características genéticas y las

condiciones bajo las cuales se desarrolla una especie, nos explica que es importante saber este tipo de cualidades para explotar a nuestra especie y obtener un mayor resultado esperado.

- El artículo publicado por (Casanova-Lugo, Petit-Aldana y Solorio-Sánchez 2011), establece como objetivo una alternativa ecológicamente sostenible para la captura de carbono en base a sistemas agroforestales. La metodología establecida es principalmente teórica, nos habla sobre datos específicos del uso de tierra y especies agrícolas para la captura de carbono. Si hablamos específicamente de resultados, estos serían la capacidad de producción agropecuaria para ser un problema de degradación en los recursos naturales, pero ligado a nuestra investigación se toma las estrategias ambientales para la captura de carbono. El aporte específico se ve relacionado en la vulnerabilidad que presentan las zonas vegetativas y la poca atención prestada hacia ellas como solución a problemas ambientales.
- El trabajo de investigación presentado por (Gayoso 2001), tiene como objetivo desarrollar las funciones de la biomasa, la reducción y factores de expansión en una metodología de inventario de carbono. La metodología usada está estrechamente direccionada a la medición de captura de carbono con la finalidad de promover proyectos basados en este tópico de manera local e internacional. Los resultados sean basados en el porcentaje de distribución de biomasa como también en la presencia del carbono en nuestro ecosistema forestal. El aporte que deja a nuestra investigación es sobre el uso de comparaciones en especies para la captura de carbono.
- La tesis presentada por (Melo 2015), menciona como objetivo principal la parametrización de modelos de simulación para obtener información de la biomasa inicial y los diferentes valores de área a evaluar. En cuestión de metodología la investigación presenta mecanismos de desarrollo limpio a base de gráficos donde toma en consideración los factores de expansión de biomasa y la distribución de esta. Los resultados muestran valores positivos relacionados a la capacidad de adaptación de las especies florísticas, se observa que el crecimiento y rendimiento de cada una de ellas abre un enlace de sistemas productivos eficientes. Su contribución a la investigación es directamente adaptabilidad de la especie evaluada, la productividad de esta y las peculiaridades con las que cuenta, es decir,

nos sirve de ejemplo para hacer pruebas con distintas especies y escoger la que contenga más cualidades beneficiosas para la captura de carbono.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- En el siguiente artículo redactado por (Concha, Alegre y Pocomucha 2007), presenta como objetivo principal basado en la forma cuantitativa del carbono obtenido de la biomasa aire, utilizando una especie específica de cacao asociada a distintas industrias. La metodología utilizada está bajo un Manual de reservas totales de carbono en el uso de distintos sistemas del uso de la tierra en Perú, se resaltan las ecuaciones alométricas para la selección de árboles, cultivos, hojarasca y pasto. En cuanto a los resultados de manera sorprendente se visualiza que la absorción del dióxido de carbono no depende de la edad de las especies, sino, de la diversidad en la cual se presente. Es enriquecedor para nuestra investigación probar distintos puntos de vistas para llegar a ideas como el uso de más de una especie, aplicación del suelo, determinación del crecimiento y evaluación del tiempo; con ello como base se proyecta una combinación correcta de especies nativas forestales y agroforestales.
- En la investigación presentada por (Martel y Cairampoma 2012), el objetivo descrito nos comenta sobre la comparación de tres zonas de concentración de carbono dando como resultado los bosques de terraza. En su metodología se menciona la estimación de carbono acumulado por la extensión de la zona y las características que presenta esta, las ecuaciones desarrolladas presentan los valores exactos por área que se trabaja. De esta investigación se rescata como se habla de economía y la representación que tiene el carbono en esta, sobre todo hablando de los porcentajes positivos para el PBI nacional.
- El artículo de investigación presentado por (Vela, Pisco y Ruiz 2014), tiene como objetivo estimar la biomasa total y el carbono almacenado en una especie específica de cacao. La metodología utilizada fueron las ecuaciones alométricas y gracias a ellas se pudo determinar biomasa muerta, biomasa viva y el carbono contenido en el suelo. Basado en los resultados, la importancia de captura de carbono es un inicio a las soluciones que enfrenta la comunidad, el ingreso económico por el uso de las especies nativas es un gran atractivo para inversionistas y para estudios científicos.

