

Carbono almacenado en el ecosistema desértico: caso Lomas de Lúcumo en Lima

Carbon stored in the desert ecosystem: the case of Lomas de Lúcumo in Lima.

Angie Tafur¹, José Cuellar

¹ Universidad César Vallejo

² Universidad Nacional Agraria La Molina, eloycuellar@lamolina.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0001-5327-7319>.

REGISTROS

Recibido el 18/07/2024

Aceptado el 21/08/2024

Publicado el 23/08/2024



PALABRAS CLAVE

cambio climático, lomas, biomasa, carbono, servicio ecosistémico.

KEYWORDS

climate change, lomas, biomass, carbon, ecosystem service.

RESUMEN

En el Perú, es poco entendido el valor de los servicios ecosistémicos, debido a ello, se están destruyendo y degradando muchas áreas de lomas costeras, las cuales podrían brindarnos una ayuda muy importante en la lucha frente al cambio climático por medio de la captación y almacenamiento del dióxido de carbono, contamos con diversas áreas como: lomas de Amancaes, Puquio, Pachacamac, Lurín y Atocongo. La presente investigación tuvo como objetivo cuantificar el carbono total existente en el ecosistema de las lomas de Lúcumo en Pachacamac, región Lima. Para ello, se utilizaron métodos destructivos y no destructivos a nivel de los cinco depósitos de carbono en el ecosistema, la evaluación se realizó en el mes de setiembre, se tomaron los datos de campo, se procesaron las muestras en el laboratorio y luego se procesó por medio de fórmulas aprobadas por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático IPCC. Como resultado se determinó que el carbono total almacenado en el ecosistema lomas es 41.1 tC/ha, la cantidad de carbono en la biomasa arbórea es 20.4 t/ha, biomasa arbustiva es 1.4 tC/ha), biomasa en hojarasca 3.8 tC/ha, biomasa en raíces es 0.3 tC/ha y carbono en el suelo es 15.0 tC/ha). Por lo que se concluye que en las Lomas de Lúcumo si funcionan como un sumidero de carbono y son muy importantes como servicios ecosistémicos para las ciudades costeras, recomendando que se debe de promover el cuidado y la conservación de las lomas, mediante acciones de restauración para garantizar el servicio ecosistémico a las ciudades costeras.

ABSTRACT

In Peru, the value of ecosystem services is poorly understood; therefore, many hills on the coast are being destroyed and degraded, which could provide us with help by capturing carbon dioxide. In Lima there are various Lomas such as: hills of Amancáes, Puquio, Pachacamac, Lurín and Atocongo. The objective of this research was to quantify the total carbon existing in the ecosystem of the Lúcumo hills in Pachacamac and for this, destructive and non-destructive methods were used, the field evaluation was carried out in the month of September, the data were taken field, the samples were processed in the laboratory and then the information was processed using formulas approved by the IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. As a result, it was determined that the total carbon stored in the ecosystem is 41.1 tC/ha, the amount of carbon in tree biomass was 20.48 t/ha, shrub biomass (1.41 t/ha), and leaf litter biomass (3.84 t/ha), biomass in roots (0.34 t/ha) and carbon in the soil (15.02 t/ha). Therefore, it is concluded that the Lomas de Lúcumo do function as a carbon sink and are very important for our city, recommending that the care and conservation of the Lomas should be promoted, through restoration actions of the species that were before.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el calentamiento global es uno de los problemas ambientales más graves, afecta los procesos atmosféricos y se manifiesta en variaciones climáticas, esto tiene su origen por el aumento en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) hacia la atmósfera y se ha incrementado durante los últimos años, de ellos el dióxido de carbono es el gas que más contribuye al calentamiento global (Graciano et al, 2019). Según IPCC (2022) este fenómeno se debe a dos causas principales: el consumo de combustibles fósiles por las naciones industrializadas y como causa principal sus procesos productivos, el transporte, la generación de electricidad y los sistemas domésticos dependen de la energía derivada de los combustibles fósiles y la segunda causa es el cambio de uso del suelo, anualmente se deforestan aproximadamente 162000 mil hectáreas, lo que representa el 47% de las emisiones de gases efecto invernadero, (Programa Nacional de Conservación de Bosques del MINAM, 2023).

