



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

“Equilibrio entre el CO_2 del ambiente y CO_2 capturado por biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL

AUTORA:

Rossybeth Aldana Lázaro

ASESORA:

MSc. Haydee Suarez Alvites

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2017-II

PÁGINA DE JURADO

Presidente

Dr. Jorge Jave Nakayo

Secretario

Mg. Freddy Gómez Morales

Vocal

MSc. Haydee Suárez Alvites

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mi familia puesto que me ha brindado apoyo y fortaleza para la culminación del mismo. A mi madre Adela Olga Lázaro Echevarría y mi padre Vercilio Aldana Quispe por brindarme los consejos necesarios y recursos para cumplir mis objetivos en la Universidad.

A mi hermano Ivan por enseñarme a no ser conformista, siempre buscar mejores oportunidades, a cuidar de las personas importantes y mantener siempre unida la familia.

A mi hermano Maycol por su compañía constante y sabios consejos.

A mi sobrino Luis por ser una persona especial en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Mag. Haydee Suarez Alvites, por brindarme su ayuda en la realización de mi proyecto de tesis desde su inicio hasta la finalización, por el tiempo dedicado a resolver mis dudas, por guiarme con una visión crítica y profesional, por su inmensurable paciencia y apoyo.

Al Dr. Elmer Benites Alfaro por la conducción acertada y atinados consejos.

A la Universidad Cesar Vallejo que me brindó los conocimientos necesarios para mi formación profesional, por brindar las instalaciones y apoyo necesario para desarrollar profesionales de alto nivel, por ofrecer maestros calificados los cuales nos brindaron con la mejor disposición sus conocimientos y consejos.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Rossybeth Aldana Lázaro, con DNI N° 47573024, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las nomas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de noviembre del 2017

Rossybeth Aldana Lázaro

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de grados y Título de la Universidad César Vallejo presento antes ustedes la Tesis titulada **“EQUILIBRIO ENTRE EL CO_2 DEL AMBIENTE Y CO_2 ALMACENADO EN BIOMASA DE ESPECIES FORESTALES ORNAMENTALES Y EN EL SUELO EN LA AV. TRAPICHE, COMAS 2017”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental.

Rosybeth Aldana Lázaro

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática.....	15
1.2. Trabajos previos.....	16
1.2.1. Antecedentes del ámbito internacional.....	16
1.2.2. Antecedentes del ámbito nacional.....	21
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	25
1.3.1. Cambio climático.....	25
1.3.2. El ciclo del carbono.....	26
1.3.3. Dióxido de carbono.....	27
1.3.4. Efecto invernadero.....	27
1.3.5. Rol del CO_2 en el cambio climático.....	29
1.3.6. Carbono en plantas y su función como captadora de CO_2	29
1.3.7. Balance de carbono.....	30
1.3.8. Carbono en el suelo y materia orgánica.....	30
1.3.9. Carbono en el suelo y densidad aparente.....	31
1.3.10. Fijación de carbono en el suelo.....	32
1.3.11. Fijación de carbono por descomposición.....	32
1.3.12. Biomasa y carbono.....	32
1.3.13. Especies forestales ornamentales.....	33
1.3.14. Curvas alométricas.....	35
1.4. Formulación del problema.....	36

1.4.1. Problema general.....	36
1.4.2. Problemas específicas.....	36
1.5. Justificación del estudio.....	36
1.6. Hipótesis.....	37
1.6.1. Hipótesis general.....	37
1.7. Objetivos.....	38
1.7.1. Objetivo general.....	38
1.7.2. Objetivos específicos.....	38
II. METODO.....	38
2.1. Diseño de la investigación.....	38
2.2. Definición de variables, operacionalización.....	38
2.3. Población y muestra.....	40
2.3.1. Población.....	40
2.3.2. Muestra.....	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
2.4.1. Instrumentos.....	55
2.4.2. Validación de instrumentos.....	57
2.4.3. Confiabilidad.....	57
2.5. Método de análisis de datos.....	58
2.6. Aspectos éticos.....	58
III. RESULTADOS.....	59
3.1. Caracterización de especies forestales.....	59
3.1.1. Volumen por especie.....	61
3.1.2. Distribución diamétrica.....	62
3.1.3. Distribución de la altura total.....	63
3.2. Almacenamiento de CO_2 en biomasa.....	63
3.2.1. Cantidad de biomasa.....	64
3.2.2. Carbono en la biomasa de las especies.....	64
3.2.3. CO_2 contenido en biomasa por especie.....	65
3.3. Carbono y CO_2 contenido en el suelo.....	67
3.3.1. Carbono en el suelo.....	67
3.3.2. Densidad aparente y almacenamiento de C en suelo.....	68
3.3.3. CO_2 contenido en el suelo.....	69
3.4. CO_2 en el ambiente.....	70

3.5. Análisis de resultados.....	74
IV. DISCUSIÓN.....	79
V. CONCLUSIONES.....	81
VI. RECOMENDACIONES.....	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
VIII. ANÉXOS.....	86

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 01. Operacionalizacion de variables.....	39
Tabla N° 02. Valores de “n” para paraboloides de revolución.....	44
Tabla N° 03. Modelos para estimar biomasa.....	50
Tabla N° 04. Etapas de estudio, técnicas e instrumento.....	56
Tabla N° 05. Estadísticas de fiabilidad.....	57
Tabla N° 06. Especies forestales ornamentales identificadas.....	59
Tabla N° 07. Volumen de la especie schinus molle.....	60
Tabla N° 08. Distribución diamétrica de la especie Schinus molle.....	60
Tabla N° 09. Altura total de la especie Schinus molle.....	62
Tabla N° 10. Volumen de la especie ficus benjamina.....	62
Tabla N° 11. Distribución diamétrica de la especie ficus benjamina.....	63
Tabla N° 12. Altura total de la especie ficus benjamina.....	64
Tabla N° 13. Registro de peso fresco y seco de biomasa.....	64
Tabla N° 14. Determinación de carbono en especie Schinus molle.....	64
Tabla N° 15. Determinación de carbono en especie ficus benjamina.....	65
Tabla N° 16. CO_2 contenido en biomasa de Schinus molle.....	67
Tabla N° 17. CO_2 contenido en biomasa de ficus benjamina.....	68
Tabla N° 18. Carbono almacenado en suelo.....	68
Tabla N° 19. Registro de peso del suelo de Schinus molle.....	69
Tabla N° 20. Registro de peso del suelo de ficus benjamina.....	69
Tabla N° 21. Almacenamiento de CO_2 en suelo.....	70
Tabla N° 22. Concentración de CO_2 en el ambiente.....	74
Tabla N° 23. Comparación de métodos para la especie Schinus molle.....	75
Tabla N° 24. Estadísticos descriptivos en la captura de CO_2	76
Tabla N° 25. Comparación de método para la especie ficus benjamina.....	77
Tabla N° 26. Estadísticos descriptivos en el almacenamiento de CO_2	77

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 01. Árbol ornamental schinus molle.....	34
Figura N° 02. Árbol ornamental ficus benjamina.....	35
Figura N° 03. Medición de fuste.....	42
Figura N° 04. Tipos de dendométricos.....	43
Figura N° 05. Cilindro.....	44
Figura N° 06. Paraboloide apolónico.....	45
Figura N° 07. Medición de la copa.....	46
Figura N° 08. Obtención de muestras de hojas y ramas.....	43
Figura N° 09. Obtención de peso seco de las muestras.....	49
Figura N° 10. Muestreo de suelos.....	52
Figura N° 11. Registro de peso fresco y seco de suelos.....	53
Figura N° 12. Ubicación del primer punto de monitoreo.....	54
Figura N° 13. Determinación de punto de monitoreo.....	54
Figura N° 14. Distribución de especies forestales.....	59
Figura N° 15. Volumen de la especie schinus molle.....	61
Figura N° 16. Distribución diamétrica de la especie schinus molle.....	61
Figura N° 17. Altura total de la especie schinus molle.....	62
Figura N° 18. Volumen de la especie ficus benjamina.....	63
Figura N° 19. Distribución diamétrica de especie ficus benjamina.....	65
Figura N° 20. Altura total de la especie ficus benjamina.....	66
Figura N° 21. Captura de CO_2 para la especie schinus molle.....	68
Figura N° 22. Captura de CO_2 para la especie ficus benjamina.....	69
Figura N° 23. CO_2 Capturado por especie vegetal.....	74

ANÉXOS

Anexo N° 01. Ficha para inventario de especies forestales.....	87
Anexo N° 02. Ficha para muestreo de suelo.....	88
Anexo N° 03. Ficha para muestras de hojas y ramas.....	89
Anexo N° 04. Matriz de consistencia.....	90
Anexo N° 05. Registro de DAP, altura total.....	91
Anexo N° 06. Registro del volumen de la copa.....	93
Anexo N° 07. Registro de biomasa total, carbono almacenado y CO_2 en Schinus molle calculados por ecuaciones alométricas Medición de fuste.....	95
Anexo N° 08. Registro de biomasa total, carbono almacenado y CO_2 en Schinus molle, calculados por muestreo de hojas y ramas.....	98
Anexo N° 09. Registro de captura de CO_2 por ficus benjamina mediante muestreo de ramas y hojas.....	100
Anexo N° 10. Registro de captura de CO_2 por ficus benjamina calculados por ecuaciones alométricas.....	100
Anexo N° 11. Estándar de calidad ambiental para aire.....	102
Anexo N° 12. Reporte de captura de carbono en suelo.....	103
Anexo N° 13. Informe de monitoreo.....	104
Anexo N° 14. Certificado de calibración.....	105

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo Evaluar la existencia de equilibrio entre el CO_2 del ambiente con el CO_2 capturado por biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas, con la finalidad de comparar en nivel de CO_2 emitido con el CO_2 capturado por biomasa de especies forestales y CO_2 almacenado en suelo.

La metodología utilizando fue fórmulas alométricas, muestreo de ramas y hojas y muestreo de suelos. Para ello, en una muestra representativa de especies forestales (*Schinus molle* y *Ficus benjamina*), se identificaron los individuos por especie, se midió el diámetro a la altura del pecho, altura total y mediciones de copa (alto, largo y ancho) por cada árbol y se calculó la capacidad de captura de CO_2 . Para el suelo se realizaron 25 hoyos a una profundidad de 30 cm; se retiró 1 Kg de suelo por hoyo, todo el suelo colectado fue colocado en un saco hasta completar 25 Kg, se mezcló y posteriormente se sacó 1 Kg de suelo del saco, se tamizó y se colocó en una bolsa hermética colocándose su hoja de ruta.

Para el monitoreo de CO_2 en el ambiente se siguió Se siguió el principio químico de Hidróxido de Bario y análisis de los contaminantes (Peter O. Warner, 1981.). Ambos puntos de monitoreo superan los Estándares de Calidad Ambiental para aire con una concentración $>87500 \text{ Ug/m}^3$.

El almacenamiento de dióxido de carbono de las especies forestales *Schinus Molle* y *Ficus Benjamina* y en el suelo son superiores al CO_2 emitido al ambiente, no existiendo equilibrio entre ambos elementos.

Palabras clave: Equilibrio ambiental, Dióxido de carbono, especies forestales, suelo

SUMMARY

The objective of the present investigation is to evaluate the existence of equilibrium between the CO_2 of the environment and the CO_2 accumulated in the ornamental forest species and in the soil on Av. Trapiche, Comas, in order to compare level of CO_2 emitted with the CO_2 captured by the forest species and CO_2 stored in the soil, with this general knowledge about the capture potential of the urban vegetation in relation to the CO_2 emitted, for this reason generate strategies in the face of climate change.

The methodology used was allometric formulas, branch and leaf sampling and soil sampling. For this, in a representative sample of forest species (Schinus molle and Ficus benjamina), individuals were identified by species, diameter was measured at chest height, total height and cup measurements (height, length and width) for each tree and the capture capacity of CO_2 was calculated. For the soil, 25 holes were made at a depth of 30 cm; 1 kg of soil was removed per hole, all the collected soil was placed in a bag to complete 25 kg, mixed and then removed 1 kg of soil from the bag, sifted and placed in an airtight bag placing its road map. For the monitoring of CO_2 the environment, the methodology of Walkley and Black was followed. Both control points exceed the Environmental Quality Standards for air a concentration $> 87500 \text{ Ug/m}^3$.

The storage of carbon dioxide of the forest species Schinus Molle and Ficus Benjamina and in the soil are higher than the CO_2 emitted to the environment, and there is no balance between both elements.

Key words: Environmental balance, Carbon dioxide, forest species, soil.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El cambio climático y sus efectos se han hecho notar en zonas rurales y urbanas (Nowak y Crane, 2002). Sin embargo, son consideradas las ciudades las que más contribuyen al aumento de CO_2 atmosférico (Velasco y Roth, 2010, p. 1238), dado que, aunque cubren menos del 3% de la superficie de la tierra, consumen el 75% de la energía en el mundo, producen el 80% de las emisiones globales de GEI y concentran un alto porcentaje de la población que se encuentra en riesgo ante las altas concentraciones de CO_2 (Chuanglin et al, 2015). Asimismo, cuando la población y la superficie urbana aumenta, se incrementan las emisiones de CO_2 como resultado de un mayor consumo de combustible necesario para cubrir trayectos cada vez más largos de la población, que se encuentra alejada de bienes y servicios (Liu y Li, 2012; Velasco y Roth, 2010).

Según (PNUMA 2011) se estima que el dióxido de carbono ha incrementado su concentración en un 9% en el periodo 1992 al 2011. Desde 1992 al 2011 y ha llegado a niveles nunca antes vistos en la historia. Según la Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés) (2015), en el 2015 las concentraciones de CO_2 sobrepasaron por primera vez las 400 partes por millón (ppm). Esto se convierte en un problema, ya que junto con los otros gases de efecto invernadero, el CO_2 produce un efecto en el clima a nivel mundial (PNUMA 2011).

El dióxido de carbono es el gas más importante del efecto invernadero, tras el vapor de agua. El CO_2 paso de 280 ppm en volumen hasta 379 ppm en volumen en el año 2015. (IPCC, 2007). La causa principal del incremento en concentración d este gas es el uso de combustibles fósiles y, en menor medida, el cambio de uso de la Tierra (Vicari, 2006).

Según Hagedorn et al. (2001) el Protocolo de Kioto consideró prioritario y casi

imprescindible reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera para evitar un cambio climático que amenaza los ecosistemas actuales y la biodiversidad biológica, con consecuencias dramáticas para la vida de nuestro planeta; en este contexto los sistemas forestales juegan un papel fundamental en la consecución de tales objetivos, favoreciendo considerablemente la reducción de emisiones de gases invernadero a través de la biomasa vegetal y la captura de C por la materia orgánica del suelo (MOS).

Actualmente es reconocida la importancia de los beneficios que proporcionan los árboles en los ecosistemas urbanos, como la captación de carbono. La avenida trapiche tiene una longitud de 5,63 Km con presencia de diversas especies forestales arbóreas el cual funcionan como sumidero de carbono que ayudan a mitigar las concentraciones de dióxido de carbono emitido al ambiente.

El presente estudio se realizó con el objetivo de Evaluar el equilibrio entre el CO_2 del ambiente con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes del ámbito internacional

DOMINGUES (2016) en su estudio, Estimaciones de captura de los parques y emisiones de CO_2 vehicular en Tijuana, B.C. El objetivo fue estimar la capacidad de captura de CO_2 de los árboles de los parques que podrían mitigar las emisiones de CO_2 del parque automotor. Para ello se realizó un inventario forestal donde se obtuvo datos del diámetro de árbol DAP. Para estimar el CO_2 capturado por las especies vegetales utilizó el software i-tree design y para estimar las emisiones de CO_2 de los vehículos se usó el método del IPCC 2006. Se obtuvieron los kilogramos de CO_2 capturado anualmente (año 2015) por cada individuo de acuerdo a su especie y tamaño, usando ecuaciones alométricas específicas para cada caso. La captura de CO_2 del arbolado de los parques de

Tijuana cubre 0.08 % del emitido por los vehículos automotores, dando como resultado que los parques tiene un potencial de captura de CO_2 limitado frente a las emisiones de CO_2 de los vehículos.

SIFUENTES (2015) en su estudio, Almacenamiento de Carbono en biomasa aérea en (saf) en saipai, santa lucía. Se determinó el carbono en tres sistemas agroforestales, con la finalidad de conocer cuál de estos sistemas tienen mayor potencial con respecto a la captura de carbono en biomasa. En sus resultados se muestra que las especies *Theobroma cacao* L., *Schizolobium amazonicum* y *Cajanus cajan* que conforman un sistema agroforestal tienen 157.78 t C/ha. En captura de carbono y se representan como mayor almacenador de carbono, seguido por el sistema 2 con 75.93 t C/ha y 55.46 t C/ha en el sistema 3.

RODRIGUEZ (2013) en su estudio, Estimación de carbono capturado en un bosque del paraje el cedral del parque nacional “el chico”, hidalgo. Se estimó el contenido de carbono en $GgC \cdot año^{-1}$ en el estrato arbóreo de un bosque, para ello se generaron dos modelos para determinar biomasa y carbono capturado a partir de inventarios forestales. Así también realizó cálculo a partir del uso de ecuaciones alométricas para estimar el contenido de carbono, Las ecuaciones obtenidas siguen un modelo potencial, $B = 3 \times 10^{-5} \cdot DN^{2.6225}$ y $C = 2 \times 10^{-5} \cdot DN^{2.6225}$. Los resultados permiten concluir que el rodal muestreado de 1.34 ha contiene 239.74 Mg de biomasa (MgB) y 143.36 Mg de carbono (MgC) almacenado en el estrato aéreo, para la porción del bosque de oyamel y el cálculo para todo el parque, la cantidad extrapolada es de 308,692.09 MgB, 184,592.05 MgC; finalmente se encuentran $178.91 MgB \cdot ha^{-1}$ y $106.98 MgC \cdot ha^{-1}$.

IBRAHIM (2007) en su estudio, Carbono almacenado en suelo y en biomasa arbórea en paisajes ganaderos de Nicaragua, Costa Rica y Colombia. Se determinó el almacenamiento de COS (Captura de carbono orgánico) y de la biomasa arbórea arriba del suelo, los suelos que se evaluaron en el estudio fueron pasturas degradadas y naturales y mejoradas con y sin árboles, bancos

forrajeros, plantaciones forestales, bosques primarios y bosques secundarios. Para la determinación de % de C en el suelo se realizó mediante muestreo de suelo y posteriormente se llevaron al laboratorio. Los resultados muestran que los suelos de (pasturas mejoradas con árboles y los sistemas silvopastorilesvrrgg) tienen mayor capacidad de almacenamiento de carbono.

AGUILAR (2011) en su estudio, Estimación de carbono orgánico en el suelo y biomasa sobre el suelo en la península de Osa, Costa Rica. La metodología que siguió fue mediante el establecimiento de parcelas de 5000 m^2 permanentes de monitoreo (PPM). Estas parcelas fueron establecidas durante el periodo del 2009 al 2011, y distribuidas en Río Piro, Matapalo, Los Mogos y Bahía Chal. Se realizó un diseño simple aleatorio con sub-muestreo con cuatro tratamientos y cinco repeticiones (PPM) y cuatro muestras por PPM. En sus resultados se muestra que la biomasa acumulada en la capa de mantillo fue mayor en bosques primarios con 9,75 t/ha y por último bosques de 5-15 años con 5,60 t/ha.

CONNOLLY y COREA (2007), en su estudio Almacenamiento y cuantificación de carbono en sistemas agroforestal y forestal en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua. Tiene como propósito evaluar el carbono fijado en pino, café eco forestal, plantaciones energéticas y bosque seco con manejo de regeneración natural en seis sitios; para ello se ubicaron parcelas rectangulares de 1000 m^2 con un radio de 17.84 m para estimar el carbono fijado en la biomasa aérea, hojarasca y suelo. Se realizó la identificación de especies de plantas y se realizó el inventario forestal, para tomar muestras de suelo y hojarasca. Para la biomasa aérea, se utilizaron ecuaciones alométricas generales y específicas para cada especie. La biomasa de raíces, se estimó el (15%) con respecto a la biomasa aérea. En los resultados las plantaciones de pino tienen mayor capacidad de captura de carbono en sus diferentes fuentes (211.84 tC/ha) y por último el bosque seco con manejo de regeneración natural con 105.74 tC/ha. En cuanto a jerarquía el suelo representa entre 76.07 a 87.12% de carbono almacenado,

seguido en la biomasa aérea de 10.36% al 21.06% , la raíz de 1.45% a 3.00% y por último la hojarasca y hierbas de 0.46% a 1.75%.