2.2. Bases teóricas

1. **Flora fanerogámica:** Término técnico usado en botánica, aplicado a estudios de captura de carbono. En botánica existen dos líneas; las criptógamas, que son las algas y helechos, y las fanerógamas que son las "plantas" superiores principalmente terrestres (árboles, vegetación, etc.).
2. **Captura de carbono:** Se define como el almacenamiento y extracción de carbono suspendido en la atmósfera, captado por distintas fuentes como los bosques, océanos o la tierra, este proceso se lleva a cabo por medios físicos o biológicos como la fotosíntesis. Para el enfoque de la investigación se toma en específico a los arboles como principal actor en la captura de carbono, ya que estos son abundantes en la zona que está siendo evaluada.
3. **Especies nativas:** Las especies nativas o también conocidas como especies autóctonas son aquellas especies de plantas (flora fanerogámica), animales o cualquier otro ser vivo, que tiene como característica ser natural de un territorio en específico. Es importante mencionar que no solo se habla de su área geográfica, también se califican bajo condiciones climáticas o su ecosistema. Las especies nativas son usadas como solución para diferentes problemas ambientales, porque otorgan un valor agregado a la investigación. La importancia de conservación de estas hace que la sociedad valore los recursos naturales con los que cuenta e incentive al estudio y reconocimiento de cada una de ellas.
4. **Crecimiento de flora:** Según (Forero et al. 2018), menciona que el crecimiento de una especie se ve ligado al tipo de suelo en el cual ha sido cultivada, los factores climáticos que presenta la zona, la edad de las especies y el tipo de riego que reciba. El desarrollo que presente una planta puede observarse a primera vista y un apoyo para llevar estos cambios son los cuadernos o diarios de campo, las fotos o videos que puedan ser captados en distintos días a lo largo del proceso serán ayuda para verificar los cambios y añadir hechos reales de la investigación.
5. **Adaptabilidad de flora:** Según (Casanova-Lugo, Petit-Aldana y Solorio-Sánchez 2011), comenta que la adaptación de una especie se ve reflejado en el comportamiento de esta, puede usarse para fines ambientales como productivos. Para su evaluación suele usarse estrategias de manejo sostenible, ideas de conservación florísticas y tecnologías verdes.
6. **Comportamiento de flora:** Para definir el comportamiento de una especie florística es necesario evaluar a que aspecto de sus cualidades se está refiriendo, en la

presente investigación se le va a definir como: manera en la cual una especie funciona como almacenadora de carbono que captura en la atmósfera.

2.3. Definición de términos básicos

- **Dióxido de carbono:** Según (Pérez Pinedo et al. 2015), define que el dióxido de carbono (CO₂) es “uno de los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera, generado por actividades humanas y naturales como la quema de combustibles fósiles, incendios forestales, cambios de uso de tierra, etc.”
- **Almacenamiento de carbono:** Según (Forero et al. 2018), nos comenta que el almacenamiento de carbono es la cantidad de biomasa total que presenta una especie basándose en la edad. Gracias a este factor se puede estimar la tasa de fijación de carbono promedio.
- **Cambio climático:** Según (Zambrano, Franquis y Infante 2004), define al cambio climático como una alteración del estado normal del sistema climático terrestre, este también es conocido por ser una de las mayores amenazas a la cual se enfrenta los seres vivos.
- **Gases de efecto invernadero:** (Casanova-Lugo, Petit-Aldana y Solorio-Sánchez 2011), comenta que los gases de efecto invernadero son conocidos a nivel mundial como el conjunto de efectos negativos generados por la actividad humana y teniendo en primer lugar al dióxido de carbono como mayor influente para ellos.
- **Vegetación:** (Gayoso 2001), la define como la diversidad de especies potenciales para el manejo de distintas especies, la representatividad y superficie que ocupan son factores claves para categorizar dichas especies.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método

El método usado para la presente investigación es científico, según (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio 2014), argumenta que básicamente se trata de dos enfoques: cuantitativo y cualitativo donde por su naturaleza se hablan de características generales del problema en estudio, gracias a esto se desarrolla una primera idea para empezar a investigar.

En la investigación se busca recopilar información a base de listas de cotejo y el proceso de observación. Gracias a los datos podremos entender el contexto natural del problema que estamos estudiando.

3.1.2. Nivel

El nivel que presenta la investigación es básica, según los argumentos de (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio 2014), comentan que la investigación básica es fundamentalmente producir conocimientos y distintas teorías del problema que se está estudiando.

Siendo esta de carácter teórica, cumple la finalidad de incrementar conocimientos o información científica sin contrastarlos con algún método práctico.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño no experimental

3.2.1.1. Diseño transversal

Por el tipo de investigación que se desarrolla, se opta por el diseño transversal ya que la base de la investigación es la observación y se tiene diferentes herramientas para poder desarrollarla, no existe manipulación directa de las variables.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

- Especies de flora fanerogámica nativa existente en el Parque Recreacional Selva Alegre de la ciudad de Arequipa.