Las lomas costeras son ecosistemas forestales que se extienden a lo largo de la costa oeste de Suramérica entre Perú y Chile, se caracterizan por presentar dos estaciones: la estación húmeda con la presencia de abundantes nubes durante el invierno austral y seca en el verano austral (Aponte, 2015). Siempre han tenido estrecha relación con las civilizaciones prehispánicas y ciudades costeras, siendo fuente natural y cultural para las poblaciones asentadas en sus cercanías a través de su historia, (Nieuwland y Mamani, 2016).

La humedad resultante de la capa de nubes permite el crecimiento de vegetación mayoritariamente herbácea y arbórea. La vegetación de las lomas, está adaptada a condiciones climáticas especiales lo cual representa una característica única, esta biomasa provee una gran variedad de servicios ecosistémicos entre ellos la captura de carbono para la mejora de la calidad ambiental de las ciudades aledañas por lo que se consideran "los pulmones de la ciudad" (Aponte, 2015; Abanto, 2022). Entre estos podemos citar los bancos de semillas, la polinización, alimentos, belleza paisajista, retención de agua y mejora de los suelos, así como la regulación del clima mediante la captura de carbono (Guerrero et al, 2022; Cuellar, 2016).

La biomasa es una variable en la productividad del ecosistema, el flujo de energías, la acumulación y la dinámica de nutrientes, representa la cantidad de material orgánico acumulado en las plantas en un momento por unidad de área, en la parte aérea y subterránea del ecosistema. La cantidad de biomasa en un bosque es el resultado de la diferencia entre la productividad primaria bruta que se obtiene a través de la fotosíntesis, la respiración y la mortalidad. Los cambios en la acumulación en la biomasa se pueden dar como resultado de las actividades humanas, los procesos de sucesión natural, la calidad de sitio, la exposición, las condiciones climáticas y la degradación; por lo que es necesario la estimación de la biomasa en cada lugar y permanentemente en el tiempo, para saber el carbono que almacena (Graciano et al, 2019; Acosta, 2011).

Esta investigación es relevante ya que, a la fecha, se tiene escaso conocimiento relacionado a la estimación de carbono total en las Lomas que rodean Lima, razón por la cual en la presente investigación se pretende contribuir con el conocimiento del aporte de esta zona y su importancia al aportar datos relacionado a la captura de carbono (Aponte 2015).

La gran problemática actual en el Distrito de Pachacamac, al igual que muchas regiones costeras, es la transformación del paisaje que se viene dando en el ecosistema de Lomas a lo largo del tiempo. Tanto por la expansión urbana, el sobrepastoreo, la venta ilícita de terrenos y el gran contaminante local que es producido por la extracción de piedra caliza por una empresa cementera causan la llamada deforestación de este ecosistema que mantiene 150 hectáreas que sirve como sumideros de carbono y a la vez es uno de los últimos lugares donde encontramos a la Flor de Amancaes en estado silvestre, que es símbolo de la Ciudad de Lima está en riesgo debido a la deforestación (Nieuwland y Mamani, 2016).