LEYVA (2014) en su estudio, Determinación de carbono en suelo de un matorral Sarcocaulis de la Paz, B.C.S., México. Para estimar la capacidad de almacenamiento de carbono en suelo, en un área de 200 hectáreas se levantaron 20 áreas en cuadrantes de 50x50 m (distancia de un cuadrante a otro es de 100 m), en las que se tomaron 4 muestras de suelo, dos muestras en cada una a diferente profundidad de suelo 0-15 y 15-30 cm. En los resultados se muestra que el aporte medio de C del suelo fue de, 17.812 tC/ha, presentando variaciones de 4.822-29.939 tC. Los resultados obtenidos coinciden con los bajos valores de CO acumulado en zonas desérticas, sin embargo, el patrón de concentración si fue disímulo al de otras áreas, mientras que la mayor concentración estaba en la parte más superficial del suelo.

ZAMORA (2013) en su estudio, Determinar el contenido de carbono en Biomasa aérea en “La Majada” municipio de Periban de Ramos, Michoacán. Tiene como objetivo estimar del contenido de carbono en biomasa aérea, para con ello estimar la capacidad en la captura de carbono que poseen los bosques. Los resultados muestran que “La Mojada” tiene un total de 55,329 tC. De carbono almacenado en un área de 1,010 Ha. La especie que tiene mayor capacidad en almacenamiento de carbono es Abies presenta 25, 304 toneladas de carbono, seguido por Pinus que tiene un almacén de 22, 355 toneladas totales de carbono y por ultimo Quercus se obtuvo un total de 1,292 toneladas de carbono y para otras hojas se tiene que hay 6,379 toneladas de carbono.

ACOSTA y TUPAZ (2007) en su estudio, Cuantificación de la captura de carbono por la biomasa aérea de aliso (*alnus jorullensis* h.b.k.) En dos arreglos agroforestales de la granja experimental botana universidad de Nariño. SE estimo mediante ecuaciones alometricas, el modelo que mejor se ajustó para estimar biomasa seca aérea total en la especie *A. jorullensis* fue de tipo exponencial Bt (kg.) = $\exp(3.56048 - 10.2771 / DAP)$, presentando un coeficiente de determinación (R²) de 93.01% y bajos errores de estimación. Para

árboles dispersos el modelo matemático fue $Bt \text{ (kg.)} = \exp (-0,34342 + 0,525503 \cdot \text{DAP cm})$. Para la especie *Alnus jorullensis* se utilizó el modelo $Y = \exp (7,18011 - 44,6446/X)$ propuesto por Forero L et. al. (2006). En cuanto a la distribución de biomasa, el componente fuste presentó el mejor contenido de biomasa seca con 57% para el arreglo (SSP), frente a 43% del arreglo (CC), por lo tanto. El estudio permitió concluir que el (DAP) influye directamente en la cantidad de biomasa aportada para cada sistema y por su fácil medición en campo es la variable que mejor se relaciona con la producción de biomasa, además la mayor cantidad de biomasa se encuentra en el fuste y que la distribución de la biomasa en los componentes depende de la realización de labores culturales.

LLANOS y ESCANDON (2016) en su estudio, Carbono almacenado en suelo en tres tipos de cobertura vegetal en los páramos andinos en la Cuenca del Río Paute. El objetivo de la investigación fue estimar el contenido de carbono sobre y debajo del suelo, para ello se instalaron 103 puntos de muestreo distribuidos en 30 en plantaciones de pino, 36 de ellos en páramo intervenido y 36 en páramo no intervenido. Los resultados muestran se almacena mayor cantidad de carbono el suelo que se encuentra en sitios de mayor altitud, así también existen mayores cantidades de Carbono orgánico en páramos no intervenidos y plantaciones forestales, esto se debe a la densidad aparente y modificaciones en la textura del suelo. En sus resultados concluye que el almacenamiento de carbono está estrechamente ligado a variables taxonómicas y actividades agrícolas.

GUDIÉL (2015) en su estudio, Uso de Ecuación alométrica para estimar biomasa aérea en *Pinus oocarpa* del bosque natural de la Microcuenca Santa Inés, Honduras. En la presente investigación se ajustó una ecuación para cuantificar la biomasa total aérea con índice de calidad de sitio IV. Según la metodología se hizo una medición total del peso verde de todos los componentes aéreos (fuste, acículas, ramas y conos) y una medición de peso seco en muestras sacadas por componente. Se evaluaron regresiones con datos DAP y altura como variables independientes en cinco ecuaciones, ajustando los coeficientes

y evaluando si existía relación con la biomasa total aérea. La ecuación que mejor se ajustó fue: $B=a+bDap^2+cH+dDap^2H$ con coeficientes de: $a=-8.611$, $b=0.688$, $c=-4.014$ y $d=0.002$. La ecuación encontrada podría servir como herramienta para cuantificar biomasa y carbono en los bosques de Honduras que presenten la misma calidad de sitio, ayudando a la construcción de la línea base de los sumideros de carbono nacionales.

1.2.2. Antecedentes del ámbito Nacional

CABUDIVO (2017) en su estudio, Secuestro de CO_2 y producción de oxígeno en árboles urbanos de la av. Abelardo Quiñones - distrito San Juan Bautista, Loreto – Perú, 2016. La presente investigación tiene como objetivo de determinar el secuestro de CO_2 y la producción de O_2 de los árboles urbanos de diferentes clases diamétrica; se inventariaron las especies arbóreas. El secuestro de CO_2 y la producción de O_2 se determinó utilizando fórmulas alométricas utilizadas en estudios internacionales (Chambi, 2001; IPCC, 2003 y Nowak et al., 2007). Se identificaron 17 especies con 418 individuos correspondientes a árboles y palmeras, con diferentes clases diamétricas, que producen un total de 119,03 toneladas de biomasa, secuestran 217,87 toneladas de CO_2 de y producen 158,59 toneladas de O_2 . Sobresaliendo las especies arbóreas *Syzygium cumini* “aceituna”, *Syzygium malaccense* “mamey” y *Terminalia catappa* “castaña”

DEL AGUILA (2013) en su estudio, Ecuaciones volumétricas para especies forestales aprovechadas de un bosque húmedo tropical de la comunidad nativa santa mercedes, rio putumayo, Perú. El estudio se realizó en un área de 257,424 ha, con el objetivo de determinar el número de individuos y volumen de las especies forestales; se probaron en total 11 modelos matemáticos. El diseño utilizado fue el descriptivo-correlacional, donde se evaluó la relación que existió entre la variable independiente y dependiente. Para determinar el mejor modelo se tuvo en cuenta aquel que presentó el más alto coeficiente de correlación(r), determinación (R^2) y menor error estándar de estimación S_{xy} . En total se evaluaron 116 individuos distribuidos en cuatro especies. La especie *Anaueria brasiliensis* "añuje rumo" reporta el mayor volumen con 309,76 m³ que

representa el 61,88% del total y el menor presenta la especie Cedrelinga cateniformis "tornillo" con 35,01m³ (6,99%). En el método uno el modelo $V=b_1 D^2 L$ fue el más eficiente para estimar el volumen cuya ecuación es $y = 0,00005408 \cdot D^2 \cdot L$ (argos de la troza); en el método dos reporta el modelo $V=b_1 D^2 L$ ($y = 0,00005743 \cdot D^2 \cdot L$ argos de la troza); en el método tres es el modelo $Y = b_0 + b_1 D^2$; que se traduce en volumen total del árbol $= 0,001 \cdot DAP^2 \cdot 0,20$; mientras que el método cuatro está representada por el modelo $V=b_1 D^2 L$ ($y = 0,00007937 \cdot D^2 \cdot L$ argos de la troza) y finalmente la ecuación $V=b_1 D^2 H$ puede ser usado para estimar el volumen de maderas en trozas.

CAMONES (2011) en su estudio, Determinar las reservas de carbono en la biomasa arbórea en la especie de Pinus Patula Schiede, en el callejón de Huaylas, departamento de Áncash. El objetivo del estudio fue estimar la cantidad de carbono almacenado y captado de la especie de pinus patula shiede en dos plantaciones, a través de la elaboración de ecuaciones alométricas de dicha especie. La metodología que se siguió para ambas especies consistió inicialmente en establecer transectos al azar como unidad de muestreo y dentro de estos dos cuadrantes, se cuantificó la hojarasca, también se realizó el inventario forestal. A estos árboles se les pesó en fresco y todos sus componentes arbóreos (fuste, frutos, hojas, ramas gruesas y ramas delgadas) y se tomaron las muestras respectivas, las cuales fueron llevadas al laboratorio, donde se obtuvo los pesos secos que relacionándolos con el peso fresco de campo, se determinó el contenido de humedad, y, por ende, la biomasa seca de cada componente arbóreo. Con estos datos se determinó la ecuación alométrica final: $\text{biomasa} = 64.88907 - 9.33573 \text{DAT} + 0.44408 \text{DAT}^2$, la cual presentó como únicas variables al diámetro a la altura del tocon (DAT) o diámetro de la base. Los flujos de carbono fueron de 6,19 tn/ha/año para la plantación de Mancará y 3.31 tn/ha/año para las plantaciones de Macashca. Los ingresos anuales por venta de carbono por hectárea fueron de 230.00 euros para Mancará y de 120.00 euros para Macashca.

SIMBAÑA (2011) en su estudio Estimación de la captura de carbono en plantaciones de eucaliptus globulus Labill. El presente estudio tiene como objetivo calcular la fracción de carbono de biomasa aérea y sus principales componentes madera, corteza y hojas. Se calculó la biomasa contenido en parcelas de 250 m^2 en 10 rodales de plantaciones de eucaliptus. Las ecuaciones elegidas fueron aquellas con menor valor de cuadrado medio de error (CME) del ANVA, $39,86430-3,51885\text{dap}(\text{mas})0,02138\text{dap}^2\text{h}$, y $20,41569-1,74753759\text{dap}(\text{mas})0,010148\text{dap}^2\text{h}$ para arboles de la especie Eucalyptus globulus Labill. Los resultados en cuanto a captura de carbono fueron en madera 0,4787, corteza 0,4184 y en hojas 0,5777. El rodal Yanacolpa Bajo a 35 años de edad alcanzo 771,34t/ha en biomasa y 365,46 t C/ha.

GORBITZ (2011), en su estudio, Estimación de las reservas de carbono en la biomasa aérea en plantaciones de 8 años de Colycophyllum spruceanum b. en el Valle del Aguaytia. En la presente investigación se evaluó el potencial de captura de carbono en la especie Colycophyllum spruceanum b. en doa diferentes zonas. Para la determinación de biomana y captura de carbono se usó ecuaciones alométrica que se realizó mediante muestreo destructivo de 30 individuos de Colycophyllum spruceanum b. La ecuación alométrica que mejor se ajustó para la determinación de la biomasa seca total fue la exponencial de la forma $Bt=0,072*D^{2,642}$, con un R^2 mayor a 0,98. En los resultados se muestran que la especie Colycophyllum spruceanum b. alcanza un total de 125,9 tC_{eq}/ha de captura de carbono en la cuenca del aguaytía; habiéndose registrado en el estrato I 84,7 tC_{eq}/ha y en el estrato II 156,8 tC_{eq}/ha . En el estrato I, el 74,4% se halló en la biomasa arbórea mientras que el 5,4% y 20,2% en la herbácea y hojarasca respectivamente, en el estrato II la biomasa arbórea represento el 82,7% mientras que el 2,6% y el 14,7% en la herbácea y hojarasca respectivamente.

Lam (2011), en su estudio Estimación de la cantidad de carbono capturado por el fuste del (Laxopterigium huasango sprunce) en el bosque seco de Sullana, Piura, Perú. El objetivo de la investigación fue evaluar el potencial de captura de

carbono que tiene la especie Hualtaco (*Laxopterigium huasango sprunce*), para ello se realizaron modelos de ecuaciones alométricas que estiman el contenido de carbono en el fuste de la especie, con una alta precisión utilizando las variables independientes DAC (cm), DAP (cm) y altura total (m) para cada ecuación. Los individuos de la especie Hualtaco estudiados presentaron un DAP de 10 cm a 51 cm y un DAC desde 17 cm a 73 cm. Los resultados muestran que la biomasa húmeda obtenida en fuste fue de 25,48 kg, en ramas gruesas fue de 48,55 kg a 2210,65 kg y la biomasa húmeda total de los individuos varió desde 74,03 kg a 2929,5 kg. La cantidad de carbono capturado varía desde 6,17 kg a 127,05 kg de carbono capturado en su fuste, lo que es decir entre 22,65 kg a 468,17 kg de carbono equivalente por árbol.

CARDENAS (2016) en su estudio, Evaluación del potencial de los bosques de como sumidero de carbono en el entorno del Parque Nacional Huascarán (Perú). El objetivo de la investigación fue estimar el potencial de sumidero de carbono de los bosques de las especies *Eucalyptus globulos* y *Pinus radiata*. Los mayores valores de biomasa aérea estimada en términos de materia seca (compuesta por el tejido leñoso de la vegetación arbórea y material herbáceo), fueron 238,32 y 181,53, correspondientes al bosque de *P. radiata* (Huaraz) y *P. radiata* (Catac). Sólo el primer valor, 238.32 Mg MS ha, es el único que supera el límite inferior del rango de biomasa de los bosques tropicales húmedos (de 200 a 500 Mg MS ha). Los contenidos de carbono almacenado en la biomasa aérea total más relevante de los bosques forestales evaluados en el Callejón de los Conchucos, parte alta y media de la cuenca del río Santa, fueron de 81,69 y 107,25 Mg C ha, cantidades que corresponden a *P. radiata*, ubicado en la localidad de Catac, *P. radiata* en Huaraz. Con respecto a la captura de carbono en la biomasa subterránea total (comprende a raíces de árboles, arbustos y hierbas) más representativo, fueron 21,98 y 22,43 Mg C ha⁻¹ correspondiendo a los bosques *E. glóbulos* en Catac y Marcará.

Rodríguez (2012) en su estudio, Captura de CO_2 por el vetiver, *Chrysopogon zizanioides* en el vivero del núcleo de producción de San Juan de Miraflores

Lima. El objetivo principal fue evaluar, cuantificar y determinar la capacidad de captura de CO_2 , así como evaluar, cuantificar y determinar la cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea y la cantidad de carbono almacenado en la materia orgánica del suelo y evaluar la potencialidad de pasto para generar ingresos en el mercado de carbono. La captura de CO_2 en el vetiver vario de 7,62 a 9,69 tCO_2/ha , la cantidad de carbono fijado en biomasa aérea fue de 2,16 a 2,14 tCO_2/ha bajo condiciones de suelo arenoso y la cantidad de carbono almacenado en el suelo fue de 43 a 46 tCO_2/ha equivalente a 159 a 168 tCO_2/ha capturado. La rentabilidad de la biomasa del vetiver fue referencial y resulto ser baja en relación a la biomasa de otras especies herbáceas y arbóreas; sin embargo, si se tiene en cuenta la rentabilidad generada por el carbono fijado en el suelo y la variedad de usos, los ingresos incrementan.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Cambio climático

Es el incremento del valor promedio de la temperatura de la superficie del planeta que se ha presentado aproximadamente desde la mitad del siglo pasado. Muchos especialistas relacionados al tema consideran que este fenómeno se debe al incremento en los niveles de Dióxido de carbono y otros gases que provocan un efecto de invernadero en la atmosfera terrestre.

Desde 1750 se ha estado emitiendo a la atmosfera grandes cantidades de CO_2 , debido a la quema de combustible fósiles como el petróleo y el carbón, como resultado de los procesos industriales. El incremento intensificado de los procesos industriales, así como la mecanización de casi todas las actividades productivas y cotidianas de la sociedad, incrementan, la quema de dichos combustibles para obtener la energía eléctrica que a su vez es obtenida, a gran escala a partir de la quema de los mismos.

Anteriormente se ha realizado mediciones de dióxido de carbono en la atmosfera terrestre en varios puntos estratégicos del mundo y se ha calcula que la concentración niveles de este gas se han elevado de 315 ppm en 1958, a más

de 375 ppm en la actualidad, y que su concentración aumenta en 2 ppm cada año, pues se reporta que un nivel seguro de Dióxido de Carbono en la atmosfera no debe exceder las 350 ppm.

1.3.2. El ciclo del Carbono

El carbono es un elemento necesario e imprescindible para la existencia de la vida en la tierra. El ciclo de carbono es de interés para el calentamiento global pues se relaciona con el dióxido de carbono a través de los procesos de la fotosíntesis, emisiones por la quema de combustibles fósiles, respiración, erupciones volcánicas y liberación por descongelación del permahielo (hielo permanente).

El ciclo del carbono está integrado por la circulación del carbono en la biosfera, mediante procesos biológicos y geofísicos. El carbono que existe en el planeta tierra, en forma de dióxido de carbono, se fija o absorbe por la fotosíntesis de las plantas, fitoplancton y otros organismos que lo regresan a la atmosfera en forma de oxígeno e hidratos de carbono, principalmente mediante la respiración de plantas, humanos, animales y microorganismos. En la biosfera ocurre por la descomposición de materia orgánica, que además de dióxido de carbono subproduce metano otro importante gas de efecto invernadero. Este es el principal proceso por el cual se obtiene el carbono que utilizamos los seres vivos. Se estima que hay 750 mil millones de toneladas (750 Gt, giga toneladas) de dióxido de carbono en la atmosfera terrestre, una quinta parte del cual es transformado anualmente por plantas y microorganismos.

Los procesos abióticos (no biológicos), incluyen la quema de materia orgánica, así como la quema de combustible fósiles (carbón, petróleo y gas), que es la principal preocupación por la exacerbación del efecto invernadero, fenómeno que induce un sobrecalentamiento global. Los combustibles fosilizados se formaron a partir de plantas y animales en épocas remotas y hoy, al quemarse, desprenderse el carbono que absorbieron cuando estuvieron vivos.

Otro proceso abiótico es el movimiento de las placas tectónicas, que contribuye con el llamado carbono profundo, que opera a escala de millones de años y se

manifiesta en forma de erupciones volcánicas que emana unilateralmente dióxido de carbono.

1.3.3. Dióxido de carbono

En los últimos tiempos está ocurriendo cambios por motivos no naturales y es la raza humana quien lo está propiciando. La atmosfera que rodea el planeta tierra ha regulado la temperatura del planeta por más de cuatro mil años, durante los últimos 10 años ese control del clima ha situado la temperatura media global alrededor de 15 %.

El control climático natural es un mecanismo complejo, el cual está conformado por un gas incoloro, inodoro e integrado por un átomo de carbón y dos de oxígeno (CO_2), se trata de bióxido o dióxido de carbono, denominado también anhídrido carbónico o gas carbónico. El CO_2 es indispensable para mantener el equilibrio que requiere la vida sobre la tierra, a su vez es un subproducto de la combustión del carbón, derivados de petróleo y en menor medida, del gas natural, de nuestra respiración y de la respiración de las plantas que lo utilizan para su proceso de fotosíntesis. Ese átomo de carbón esta por todas partes y el aumento de su concentración en la atmosfera, producto de las actividades humanas, está propiciando el calentamiento global del planeta, lo cual conduce al cambio del clima con todas las consecuencias que esto implica.

Aproximadamente el 56% de CO_2 que la humanidad ha emitido a lo largo de la historia al quemar combustible fósiles aún se encuentra presente en la atmosfera, pues su permanencia es de muchos decenios o siglos, por lo que la concentración de este gas es causa directa o indirecta de 80% del calentamiento global. De aquí a que el CO_2 sea un gas de efecto invernadero más importante de los seis incluidos en el protocolo de Kyoto.

1.3.4. Efecto invernadero

El efecto invernadero es considerado parte inmanente del sistema climático del planeta tierra al ser la consecuencia de que exista la atmosfera donde

precisamente se manifiesta el clima, así también requiere importancia por su participación en el calentamiento global hoy día tan difundido. Este fenómeno es, por consiguiente, indispensable para la existencia de la vida.

El efecto invernadero natural se ha estado incrementando por actividades antropogénicas, apunto de amenazar el equilibrio climático debido a la creciente emisión de gases que se acumulan en lo alto de la atmosfera para hacer posible este efecto invernadero. Esta es la causa más directa del calentamiento global en curso, según lo ha reiterado la IPCC.