3.3.2. Muestra

- *Schinus molle* y *Pinus radiata* seleccionadas como especies representativas del Parque Recreacional Selva Alegre de la ciudad de Arequipa.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

El presente trabajo se desarrolla bajo la técnica de observación, esta técnica se basa en tomar notas acerca de los cambios que se van desarrollando en las especies en estudio; un trabajo adicional pueden ser las capturas de fotos y videos para especificar en anexos la evaluación que se va dando.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizan son la lista de cotejo, este listado está relacionado con diferentes indicadores diarios que se usarán para evaluar los cambios en las especies, sirve de control y de evidencia para la toma de datos. También se hace uso de los cuadros porcentuales, estos ayudan a definir en base a una aproximación los resultados positivos o negativos que se obtienen de la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el Parque Recreacional Selva Alegre del distrito de Selva Alegre, ubicado en el Cercado de Arequipa entre las calles: Manuel Ugarteche, Álvarez Tomas y Benavides.

4.1.2. Clima

La temperatura promedio presentada para este año se encuentra a 14.5°C, variando con un margen de error mínimo. Los meses recomendables para realizar estudios y visitas son entre los meses de julio y octubre. Se cuenta con una precipitación pluvial de 75 mm. El clima es conocido por ser templado, desértico y con amplitud térmica moderada.

4.1.3. Materiales y equipos

En la siguiente tabla se detalla los materiales que se usaron en la toma de datos en campo.

Tabla 2. Tabla de Materiales y equipos

Materiales de campo	Materiales de Gabinete
Libreta de campo	Papel Bond A4
Celular con GPS	Laptop

Cinta métrica	Lapiceros
Cámara fotográfica	Tabla de notas
Lapiceros y lápices	-----

4.1.4. Procedimiento

El estudio se realizó en dos etapas: la etapa de campo y la etapa de análisis de datos. Las dos etapas estuvieron desarrolladas bajo la metodología propuesta.

4.1.5. Análisis estadístico

Los resultados del estudio de la captura de carbono, se realizó mediante un análisis de varianza con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$; y para determinar la significancia de los promedios se realiza la prueba T-de Student con diferencias de medias independientes.

4.1.6. Etapa de análisis de datos generales

4.1.6.1. Tierras de la región de Arequipa según su capacidad de uso

En la siguiente imagen se presenta los tipos de uso que se tiene para las tierras de Arequipa, tomando en cuenta estos datos para el análisis general de la flora fanerogámica presente en el Parque recreacional de Selva Alegre.

Tabla 3. Superficie y porcentajes de las tierras de Perú y de la Región de Arequipa

GRUPO	Perú		Arequipa	
	Ha	%	Ha	%
Tierras aptas para cultivo limpio	4902000	3.81	155000	2.44
Tierras aptas para cultivo permanente	2707000	2.11	230000	3.62
Tierras aptas para pastos	17916000	13.94	825000	12.99
Tierras aptas para producción forestal	48696000	37.85		
Tierras de protección	54,300,560	42.25	5,142,762	80.95
TOTAL	128521560	100	6352.762	100

Fuente: (Gonzales Dueñas 2009)

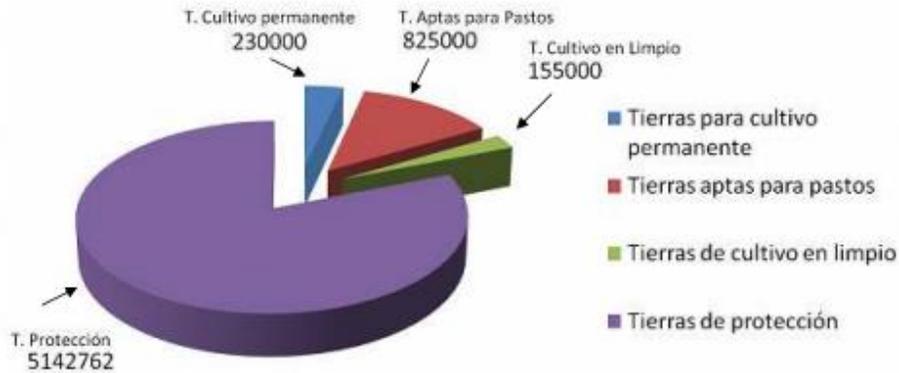


Figura 2. Datos en colores del uso de la capacidad de Tierra de la Región de Arequipa

Fuente: (Gonzales Dueñas 2009)

4.1.6.2. Distribución de las superficies potenciales a reforestar en la Región de Arequipa

En la siguiente figura se presentan datos de INRENA (Instituto Nacional de Recursos naturales), para reconocer las zonas divididas según ecosistemas y formaciones vegetales presentes en la región de Arequipa.