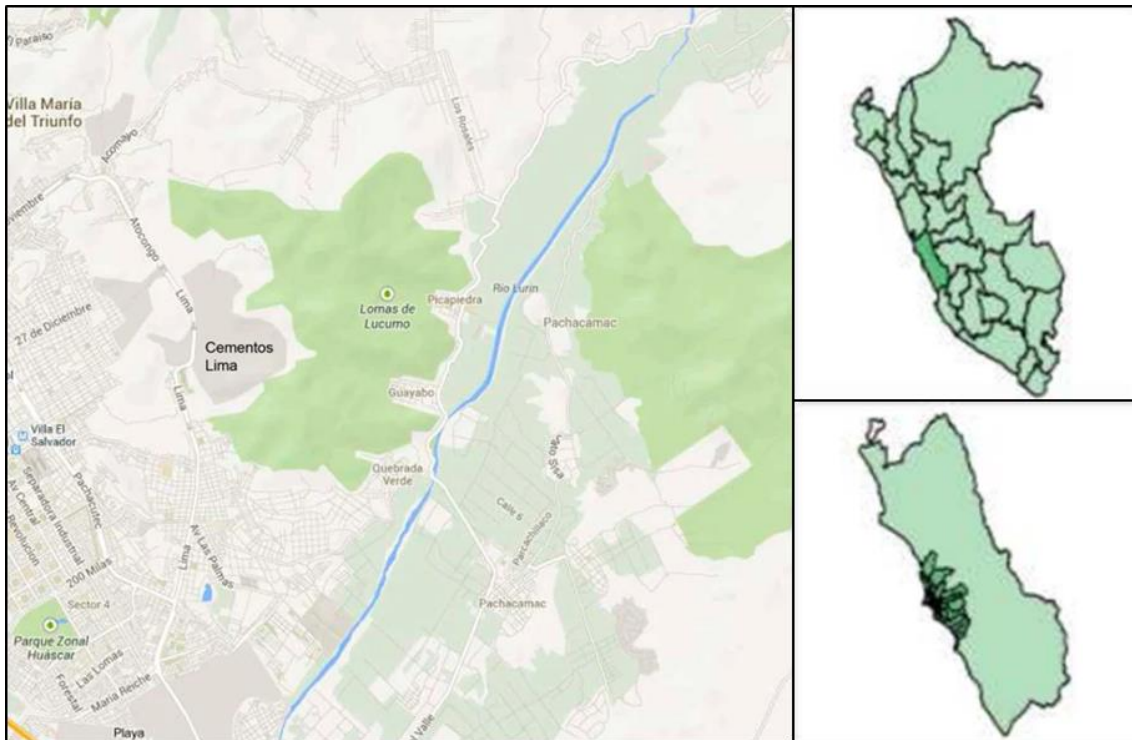
Se ha elegido a las Lomas de Lúcumo ubicada entre los centros poblados rurales de Quebrada Verde, Guayabo y Pica Piedra, en el Distrito de Pachacamac, en Lima Metropolitana; cerca a nuestra ciudad, debido a que es un importante cinturón verde purificador del aire que respiramos; la importancia de estas Lomas radica en la presencia de gran variedad de plantas silvestres debido a la intensa humedad, motivo por el cual el lugar se convierte en un oasis porque a pesar de ser parte del desierto, puede albergar un ecosistema único y especial para el desarrollo de múltiples servicios ecosistémicos (Nieuwland y Mamani, 2016).

La presente investigación tiene como objetivo general; Determinar el carbono total almacenado en el ecosistema de Lomas de Lúcumo, Pachacamac, Lima, permitirá incrementar el conocimiento sobre el aporte de las lomas en el servicio ambiental de captura del CO₂, la captura es la situación inversa a las emisiones, que es realizado por la biomasa de las lomas de Lima, y que con un manejo adecuado del recurso natural, se pueda valorar como fuente de ingreso para los pobladores de los Centros poblados Rurales aledaños a lomas de Lúcumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