Tal vez todos hemos experimentado alguna vez el efecto invernadero, bien conocido por los agricultores quienes utilizan espacios cerrados con muros y techos traslucidos para cultivos vegetales. Para conocer el efecto basta con situarse en invierno detrás de un espacio cerrado con vidrio para disfrutar del calor aportado por los rayos solares, sea cual sea la temperatura exterior. El interior de un invernadero o un automóvil se calienta rápidamente, no solo porque el aire caliente no puede salir, sino sobre todo por que el vidrio es transparente (permite el paso) para la luz solar y opaco para el calor que trata salir. Todo cuerpo emite calor para dispersar su energía, pero esta radiación tendrá una longitud de onda diferente según su temperatura. El sol, la razón del calor extremo en su superficie (6000 °C) irradia un largo espectro de ondas. El cristal es transparente a esta radiación solar que lo atraviesa; por el contrario, la energía (o radiación) absorbida por cualquier cuerpo frío, como nuestra casa o un carro recalentado por el sol, es emitida bajo la forma de rayos infrarrojos.

El efecto invernadero natural es considerado indispensable en la aparición de la vida sobre la tierra. Sin ella la temperatura medio del planeta seria -18 °C, sin embargo, es de 15 °C. el efecto invernadero ayuda a regular esas diferencias de temperatura del planeta tierra.

La atmosfera está compuesta por nitrógeno, oxígeno y argón en 99.9% de la masa gaseosa, siendo el restante 0.1% un grupo minoritario de gases entre los que se encuentra los llamados gases de efecto invernadero (GEI) o gases termo

activos. Este grupo minoritario de gases es el responsable del efecto invernadero.

El efecto invernadero natural es considerado como el calentamiento que produce la radiación atrapada entre la superficie terrestre y la barrera que forman los gases de radiación atrapada entre la superficie terrestre y la barrera que forman los gases de efecto invernadero, sobre todo en las capas atmosféricas bajas, esto da lugar a una temperatura ambiental más alta que la que habría en ausencia de dicho fenómeno, pero el efecto que es preocupante es que está contribuyendo al calentamiento global moderado, es el incremento térmico debido a la presencia adicional de CO_2 emanado por chimeneas, escapes, incendios forestales y otras fuentes no naturales, ayudado por el resto de gases de efecto invernadero aumentado como consecuencia de las actividades humanas que no han tomado en cuenta las llamadas externalidades o impactos asociados a dichas actividades.

1.3.5. El Carbono en las plantas y su función como captadoras de CO_2

Aproximadamente el 50% de la biomasa de las especies forestales está conformado de carbono, es por ello que los bosques son de vital importancia y cumplen una función importante en el ciclo del carbono global. La capacidad de captura de carbono está en función de la especie, el índice de sitio, el turno, etc. Según Ciesla, 1996, El índice anual de fijación de carbono se encuentra en especies jóvenes las cuales se encuentran en pleno crecimiento. El carbono almacenado en un depósito puede cambiar debido a la diferencia entre adiciones de carbono y pérdidas de carbono. Según la IPCC, 2001 señala que Cuando las pérdidas de carbono son mayores que las adiciones, el carbono almacenado disminuye, y por lo tanto el depósito actúa como fuente de la atmósfera; cuando las pérdidas son menores que las adiciones, el depósito actúa como sumidero de la atmósfera. Los bosques tropicales pueden actuar como fuentes o sumideros de carbono, por ello es necesario estudiar los flujos de éste y la cantidad almacenada en los diferentes tipos de bosques para conocer acerca de

su capacidad de almacenamiento, liberación o neutralidad en el ciclo del C y su concentración en la atmósfera (Lugo & Brown 1992).

1.3.6. Balance de carbono

En el ecosistema biosfera terrestre es necesario distinguir entre el carbono almacenado en el ecosistema y el flujo de carbono.

El carbono almacenado en el ecosistema (árboles, vegetación subsidiaria, suelo y productos obtenidos) es expresado en toneladas (o en gigatoneladas) por hectárea y el flujo de carbono es la corriente de carbono entre las existencias de carbono (contenido) en el ecosistema y la atmósfera. La expresión “fuente de carbono” significa un flujo en sentido inverso y desde el sistema a la atmósfera “sumidero de carbono” se refiere a la existencia de un flujo neto de carbono desde la atmósfera al sistema. Su diferencia algebraica se refleja en el balance de carbono.

Según Cannell, 1995 indica que, en latitudes medias del hemisferio norte, dada la alta proporción de tierras a mares no parece que los océanos sean un sumidero de carbono importante, y sí lo son la vegetación y el suelo; El análisis de la distribución latitudinal de fuentes y sumideros durante el periodo 1980-1996 mediante “modelos de inversión” (PICC, 2001) revela absorción de CO_2 en latitudes mayores de 30° Norte y en los trópicos (entre 30° N y 30° S); y una absorción prácticamente nula en latitudes inferiores a 30° S.

1.3.7. Carbono en el suelo y materia orgánica

Los suelos de los bosques pueden almacenar grandes cantidades de carbono que por la deforestación podría liberarse a la atmosfera (Houghton et al., 1983 citado por IPCC 2000). Brown y Lugo (1990) señala que áreas cultivadas después de haber sido deforestadas pierden 60-70 por ciento del carbono inicial contenido en los bosques maduros. Así también, la cantidad de C que se

encuentre en el suelo van a depender de la materia orgánica que este posea y la densidad aparente del mismo.

La materia orgánica está compuesta generalmente son lignina, hidratos de carbono, proteínas, péptidos y aminoácidos libres, grasas, ceras y resinas. La materia orgánica determinado en un suelo se relaciona con la cantidad añadida de residuos frescos, forma y composición de los tejidos y posterior transformación por los microorganismos. La cantidad adicional está directamente relacionada con la abundancia y naturaleza de la vegetación, lo que incluye clima (temperatura y precipitación) que afectan la producción de biomasa. Según Armson (1977) y Hardy (1970), estas sustancias se descomponen en el suelo en un tiempo relativamente corto en condiciones de trópico húmedo: de 6 a 12 meses. Según Armson (1977), el relieve también afecta la acumulación en áreas planas o depresionales y la pérdida por arrastre en el agua de escorrentía en lugares inclinados de relieve abrupto.

1.3.8. Carbono en suelo y densidad aparente del suelo

La densidad aparente se define como la relación entre la masa del sólido y el volumen total ocupado por el sólido y por el espacio poroso. Esta se determina secando las muestras a 105 °C por 24 horas y el volumen total se deduce del cilindro que fue utilizado para la toma de muestras (Soriano 2001). En caso del volumen de poros, este es una parte del volumen de suelo medido para la estimación de la densidad aparente. Para ello las muestras de suelo tienen que ser secadas en horno o estufa antes y después de ser secada, para extraer el contenido de humedad. Existen diversas metodologías de estimar la densidad aparente en el suelo. Una mediante la utilización de equipo que genere radiaciones (sin embargo, deberán realizarse cálculos para eliminar los valores de contenido de agua en suelo que se obtienen) y el método más empleado es el del cilindro metálico. Las unidades más empleadas para densidad aparente es gramos por metro cubico (g/m^3).

1.3.9. Fijación de carbono en el suelo

La presencia de carbono orgánico en los suelos naturales representa un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición (mineralización). La materia orgánica del suelo tiene una composición muy compleja y heterogénea y está por lo general mezclada o asociada con los constituyentes minerales del suelo. Se han desarrollado un gran número de métodos de separación para identificar los distintos constituyentes de la materia orgánica del suelo, grupos cinéticos, por ejemplo, los grupos que pueden ser definidos por una cierta tasa de recambio del carbono. CERRI et al., (1985)

Las partículas de materia orgánica libre y la biomasa microbiana de los suelos son controladas por el aporte de residuos de cultivo o cobertura del suelo y el clima. La agregación del suelo, la textura y la mineralogía controlan la materia orgánica en macro agregados y por lo tanto; la labranza tiene un gran efecto sobre el tamaño de esos reservorios. Los otros reservorios son menos afectados por los factores agronómicos, pero lo son sobre todo por factores pedológicos (micro agregación, composición de la arcilla). CAMBARDELLA (1998).

1.3.10. Fijación de carbono en el suelo por descomposición de la madera

Los residuos que son dejados en el bosque luego del aprovechamiento pasan a formar la materia orgánica en los suelos. Esta se compone de raíces, resto poco alterados de plantas muertas, resto de plantas descompuestas en partes, materia orgánica coloidal, microorganismos vivos y microorganismos y materia orgánica inactiva o inerte (Carbón, vegetación quemada cenizas).

1.3.11. Biomasa y carbono

La biomasa es representada como la suma total de la materia viva que se encuentra en un ecosistema en un momento determinado y se expresa en términos de peso de seco, masa y volumen (ORNOÑES, 1999). Los estudios de

estimación biomasa, así como de carbono es importante para comprender el ecosistema forestal, ya que hacen referencia a la distribución de la materia orgánica en el sistema y permite evaluar los efectos de una intervención, respecto a su equilibrio en el ecosistema (Somarriba y Beer, 1986).

Métodos para estimar la biomasa

- a) aplicación de ecuación de regresión específica de especies de árboles individuales tomando como medida el diámetro, altura total y otras medidas de árboles.
- b) Aplicación de una ecuación de regresión genérica.
- c) Estimación de tablas de biomasa específicas para especies o genéricas basadas en diámetro y/o altura.
- d) Uso de tablas de rendimiento estándar para estimar el volumen de fuste y aplicando la gravedad específica se convierte a biomasa de fuste, posteriormente se aplica un factor de expansión para estimar biomasa total del árbol

En el estudio se evaluará el equilibrio entre el CO_2 del ambiente y el CO_2 almacenado en especies forestales ornamentales y en el suelo, en la Av. Trapiche, Comas 2017.

1.3.11. Especies forestales ornamentales

***Schinus Molle* (Familia: Anacardiáceae)**

Árbol perennifolio de copa frondosa y redondeada con hojas compuestas alternas y colgantes, tienen una medida de 15 a 30 cm de color verde vivo amarillento. Las hojas son muy pequeñas y en forma de espigas de color amarillento o blanco. Sus frutos son parecidos a los pimientos con un color rojo muy llamativo. Posee un tronco nudoso (Ver figura N° 1).

Esta especie es originaria de Sudamérica en la región andina y principalmente del Perú, extendiéndose de Ecuador, Bolivia y Chile. Se pueden encontrar en

nuestras andes hasta los 3, 650 m de altitud. Así mismo se distribuye en México; EE. UU; California (Sur), Texas (Oeste); y en Centroamérica.

Se adapta a clima subtropicales, semiárido, cálido-templado, temperatura húmedo y templado-seco. No es exigente en el tipo de suelo, pero su adaptación es mejor en suelo arenoso. Es una especie de fácil adaptación, de crecimiento rápido, pudiendo alcanzar en un año 3 metros de altura, cuando es joven. Puede vivir hasta 100 años. (Rodríguez y Ojeda, 2014)



Fuente: Rodríguez y Ojeda, 2014

Figura N° 01. Árbol ornamental Schinus Molle

Ficus benamina L.

Nombre Científico: *Ficus benamina* L.

Nombre Común: Ficus

Distribución u origen: Originario de la India, Java y Balia.

No. de individuos en Ciencias: 4

Usos: Se cultiva como árbol ornamental.

Árbol hasta 6 m de alto, de corteza lisa, gris claro a blanquecina, tallos muy flexibles, desarrolla raíces aéreas con facilidad. Presenta ramas colgantes.

Hojas de color verde oscuro, lustrosas, colgantes, envés un poco más pálido que el haz, ovadas a elípticas, 4 a 8 cm de largo, 3 a 4 cm de ancho, ápice agudo a acuminado prolongado hasta 2 cm, margen ondulado, las venas inconspicuas, tiene flores pequeñas, en inflorescencias a modo de pequeños

higos, de color blanquecino-amarillento y sus frutos como síconos, alrededor de 1 cm de largo, esféricos, color rojo a amarillo



Fuente:

Figura N° 02. Árbol ornamental *Ficus benjamina*

1.3.12. Curvas alométricas

Los modelos alométricos son funciones que estiman las relaciones entre biomasa, volumen y carbono total del árbol en función de variables de fácil medición comúnmente utilizadas: altura, DAP (1.30 m) (Husch et al., 1982; Parresol, 1999; Acosta et al., 2002); así mismo, pueden considerarse no sólo variables morfológicas, sino también fisiológicas o bioquímicas (López, 1995).

Para estimar la biomasa y carbono por componentes del árbol para diferentes tipos de vegetación y la distribución de la biomasa se han empleado relaciones entre la cantidad de biomasa y las dimensiones del fuste a través de ecuaciones alométricas (Monroy y Návar, 2004; Díaz et al., 2007; Avendaño et al., 2009; López et al., 2011) estas relaciones constituyen una herramienta importante para construir modelos de crecimiento forestal (Acosta et al., 2002) que han resultado útiles para predecir el incremento y fijación de carbono.

Para el desarrollo de un modelo es necesario seguir una serie de pasos los cuales son: definición del ecosistema, selección de especies de interés, determinación de tamaño de muestra, selección de individuos a muestrear,

medición, corte, estimación de biomasa y selección del mejor modelo alométrico (Brown et al., 1986; Ramírez et al., 1997; Segura y Andrade, 2008).

Las ecuaciones más utilizadas para la estimación de incrementos anuales en diámetro, altura, volumen y área basal son ecuación de Chapman-Richards y Schumacher (Prodan et al., 1997; López et al., 2011; Méndez et al., 2011).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿El CO_2 del ambiente está en equilibrio con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas?

1.4.2. Problemas Específicos

Problema específico 1

¿Qué especie forestal ornamental acumula mayor CO_2 en su biomasa en la Av. Trapiche, Comas?

Problema específico 2

¿Cuánto de CO_2 se almacena en el suelo de la Av. Trapiche, Comas?

Problema específico 3

¿Cuánto de CO_2 se almacena en el Ambiente de la Av. Trapiche, Comas?

1.5. Justificación del estudio

- ✓ Facilitar información a instituciones del estado para que promuevan áreas verdes con estas especies a fin de en sus propuestas incluyan criterios de contribución a la captura de carbono en vista de las diferencias de almacenamiento de carbono.
- ✓ La vegetación urbana podría actuar como un mecanismo natural de mitigación de GEI en las ciudades (Revi et al, 2014). Con ello, los parques ciudadanos no solo pueden actuar como sumideros de carbono naturales al

capturar y almacenar el CO_2 , sino que, por su naturaleza multifuncional, y por todos los servicios ambientales que ofrecen pueden mejorar la calidad de vida de sus habitantes (Atiquil, 2011 y Baró et al, 2014).

- ✓ Considerando que un árbol en buen estado de salud puede almacenar en promedio 3.5 kg de carbono por año, un área arbolada con una extensión de 2,500 m^2 podría absorber en un año el CO_2 que produce un auto al recorrer 18,000 km a la par de proporcionar oxígeno suficiente para 52 personas (Martínez- González y Chacalo-Hilú, 1994), por lo que es necesario determinar el carbono almacenado en las especies forestales ornamentales de la Av. Trapiche, Comas

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

Ho: No existe equilibrio entre el CO_2 del ambiente con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y el suelo en la Av. Trapiche, Comas.

Ha: Existe equilibrio entre el CO_2 del ambiente con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y el suelo en la Av. Trapiche, Comas.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Evaluar la existencia de equilibrio entre el CO_2 del ambiente con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas.

1.7.2. Objetivos Específicos

Objetivo Especifico 1.

Evaluar que especie forestal ornamental acumula mayor CO_2 en su biomasa en la Av. Trapiche, Comas.

Objetivos Específicos 2

Evaluar el CO_2 almacenado en el suelo de la Av. Trapiche, Comas.

Objetivos Específicos 3

Definir el CO_2 almacenado en el Ambiente de la Av. Trapiche, Comas

I. METODO

2.1. Diseño de investigación

El tipo de estudio del presente trabajo de investigación es descriptivo ya que se apoya en la investigación de campo, obteniendo información de la realidad que según Balestrini (2001); "El investigador al desarrollar el estudio se familiariza con la realidad abordada, permitiendo reunir información".

2.2. Definición de Variables, operacionalización

El estudio es considerado como Univariable.

La única variable es el Equilibrio entre CO_2 del ambiente y el CO_2 almacenado en la biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo, en la Av. Trapiche, comas 2017. (Ver tabla N° 01)

Tabla N° 01. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala nominal
Equilibrio entre el CO_2 del ambiente y el CO_2 capturado por biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en el Av. Trapiche, Comas.	CO_2 en biomasa: La determinación de la biomasa forestal es un elemento de vital importancia ya que nos permite conocer el potencial de captura de carbono en hojas, ramas, fuste y raíces. (Polzot, 2004)	Estimación de CO_2 en especies forestales: mediante la aplicación de fórmulas alométricas y el muestreo de hojas y ramas se realizará el cálculo de CO_2 en biomasa.	Especies forestales	CO_2 capturado por schinus molle. CO_2 capturado por ficus benjamina	Cuantitativo continuo
	CO_2 en el suelo: El C orgánico se encuentra en forma de residuos orgánicos poco alterados en vegetales, animales y microorganismos, en forma de humus y en formas muy condensadas de composición próxima al C elemental (Jackson, 1964)	Estimación de CO_2 en el suelo. Se realizará mediante el muestreo de suelo y en laboratorio con el equipo Carbono, Hidrogeno y Nitrógeno (CHN628)	Suelo	CO_2 almacenado en el suelo por schinus molle. CO_2 almacenado en el suelo por ficus benjamina	Cuantitativo continuo
	CO_2 en el ambiente: El dióxido de carbono es uno de los principales gases del efecto invernadero que contribuye mayormente al calentamiento global (Castro et al., 2002)	Estimar CO_2 en el ambiente: Se siguió el principio químico de Hidróxido de Bario y análisis de los contaminantes (Peter O. Warner, 1981.)	Atmosfera	CO_2 emitido al ambiente	Cuantitativo continuo

Fuente: Propia

2.4. Población y muestra

2.3.1. Población

La presente investigación se realizó en Comas, en la Av. Trapiche en la cual se encontró 239 individuos de *ficus benjamina* y 1044 individuos de *schinus molle*, que conforman una población de 1283 individuos en un área de 5,63 Kilómetros.

2.3.2. Muestra

Se tomó como muestra en total a 69 individuos forestales ornamentales (56 individuos de la Especie *schinus molle* y 13 individuos de la especie *ficus benjamina* de la Av. Trapiche, Comas.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de la población

Z = 1.96 al cuadrado (95 %)

p = (en este caso 5% = 0,05)

q = 1 – p (1 – 0,05 = 0,95)

d = precisión (5%)

$$n = \frac{1044 * (1,96)^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2(1283 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = 56$$

En total se evaluarán 56 individuos de la especie *schinus molle*.

Especie: *ficus benjamina*

$$n = \frac{239 * (1,96)^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2(1283 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = 13$$

En total se evaluarán 13 individuos de la especie *ficus benjamina*.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Observación directa: En la investigación se tomó información en campo, esta misma se registró para luego ser procesada y analizada en gabinete. Se considera observación directa cuando el investigador está en contacto personalmente con el hecho que trata de investigar (Díaz, 2011).

Descripción de etapa de investigación

- 1. Reconocimiento del área de estudio:** La investigación se desarrolló en la Av. Trapiche del Distrito de Comas.

La Av. Trapiche se encuentra ubicado en el Distrito de Comas.

El área de estudio tiene una longitud de 5,63 Kilómetros

- 2. Metodología para el inventario de especies forestales ornamentales**

Identificación de especies:

En la zona de investigación se identificaron 1044 especies *schinus molle* y 239 *ficus benjamina* de los cuales se evaluaron 56 individuos de la especie *schinus molle* y 13 individuos de la especie *ficus benjamina*.

- 3. Medición de las Especies Forestales Ornamentales**

Determinación de DAP (Diámetro a la altura del pecho)

Se determinó mediante el uso de una cinta métrica. Esta medición se realizó a 1.3 m sobre el nivel del suelo.