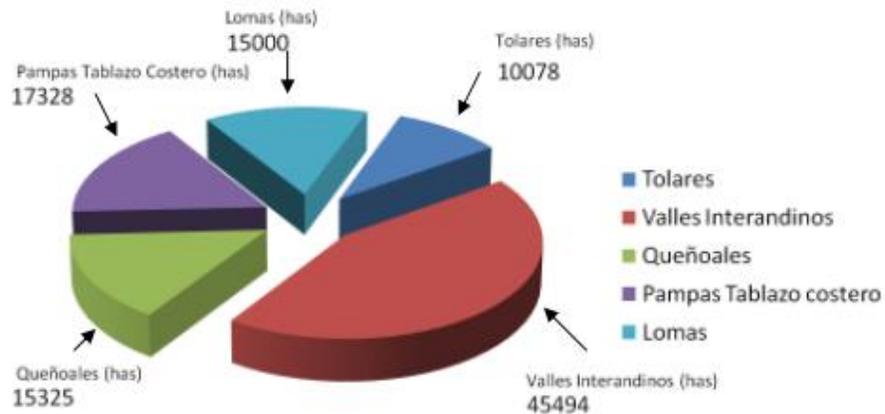


Figura 3. Distribución de las Superficies Potenciales a Reforestar en la Región de Arequipa

Fuente: (Gonzales Dueñas 2009)

4.1.7. Etapa de análisis de datos específicos

4.1.7.1. Estimado de áreas para arborización al 2028 (proyección)

En la siguiente tabla se presentan datos de una futura arborización, proyecta para el 2028 obtenidos por INRENA.

Tabla 4. Estimación de Áreas para arborización

Población urbana estimada al 2028 (hab.)	Índice área verde por habitante (m2)	Total de superficies		Superficies a arborizar	
		m2	Has	Has (1)	Has
1 481 810	12	17 181 720	1 718.17	433	1285.17

Fuente: (Gonzales Dueñas 2009)

4.1.7.2. Especies forestales nativas presentes en la Región de Arequipa y posibilidad de uso adecuado

En la siguiente imagen se detalla las especies presentes en Arequipa según los datos de INRENA, seleccionando bajo criterio algunas de ellas para el análisis de la flora fanerogámica del Parque recreacional Selva Alegre.

Nombre común	Nombre Científico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>	X	X	X	X			X	X	X	X	X
Colle	<i>Buddleja coriacea</i>	X	X	X				X	X	X		X
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	X	X	X				X	X	X		X
Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Chachacomo	<i>Escallonia resinosa</i>	X	X	X				X	X	X		X
Molle	<i>Schinus molle</i>	X	X	X	X	X		X	X	X		X
Queñoa	<i>Polylepis racemosa</i>	X	X	X	X			X	X		X	X
Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>	X	X	X		X	X		X	X	X	X
Huarango	<i>Acacia macracantha</i>	X	X	X	X				X	X	X	X
Lloque	<i>Kageneckia lanceolata</i>	X	X	X				X	X	X	X	X
Cahuato	<i>Tecoma arequipensis</i>		X		X			X	X	X		X
Arrayán	<i>Mircianthes ferreyrae</i>	X	X	X	X				X		X	X
Chakpa	<i>Oreocallis grandiflora</i>	X	X	X				X	X	X		X
Pisonay	<i>Erythrina edulis</i>	X	X		X					X	X	X
Mito	<i>Vasconcella candicans</i>				X	X		X				
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	X	X									X
Sauce	<i>Salix chilensis</i>	X	X	X				X			X	
Vilco	<i>Acacia vilco</i>	X	X									X

Leyenda

- | | |
|---------------|-------------------------|
| 1. Madera | 7. Estabilización Talud |
| 2. Leña | 8. Control erosión |
| 3. Carbón | 9. Cercos vivos |
| 4. Ornamental | 10. Silvopasturas |
| 5. Frutal | 11. Artesanía |
| 6. Apicultura | |

Figura 4. Especies forestales nativas presentes en la Región de Arequipa

Fuente: (Gonzales Dueñas 2009)

4.1.7.3. Características ecológicas de las especies forestales

En la siguiente imagen se representan los datos de las especies nativas de la Región de Arequipa, en esta imagen se detalla: nombre común de las especies, nombre científico, precipitación alcanzada, temperatura que resisten las especies, resistencia de heladas, resistencias a sequía, piso altitudinal, tipo de suelos y condición de humedad.