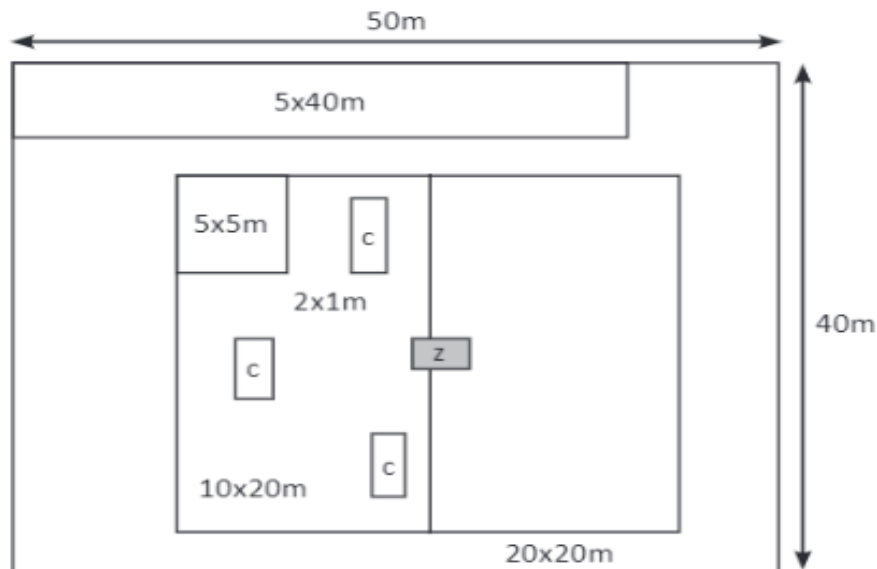
Ubicación del área de estudio

Las lomas de Lúcumo cuentan con un área de 1597.36 has, esta área se encuentra inmersa entre tres distritos; Lurín, Pachacamac y Villa María del Triunfo (ver imagen 4). Presenta altitudes desde los 98 a los 695 m.s.n.m. Se encuentra dividida en 4 sectores: Quebrada Verde, Manchay Bajo, Guayabo y Picapiedra; estos sectores han sido divididos de acuerdo con las características de gestión y geográficas (MINAM, 2023).

Figura 1*Ubicación de las Lomas de Lúcumo***Diseño de investigación**

El diseño de investigación es No experimental, ya que son estudios que se realizan sin manipulación deliberada de variables y en los que se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (Hernández et al, 2014). Descriptivo porque, se describe las características de las Lomas de Lúcumo, determinando el carbono almacenado, así mismo Transversal ya que el estudio se realiza en un determinado momento y cuantitativo porque los resultados a obtener son datos numéricos. Siendo la variable el Carbono Total almacenado en las Lomas de Lúcumo.

La población son las Lomas de Lúcumo ubicadas dentro del departamento de Lima, con una superficie de 150 hectáreas como área de Bosque. Y se tomaron tres muestras, en parcelas rectangulares de 40x50 m (2000 m²) fueron elegidas por muestreo aleatorio simple.

Figura 2*Diseño de la parcela experimental***Procedimiento experimental**

La investigación se dividió en cuatro etapas:

Etapa Pre-Campo. Se recolectan los datos de la zona de estudio, búsqueda del material bibliográfico, adquisición de materiales, visita previa a la zona de estudios, permiso adecuado para poder ingresar a las Lomas y definir el día para recolección de muestras.

Etapa Campo. Se delimita la parcela con ayuda del GPS y brújula, la parcela de (40x50) m², dentro de esta, se delimita la parcela de (20x20) m², la parcela de (10x20) m² y la subparcela de (5x5) m² de forma aleatoria se ubican los 3 cuadrantes de (2x1) m finalmente se delimitó el transecto de (5x40) m².

El muestreo de Biomasa arbórea se hace en la parcela de 40x50 para árboles mayores a 30 cm de DAP, en la parcela de 20x20 arboles de 10 a 29 cm de DAP, en la parcela de 10x20 para arboles de 5 a 9.9 cm de DAP, en la parcela 5x5 para brinzales de 1.5 a 4.9 cm DAC, comprende la identificación de la especie, nombre común y nombre científico correspondiente.

Para el muestreo de Biomasa arbustiva y herbácea, se emplea la subparcela de 2x1m². se cortan a ras del suelo todos los individuos menores a 1,49cm de diámetro, previamente identificados con nombres comunes, se llena en un saco y se toma el peso total, de este se toma una submuestra de 100 gr aproximadamente para ser llevada al laboratorio.

Para el muestreo de Biomasa muerta y hojarasca, en la parcela de 40x5 m se instala un transecto de 5x40 m, se mide el diámetro de los árboles muertos, a todos se les mide también la altura y por último se determina su estado de conservación de la madera. Para la hojarasca, se recoge toda la hojarasca y se coloca en un saco y se toma el peso total, de este se saca una submuestra de 100 g aproximadamente para ser llevada al laboratorio.

Para el muestreo de Biomasa en raíces, se emplea la parcela central de 1m×1m y se utiliza la ficha de muestre de biomasa en raíces. Se procede a realizar la calicata de 1m de profundidad y con ayuda de pabito y clavos de cemento se dividen en horizontes de: 0-10cm, 11cm-20cm, 21cm-30cm.