Fuente: Propia

Figura N°03. Medición del fuste

Área basal

La determinación de área basal sirve como medida para hallar el volumen de especies arbóreas o arbustivas, el área basal se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol por medio del diámetro (Mostacedo y Fredericksen, 2000), ésta se refiere al sitio donde se ubica el Diámetro Normal (1.30m). Se encuentra directamente relacionada con el volumen del fuste y es utilizada como indicador de la dominancia y cobertura de una especie (Galeana, 2008). El cálculo de esta se realizó con la siguiente fórmula:

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

Donde:

AB= área basal en m²

DAP= diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

π = 3,1416

Calculo del Volumen

Para determinar el volumen se empleó la ecuación propuesta por Grijpma, 1982:

$$V = AB \times h \times ff$$

Donde:

V = volumen del árbol en pie en m^3

AB = área basal

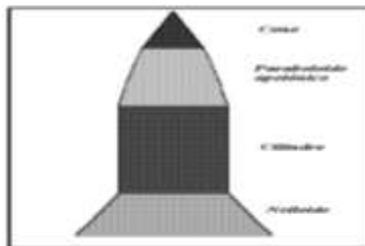
h = altura total

Ff = factor de forma (0,75)

Debido a que algunos géneros portan formas irregulares, la estimación del volumen se corrige al multiplicarlo por 0.75 constante del coeficiente mórfico forestal, que se refiere a la relación entre el volumen de un árbol y el volumen de un cilindro tomado como base el área transversal del árbol a la altura del pecho (DAP) y la altura del propio árbol (Caballero, 1982 citado en Rojas, 2008).

Determinación del volumen de fuste

Los fustes de los árboles normalmente no adoptan la forma de un tipo dendrométrico en toda su longitud, pero es posible identificar a éstos o a sus truncados, en segmentos del fuste.



Fuente: ROMAHN y RAMIREZ, 2010.

Figura N° 04: Tipos dendométricos

Fórmula general para determinar el volumen de los paraboloides de revolución.

$$V = \frac{S_o H_o}{n + 1}$$

43

Donde:

$S_o = \text{Área}$

$H_o = \text{Altura}$

$n = \text{valor asignado}$

En la siguiente tabla se presenta los valores de “n” para cada tipo de paraboloides

Tabla N° 02. Valores de “n” para paraboloides de revolución

Valor de “n”	Paraboloides de revolución
0	Cilindro
1	Paraboloides apolónicos
2	Cono
3	Neiloide

Volumen de un cilindro

$$V_c = \frac{S_o H_o}{n + 1} = S_o H_o$$

El producto de la superficie de la base por la altura.

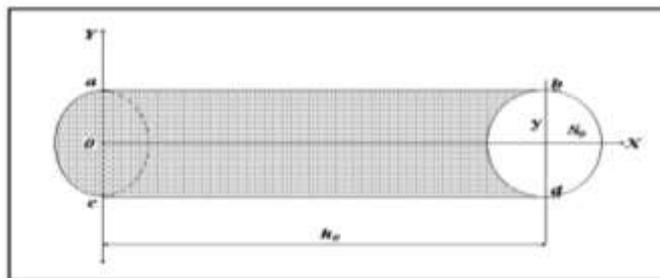
$$V_c = S_o H_o$$

Donde:

$V_c = \text{Volumen del cilindro (m}^3\text{)}$

$S_o = \text{Área de la base del cilindro (m}^2\text{)}$

$H_o = \text{Altura del cilindro (m)}$

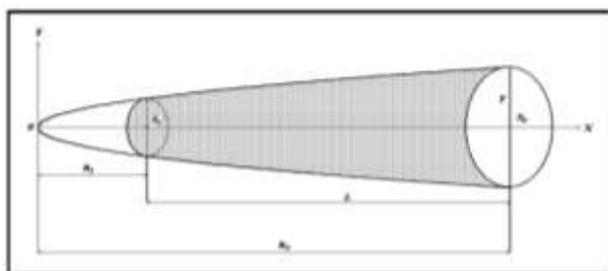


Fuente: ROMAHN y RAMIREZ, 2010.

Figura N° 05. Cilindro

Volumen de un Paraboloide Apolónico

Se caracteriza por la proporcionalidad existente entre las áreas de sus secciones rectas y sus distancias al vértice 0, de tal manera que:



Fuente: ROMAHN y RAMIREZ, 2010.

Figura N° 06. Paraboloide apolónico

Para calcular el volumen de este cuerpo al igual que el del cilindro, se obtiene aplicando la fórmula general de cubicación de los paraboloides de revolución sustituyendo el valor de n.

$$V_{pa} = \frac{S_0 H_0}{n + 1} = \frac{S_0 H_0}{2}$$

La fórmula para el Paraboloide apolónico nos indica que el volumen es igual a la mitad del volumen del cilindro de la misma base y altura.

Entonces se determinará que el volumen del truncado de paraboloide apolónico de bases paralelas entre sí y perpendicular al eje es igual al volumen del paraboloide grande menos el del paraboloide chico:

$$V_{tpa} = \frac{(S_0 H_0) * L}{2}$$

Donde:

V_{tpa} = Volumen truncado de un paraboloides apolónico (m^3)

S_0 = Área de la circunferencia mayor (m^2)

H_0 = Área de la circunferencia menor (m^2)

Determinación del volumen de la Copa

Para la medición del ancho y largo de la copa se utilizó una cinta métrica. (Ver figura N° 4). Para hallar el volumen de la copa se siguió la metodología de Boone (et. al), (2013).



Fuente: Propia

Figura N° 07. Medición de la Copa

Para las mediciones obtenidas, se usó la siguiente fórmula:

$$A_{ec} = \left(\frac{W1 * W2}{2} \right)^2$$

Donde:

A_{ec} = Área elipsoide de la copa

$W1$ = Longitud máxima de la copa cruzando por el centro

$W2$ = Ancho de la copa

$$V_c = A_{ec} * P_c$$

Donde:

V_c = Volumen de la copa

A_{ec} = Área elipsoide de la copa

Pc = Profundidad de la copa

Determinación de la biomasa del fuste de un árbol

Para calcular la biomasa del fuste de las especies forestales se siguió la siguiente fórmula propuesta por CANCINO (2010).

$$B_{fus} = (V_{fus} \times p_{fus})$$

Donde:

Bfus = Biomasa del fuste (Kg)

Vfus = Volumen del fuste (m^3)

Pfus = Densidad del fuste (Kg/m^3)

Determinación de la biomasa de la copa

Para el cálculo de la biomasa de la copa se siguió la metodología propuesta por CANCINO (2010), el cual consta de separar la copa de un individuo representativo en tres secciones de biomasa aproximadamente igual, seleccionar una rama representativa de cada sección, o varias si son muchas y pequeñas de modo que la muestra corresponda al 5% de la biomasa de la sección. Se obtuvo una muestra de cada individuo por cada especie forestal ornamental. Obteniendo el peso seco de la muestra que representa un 5%, se procedió a calcular el peso seco del total de la copa.

$$\begin{aligned} 5\% W_c & \text{-----} \rightarrow X \text{ gr.} \\ 100\% W_c & \text{-----} \rightarrow Y \text{ gr.} \end{aligned}$$

Donde:

Wc = Peso de copa

De esta manera una vez obtenido el volumen de la copa, mediante una regla de tres simples, se calculó la cantidad de biomasa seca, para los demás individuos.

$$V_{ci} \text{-----} \rightarrow Y \text{ gr. (Wc)}$$

$$V_c \text{ ----- } \rightarrow Z \text{ gr. (} W_c \text{)}$$

Donde:

V_{ci} = Volumen de copa de individuos representativo (m^3)

V_c = Volumen de copa de individuos (m^3)

Y = Peso seco en copa de individuos representativos (gr.)

Z = Peso seco en copa de individuo (gr.)

Muestreo

Muestreo de ramas y ramillas: Luego de hacer la clasificación de ramas y ramillas se apilaron para luego amarrarlas y pesarlas con una balanza analítica. Las ramas y ramillas no tenían hojas, que fueron separadas para pesarlas por separado. Estos datos fueron tomados como el peso húmedo del individuo de la especie evaluada. Las muestras fueron colocadas en papel craf debidamente codificadas para luego ser llevadas al laboratorio.

Muestreo de hojas: Se procedió a separar la totalidad de las hojas de las ramillas para luego colocarlas en bolsas de papel craf y realizar el pesaje. Estos datos fueron tomados como el peso húmedo o peso fresco total de las hojas. Cada una de las muestras fue trasladada a laboratorio debidamente identificado.

Fase de laboratorio: El procedimiento se realizó en el laboratorio de la universidad Agraria la Molina a 105° C durante 48 horas.



Figura N° 08. Obtención de muestras de hojas y ramas

La metodología propuesta por (Castellanos, Quilo, Mato, 2010) indica que para poder cuantificar la biomasa total de cada parte vegetativa analizada (hojas, ramas y ramillas); es necesario utilizar los pesos secos finales (biomasa) de las sub muestras recolectadas, relacionándolas con los pesos húmedos tanto de las sub muestras como las del total del árbol pesadas durante la fase de campo.



Fuente: Propia

Figura N° 09. Obtención de peso seco de las muestras.

En este caso se siguió el mismo procedimiento, para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

Calculo de la biomasa de la copa

La biomasa seca de la rama representativa de copa se determinará por la sumatoria de su biomasa seca en cada componente así:

$$***BS de rama = BS parte gruesa + BS ramas finas + bs hojas***$$

La ecuación para el cálculo de la biomasa de cada componente (ramas y hojas) será la propuesta por Rüginitz et al (2009):

$$***BScomponente = \left(\frac{PSmuestra}{PHmuestra} \right) * (BHcomponente)***$$

Dónde:

BS = Biomasa seca del componente (kg);

PS = Peso seco (g);

PH = Peso húmedo (g);

BH = Biomasa húmeda del componente (kg).

BT de la copa se calculará relacionando la BS de la rama con el volumen total de la copa.

Determinación de la biomasa en la especie *schinus molle*

Ecuación alométrica para medir la biomasa total para la especie de *schinus molle*.

Tabla N° 03. Modelos para estimar la biomasa

BIOMASA	MODELO
Biomasa Total	$20,1943 + 0,0133 * DAP^2 * Ht$
Biomasa Fustal	$13,3411 + 0,0087 * DAP^2 * Ht$
Biomasa ramas	$0,03005 * DAP^{1,7991}$
Biomasa ramas medianas	$0,0935 * DAP^{1,2221}$
Biomasa Ramas pequeñas	$0,2794 * DAP^{0,9339}$
Biomasa foliar	$0,1577 + 0,004 * DAP^2 * Ht$

Fuente: DOBBS, C. (2005)

Determinación de la biomasa en la especie *ficus benjamina*

$$B = pi * e^{(-1.239 * \ln DAP^2 - 0.0281 * \ln DAP^3)}$$

4. Determinación de carbono almacenado en la biomasa aérea de las especies forestales ornamentales

Con el dato del cálculo de biomasa, se determinó la cantidad de carbono almacenado en el fuste y en la copa.

La proporción de carbono generalmente representa el 25% de la biomasa húmeda de un árbol y el 50% de la biomasa seca (IPCC, 2011).

Biomasa húmeda

$$C = B \times 25\%$$

Biomasa seca

$$C = B \times 50\%$$

Dónde:

C = Carbono (Kg)

B = Biomasa (Kg)

Cálculo del secuestro de dióxido de carbono CO_2

Para realizar el cálculo del secuestro de CO_2 se aplicó la fórmula utilizada por CHAMBI (2001) e IPCC (2003).

$$CO_2 = CT \times Fc$$

Dónde:

CO_2 = Dióxido de carbono

C = Carbono

Fc = Factor de conversión a CO_2 (3,667) resultante del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono y del carbono (CO_2/C).

Muestreo de suelos

Para la obtención de muestras de suelo se empleó una pala y un cavador.

Se realizaron 25 hoyos al largo de la Av. trapiche a una profundidad de 30 cm; se retiró 1 Kg de suelo por hoyo, todo el suelo colectado fue colocado en un saco hasta completar 25 Kg, se mezcló y posteriormente se sacó 1 Kg de suelo del saco, se tamizó y se colocó en una bolsa hermética colocándose su hoja de ruta.

Se realizó la misma metodología para ambas especies, se realizó 25 hoyos en los lugares donde está plantado la especie *schinus molle* y 25 hoyos donde crece la especie *ficus benjamina*.

Para el análisis de suelo, la población es de 3,96 Km de la Av. Trapiche y se tomó 3 muestras compuestas de suelo de 1 Kg. Para cada especie.



Fuente: Propia

Figura N° 10. Muestras de suelo de cada especie

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina a fin de determinar el C almacenado en el suelo.

Cálculo de la Densidad aparente

Para hallar la densidad aparente del suelo se siguió el siguiente procedimiento.

1. Se utilizó un cilindro de volumen conocido (100 cm^3)
2. Se realizó una calicata a 30 cm de profundidad.
3. Se introdujo el cilindro en el suelo sin ser comprimido.
4. Las muestras fueron colocadas en una bolsa de plástico, luego fueron etiquetadas y pesadas (P1), y a continuación se llevaron al laboratorio donde fueron secadas al horno a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ (hasta peso constante).
5. Después de ser secadas, se pesaron nuevamente (P2)

$$DA = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

Donde:

DA = Densidad aparente (g/cm³)

Peso seco (gramos)

Volumen del cilindro (cm³)



Fuente: Propia

Figura N° 11. Obtención de muestras en peso húmedo

Determinar el Carbono orgánico en el suelo

Una vez obtenido la densidad Parente y el porcentaje del carbono, los cuales fueron obtenido en el Laboratorio de la Universidad Agraria de la Molina, se procede a utilizar la siguiente ecuación.

$$CS (tC/ha) = CC * DA * P$$

Dónde:

CS = Carbono en el suelo (tC/ha⁻¹)

CC = Contenido de carbono (%)

DA = Densidad aparente (g/cm³)

P = profundidad de muestreo (0-30 cm, igual para cada uno de los sistemas).

5. Determinación de CO₂ en el ambiente

El monitoreo de CO_2 en el ambiente se desarrolló en la Av. Trapiche, Comas, el cual tiene una longitud de 5,63 Kilómetros.



Fuente: Propia

Figura N° 12. Ubicación del primer punto de monitoreo



Fuente: Propia

Figura N° 13. Datos de la temperatura y presión

Los análisis de muestras y la determinación de CO_2 en el ambiente se realizó por la empresa INACAL, para ello se siguió el principio químico de Hidróxido de Bario y análisis de los contaminantes (Peter O. Warner, 1981.)

2.4.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados en el presente estudio son:

- **Ficha N°1** Inventario de especies forestales, la misma que recoge información de (DAP) a 1.30 cm sobre el suelo, altura total, medición de la copa (Ver Anexo N° 01)
- **Ficha N°2:** Muestreo de suelos, en este instrumento se codificó la muestra, indicando la fecha, la especie que desarrolla sobre ese suelo y datos de ubicación (Ver Anexo N° 02)
- **Ficha N°3:** Muestreo de ramas y hojas, diferenciado por especies y en la ficha se registra el peso húmedo de hojas y ramas. (Ver Anexo N° 03)

En la tabla N° 04, se esquematiza las técnicas e instrumentos de cada etapa de estudio.

Tabla N° 04. Etapas de estudio, técnicas e instrumentos

Etapa	Fuente	Técnicas	Instrumentos	Resultados
Reconocimiento del área de estudio	Área de estudio	Observación directa	Cuaderno de notas	Datos de campo
Georreferenciación de todas las especies forestales estudiadas	Área de estudio	Observación directa	GPS Garmin Hoja de campo	Identificación de Especies forestales a investigar
Inventario de especies forestales ornamentales	Área de estudio	Observación directa	Inventario	DAP (cm) Altura total (m) COPA (Alto, ancho y largo) (m)
Estimación de biomasa, carbono y dióxido de carbono	Inventario de especies	Observación directa	Hoja de datos en Excel	
Toma de muestras de hojas y ramas	Área de estudio	Observación directa	Hoja de inventario Papel craf	2 muestras
Muestras de suelo	Área de estudio	Laboratorio	Bolsa hermética Balanza Hoja de ruta	6 muestras compuestas de suelo
Monitoreo de CO2 en el ambiente	Principio químico del Hidróxido de Bario. Análisis de los contaminantes del aire. Peter O. Warner. 1981	Principio químico del Hidróxido de Bario. Análisis de los contaminantes del aire. Peter O. Warner. 1981	Burbujeo	Concentración de Dióxido de carbono (CO2) en el aire

Fuente: Propia

2.4.3. Validación de instrumentos

Los instrumentos fueron validados por expertos relacionados al presente tema de investigación:

- Ingeniero Químico
Tello Mendivil, Verónica
CIP N° 98633

- Ingeniero Químico
Benites Alfaro, Elmer
CIP N° 71998

- Ingeniero Ambiental
Fiorella Guere Salazar
CIP N° 51344

2.4.4. Confiabilidad

Para conocer la fiabilidad de los instrumentos se realizó un análisis del índice de Alfa de Cron Bach, con los porcentajes de validación otorgados por los expertos para 10 criterios de calificación.

Tabla N° 05: Estadística de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N° de elementos
1,000	10

Fuente: Propia.

En la Tabla N° 2, se observa que el coeficiente alfa es 1, siendo este un valor de fiabilidad excelente. Ello indica que los instrumentos utilizados para el desarrollo de la investigación son fiables.

Método de análisis de datos

para la determinación de frecuencias, los datos fueron procesados mediante el programa Microsoft Excel 2010 y el Software estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*).

Mediante el uso de ecuaciones alométricas se determinó la captura de carbono en biomasa de las especies forestales ornamentales.

2.5. Aspectos Éticos

Las fuentes y referencias utilizadas en la investigación son debidamente consignadas, ésta investigación es inédita, y los resultados son a base de los datos recogidos del proceso de análisis de muestras en el laboratorio de la Universidad Agraria la Molina.

II. RESULTADOS

2.1 Caracterización de las especies forestales ornamentales presentes en la zona de estudio.

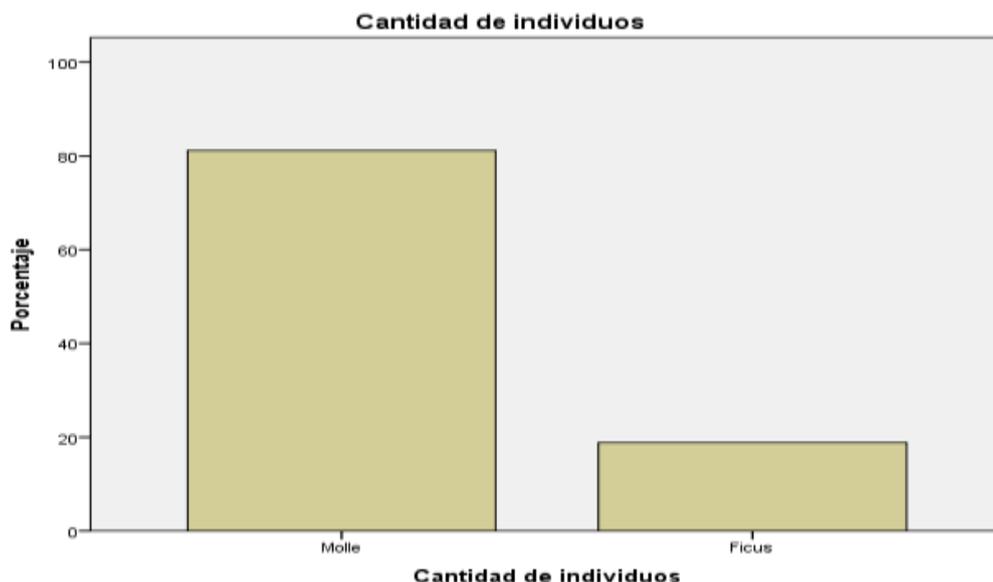
En la zona de estudio, se identificó 5 especies forestales (*schinus molle*, *tulipán africano*, *pacay*, *palmera* y *ficus benjamina*), el estudio considero solo dos de estas por su abundancia. El inventario de las dos especies arroja el siguiente resultado.

Tabla N° 06: Especies forestales ornamentales identificadas

Código	Especies Forestales		Total, de individuos
	Nombre científico	Nombre común	
M-01	Schinus Molle L.	Molle	56
F-01	Ficus Benjamina	Ficus	13
			69

Fuente: Propia

Según la tabla N° 06, Existen 56 individuos de la especie *schinus molle* y 13 individuos de la especie *ficus benjamina*, el total de los individuos estudiadas fueron 69. (Anexo N° 4)



Fuente: IBM SPSS, 2017.

Figura N° 14. Distribución de especies forestales ornamentales estudiadas

3.1.1 Volumen por especie

Para determinar el volumen de las especies forestales, se realizó el muestreo de hojas y ramas y la obtención de mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP) y mediciones de copa (largo, ancho y alto).