Nombre común	Nombre científico	CARACTERÍSTICAS						
		Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Resistencia a heladas	Resistencia a sequías	Piso altitudinal	Tipo de suelos	Condición de humedad
Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	01 - 50	12 - 25	NR	AR	0 - 2 700	Pobres	Seco
Huarango	<i>Acacia macracantha</i>	01 - 50	15 - 25	NR	AR	0 - 1 200	Ricos M.O.	Húmedo
Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>	10 - 100	10 - 25	NR	AR	100 - 3 200	Pobres	Seco
Molle	<i>Schinus molle</i>	01 - 50	10 - 25	NR	AR	200 - 2 500	Alcalinos	Muy seco
Sauce	<i>Salix chilensis</i>	150 - 600	15 - 25	NR	NR	0 - 2 500	Ricos M.O.	Muy Húmedo
Cahuato	<i>Tecoma arequipensis</i>	50 - 150	15 - 25	R	AR	1 500 - 3 200	Arenosos	Seco
Arrayán	<i>Myrcianthes ferreyrae</i>		15 - 25	NR	NR	0 - 1 000	Ricos M.O.	Seco
Mito	<i>Carica candicans</i>		10 - 25	R	NR	0 - 2 500	Aluviales	Seco
Lloque	<i>Kageneckia lanceolata</i>	150 - 350	05 - 25	AR	AR	2 500 - 3 500	Aluviales	Seco
Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>	250 - 750	05 - 15	AR	NR	2 500 - 3 500	Aluviales	Húmedo
Colle	<i>Buddleja coriacea</i>	350 - 750	05 - 15	AR	AR	3 500 - 4 200	Pedregosos	Seco
Chakpa	<i>Oreocallis grandiflora</i>	350 - 750	05 - 15	AR	NR	3 500 - 4 200	Aluviales	Semi húmedo
Chachacomo	<i>Escallonia resinosa</i>	350 - 750	05 - 15	AR	NR	2 300 - 3 800	Aluviales	Seco
Queñoa	<i>Polylepis racemosa</i>	250 - 750	05 - 15	AR	AR	3 500 - 4 500	Residuales	Seco
Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	150 - 300	10 - 25	NR	NR	1 500 - 2 500	Aluviales	Seco
Vilco	<i>Acacia vilco</i>	150 - 300	10 - 25	NR	NR	1 500 - 2 500	Aluviales	Semi húmedo
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	50 - 250	10 - 25	NR	AR	1 500 - 2 500	Residuales	Seco
Pisonay	<i>Erythina edulis</i>	250 - 750	05 - 15	NR	R	1 500 - 3 200	Residuales	Húmedo
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	350 - 750	05 - 15	AR	NR	3 500 - 4 200	Pedregosos	Seco
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	500 - 1 500	12 - 18	R	NR	2 500 - 3 500	Franco arenoso	Muy Húmedo
Pino	<i>Pinus radiata</i>	650 - 1 600	11 - 18	NR	NR	2 000 - 3 500	Franco arenoso	Muy Húmedo
Ciprés	<i>Cupresus macrocarpha</i>		10 - 17	R	NR	2 000 - 3 500	Franco arenoso	Muy Húmedo
Casuarina	<i>Casuarina cunmimghamiana</i>	50 - 350	15 - 25	NR	AR	1 000 - 2 500	Arenosos	Seco
Capulí		150 - 350	05 - 15	NR	NR	2 500 - 3 500	Arcillosos	Semi húmedo
Fresno	<i>Fraxinus americana</i>	500 - 1 500	11 - 18	R	NR	2 000 - 3 500	Franco arenoso	Húmedo

Figura 5. Características ecológicas de las especies nativas de la Región Arequipa

Fuente: Instituto Regional de Ciencias Ambientales de la UNSA – IRECA – 2003

4.1.8. Selección de especies representativas para el estudio

En la siguiente tabla se toma los datos de las dos especies seleccionadas para el análisis de captura de carbono. Estas son dos especies que se encuentran en el Parque recreacional Selva Alegre, la selección de estas se da por su abundancia en la zona escogida y por las características más resaltantes frente a las otras.