Para el muestreo Cantidad de carbono existente en el suelo, se emplea la subparcela de 20x20 m se hace una calicata de 50 cm en cada una de las tres subparcelas. Con ayuda de los clavos de cemento y el pabito se dividen en tres horizontes (0-10cm, 11cm-30cm, 31cm-50cm) de los cuales se extrajo suelo y se mezcló las muestras de cada parcela de acuerdo con su horizonte con ayuda de bateas., Luego se extrajo 1 Kg de cada horizonte para ser llevado al laboratorio.

Etapa de Laboratorio. Para las muestras de la biomasa arbustiva, herbácea y hojarasca, pesar 100 gr de las muestras húmedas en la balanza, pesar las bolsas de papel medianas en la balanza, colocar la muestra en la estufa a 70°C por 48 horas hasta lograr el peso constante, retirar las muestras con ayuda de una pinza y colocarlas en el desecador, volver a pesar las muestras y anotar

Para las muestras de biomasa en raíces, una vez separadas de la tierra pesar las bolsas de papel (pequeñas) en la balanza, pesar las muestras ya tamizadas en la balanza, colocar las muestras en la estufa a 103° por 8 horas hasta lograr el peso constante, retirar las muestras con ayuda de una pinza y colocarlas en el desecador, volver a pesar las muestras y anotar.

Cálculos para determinar carbono en la biomasa arbórea.

Fórmula para determinar la biomasa en cada árbol

Fórmula para determinar la biomasa en cada árbol

Para la especie Molle:

$$BA = \frac{0.2249 \cdot DAP^{1.8168}}{0.50}$$

Para la especie Tara:

$$BA = 0.5619 \cdot DAP^{2.7132}$$

Donde:

BA= biomasa de árboles vivos k/árbol

DAP=diámetro a la altura del pecho en cm

Fórmula para determinar el carbono en la biomasa arbórea:

$$CBA=BA\times 0.50$$

Donde:

CBA= carbono en la biomasa arbórea tC/ha

BA=biomasa arbórea

0.50=factor dado por el IPCC

Fórmula para determinar carbono en la biomasa arbustiva y herbácea

$$CBAH = BAH\times 0.50$$

Donde:

CBA= carbono en

BAH=Biomasa arbustiva y herbácea seca en toneladas sobre hectáreas

0.50=Factor dado por el IPCC

Fórmula para determinar carbono en la hojarasca

$$CH = Bh\times 0.50$$

Donde:

CH = Carbono en hojarasca (t/ha)

Bh=Biomasa en hojarasca

0.50=Factor dado por el IPCC

Fórmula para determinar carbono en raíz

$$\text{Carbono en raíz (t/ha)}=Br\times 0.50$$

Donde:

Carbono en raíz (t/ha) =carbono en raíz en toneladas sobre hectáreas

Br=Biomasa en raíz

0.50=Factor dado por el IPCC

Fórmula para el cálculo de carbono en el suelo

$$CS \text{ (t/ha)}= (PVs\times \%C)/100$$

Donde:

CS (t/ha)=Carbono en el suelo en t /ha

PVs=peso del volumen del suelo

%C=resultados de C en porcentaje analizados en el laboratorio

100=factor de conversión

Fórmula para el carbono bajo el suelo

$$CBS=Cr +Cs$$

Donde:

CBS=Carbono bajo el suelo

Cr=Carbono en raíces

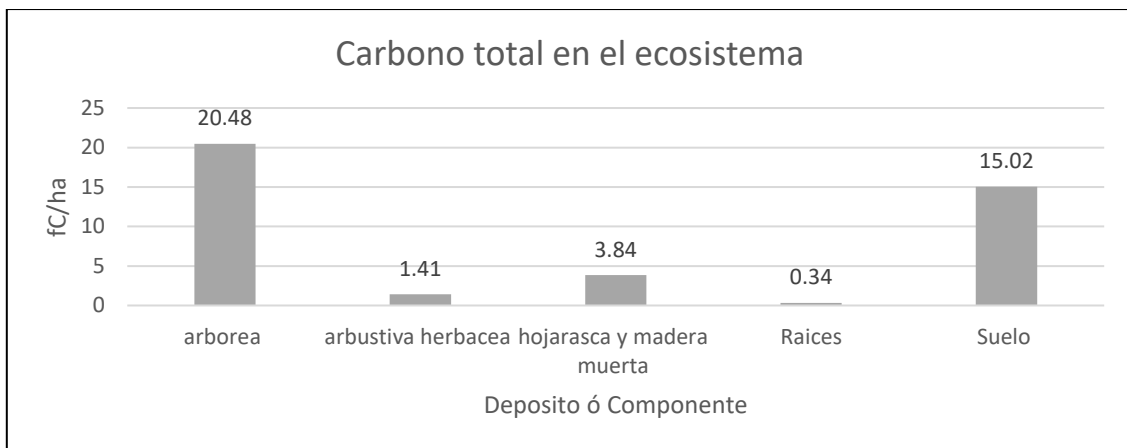
Cs=Carbono en el suelo

RESULTADOS

Carbono total almacenado en el ecosistema

Figura 3

Carbono total almacenado en el ecosistema

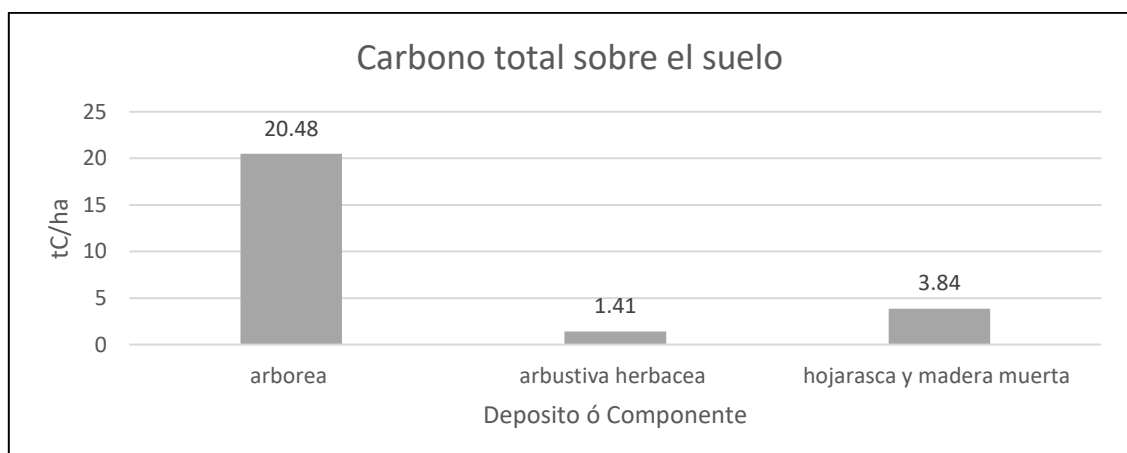


Texto dejando una línea en blanco (Open Sans 11pt)

El carbono total almacenado en el ecosistema es de 41.1 tC/ha, destacando como depósitos mayores el arbóreo y el suelo. Representando el 86.37 % del carbono en el ecosistema.