- *Schinus molle*

Tabla N° 07. Volumen de la especie *schinus molle*. (Anexo N° 5)

	Volumen de fuste (m^3)	Volumen de copa (m^3)
Total	6.91	905.38
Promedio	0.12	16.17

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 07. el volumen total del fuste es $6.91 m^3$, mientras que el volumen de la copa es $905.38 m^3$, con promedios de fuste y rama de $0.12 m^3$ y $16.17 m^3$ respectivamente.

3.1.2 Distribución diamétrica

- *schinus molle*

Tabla N° 08. Distribución por clase diamétrica

CLASE DIAMETRICA	TOTAL
>10-20	17
>20-30	24
>30-40	14
>40-50	1
Total	56

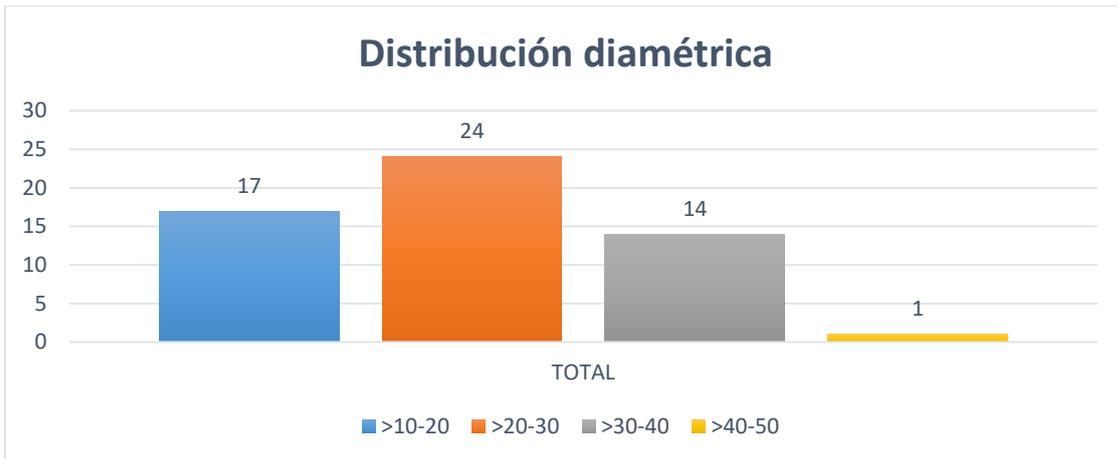


Figura N° 15. Diámetro a la altura del pecho (DAP).

En la figura N° 15 se evidencia la distribución del diámetro a la altura del pecho (DAP). Evidenciando una mayor cantidad de individuos con diámetro de entre 20 cm a 30 cm.

3.1.3 Distribución de la altura total (Anexo N° 4)

- *Schinus Molle*

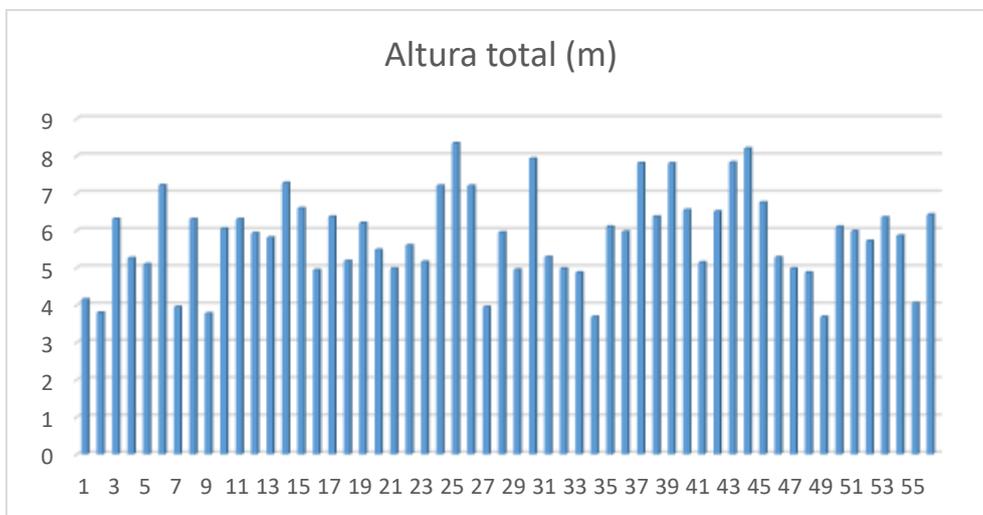


Figura N° 16. Altura total

En la figura N° 16, se observa la distribución de la altura total en los individuos de la especie *Schinus molle* el promedio de altura total es 5.83 m.

3.1.4 Volumen por especie

- *ficus benjamina*

Tabla N° 09. Volumen total. (Anexo N° 5)

	Volumen de fuste (m^3)	Volumen de copa (m^3)
Total	2.91	86.59
Promedio	0.22	6.66

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 09, el volumen total del fuste es $2.91 m^3$, mientras que el volumen de la copa es $86.59 m^3$, con promedios de fuste y rama de $0.22 m^3$ y $6.66 m^3$ respectivamente.

3.1.5 Distribución diamétrica

- *ficus benjamina*

Tabla N° 10. Distribución por clase diamétrica

CLASE DIAMETRICA	TOTAL
>10-20	3
>20-30	6
>30-40	3
>40-50	1
Total	13

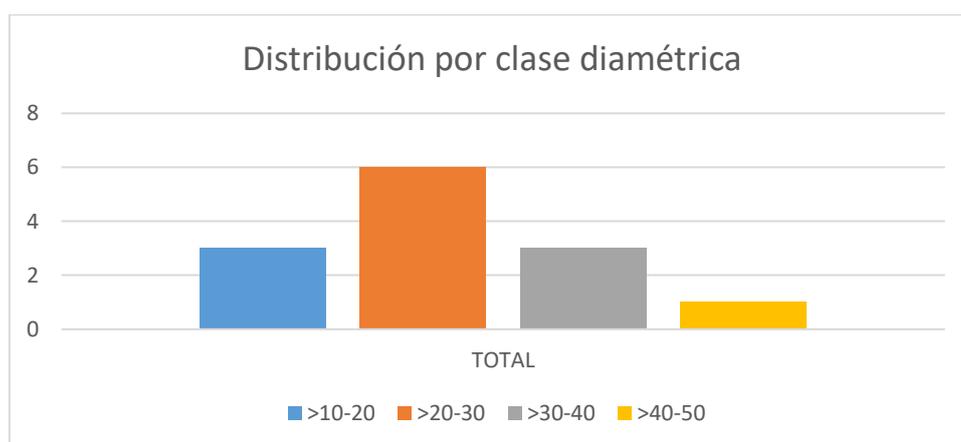


Figura N° 17. Diámetro a la altura del pecho (DAP).

En la figura N° 17, se observa la cantidad de individuos separados por clase diamétrica, evidenciando mayor número de individuos con diámetro de entre 20 cm a 30 cm.

3.1.6 Distribución de la altura total (Anexo N° 5)

- *ficus benjamina*

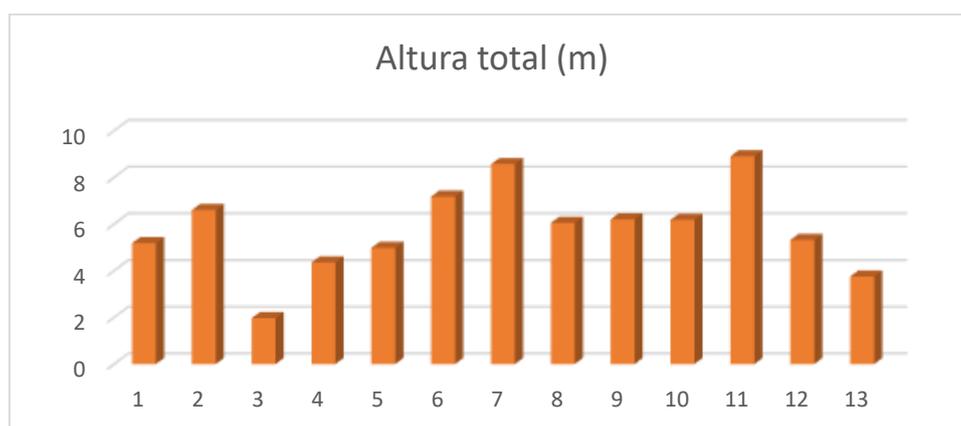


Figura N° 18. Altura total

En la figura N° 18, se evidencia la distribución de la altura total de los individuos de la especie Ficus Benjamina.

3.2 Almacenamiento de CO_2 en la biomasa de las especies *schinus molle* y *ficus benjamina*.

Previo a la determinación del CO_2 en los individuos de las especies *schinus molle* y *ficus benjamina*, se realizaron mediciones de la biomasa, cuyos resultados son:

3.2.1 Biomasa de especies forestales

Tabla N° 11. Registro de peso fresco y peso seco de biomasa de hojas, ramas y ramillas de la especie *schinus Molle*.

CODIGO DE CAMPO		BIOMASA (Kg)
Schinus molle.	Hojas	10.38
	Ramas	9.59
	Ramillas	9.18
	Total	29.15

Fuente: Propia

Tabla N° 12. Registro de peso fresco y peso seco de biomasa de hojas, ramas y ramillas de la especie *ficus benjamina*.

CODIGO DE CAMPO		BIOMASA (Kg)
Ficus benjamina	Hojas	14.67
	Ramas	15.42
	Ramillas	15.86
	Total	45.95

Fuente: Propia

3.2.2 Carbono en la biomasa de las especies

- schinus molle

Tabla N° 13. Determinación de carbono almacenado *schinus molle*

Especie		Biomasa de fuste (Kg)	Biomasa de la copa (kg)	Biomasa aérea total (Kg)	Total, Carbono almacenado (Kg)
<i>Schinus Molle</i>	Total	4416.02	368.21	4784.23	2392.12
	Promedio	78.86	6.58	85.43	42.72

En la tabla N° 13, se observa la biomasa aérea total y el contenido de carbono de la especie *schinus molle*, estos fueron calculados mediante el uso de base de datos obtenidos en campo, donde se obtiene 2121.36 Kg de carbono total, con un promedio de 37.88 Kg.

Tabla N° 14. Determinación de carbono almacenado *ficus benjamina*

Especie		Biomasa de fuste (Kg)	Biomasa de la copa (kg)	Biomasa aérea total (Kg)	Total, Carbono almacenado (Kg)
Ficus Benjamina	Total	1513.20	73.47	1586.67	793.36
	Promedio	116.40	5.65	122.05	61.03

En la tabla N° 14, se observa la biomasa aérea total y el carbono total obtenido por muestreo de ramas, ramillas y hojas, estos fueron calculados mediante uso

de una base de datos obtenidos en campo, donde se obtuvo 793.36 Kg, con un promedio 61.03 Kg de carbono.

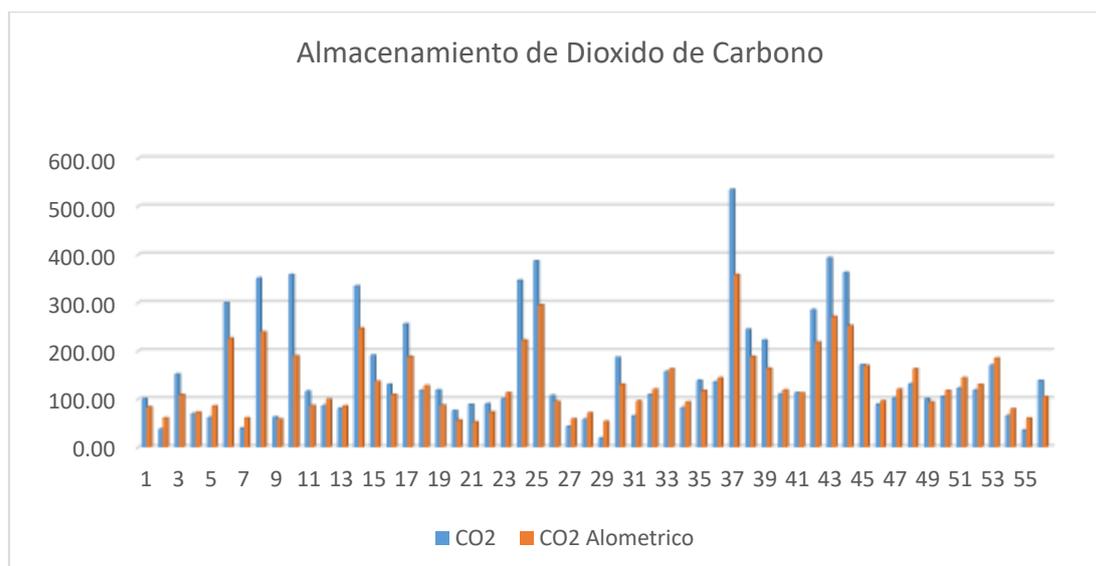
3.2.3 CO_2 contenido en la biomasa de las especies

Tabla N° 15. Dióxido de carbono almacenado en *schinus molle*

	CO_2 Muestreo	CO_2 Alométrico
Total	8758.87	7785.37
Promedio	156.41	139.02

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 15, se evidencia los resultados de la captura de dióxido de carbono por la especie *schinus molle* realizado mediante el muestreo de ramas, ramillas y hojas es 8758.87 kg de CO_2 y el dióxido de carbono total calculado por ecuaciones alométricos (Ver tabla N° 03) es 7785.37 Kg de CO_2 ; con promedios de 156.41 kg de CO_2 y 139.02 kg de CO_2 respectivamente.



Fuente: Propia

Figura N° 19. Captura de CO_2 por análisis de muestras y ecuación alométrica.

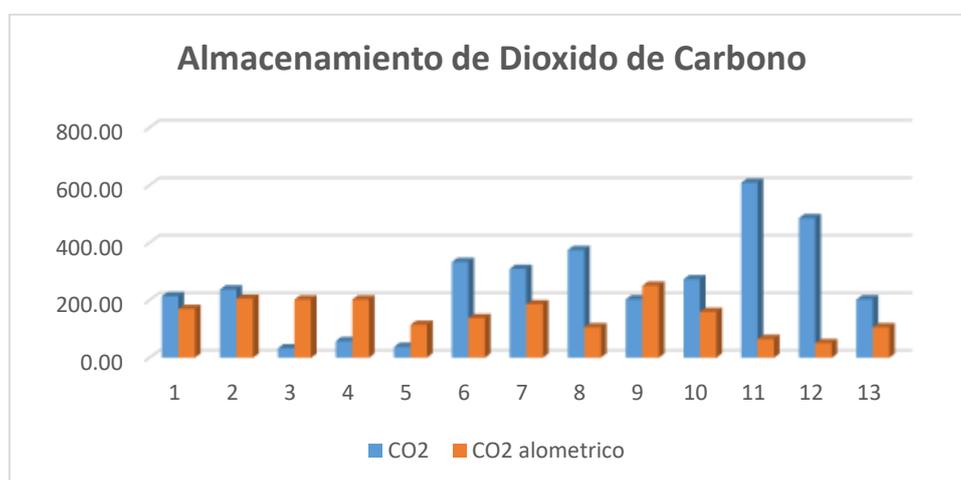
En la figura N° 19, se observa la comparación de resultados de CO_2 capturado, realizados mediante el análisis de muestras y calculados por ecuaciones alométricas.

Tabla N° 16. Dióxido de carbono capturado por *ficus benjamina*

	CO_2 (Kg)	CO_2 Alometrico (Kg)
Total	3367.76	1953.31
Promedio	259.06	150.25

Fuente: Propia

En la tabla N° 16, se evidencia los resultados de la captura de dióxido de carbono por la especie *schinus molle* realizado mediante el muestreo de ramas, ramillas y hojas es 3367.76 kg de CO_2 y el dióxido de carbono total calculado por Ecuaciones alometricos es 1953.31 Kg de CO_2 ; con promedios de 259.06 kg de CO_2 y 150.25 kg de CO_2 respectivamente.



Fuente: Propia

Figura N° 20. Captura de CO_2 por análisis de muestras y ecuación alometrica.

En la figura N° 20, se muestra la comparación de resultados de CO_2 capturado, realizados mediante el análisis de muestras y calculados por ecuaciones alométricas.

3.3 Carbono y CO₂ contenido en el suelo

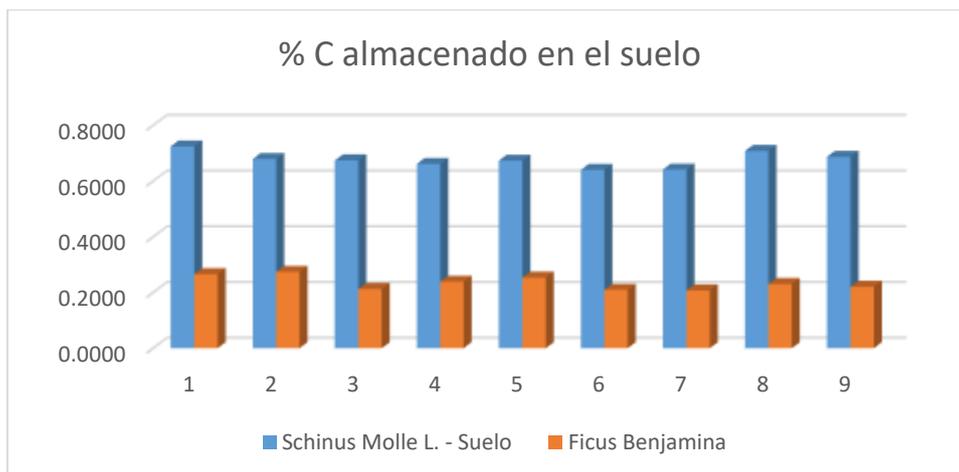
3.3.1 Carbono en el suelo

Tabla N° 17. Carbono almacenado

N. Laboratorio	Código de campo	C (%)
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.72
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.68
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.67
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.66
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.67
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.64
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.64
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.71
UBE-(09/2017)-0078	Schinus Molle L. - Suelo	0.69
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.27
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.27
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.21
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.24
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.25
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.21
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.21
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.23
UBE-(09/2017)-0079	Ficus Benjamina	0.22

Fuente: Universidad Agraria de la Molina

En la tabla N° 17 se muestra el carbono almacenado en suelo que fue determinado en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina. El suelo de la especie schinus molle contiene carbono en el rango de 0.64% a 0.72% y el suelo de la especie ficus benjamina contiene carbono en un rango de 0.20% a 0.27%.



Fuente: Propia

Figura N° 21: % de Carbono Capturado en el suelo

En la figura N° 21, se observa el % de C almacenado en suelo de ambas especies, mostrando que el suelo de la especie *schinus molle* acumula mayor % de carbono en comparación con la especie *ficus benjamina*.

3.3.2 Densidad aparente y almacenamiento de C en suelo

Tabla N° 18. Peso fresco y peso seco del suelo de la especie *schinus molle*.

Especie	Peso Fresco (gr)	Peso Seco (gr)
Schinus Molle	78,6	58,2

Fuente: Propia

$$DA = 0,58 \text{ gr/cm}^3$$

Densidad aparente del suelo de la especie *schinus molle* es $0,58 \text{ gr/cm}^3$

Tabla N° 19. Peso fresco y seco del suelo de la especie *ficus benjamina*.

Especie	Peso Fresco (gr)	Peso Seco (gr)
Ficus benjamina	94,2	81,8

Fuente: Propia

$$DA = 0,81 \text{ gr/cm}^3$$

Densidad aparente de la especie *ficus benjamina*. es $0,81 \text{ gr/cm}^3$

3.3.2 CO₂ contenido en el suelo

Tabla N° 20. CO₂ almacenado en suelo en ambas especies.

Código de campo	C (%)	DA (gr/cm ³)	Profundidad	Carbono (tC/ha)	CO ₂
Schinus Molle L. - Suelo	0.69	0.58	30	12.05	44.23
Schinus Molle L. - Suelo	0.66	0.58	30	11.45	42.03
Schinus Molle L. - Suelo	0.68	0.58	30	11.81	43.34
Ficus Benjamina – Suelo	0.25	0.81	30	6.09	22.37
Ficus Benjamina – Suelo	0.23	0.81	30	5.68	20.85
Ficus Benjamina - Suelo	0.22	0.81	30	5.33	19.56

Fuente: Propia

En la tabla N° 20, se muestra los resultados de Carbono total y CO₂ almacenado en suelo expresado en (tC/ha). Con respecto a CO₂ almacenado, el suelo de la especie schinus molle contiene CO₂ en un rango de 42.03 a 44.23 y el suelo de la especie ficus Benjamina contiene CO₂ en un rango de 19.56 a 22.37.