Tabla 5. Especies representativas para el estudio de captura de carbono

Nombre común	Nombre científico	Precip.	Temp.	Resis. heladas	Resis. sequías	Piso altitudinal	Tipo de suelos	Condición de humedad
Molle	<i>Schinus molle</i>	01 - 50	10-25	NR	AR	200 - 2500	Alcalinos	Muy seco
Pino	<i>Pinus radiata</i>	650-1600	11-18	NR	NR	2000 - 3500	Franco arenoso	Muy húmedo

4.2. Presentación de datos

4.2.1. Biomasa y almacenamiento de carbono en las especies representativas fanerogámicas

En las tablas 6, 7,8 y 9, se presentan valores de biomasa arbórea de diferentes clases de diamétrica para las especies seleccionadas.

Tabla 6. Biomasa total de la especie Molle

Clase diamétrica Molle	Biomasa
	Total
> 10-20	11.17
> 20-30	22.15
> 30-40	33.61
> 40-50	24.61

Tabla 7. Biomasa total de la especie Pino

Clase diamétrica - Pino	Biomasa
	Total
> 10-20	15.32
> 20-30	20.17
> 30-40	34.78
> 40-50	19.26

Tabla 8. Almacenamiento de carbono de la especie Molle

Clase diamétrica Molle	Almacenamiento de carbono
	Total
> 10-20	7.65
> 20-30	10.25
> 30-40	21.63
> 40-50	12.36

Tabla 9. Almacenamiento de carbono de la especie Pino

Clase diamétrica Pino	Almacenamiento de carbono
	Total
> 10-20	14.33
> 20-30	4.31
> 30-40	17.67
> 40-50	9.58

4.2.2. Captura de carbono por las especies representativas

En la tabla 10 y 11, se presentan valores de captura de carbono arbórea de diferentes clases de diamétrica para las especies seleccionadas.

Tabla 10. Captura de carbono de la especie Molle

Clase diamétrica Molle	Captura de CO2
	Total
> 10-20	18.52
> 20-30	23.41
> 30-40	10.63
> 40-50	5.54

Tabla 11. Captura de carbono de la especie Pino

Clase diamétrica Pino	Captura de CO2
	Total
> 10-20	4.69
> 20-30	12.36
> 30-40	27.38
> 40-50	25.43

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Hipótesis de investigación

Hipótesis nula (H_0): La especie representativa *Schinus molle* contribuye significativamente igual a la especie *Pinus radiata* en la captura de carbono en la ciudad de Arequipa.

Hipótesis alternativa (H_1): La especie representativa *Schinus molle* NO contribuye significativamente igual a la especie *Pinus radiata* en la captura de carbono en la ciudad de Arequipa.

4.3.2. Hipótesis estadística

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_1: \mu_A \neq \mu_B$$

4.3.3. Significancia

Error tipo I = $\alpha = 0.05$

Probabilidad de rechazar la H_0 cuando es verdadera

4.3.4. Población de hipótesis

Especies representativas del Parque recreacional Selva Alegre: *Schinus molle* y *Pinus radiata* de la ciudad de Arequipa.

4.3.5. Muestra

Se tiene 12 tomas por cada especie representativa

4.3.6. Datos

Tabla 12. Datos para la prueba T-student de las dos especies representativas

Nº de Muestra	BIOMASA TOTAL	
	Especie 1 (<i>Schinus molle</i>)	Especie 2 (<i>Pinus radiata</i>)
1	11.17	15.32
2	22.15	20.17
3	33.61	34.78

4	24.61	19.26
Nº de Muestra	ALMACENAMIENTO DE CARBONO	
	Especie 1 <i>(Schinus molle)</i>	Especie 2 (<i>Pinus radiata</i>)
5	7.65	14.33
6	10.25	4.31
7	21.63	17.67
8	12.36	9.58
Nº de Muestra	CAPTURA DE CARBONO	
	Especie 1 <i>(Schinus molle)</i>	Especie 2 (<i>Pinus radiata</i>)
9	18.52	4.69
10	23.41	12.36
11	10.63	27.38
12	5.54	25.43

4.3.7. Estadístico de prueba

T student (asumimos que las distribuciones de ambas especies son normales)

Resultados para las varianzas

Tabla 13. Resultado de análisis de varianzas

F-test for equality of variance		
	82.6833	variance: Group 2
	71.3696	variance: Group 1
	1.16	F
	.8115	p-value ► Varianzas iguales

Resultado para las medias

Tabla 14. Resultado de análisis de medias

-0.09	t
.9313	p-value (two-tailed)

4.3.8. Decisión

Lo primero que realizamos es la prueba de varianzas:

H_0 : Las varianzas son iguales

H_1 : Las varianzas son diferentes

Como se obtiene el dato de $p\text{-value} = 0.8115$ es mayor que $\alpha = 0.05$, entonces, se acepta la H_0 . Por lo tanto, las varianzas de los datos de las especies representativas en ambos grupos son iguales.