Figura 4

Carbono almacenado sobre el suelo

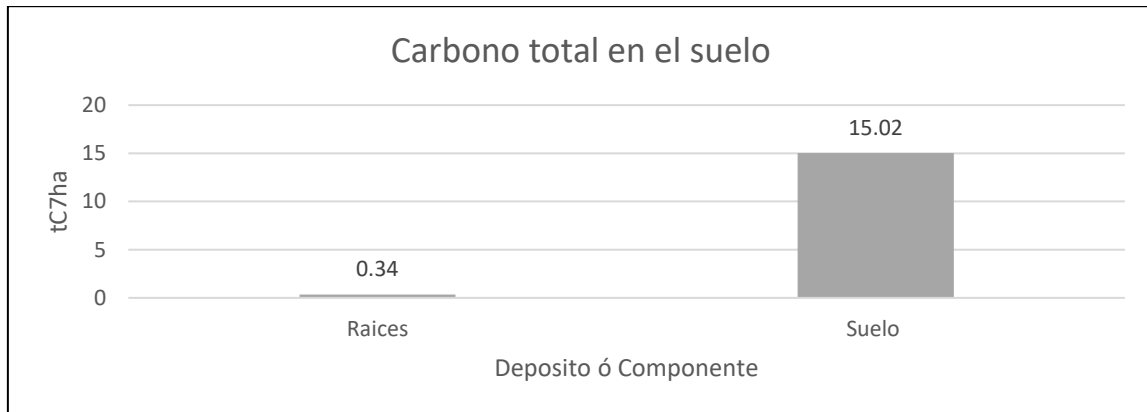


En las Lomas de Lúcumo el almacenamiento de carbono bajo el suelo fue de 15.3 tC/ha, tendiendo como mayor proporción el carbono almacenado en suelo con 15.0 tC/ha y el carbono almacenado en raíces finas con tan solo 0.3 tC/ha,

el 97.8% del carbono almacenado se encuentra en el suelo y el 2,2% en las raíces.

Figura 5

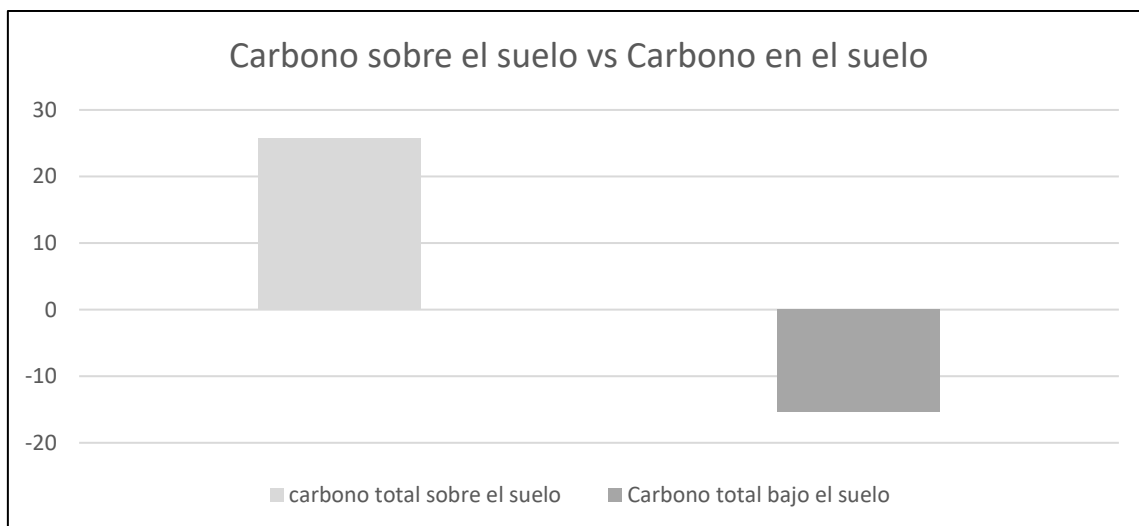
Carbono almacenado en el suelo



En las Lomas de Lúcumo el almacenamiento de carbono bajo el suelo fue de 15.3 tC/ha, tendiendo como mayor proporción el carbono almacenado en suelo con 15.0 tC/ha y el carbono almacenado en raíces finas con tan solo 0.3 tC/ha, el 97.8% del carbono almacenado se encuentra en el suelo y el 2,2% en las raíces.

Figura 7

Relación de carbono sobre el suelo vs en el suelo



El carbono total es de 15.36 tC/ha, la relación entre el carbono sobre el suelo y el carbono en el suelo es 1.67 más en la parte aérea, esto debido a la influencia del árbol.

DISCUSIÓN

El carbono total almacenado en el ecosistema de las Lomas de Lúcumo es de 41.1 tC/ha, destacando como depósitos mayores el arbóreo y el suelo. Resultados muy similares a los resultados a otra formación desértica como es el bosque seco ralo que es de 44.7 tC/ha (Cuellar, Zelaya y López 2014). Mientras que en Las Lomas de Amancaes tienen un stock de carbono de 39.3 tC/ha esto puede explicarse porque la evaluación se hizo en otra época del año y además que las Lomas de Lúcumo presentan un paisaje más conservado en comparación con Lomas de Amancaes.