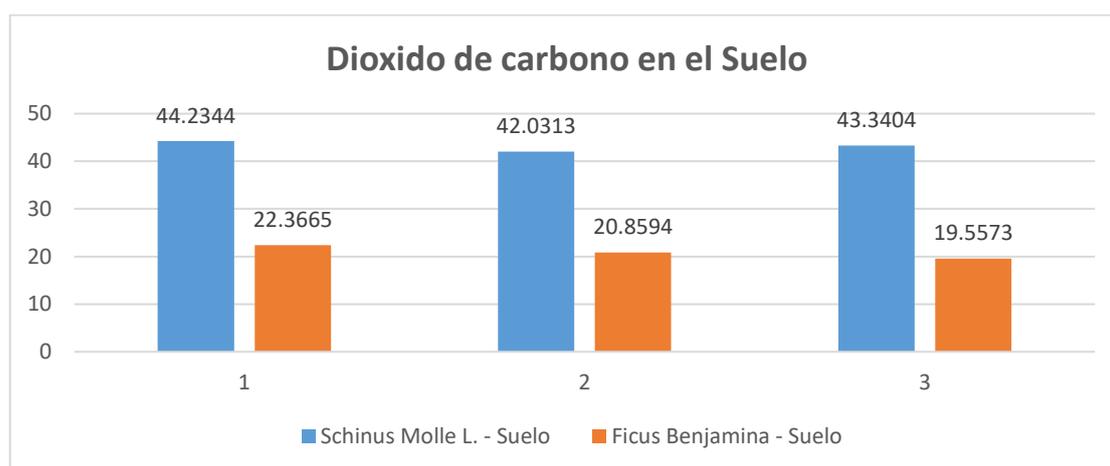


Figura N° 22: CO₂ almacenado en el suelo

En la figura N° 22. se observa la cantidad de carbono almacenado por especie forestal. Siendo el suelo de la especie *schinus molle* la que almacena mayor cantidad de CO₂ con un total de 43,20 tn/ha, mientras que el suelo de la especie ficus benjamina almacena 20.92 tn/ha. Esto se debe a que existen mayor cantidad de individuos forestales pertenecientes a la especie *schinus molle* en comparación a la especie *ficus benjamina*.

3.4 CO₂ del ambiente

Tabla N° 21. Concentración de CO₂ en el ambiente

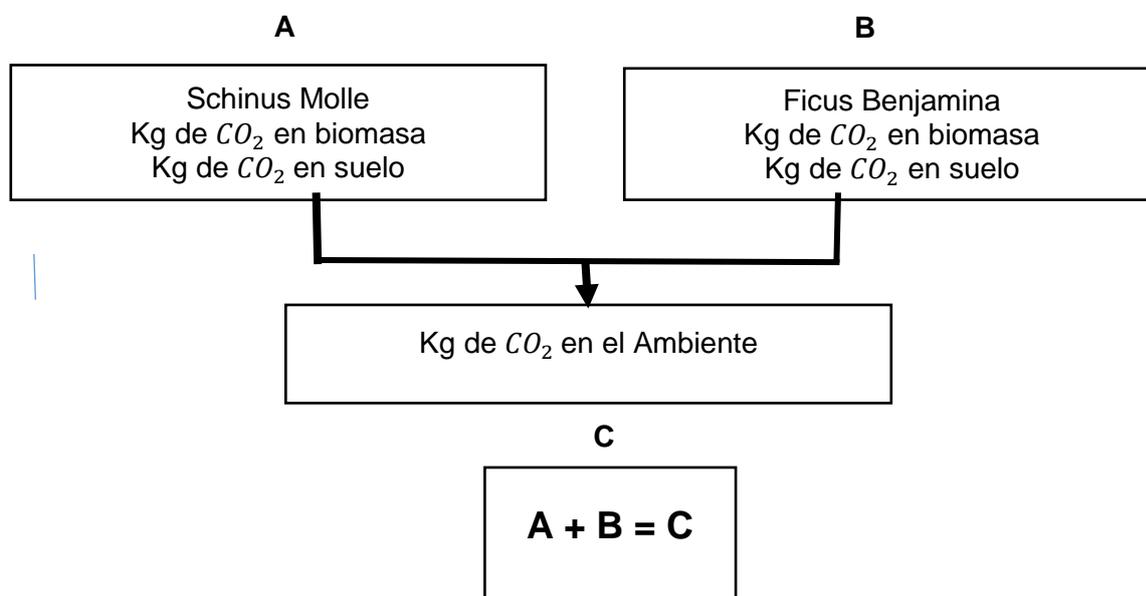
Puntos de muestreo	Coordenadas UTM	CO ₂ Emitido		ECA Aire (CO) Ug/m ³
		Ug/m ³	ppm	
P1	275230 8680986	>87500	>48	10000
P2	276925 8684106	>87500	>48	

Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla N° 21, no se pudo determinar el valor exacto de concentración de CO₂ tanto en el punto N° 1 como en el punto N° 2. Debido a que el método utilizado (Hidróxido de bario) fue consumida totalmente, por lo que se asume que las concentraciones de CO₂ emitido a la atmosfera supera los >87500 Ug/m³.

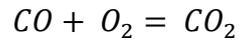
Los resultados de monitoreo realizado en la zona de estudio superan las concentraciones del Estándares de Calidad Ambiental para aire (CO), según el Minam (Ver Anexo N° 10)

1. Balance Estequiometrico

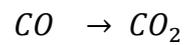
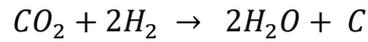
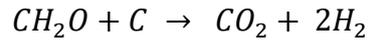
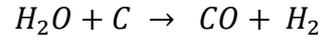


2. Cálculos

✓ Ambiente



✓ Biomasa



1. CO₂ capturado por biomasa de especies forestales

schinus Molle

132940gr → Moles

$$132940 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{44 \text{ g de CO}_2}$$

3021,36 Mol

132.94 Kg de CO₂ equivale a 3021,36 Moles

ficus benjamina

259080gr → Moles

$$259080 \text{ gr} \times \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{44 \text{ gr de CO}_2}$$

9802.84 Mol

259,08 Kg de CO₂ equivale a 9802.84 Moles

2. CO₂ almacenado en suelo

schinus molle

39190392 gr → Moles

$$39190392 \text{ gr} \times \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{44 \text{ gr de CO}_2}$$

3021,36 Mol

43,20 Tn de CO₂ equivale a 890690,72 Moles

ficus benjamina

18978310 gr → Moles

$$18978310 \text{ gr} \times \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{44 \text{ gr de CO}_2}$$

431325.23 Mol

20,92 Tn de CO₂ equivale a 431325.23 Moles

3. CO₂ en el ambiente

48 ppm → Moles

$$\frac{48 \text{ ppm}}{1000} = 0.048 \text{ gr de CO}_2$$

Densidad de aire → 1,225 Kg/m³

$$0.048 \text{ gr de CO}_2 \times \frac{1,225 \times 1000 \text{ gr}}{1000 \text{ lt}} = 0.0588 \text{ gr/lt}$$

$$0.048 \text{ gr de CO}_2 \times 1,225 = 0,0588 \text{ gr/lt}$$

$$0,048 \text{ gr CO}_2 = \frac{0.0588}{1,2255}$$

$$0,048 \text{ gr CO}_2 = 0,04789$$

$$\begin{array}{l} 0.04 \text{ gr CO}_2 \rightarrow 0,04789 \\ 1 \text{ gr de CO}_2 \rightarrow X \end{array}$$

$$X = 0,999592 \text{ gr}$$

$$\frac{0,999592 \text{ gr}}{44 \text{ gr/moles}} = 0,022718 \text{ moles}$$

48 ppm equivale a 0,022718 moles de CO_2

Balance

Suelo = 12824.2 Moles de CO_2

Biomasa = 1322015.95 Moles de CO_2

Ambiente = 0.022718 moles de CO_2

$$1334840.15 \text{ Moles de CO}_2 \rightarrow 0.022718 \text{ moles de CO}_2$$

3.5 Equilibrio entre CO_2 del ambiente y CO_2 capturado por biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo.

$$\text{Equilibrio} = A - (B + C)$$

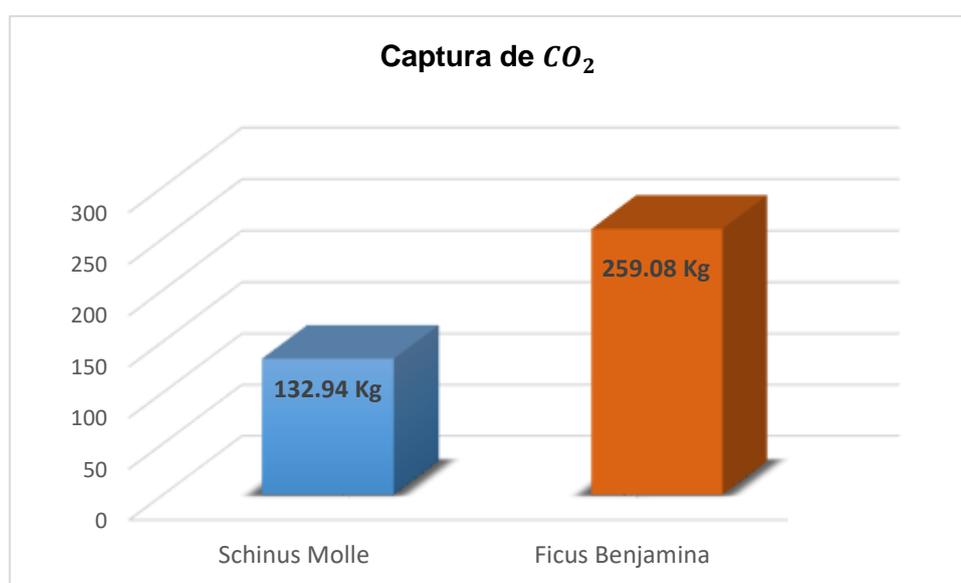
$$\text{Equilibrio} = -1334840.13$$

El equilibrio evaluado entre el CO_2 del ambiente y el CO_2 capturado por especies forestales ornamentales y el suelo resultaron favorables a CO_2 capturado en biomasa mas CO_2 almacenado en suelo.

Análisis de resultados

En la investigación sobre el análisis de capacidad en la captura de Dióxido de carbono (CO_2) por las especies forestales ornamentales, se registró el nivel de captura de 69 árboles, 56 individuos de la especie *Schinus Molle* y 13 individuos de la especie *Ficus Benjamina*.

Luego de ingresar los datos al programa Excel, obtenemos las tablas de resultados con información referida a los niveles de CO_2 capturado.



Fuente: Propia

Figura N° 23. CO_2 capturado por especie forestal

Según se observa en la Figura N° 23, la especie forestal ornamental *ficus benjamina* tiene mayor capacidad en la captura de CO_2 .

Captura de CO_2

Tabla N° 22. Estadísticos descriptivos en la captura de CO_2 por la especie *schinus molle*, mediante el muestreo de ramas y hojas y calculados por ecuaciones alométricas.

		Estadísticos	
		Captura de CO_2 por muestreo	Captura de CO_2 por Ecuación Alométrica
N	Válido	56	56
	Perdidos	0	0
Media		154,7982	133,0470
Mediana		117,0350	115,0150
Moda		100,29 ^a	93,82 ^a
Desviación estándar		111,88418	68,49507
Varianza		12518,070	4691,574
Rango		516,32	306,28
Mínimo		19,11	52,13
Máximo		535,43	358,41
Suma		8668,70	7450,63
Percentiles	25	82,7225	85,6025
	50	117,0350	115,0150
	75	182,2150	167,7700

Fuente: IBM SPSS, 2017.

Según la tabla N° 22. para el registro de almacenamiento de CO_2 por muestreo de ramas y hojas se tiene como un máximo de 535,43 Kg, un mínimo de 19,11 Kg, con una media de 154,79 y una desviación estándar de 111,88. Por otro lado, para la captura de CO_2 calculado por ecuaciones alométricas se tiene como un máximo de 358,41 Kg, un mínimo de 52.13 Kg, una media de 133,04 y una desviación estándar de 68,49.

Tabla N° 23. Comparación de métodos para la especie schinus molle

Mediante la prueba T de Student se realizó la comparación de resultados de almacenamiento de dióxido de carbono mediante el muestreo de hojas y ramas y mediante el cálculo de ecuaciones alométricas.

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
CO2 Por Muestras - CO2 Alometrico	23,46863	51,01887	6,81768	9,80569	37,13158	3,442	55	0,001

Fuente: IBM SPSS, 2017.

En la tabla N° 23, se muestra la prueba para muestras relacionadas, se concluyó que los resultados de ambos métodos (Mediante muestreo de ramas y hojas y cálculos realizados a partir de ecuaciones alométricas) usados son diferentes ya que muestra un nivel de significancia de 0,001.

Tabla N° 24. Estadísticos descriptivos en la captura de CO_2 por la especie *ficus benjamina*, mediante el muestreo de ramas y hojas y calculados por ecuaciones alométricas.

		Estadísticos	
		Captura de CO_2 por muestreo	Captura de CO_2 por Ecuaciones Alométricas
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		259,0592	150,2554
Mediana		237,0900	159,1500
Moda		32,65 ^a	201,94
Desviación estándar		169,33406	59,51499
Varianza		28674,024	3542,035
Mínimo		32,65	51,16
Máximo		608,28	250,13
Suma		3367,77	1953,32

Fuente: IBM SPSS, 2017

En la tabla N° 24. Se muestra el registro de almacenamiento de CO_2 por muestreo de ramas y hojas se tiene como un máximo de 608,28 Kg, un mínimo de 32,65 Kg, con una media de 259,05 y una desviación estándar de 169,33. Por

otro lado, para la captura de CO_2 calculado por ecuaciones alométricas se tiene como un máximo de 250,13 Kg, un mínimo de 51,16 Kg, una media de 150,25 y una desviación estándar de 59,51.

Tabla N° 25. Comparación de métodos para la especie ficus benjamina

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
CO2 Por muestreo - CO2 alométrico	108,80374	211,72348	58,72153	- 19,13948	236,74696	1,853	12	0,089

Fuente: IBM SPSS, 2017.

En la tabla N° 25, se muestra la prueba para muestras relacionadas, se concluyó que los resultados de ambos métodos realizados mediante muestreo de ramas y hojas y cálculos con ecuaciones alométricas, son diferentes ya que muestra un nivel de significancia de 0,089.

Tabla N° 26. Estadísticos descriptivos en el almacenamiento de CO_2 en suelo de las especies *schinus molle* y *ficus benjamina*.

Descriptivos					Estadístico	Error estándar
	CÓDIGO DE CAMPO					
CO_2	Ficus	Media			20,9278	0,81167
	Benjamina	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		17,4355	
			Límite superior		24,4201	
		Media recortada al 5%			.	
		Mediana			20,8594	
		Varianza			1,976	
		Desviación estándar			1,40585	
		Mínimo			19,56	

	Máximo		22,37	
	Rango		2,81	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,218	1,225
	Curtosis		.	.
Schinus	Media		43,2000	0,63893
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	40,4509	
		Límite superior	45,9491	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		43,3400	
	Varianza		1,225	
	Desviación estándar		1,10666	
	Mínimo		42,03	
	Máximo		44,23	
	Rango		2,20	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,560	1,225
	Curtosis		.	.

Fuente: IBM SPSS, 2017.

En la Tabla N° 26, se observa que el suelo de la especie ficus benjamina tiene un máximo de 22,37, un mínimo de 19,56, varianza de 19,96 y una desviación estándar de 1,40585. Por otro lado, para el suelo de la especie schinus molle se tiene un máximo de 44,23, un mínimo de 42,03, una varianza de 1,225 y una desviación estándar de 1,10666

III. DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo muestran que la captura de CO_2 por biomasa es de 196.01 Kg; esto concuerda con Domínguez (2006), quien en su estudio realizado el 2005 obtiene un total de 263,13 Kg de CO_2 . Para ello se usó la misma metodología que consta de un inventario forestal y de ecuaciones alométricas; así también se corroboró que es base fundamental la identificación de la especie, DAP y densidad de la madera para una mejor obtención de resultados en cuanto a la captura de CO_2 .

Según Aguilar (2011), Los mayores valores de contenido de carbono orgánico en el suelo por estadio de sucesión se observan en la edad de bosques mayores a 30 años (109,24 t/ha), siguiéndole en orden los bosques primarios (92,29 t/ha), bosques de 15 a 30 años (88,01 t/ha) y por último con menos contenido de COS bosques de 5 a 15 años (78,49 t/ha), Navar-Chaidez (2008), reporta un almacén de 77 tC /ha, en suelo de matorral tamaulipeco del Noroeste de México, con alta presencia de arbustos, Jurado et al. (2013), dedujeron que el micrositio y la fecha de muestreo influenciaron en el contenido de COS (carbono orgánico del suelo) en los matorrales, lo que sugieren que los arbustos capturan carbono y lo almacenan en el suelo por debajo de su dosel, donde el clima tiene una influencia en el almacén de carbono. En la presente investigación se obtuvo como promedio de CO_2 almacenado en suelo para la especie schinus molle fue de 43,20 tC/ha, mientras que para el suelo de la especie ficus benjamina fue 20.92 tC/ha con un total de 64,12 tC/ha en el área de estudio.

Sobre el tema del balance entre las emisiones de CO_2 del autotransporte y su captura en biomasa por especies forestales y almacenado en el suelo, se han realizado diversas investigaciones, que varían de acuerdo al tipo de emisiones, esto es, si son de fuentes antropogénicas (móviles y fijas) (Vaccari et al., 2013, Escobedo et al., 2010 y Jo, 2002), solo fijas (industria) (Zhao et al., 2010), solo móviles (Russo et al., 2015) o que consideran todos los tipos combustibles fósiles usados incluyendo el carbón (Liu y Li, 2012; Chen, 2015). En la presente

investigación no se encuentra un equilibrio evaluado entre el CO_2 del ambiente y el CO_2 capturado por especies forestales ornamentales y el suelo ya resultaron favorables a CO_2 capturado en biomasa mas CO_2 almacenado en suelo. Según el estudio realizado por Domínguez (2016); La captura de CO_2 del arbolado de los parques, glorietas, camellones y otras áreas verdes de la ciudad con respecto a las emisiones vehiculares es muy bajo, mientras que en nuestro estudio la captura de CO_2 por biomasa de especies forestales y CO_2 almacenado en suelo son superiores al CO_2 emitido al ambiente.

IV. CONCLUSIONES

La especie *ficus benjamina* es el mayor almacenador de carbono en comparación con la especie *schinus molle*, el promedio de captura de dióxido de carbono para la especie *ficus benjamina* fue 259.06 kg; mientras que el almacenamiento para la especie *schinus molle* fue 156.41

El suelo donde se desarrolla la especie *schinus molle* almacena mayor cantidad de carbono en comparación con los suelos de la especie *ficus benjamina*, el promedio de dióxido de carbono CO_2 almacenado en suelo para la especie *schinus molle* fue de 43,20 tC/ha, mientras que para el suelo de la especie *ficus benjamina* fue 20.92 tC/ha.

El resultado de la estimación de dióxido de carbono CO_2 emitido al ambiente superan los $>87500 \text{ Ug/m}^3$ con una concentración mayor a $>48 \text{ ppm}$.

El almacenamiento de dióxido de carbono de las especies forestales *schinus molle* y *ficus benjamina* y en el suelo son superiores al CO_2 emitido al ambiente, no existiendo equilibrio entre ambos elementos.

V. RECOMENDACIONES

Reforestación zonas forestales deterioradas, convertir espacios urbanos vacíos en áreas verdes y parques urbanos incrementando la superficie e Incrementar el número de árboles en zonas urbanas, sustituyendo los más afectados o muertos, para alcanzar los estándares internacionales sobre relación de árboles por habitante.

Evitar la eliminación de la vegetación natural que protege el suelo ya que ésta disminuye el ingreso de materia orgánica e incrementa la tasa de descomposición de los residuos vegetales. Por lo tanto, esta transformación está causando una rápida pérdida de carbono de la biomasa, acompañada de pérdida de carbono del suelo (Don, et al., 2011).