Para las medias:

$P\text{-value} = 0.9313$ es mayor que $\alpha = 0.05$, entonces, se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

4.3.9. Conclusión

Las muestras presentan evidencias para afirmar que la especie *Schinus molle* representativa del Parque recreacional Selva Alegre contribuye significativamente igual a la especie representativa *Pinus radiata*. Con un nivel de confianza del 95%.

4.4. Discusión de resultados

De acuerdo con los resultados, se obtuvo que la especie *Schinus molle* contribuye significativamente igual a la especie *Pinus radiata*, estos resultados se deben a que las especies comparten ciertas características físicas por el lugar en el cual están ubicadas. Según el estadístico de prueba T- student usado para hallar los datos, nos da como resultados un $p\text{-value} = 0.8115$ para analizar las varianzas y un $p\text{-value} = 0.9313$ para analizar las medias. Los datos seleccionados para poder hacer el análisis de la diferenciación de medias independientes son de los siguientes componentes: biomasa total, almacenamiento de carbono y captura de carbono. Por lo tanto, se puede afirmar que para una evaluación precisa es indispensable usar más de un componente. Los resultados dan respuesta a las hipótesis específicas planteadas; si contribuyen eficientemente a la captura de carbono y ambas especies son iguales en contribución con un nivel de confianza de 95%.

CONCLUSIONES

1. En base a la prueba T-student se da los siguientes resultados que nos ayudan a poder rechazar o aceptar nuestras hipótesis propuestas. La H_0 nos indica que la especie *Schinus molle* debe contribuir de la misma manera que la especie *Pinus radiata* y gracias a los resultados aceptamos esta hipótesis. Teniendo para el análisis de varianza un p-value = 0.8115 y este siendo mayor que $\alpha = 0.05$, inmediatamente se afirma que las especies con iguales en contribución hay que el valor es mayor a la significancia. Por parte de las medias p-value = 0.9313 también siendo mayor que $\alpha = 0.05$, gracias a este segundo dato se concluye que H_0 será la hipótesis aceptada y H_1 se rechaza.
2. Si nos basamos en la importancia económica, ambiental y social; estamos trabajando en un marco enfocado a lo que conocemos como desarrollo sostenible, el presente informe enriquece las características con las cuales cuenta el Parque recreacional Selva Alegre. Por otro lado, la investigación científica de las especies fanerogámicas que podemos encontrar contribuye a que especialistas puedan analizar más componentes de los ya presentados y obtener datos más precisos de diferentes especies.
3. La evaluación de la eficiencia de captura de carbono se vio reflejada en base a tres componentes que según teoría se pudieron delimitar: biomasa total, almacenamiento de carbono y captura de carbono. Pudiendo dar respuesta a que la flora fanerogámica del Parque recreacional Selva Alegre contribuye en la captura de carbono y no solo se cuenta con dos especies dentro del parque, en una investigación mucho más detallada se podría abarcar alrededor de 10 especies.
4. Conforme a los objetivos específicos, gracias a los resultados de la prueba T-student se puede dar validación que en el informe se llega a presentar evidencias de la teoría llevada en análisis de datos en el programa de escritorio Excel.
5. Es importante mencionar que al ser una ciudad que está en constante crecimiento, la contribución que hacen las especies para la reducción de carbono es una de las muchas alternativas presentes para resolver el problema ambiental al cual nos enfrentamos, que es el calentamiento global y el efecto invernadero. En base a este estudio también se puede poner en evaluación la producción de oxígeno por cada especie de la zona en estudio, usando la misma clase de diamétrica y los mismos instrumentos como son la lista de cotejo y la observación.

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones referentes a la captura de carbono de los diferentes parques que se encuentran en la ciudad de Arequipa y comparar los resultados para darle importancia a la investigación ambiental vista desde un enfoque social y económico.
2. Realizar tratamiento de silvicultura a todas las especies fanerogámicas por que estas se ven afectadas ya que son reemplazadas por especies que se enfocan en embellecer la ciudad y no son óptimas para la captura de carbono por sus características físicas.
3. Reforestar las zonas urbanas y la campiña de la ciudad con especies arbóreas que tengan mayor respuesta a la captura de carbono, estas pueden ser: *Salix chilensis*, *Kageneckia lanceolata*, *Prosopis pallida*, entre otros, de manera que estas contribuyan a los servicios ambientales como lo es la captura de carbono y mejorar el porcentaje de concentración de oxígeno.
4. Revisar información nacional e internacional para comparar los componentes de evaluación para una obtención de datos más precisos y significativos para las pruebas. Este tipo de información puede ser encontrada en documentos de planificación arbórea delimitados por cada zona y piso altitudinal al cual pertenezcan.

REFERENCIAS

- CASANOVA-LUGO, F., PETIT-ALDANA, J. y SOLORIO-SÁNCHEZ, J., 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, vol. XVII, no. 1, pp. 133-143. ISSN 01863231. DOI 10.5154/r.rchscfa.2010.08.047.
- CONCHA, J.Y., ALEGRE, J.C. y POCOMUCHA, V., 2007. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de theobroma cacao l. En el Departamento de San Martín, Perú. *Ecología Aplicada*, vol. 6, no. 1-2, pp. 75-82. ISSN 1726-2216.
- FORERO, S.P., SANTOS, L.N.S., CASTAÑEDA, H.J.A. y MADRIGAL, M.A.S., 2018. Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 9, no. 2, pp. 121-134. ISSN 2145-6453. DOI 10.22490/21456453.2312.
- GAYOSO, J., 2001. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile. , vol. 1, pp. 13.
- GONZALES DUEÑAS, L.F., 2009. *Plan Regional de Reforestación y Arborización (Arequipa 2009 - 2028)*. [en línea]. 2009. S.l.: s.n. Disponible en: <http://siar.minam.gob.pe/arequipa/download/file/52245>.
- Google Maps. *Google Maps* [en línea], 2020. [Consulta: 8 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/Parque+Selva+Alegre/@-16.3892421,-71.5319489,586m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91424a4e8d656b6d:0x9d1d4b2a05d26772!8m2!3d-16.3894035!4d-71.5322842>.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- MARCOS SOLORIO, B., MARTÍNEZ CAMPOS, Á.R., LÓPEZ URQUÍDEZ, G.A., LÓPEZ ORONA, C.A., ARTEAGA REYES, T.T., MARCOS SOLORIO, B., MARTÍNEZ CAMPOS, Á.R., LÓPEZ URQUÍDEZ, G.A., LÓPEZ ORONA, C.A. y ARTEAGA REYES, T.T., 2016. La biomasa de los sistemas productivos de maíz nativo (*Zea mays*) como alternativa a la captura de carbono. *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 32, no. 3, pp. 361-367. ISSN 0188-4999. DOI 10.20937/RICA.2016.32.03.10.
- MARTEL, C. y CAIRAMPOMA, L., 2012. Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en «CICRA», Madre de Dios (Perú). *Ecología Aplicada*, vol. 11, no. 2, pp. 59-65. ISSN 1726-2216.
- MELO, O.A., 2015. Modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de *Gmelina arborea* Roxb., asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas en Colombia. En: Accepted: 2019-07-02T11:12:31Z [en línea], [Consulta: 20 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54860>.

- ORDÓÑEZ, J.A.B. y MASERA, O., 2016. Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*, vol. 7, no. 1, pp. 3-12. ISSN 2448-7597, 1405-0471. DOI 10.21829/myb.2001.711314.
- PÉREZ PINEDO, H., LUCCINI, E., HERRERA, L.A., PARODI, M., MATAR, M., BARREA, L., MECHNI, M. y MASRAMÓN, E., 2015. Cuantificación de la captura de CO₂ por la flora nativa de totora en un humedal costero de Perú. En: Accepted: 2019-06-06T00:57:01Z, *Energeia*, 13(13), 2015 [en línea], [Consulta: 20 septiembre 2020]. ISSN 1668-1622. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/5761>.
- SOTO-PINTO, L., JIMÉNEZ-FERRER, G., GUILLÉN, A.V., BERGSMA, B. de J. y ESQUIVEL-BAZÁN, E., 2005. Experiencia agroforestal para la captura de carbono en comunidades indígenas de México. , vol. 1, pp. 8.
- VELA, C.A.R., PISCO, G.P. y RUIZ, E.M., 2014. Captura de carbono en un sistema agroforestal con theobroma cacao en el campus de la Universidad Nacional de Ucayali; Pucallpa-Perú, 2012. *TZHOECOEN* [en línea], vol. 6, no. 2. [Consulta: 8 octubre 2020]. ISSN 1997-8731. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/11>.
- ZAMBRANO, A., FRANQUIS, F. y INFANTE, A., 2004. Emisión y captura de carbono en los suelos en ecosistemas forestales. , pp. 10.