Implementar programa de gestión en las ciudades para mejorar la calidad de aire para revertir las tendencias de deterioro, a partir de la reducción de emisiones de las principales fuentes de contaminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DOMINGUEZ Madrid, Ana. Estimaciones de captura de los parques y emisiones de CO_2 vehicular en Tijuana, B.C. Tesis (Maestra en Administración Integral del Ambiente). Tijuana B.C., México: CICESE, 2016. 120 p.

RODRIGUEZ Torres, Karina. Captura de CO_2 por el vetiver, *Chrysopogon zizanioides* en el vivero del núcleo de producción de San Juan de Miraflores. Tesis (Magister en Ciencias Ambientales). Lima, Perú: UNAM 2012. 77 p.

PORLLES Arteaga, Mirjana. Flujo y Stock de carbono de suelos en tres tipos de Bosques de la Amazonía Peruana, Jenaro Herrera – Loreto. Tesis (Ingeniero Forestal). Lima-Perú. UNAM 2011. 58 p.

RODRIGUEZ Sánchez, Verónica. Estimación dasométrica de carbono almacenado en un bosque de *Abies Religiosa* (h.b.k.) schl. et cham. del paraje el Cedral del parque nacional “El chico”, hidalgo. Tesis (Biólogo). Hidalgo, México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2013. 113 p.

DEL AGUILA Chilicahua, Carol. Ecuaciones volumétricas para especies forestales aprovechadas de un bosque húmedo tropical de la comunidad nativa santa mercedes, rio putumayo. Tesis (Título de Ingeniero Forestal), Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales, 2013. 84 p.

LLANOS Sánchez, Edgar; ESCANDÓN Escandón, Juan. Carbono almacenado en el suelo bajo tres tipos de cobertura vegetal en los páramos andinos en la Cuenca del Río Paute. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, Facultad de ciencias agropecuarias, 2016. 61 p.

ACOSTA Florez, John; TUPAZ Florez, Fredy. Cuantificación de la captura de carbono por la biomasa aérea de aliso (*Alnus Jorullensis* H.B.K.) En dos arreglos agroforestales de la granja experimental botana universidad de Nariño, Municipio de Pasto, departamento de Nariño. Tesis (Titulo Ingeniero Agroforestal). Nariño, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ingeniería Agroforestal, 2007. 78 p.

ZAMORA Collazo, Juan. Determinar el contenido de carbono en Biomasa aérea en el Pino del Ejido "La Majada" municipio de Periban de Ramos, Michoacán. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología, 2003. 59 p.

CONNOLLY Wilson, Ronda; COREA Siu, Carlos. Cuantificar el almacenamiento y captura de carbono en sistema agroforestal y forestal en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua. Tesis (Ingeniero en recursos naturales y del ambiente). Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de recursos naturales y del ambiente, 2007. 85 p.

AGUILAR Arias, Heileen. Determinar el carbono orgánico en el suelo y biomasa sobre el suelo en cuatro estadios de sucesión de bosques en la península de Osa, Costa Rica. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Forestal). Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería forestal. 2011. 65 p.

CABUDIVO Coquinche, Kelvin. Secuestro de CO_2 y producción de oxígeno en árboles urbanos de la av. Abelardo Quiñones - Distrito San Juan Bautista. Tesis (Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales). Loreto, Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Forestales, 2016. 80 p.

LEYVA Reyes, Mónica. Determinación de carbono en suelo de un matorral Sarcocaulis de la Paz, B.C.S., México. Tesis (Título en maestro en ciencias con terminal en manejo de pastizales y ecología). La Paz B.C.S., México: universidad Autónoma de la Baja California sur, Departamento académico de zootecnia, 2014. 66 p.

Estimación de carbono almacenado en suelo y en biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua por Muhammad Ibrahim (et. al). (En línea). 2007, N° 45. (Fecha de consulta: 25 de setiembre 2017). Disponible en: <http://www.cipav.org.co/pdf/red%20de%20agroforesteria/Articulos/almacenamie>

nto%20de%20carbono%20en%20el%20suelo%20y%20la%20biomasa%20arborea.pdf

Inventario Forestal para Bosques Latifoliados en América Central por CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Costa Rica). (en línea). 2002. 264 pg. (Fecha de consulta: 28 de octubre del 2017). Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Inventarios_Forestales%20_Bosques_Latifoliados_AC.pdf

PUERTA Tuesta, Ronald. Carbono almacenado y capturado en la biomasa aérea en tres sistemas agroforestales (SAF) en Saipai, Santa Lucía. Informe (Prácticas pre profesionales). Tingo María, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, 2015. 79 p.

GUDIÉL Corona, Diego. Ecuación alométrica para estimar biomasa aérea en Pinus oocarpa del bosque natural de la Microcuenca Santa Inés, Honduras. Tesis (Título de Ingeniero en Ambiente). Zamorano, Honduras: 2015.

Castellanos, E., Quilo, A., & Mato, R. (2010). Metodología para la Estimación del Contenido de Carbono en Bosques y Sistemas Agroforestales de Guatemala. Guatemala, Guatemala. 24 p.

RÜGNITZ, Marcos; CHACÓN, Mario; PORRO, Roberto. Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales -- 1. ed. Lima, Perú.: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consorcio Iniciativa Amazónica (IA). 2009. 79 p. ISBN: 978-92-9059-254-9

LOPEZ, Victor. Cambio climático y calentamiento global: ciencias, evidencias, consecuencias y propuestas para enfrentarlos. 2a. ed. México: Trillas, 2009. 239p. ISBN: 978-607-17-0323-1

ADAME, Aurora. Contaminación ambiental y calentamiento global. 1a. Ed. México: Trillas, 2010. 197p. ISBN: 978-607-17-0339-2

Anexo N° 02. Ficha para muestras de suelo

Ficha N° 2

Hoja de campo

Título de investigación: Equilibrio entre el CO_2 del ambiente y CO_2 almacenado en biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas 2017.

Autora: Rossybeth Aldana Lázaro

Escuela: Ingeniería ambiental

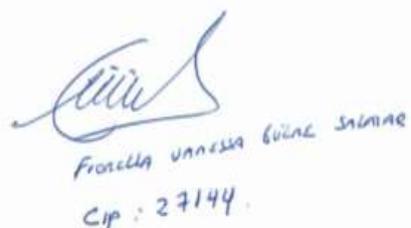
Código de campo	Especie	UTM	Fecha	Peso húmedo

Fuente: Elaboración propia

Instrumento validado por:


ELMER GONZALES BENITES ALFARO
INGENIERO QUIMICO
Reg. CIP N° 71998


VERONICA FELIX MENDIVIL
CIP: 98633


Francisca Vanessa Guine Jimenez
CIP: 27144

Anexo N° 03. Ficha para muestras de hojas y ramas.

Ficha N° 3

Hoja de campo

Título de investigación: Equilibrio entre el CO_2 del ambiente y CO_2 almacenado en biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas 2017.

Autora: Rossybeth Aldana Lázaro

Escuela: Ingeniería ambiental

Especie	Código de campo	UTM	Fecha	Peso húmedo

Fuente: Elaboración propia

Instrumento validado por:


ELMER GONZÁLEZ BENITES ALFARO
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP N° 71996


VERÓNICA FELLO
CIP 98633


Fátima Góncz S
CIP: 51344

Anexo N° 4. Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensión	Indicadores	Unidades
¿El CO_2 del ambiente está en equilibrio con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas?	Evaluar la existencia de equilibrio entre el CO_2 del ambiente con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas.	<p>Ho: No existe equilibrio entre el CO_2 del ambiente con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y el suelo en la Av. Trapiche, Comas.</p> <p>Ha: Existe equilibrio entre el CO_2 del ambiente con el CO_2 acumulado en las especies forestales ornamentales y el suelo en la Av. Trapiche, Comas.</p>	Equilibrio entre el CO_2 del ambiente y CO_2 capturado por biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en la av. Trapiche, comas 2017.	Biomasa Vegetal	DAP	cm
Problema específico 1	Objetivo específico 1				Altura total (Fuste y copa)	m
¿Qué especie forestal ornamental acumula mayor CO_2 en su biomasa en la Av. Trapiche, Comas?	Evaluar que especie forestal ornamental acumula mayor CO_2 en su biomasa en la Av. Trapiche, Comas.				Volumen (Fuste y copa)	m^3
					Peso de hojas y ramas	Kg
Problema específico 2	Objetivo específico 2			Suelo	Cantidad de carbono almacenado	Tn C/ha
¿Cuánto de CO_2 se almacena en el suelo de la Av. Trapiche, Comas?	Evaluar el CO_2 almacenado en el suelo de la Av. Trapiche, Comas				Ambiente	Cantidad de CO_2 emitido
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Definir el CO_2 almacenado en el Ambiente de la Av. Trapiche, Comas				

Anexo N° 05: Registro de UTM, DAP, Ht, copa (Ancho, largo y alto)

Molle (Schinus molle L.)

Código	UTM	DAP (cm)	Ht (m)	Copa (m)		
				Ancho	Largo	Alto
M-1	274522 8680309	0.21	4,15	3,07	3,09	1,23
M-2	274563 8680315	0.16	3,80	1,20	1,75	1,36
M-3	274636 8680336	0.22	6,31	1,69	3,68	2,15
M-4	274651 8680333	0.17	5,26	2,23	3,88	2,11
M-5	274714 8680358	0.20	5,10	3,60	4,89	3,10
M-6	274770 8680391	0.33	7,21	3,40	7,34	3,50
M-7	274962 8680554	0.16	3,95	2,06	3,45	1,80
M-8	274998 8680596	0.36	6,30	4,22	7,02	2,86
M-9	275065 8680679	0.15	3,78	2,11	3,08	1,58
M-10	275156 8680850	0.32	6,05	2,87	4,18	1,47
M-11	275103 8680769	0.18	6,30	3,77	4,37	3,24
M-12	275259 8681041	0.21	5,93	2,64	4,15	3,82
M-13	275367 8681250	0.18	5,81	3,17	4,42	2,93
M-14	275515 8681477	0.34	7,28	4,30	8,21	3,52
M-15	275565 8681624	0.25	6,60	3,16	4,43	2,61
M-16	275610 8681700	0.25	4,94	2,65	5,06	2,21
M-17	275625 8681891	0.31	6,37	3,56	6,81	3,27
M-18	275692 8681830	0.27	5,18	3,21	4,96	3,13
M-19	275744 8681941	0.18	6,20	3,82	5,17	4,12
M-20	275813 8682071	0.12	5,48	2,90	3,74	2,81
M-21	275836 8682077	0.11	4,98	1,25	1,93	2,92
M-22	275912 8682225	0.16	5,60	3,15	4,82	2,63
M-23	275914 8682265	0.25	5,16	2,96	5,33	3,14
M-24	276029 8682466	0.32	7,20	3,18	4,53	2,93
M-25	276032 8682463	0.36	8,34	4,38	9,20	4,36
M-26	276089 8682585	0.18	7,20	3,64	4,62	3,17
M-27	276181 8682731	0.15	3,95	3,41	4,93	1,97
M-28	276244 8682873	0.15	5,95	2,61	4,28	2,95
M-29	276284 8682946	0.11	4,95	2,38	3,98	2,85
M-30	276340 8683036	0.22	7,93	2,60	4,05	2,87
M-31	276940 8684137	0.21	5,29	3,71	5,63	3,47
M-32	276965 8684197	0.26	4,98	3,75	4,87	3,02
M-33	277002 8684255	0.32	4,87	3,40	4,71	3,19
M-34	277057 8684350	0.25	3,68	3,87	5,13	2,06
M-35	277079 8684399	0.23	6,10	3,28	7,03	3,81

M-36	277110 8684944	0.27	5,97	3,81	4,72	3,95
M-37	276793 8683877	0.41	7,81	3,79	5,57	3,71
M-38	276037 8682482	0.31	6,37	3,55	6,80	3,22
M-39	276032 8682470	0.26	7,80	3,75	4,92	3,63
M-40	276017 2760458	0.23	6,55	3,32	4,35	3,85
M-41	276010 8682431	0.25	5,15	2,95	5,33	3,10
M-42	276014 8682430	0.34	6,51	3,80	7,03	3,25
M-43	276039 8682479	0.35	7,83	3,80	5,60	3,71
M-44	277412 8684621	0.33	8,20	3,25	6,19	3,63
M-45	277436 8682668	0.28	6,75	4,38	7,63	4,05
M-46	277440 8684658	0.21	5,28	3,70	5,62	3,48
M-47	277433 8682647	0.26	4,98	3,75	4,87	3,02
M-48	277412 8682607	0.32	4,87	3,40	4,71	3,20
M-49	277485 8682747	0.25	3,68	3,87	5,10	2,05
M-50	276219 8682806	0.23	6,10	3,28	7,03	3,81
M-51	276239 8682843	0.27	5,98	3,81	4,70	3,95
M-52	276261 8682902	0.26	5,72	3,29	5,05	3,60
M-53	276260 8682851	0.31	6,35	3,55	6,37	4,05
M-54	276281 8682733	0.17	5,86	2,86	4,23	3,11
M-55	276305 8682798	0.15	4,05	2,38	4,15	2,21
M-56	276313 8682813	0.21	6,43	1,67	3,78	2,54

Fuente: Propia (Trabajo de campo)

Ficus Benjamina

Código	UTM	DAP (m)	HT (m)	COPA (m)		
				Ancho	Largo	Alto
F-1	275692 8681830	0.27	5,18	3,21	4,96	3,13
F-2	275565 8681624	0.25	6,60	3,16	4,43	2,61
F-3	275413 8681319	0.15	1,97	1,42	1,90	1,43
F-4	276400 8683165	0.15	4,35	2,15	4,92	2,61
F-5	275820 8682077	0.11	4,98	1,95	1,93	2,92
F-6	276762 8683828	0.29	7,18	3,17	4,98	3,23
F-7	276844 8683980	0.26	8,57	5,09	7,81	3,97
F-8	275156 8680850	0.32	6,05	2,87	4,18	9,05
F-9	277138 8684448	0.23	6,20	3,82	7,27	4,02
F-10	277207 8684577	0.27	6,18	3,80	4,53	4,27
F-11	276154 8682683	0.39	8,90	3,60	6,80	3,80
F-12	277294 8684696	0.43	5,32	4,08	5,11	4,57
F-13	277368 8684779	0.32	3,75	4,35	5,40	2,07

Fuente: Propia (Trabajo de campo)

Anexo N° 05. Registro de Volumen de fuste.

Ficus benjamina

Código	Paraboloide	DAP (m)	Ht Fuste (m)	Volumen de fuste (m³)
F-1	Cilindro	0.27	3.88	0.21
F-2	Cilindro	0.25	5.10	0.24
F-3	Cilindro	0.15	1.97	0.03
F-4	Cilindro	0.15	2.95	0.05
F-5	Cilindro	0.11	3.58	0.04
F-6	Cilindro	0.29	5.28	0.34
F-7	Cilindro	0.26	5.57	0.29
F-8	Cilindro	0.32	4.75	0.38
F-9	Cilindro	0.23	4.70	0.19
F-10	Cilindro	0.27	4.58	0.28
F-11	Cilindro	0.39	5.30	0.61
F-12	Cilindro	0.43	3.52	0.50
F-13	Cilindro	0.32	2.45	0.20

Molle (Schinus molle L.)

Código	Paraboloide	DAP (m)	HT (m)	Volumen de fuste (m³)
M-1	Cilindro	0.21	2.72	0.10
M-2	Cilindro	0.16	1.74	0.03
M-3	Cilindro	0.22	4.16	0.15
M-4	Cilindro	0.17	3.15	0.07
M-5	Cilindro	0.20	2.00	0.06
M-6	Cilindro	0.33	3.71	0.31
M-7	Cilindro	0.16	2.15	0.04
M-8	Cilindro	0.36	3.44	0.36
M-9	Cilindro	0.15	2.20	0.04
M-10	Cilindro	0.32	4.58	0.37
M-11	Cilindro	0.18	3.06	0.08
M-12	Cilindro	0.21	2.11	0.07
M-13	Cilindro	0.18	2.88	0.08
M-14	Cilindro	0.34	3.76	0.35
M-15	Cilindro	0.25	3.99	0.19
M-16	Cilindro	0.25	2.73	0.13
M-17	Cilindro	0.31	3.10	0.24
M-18	Cilindro	0.27	2.05	0.11
M-19	Cilindro	0.18	2.08	0.05

M-20	Cilindro	0.12	2.67	0.03
M-21	Cilindro	0.11	2.06	0.02
M-22	Cilindro	0.16	2.97	0.06
M-23	Cilindro	0.25	2.02	0.09
M-24	Cilindro	0.32	4.27	0.35
M-25	Cilindro	0.36	3.98	0.40
M-26	Cilindro	0.18	4.03	0.10
M-27	Cilindro	0.15	1.98	0.03
M-28	Cilindro	0.15	3.00	0.06
M-29	Cilindro	0.11	2.10	0.02
M-30	Cilindro	0.22	5.06	0.19
M-31	Cilindro	0.21	1.82	0.07
M-32	Cilindro	0.26	1.96	0.10
M-33	Cilindro	0.32	1.68	0.14
M-34	Cilindro	0.25	1.62	0.08
M-35	Cilindro	0.23	2.29	0.10
M-36	Cilindro	0.27	2.02	0.12
M-37	Cilindro	0.41	4.10	0.56
M-38	Cilindro	0.31	3.15	0.25
M-39	Cilindro	0.26	4.17	0.22
M-40	Cilindro	0.23	2.70	0.11
M-41	Cilindro	0.25	2.05	0.09
M-42	Cilindro	0.34	3.26	0.29
M-43	Cilindro	0.35	4.12	0.41
M-44	Cilindro	0.33	4.57	0.38
M-45	Cilindro	0.28	2.70	0.17
M-46	Cilindro	0.21	1.80	0.07
M-47	Cilindro	0.26	1.96	0.10
M-48	Cilindro	0.32	1.67	0.14
M-49	Cilindro	0.25	1.63	0.08
M-50	Cilindro	0.23	2.29	0.10
M-51	Cilindro	0.27	2.03	0.12
M-52	Cilindro	0.26	2.12	0.11
M-53	Cilindro	0.31	2.30	0.17
M-54	Cilindro	0.17	2.75	0.07
M-55	Cilindro	0.15	1.84	0.04
M-56	Cilindro	0.21	3.89	0.14
			Total	8.39

Anexo N° 06: Registro del volumen de la Copa

Molle (*Schinus molle* L.)

Código	COPA (m)			Volumen Copa (cm ³)
	Ancho	Largo	Alto	
M-1	3,07	3,09	1,23	3.07
M-2	1,20	1,75	1,36	1.09
M-3	1,69	3,68	2,15	7.62
M-4	2,23	3,88	2,11	8.31
M-5	3,60	4,89	3,10	19.4
M-6	3,40	7,34	3,50	49.36
M-7	2,06	3,45	1,80	5.61
M-8	4,22	7,02	2,86	36.89
M-9	2,11	3,08	1,58	3.92
M-10	2,87	4,18	1,47	6.72
M-11	3,77	4,37	3,24	16.19
M-12	2,64	4,15	3,82	17.22
M-13	3,17	4,42	2,93	14.98
M-14	4,30	8,21	3,52	62.11
M-15	3,16	4,43	2,61	13.4
M-16	2,65	5,06	2,21	14.81
M-17	3,56	6,81	3,27	39.7
M-18	3,21	4,96	3,13	20.15
M-19	3,82	5,17	4,12	28.83
M-20	2,90	3,74	2,81	10.29
M-21	1,25	1,93	2,92	2.84
M-22	3,15	4,82	2,63	15.99
M-23	2,96	5,33	3,14	23.35
M-24	3,18	4,53	2,93	15.74
M-25	4,38	9,20	4,36	96.61
M-26	3,64	4,62	3,17	17.71
M-27	3,41	4,93	1,97	12.53
M-28	2,61	4,28	2,95	14.14
M-29	2,38	3,98	2,85	11.81
M-30	2,60	4,05	2,87	12.32
M-31	3,71	5,63	3,47	28.79
M-32	3,75	4,87	3,02	18.75
M-33	3,40	4,71	3,19	18.52
M-34	3,87	5,13	2,06	14.19
M-35	3,28	7,03	3,81	49.29
M-36	3,81	4,72	3,95	23.03
M-37	3,79	5,57	3,71	30.13
M-38	3,55	6,80	3,22	38.98
M-39	3,75	4,92	3,63	23
M-40	3,32	4,35	3,85	19.07
M-41	2,95	5,33	3,10	23.05

M-42	3,80	7,03	3,25	42.04
M-43	3,80	5,60	3,71	30.45
M-44	3,25	6,19	3,63	36.41
M-45	4,38	7,63	4,05	61.72
M-46	3,70	5,62	3,48	28.77
M-47	3,75	4,87	3,02	18.75
M-48	3,40	4,71	3,20	18.58
M-49	3,87	5,10	2,05	13.95
M-50	3,28	7,03	3,81	49.29
M-51	3,81	4,70	3,95	22.84
M-52	3,29	5,05	3,60	24.03
M-53	3,55	6,37	4,05	43.02
M-54	2,86	4,23	3,11	14.56
M-55	2,38	4,15	2,21	9.96
M-56	1,67	3,78	2,54	9.5
			TOTAL	1313.38

Ficus Benjamina

Código	COPA (m)			Volumen copa (cm ³)
	Ancho	Largo	Alto	
F-1	3,21	4,96	3,13	6.44
F-2	3,16	4,43	2,61	5.13
F-3	1,42	1,90	1,43	0.94
F-4	2,15	4,92	2,61	6.33
F-5	1,95	1,93	2,92	0.97
F-6	3,17	4,98	3,23	6.49
F-7	5,09	7,81	3,97	15.96
F-8	2,87	4,18	9,05	4.57
F-9	3,82	7,27	4,02	13.83
F-10	3,80	4,53	4,27	5.37
F-11	3,60	6,80	3,80	12.1
F-12	4,08	5,11	4,57	6.83
F-13	4,35	5,40	2,07	7.63
			TOTAL	92.59

Fuente: Propia

Anexo 07: Registro de Biomasa total, Carbono almacenado y CO_2 en la especie *Schinus Molle L.* calculados por Ecuaciones alométricas.

Código	UTM	DAP	HT	Biomasa total	Carbono almacenado	CO₂ (Kg)
M-1	274522 8680309	21.32	4,15	45.2827	22.64135	83.09
M-2	274563 8680315	15.91	3,80	32.9873	16.49365	60.53
M-3	274636 8680336	21.64	6,31	59.4945	29.74725	109.17
M-4	274651 8680333	16.55	5,26	39.3559	19.67795	72.22
M-5	274714 8680358	19.73	5,10	46.5986	23.2993	85.51
M-6	274770 8680391	32.78	7,21	123.234	61.617	226.13
M-7	274962 8680554	15.59	3,95	32.9628	16.4814	60.49
M-8	274998 8680596	36.28	6,30	130.48	65.24	239.43
M-9	275065 8680679	14.96	3,78	31.45	15.725	57.71
M-10	275156 8680850	32.14	6,05	103.31	51.655	189.57
M-11	275103 8680769	17.82	6,30	46.8	23.4	85.88
M-12	275259 8681041	20.69	5,93	53.96	26.98	99.02
M-13	275367 8681250	18.46	5,81	46.53	23.265	85.38
M-14	275515 8681477	34.37	7,28	134.57	67.285	246.94
M-15	275565 8681624	24.82	6,60	74.27	37.135	136.29
M-16	275610 8681700	24.5	4,94	59.63	29.815	109.42
M-17	275625 8681891	31.19	6,37	102.61	51.305	188.29
M-18	275692 8681830	26.73	5,18	69.42	34.71	127.39
M-19	275744 8681941	18.14	6,20	47.33	23.665	86.85
M-20	275813 8682071	11.77	5,48	30.29	15.145	55.58
M-21	275836 8682077	1114	4,98	28.41	14.205	52.13
M-22	275912 8682225	0,1623	5,60	39.81	19.905	73.05
M-23	275914 8682265	0,2450	5,16	61.39	30.695	112.65
M-24	276029 8682466	0,3246	7,20	121.09	60.545	222.20

M-25	276032 8682463	0,3565	8,34	161.17	80.585	295.75
M-26	276089 8682585	0,1814	7,20	51.71	25.855	94.89
M-27	276181 8682731	0,1496	3,95	31.95	15.975	58.63
M-28	276244 8682873	0,1527	5,95	38.65	19.325	70.92
M-29	276284 8682946	0,1050	4,95	28.92	14.46	53.07
M-30	276340 8683036	0,2196	7,93	71.06	35.53	130.40
M-31	276940 8684137	0,2132	5,29	52.17	26.085	95.73
M-32	276965 8684197	0,2610	4,98	65.31	32.655	119.84
M-33	277002 8684255	0,3246	4,87	88.44	44.22	162.29
M-34	277057 8684350	0,2514	3,68	51.13	25.565	93.82
M-35	277079 8684399	0,2323	6,10	63.97	31.985	117.38
M-36	277110 8684944	0,2705	5,97	78.29	39.145	143.66
M-37	276793 8683877	0,4106	7,81	195.32	97.66	358.41
M-38	276037 8682482	0,3119	6,37	102.61	51.305	188.29
M-39	276032 8682470	0,2578	7,80	89.14	44.57	163.57
M-40	276017 2760458	0,2259	6,55	64.65	32.325	118.63
M-41	276010 8682431	0,2450	5,15	61.31	30.655	112.50
M-42	276014 8682430	0,3374	6,51	118.76	59.38	217.92
M-43	276039 8682479	0,3501	7,83	147.84	73.92	271.29
M-44	277412 8684621	0,3278	8,20	137.38	68.69	252.09
M-45	277436 8682668	0,2832	6,75	92.19	46.095	169.17
M-46	277440 8684658	0,2132	5,28	52.11	26.055	95.62
M-47	277433 8682647	0,2610	4,98	65.31	32.655	119.84
M-48	277412 8682607	0,3246	4,87	88.44	44.22	162.29
M-49	277485 8682747	0,2514	3,68	51.13	25.565	93.82
M-50	276219 8682806	0,2323	6,10	63.97	31.985	117.38
M-51	276239 8682843	0,2705	5,98	78.39	39.195	143.85
M-52	276261 8682902	0,2578	5,72	70.76	35.38	129.84

M-53	276260 8682851	0,3087	6,35	100.68	50.34	184.75
M-54	276281 8682733	0,1718	5,86	43.19	21.595	79.25
M-55	276305 8682798	0,1527	4,05	32.75	16.375	60.10
M-56	276313 8682813	0,2132	6,43	57.07	28.535	104.72
					TOTAL	7444.66
					PROMEDIO	132.94

Anexo 08: Registro de Biomasa total, Carbono almacenado y CO_2 en la especie Schinus Molle L. calculados por muestreo de ramas, hojas y ramillas.

Código	Densidad de fuste (Kg/m ³)	Biomasa de fuste (Kg)	Biomasa de la copa (kg)	Biomasa aérea total (Kg)	Total, Carbono almacenado (Kg)	CO ₂ (Kg)
M-1	525	50.98	3.64	54.62	27.31	100.23
M-2	525	18.04	2.14	20.18	10.09	37.02
M-3	525	80.33	2.20	82.53	41.26	151.44
M-4	525	35.55	2.16	37.71	18.86	69.21
M-5	525	31.89	1.32	33.21	16.61	60.94
M-6	525	163.47	0.01	163.48	81.74	299.99
M-7	525	21.28	0.09	21.37	10.69	39.22
M-8	525	186.70	4.75	191.45	95.72	351.31
M-9	525	20.30	13.58	33.88	16.94	62.17
M-10	525	195.08	0.14	195.22	97.61	358.22
M-11	525	40.07	23.03	63.10	31.55	115.78
M-12	525	36.00	10.72	46.72	23.36	85.73
M-13	525	39.46	4.47	43.93	21.96	80.61
M-14	525	181.17	1.04	182.21	91.11	334.36
M-15	525	98.00	5.87	103.87	51.94	190.61
M-16	525	66.19	4.75	70.94	35.47	130.17
M-17	525	127.58	11.67	139.25	69.62	255.52
M-18	525	58.75	5.68	64.43	32.21	118.22
M-19	525	28.00	36.69	64.69	32.35	118.71
M-20	525	15.55	25.56	41.11	20.55	75.44

M-21	525	11.35	36.72	48.07	24.04	88.22
M-22	525	31.80	17.18	48.98	24.49	89.88
M-23	525	48.98	5.68	54.66	27.33	100.29
M-24	525	182.88	5.84	188.72	94.36	346.31
M-25	525	210.62	0.04	210.66	105.33	386.56
M-26	525	54.26	4.20	58.46	29.23	107.27
M-27	525	17.10	6.22	23.32	11.66	42.79
M-28	525	30.22	1.06	31.28	15.64	57.40
M-29	525	9.09	1.32	10.41	5.21	19.11
M-30	525	100.80	0.59	101.39	50.69	186.05
M-31	525	35.20	0.09	35.29	17.64	64.76
M-32	525	54.84	4.75	59.59	29.80	109.35
M-33	525	71.95	13.58	85.53	42.77	156.96
M-34	525	43.66	0.87	44.53	22.27	81.72
M-35	525	52.64	23.03	75.67	37.84	138.86
M-36	525	63.09	10.72	73.81	36.90	135.43
M-37	525	291.54	0.05	291.59	145.80	535.07
M-38	525	129.64	3.47	133.11	66.55	244.25
M-39	525	115.25	5.87	121.12	60.56	222.26
M-40	525	55.33	4.75	60.08	30.04	110.24
M-41	525	49.70	11.67	61.37	30.69	112.62
M-42	525	154.20	1.32	155.52	77.76	285.38
M-43	525	214.11	0.02	214.13	107.07	392.93
M-44	525	197.66	0.09	197.75	98.88	362.88
M-45	525	88.28	4.75	93.03	46.52	170.71
M-46	525	34.81	13.58	48.39	24.20	88.80
M-47	525	54.84	0.87	55.71	27.86	102.23
M-48	525	71.53	0.06	71.59	35.79	131.36
M-49	525	43.93	10.72	54.65	27.33	100.29
M-50	525	52.64	4.47	57.11	28.56	104.80
M-51	525	63.40	3.47	66.87	33.43	122.70
M-52	525	58.59	5.87	64.46	32.23	118.29
M-53	525	87.83	4.75	92.58	46.29	169.88

M-54	525	35.07	0.49	35.56	17.78	65.24
M-55	525	18.54	0.50	19.04	9.52	34.93
M-56	525	75.23	0.04	75.27	37.64	138.13
					TOTAL	8758.87
					PROMEDIO	156.41

Anexo N° 9. Registro de captura de CO_2 por la especie ficus benjamina mediante el muestreo de ramas y hojas.

CODIGO	D. fuste (Kg/m3)	Biomasa de fuste (Kg)	Biomasa de la copa (kg)	Biomasa aérea total (Kg)	Total, Carbono almacenado (Kg)	CO_2
F-1	520	110.13	6.44	116.57	58.28	213.90
F-2	520	124.07	5.13	129.20	64.60	237.09
F-3	520	16.85	0.94	17.79	8.90	32.65
F-4	520	25.23	6.33	31.56	15.78	57.92
F-5	520	19.55	0.97	20.52	10.26	37.65
F-6	520	174.86	6.49	181.35	90.67	332.77
F-7	520	152.48	15.96	168.44	84.22	309.08
F-8	520	199.58	4.57	204.15	102.08	374.62
F-9	520	96.79	13.83	110.62	55.31	202.99
F-10	520	143.35	5.37	148.72	74.36	272.90
F-11	520	319.39	12.1	331.49	165.74	608.28
F-12	520	257.52	6.83	264.35	132.17	485.08
F-13	520	102.91	7.63	110.54	55.27	202.84
Total		1742.70	92.59	1835.29	917.65	3367.76
Promedio		134.05	7.12	141.18	70.59	259.06

Fuente: Propia

Anexo N° 10. Registro de captura de CO_2 por la especie ficus benjamina calculado con el uso de Ecuaciones alométricas.

Código	UTM	DAP (m)	Biomasa	Almacenamiento de carbono (Kg)	CO_2 Almacenado (Kg)
F-1	275692 8681830	0,2673	92.33	46.17	169.43
F-2	275565 8681624	0,2482	111.64	55.82	204.86
F-3	275413 8681319	0,2496	110.05	55.03	201.94
F-4	276400 8683165	0,2496	110.05	55.03	201.94
F-5	275820 8682077	0,3114	62.43	31.22	114.56
F-6	276762 8683828	0,2896	75.19	37.60	137.98

F-7	276844 8683980	0,2578	101.30	50.65	185.89
F-8	275156 8680850	0,3215	57.53	28.77	105.57
F-9	277138 8684448	0,2292	136.31	68.16	250.13
F-10	277207 8684577	0,2737	86.73	43.37	159.15
F-11	276154 8682683	0,3883	35.46	17.73	65.07
F-12	277294 8684696	0,4265	27.88	13.94	51.16
F-13	277368 8684779	0,3214	57.57	28.79	105.64
Total			1064.47	532.24	1953.31
Promedio			81.88	40.94	150.25

Anexo N° 11. Estándar de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor	Criterios de evaluación	Método de análisis
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de azufre (SO_2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Método automático)
Monóxido de carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM_{10} (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de hidrogeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM

Anexo N° 12. Reporte de captura de carbono en suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ENERGÍAS RENOVABLES
Unidad de Biomasa Energética

REPORTE DE ANÁLISIS ELEMENTAL (C, H, N, O, S)
LER – BIOMASA 026 - 2017

Solicitante : UCV - Tesls
Atención : Srta. Rossy Aldana Lázaro
Muestra : Suelo Schinus Molle L. - Suelo Liriodendron fijo Lour
Procedente de : Comas – Lima, Perú
Fecha Recepción : 26 / 09 / 2017
Norma: : ASTM D4239

N. LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	C (%)	DESV. ESTANDAR
UBE-(09/2017)-0078-1	Schinus Molle L. - Suelo	0.6927	0.028
UBE-(09/2017)-0078-2	Schinus Molle L. - Suelo	0.6582	0.017
UBE-(09/2017)-0078-3	Schinus Molle L. - Suelo	0.6787	0.034
UBE-(09/2017)-0079-1	Liriodendron fijo Lour - Suelo	0.2508	0.033
UBE-(09/2017)-0079-2	Liriodendron fijo Lour - Suelo	0.2339	0.022
UBE-(09/2017)-0079-3	Liriodendron fijo Lour - Suelo	0.2193	0.011

NOTA:

- El análisis se realizó con las muestras en base seca (las muestras tal como se recibieron fueron secadas en estufa durante 24 horas a 105 °C).
- Se realizó el análisis por triplicado de cada muestra, obteniéndose resultados aproximados y se determinó la desviación estándar (medida de la dispersión de los valores respecto a la media) de la muestra.



Laboratorio de Energías Renovables



José Calle Maravi, Ph. D.
Jefe del Laboratorio de Energías Renovables



Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Lima – Perú
erenovables@lamolina.edu.pe

Telf: 614 7800 / Anexo 263
www.lamolina.edu.pe/ler/

Anexo N° 13. Informe de monitoreo



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

SAG

INFORME DE ENSAYO N° 116558-2017

RAZÓN SOCIAL : ALDANA LAZARO ROSSYBETH
DOMICILIO LEGAL : MZA. H LOTE. 06 APV. SAN CARLOS- ATE - LIMA - LIMA
SOLICITADO POR : ALDANA LAZARO ROSSYBETH
REFERENCIA : EQUILIBRIO ENTRE EL CO2 DEL AMBIENTE Y CO2 CAPTURADO POR BIOMASA DE ESPECIES FORESTALES ORNAMENTALES Y EN EL SUELO EN LA AV. TRAPICHE, COMAS 2017.
PROCEDENCIA : AV. TRAPICHE - COMAS
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2017-11-08
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2017-11-08
MUESTREADO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.⁽¹⁾

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.D.M.	Unidades
Dióxido de carbono (CO ₂)	Principio químico del Hidróxido de Bario. Análisis de los contaminantes del aire. Peter O. Warner. 1981.	283	ug/m ³

L.D.M. Límite de detección del método

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 116558 y procedimiento PL-009.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Aire	Aire	Blanco
Matriz analizada	Aire	Aire	----
Fecha de muestreo	2017-11-08	2017-11-08	----
Hora de inicio de muestreo (h)	09:30	10:00	----
Coordenadas UTM WGS 84	0275230E	0276925E	----
	8680986N	8684106N	----
Altitud (msnm)	139	182	----
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada
Descripción del punto de muestreo	Punto ubicado en la alameda de la Av. Trapiche con la Av. Micaela	Punto ubicado en la alameda de la Av. Trapiche con la Av. San Felipe	----
Código del Cliente	CA-01	CA-02	BKv(Blanco)
Código del Laboratorio	1711583	1711584	1711585
Ensayos	Unidades	Resultados	
Dióxido de carbono (CO ₂)	ug/m ³	>87500	>87500 <283

Lima, 21 de Noviembre del 2017


 Quim. Bejbeth Y. Fajardo León
 C.Q.P. N° 648
 Asesor Técnico Químico

Anexo N° 13. Certificado de calibración



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración LT - 119 - 2017

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 4

Resultados de Medición

PARA EL TERMÓMETRO

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONV. VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (°C)
15,3	15,0	-0,3	0,3
25,0	25,0	0,0	0,3
30,2	30,4	0,2	0,3

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$

PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%hr)	HUMEDAD RELATIVA CONV. VERDADERA (%hr)	CORRECCIÓN (%hr)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%hr)
11,3	12,0	0,7	1,5
61,8	60,0	-1,8	2,0
93,8	95,0	1,2	2,0

La humedad relativa convencionalmente verdadera (HCV) resulta de la relación:
 $HCV = \text{Indicación del higrómetro} + \text{corrección}$

Nota 1.- El tiempo mínimo de estabilización fue al menos de 30 minutos.

Nota 2.- El medidor de punto de rocío del barotermohigrómetro no fue calibrado.

Nota 3.- La identificación ELAB-260 está inscrita en una etiqueta adherida en el instrumento de medición.

Equipo de uso exclusivo para trabajos realizados por Servicios Analíticos Generales S.A.C.
"EQUIPO NO ALQUILABLE"

Yo, **ELMER BENITES ALFARO**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Lima Norte (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Equilibrio entre el CO2 del ambiente y CO2 capturado por biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas 2017", del (de la) estudiante **ROSSYBETH ALDANA LAZARO**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **20%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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 César Vallejo.

Los Olivos, 23 de mayo de 2018



.....

ELMER BENITES ALFARO

DNI: 07867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

"Equilibrio entre el CO_2 del ambiente y CO_2 capturado por biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas 2017"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:
Rossybeth Altuna Lizárru

ASESORA:
MSc. Haydee Suarez Alvites

Desglose de coincidencias

1	bibliodigital.tec.ac.cr	2 %
	bibliodigital.tec.ac.cr	2 %
	docplayer.es	2 %
	bibliodigital.tec.ac.cr	<1 %
	repositorio.tec.ac.cr	<1 %
	www.ipcc-nggip.iges.or.jp	<1 %
	es.elibshare.net	<1 %
	www.uach.cl	<1 %
	repositorio.unas.edu.pe	<1 %
	Carlos A. Salas Macías	<1 %
	balbesymas.com	<1 %
	riues.edu.ar	<1 %
	Entregado a Facultad L.	<1 %



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
“César Acuña Peralta”

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Aldana Lozano Rossybeth
D.N.I. : 47573024
Domicilio : Asoc. San Carlos Mz.H 4.06 Santa Anita
Teléfono : Fijo : 354-7899 Móvil : 975951335
E-mail : raldanalazaro@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Ambiental
Carrera : Ingeniería Ambiental
Título : Ingeniera Ambiental

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Aldana Lozano Rossybeth

Título de la tesis:

Equilibrio entre el CO2 del ambiente y el CO2 capturado por biomasa de especies forestales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas 2017.

Año de publicación :

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : Aldana

Fecha : 05-06-2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Autorización para
publicación

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Yo, Rosybeth Aldana Lázaro con DNI N° 47573024 domiciliado (a) en Asoc. San Carlos Mz H Lt. 6 Santa Anita

ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2017-II del programa ...INGENIERÍA AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° de la Escuela de Ingeniería Ambiental, recorro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Autorización para la publicación de mi tesis titulado "Equilibrio entre el CO₂ del ambiente y CO₂ capturado por biomasa de especies forestales ornamentales y en el suelo en la Av. Trapiche, Comas 2017.

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima, 05 de Junio de 2018

[Handwritten signature and name]
M. Sc. F. A.
Gonzalo Tovar

Aldana