A nivel del carbono sobre el suelo, las lomas de Lúcumo reportan 25.7 tC/ha, cantidad mínimamente menor que en lo reportado en el bosque seco ralo que es de 27.7 tC/ha, si bien ambos son paisajes desérticos, difieren en cuanto a condiciones climáticas, especies de árboles, tipo de bosque, etc. Las lomas dependen principalmente de la humedad proveniente de la neblina, son altamente sensibles a eventos extremos como "El Niño" (Aponte, 2015; Guerrero et al, 2022).

En cuanto al carbono bajo el suelo en las Lomas de Lúcumo es 15.02 tC/ha, de ello el 97.7% este contenido en el suelo y 2.2 % en las raíces, muy similar a lo que reporta la evaluación en el bosque seco del norte 8.1 tC/ha con 92% de carbono en el suelo y 8% en las raíces, a pesar de que en este estudio se tuvo condiciones climáticas diferentes. Caso contrario a lo reportado en las Lomas de Amancaes, el carbono almacenado en el suelo es de 37.8 tC/ha 96.3% del carbono total almacenado en el ecosistema (Guerrero et al, 2022).

Finalmente, el crecimiento desordenado de las ciudades y el cambio climático amenazan la conservación de los ecosistemas de lomas. Estos resultados manifiestan el importante papel de estos ecosistemas desérticos como sumidero de carbono en el marco del cambio climático y la necesidad de trabajar en acciones de restauración de este importante paisaje costero y permitirá desarrollar mejores estrategias y justificaciones para la protección, conservación y manejo de este ecosistema (Nieuwland et al, 2017; Cuellar, 2016; Aponte, 2015).

CONCLUSIONES

El carbono Total almacenado en las Lomas de Lúcumo fue de 41.1 tC/ha teniendo en cuenta que se capturo mayor almacenamiento de carbono sobre el suelo (25.74 tC/ha) que bajo el suelo (15.36 tC/ha).

El carbono almacenado sobre el suelo es de 25.74 tC/ha, con captura de 20.48 t/ha para el carbono almacenado en la biomasa arbórea, 1.41 t/ha para el carbono almacenado en la biomasa arbustiva y por ultimo 3.83 t/ha de carbono almacenado en hojarasca; demostrando así que la parte vegetal que tiene mayor captación de carbono es la biomasa arbórea.

El carbono almacenado bajo suelo fue de 15.36 tC/ha, tendiendo como mayor proporción el carbono almacenado en suelo con 15.02 tC/ha y el carbono almacenado en raíces finas con tan solo 0.34 tC/ha.

El carbono almacenado en Hojarasca es 3.84 tC/ha, la cual a pesar de ser materia muerta sirve como captación de carbono. El carbono almacenado en la Biomasa en troncos caídos fue de 0 t/ha ya que en Las Lomas de Lúcumo no se encontraron.

AGRADECIMIENTO

Realizar un estudio similar desarrollando la misma metodología, pero en distinta época del año con la finalidad de contrastar la diferencia entre diversas temporadas ya que este ecosistema cambia su vegetación debido a diversos factores climáticos de cada estación.

Se recomienda en base a esta tesis estimar el servicio ambiental de captura del CO₂ de las Lomas de Lúcumo para que este recurso natural como fuente de ingreso para los pobladores de los Centros poblados rurales cercanos y por último que sirva para contribuir a la conservación de Las Lomas Costeras.

Se recomienda dar a promover el cuidado y conservación de las Lomas de Lúcumo ya que estas presentan especies en peligro de extinción como la flor de Amancées la cual es la flor símbolo de la Ciudad de Lima y que a su vez sirve como fuente de captación de carbono.

Se debe realizar concientización a la población aledaña y visitantes para la conservación y valoración de las lomas de Lúcumo por medio de charlas, materiales informativos, etc.

REFERENCIAS

Abanto, D. (2022). Valoración económica de las lomas de Lima.

<https://www.pe.undp.org>.

Acosta, M., Carrillo F., Gómez R., (2011). Estimación de biomasa y carbono en dos especies de bosque mesófilo de montaña. Revista mexicana de ciencias

agrícolas, 2(4), 529-543. Recuperado en 20 de junio de 2024, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000400005&lng=es&tlng=es.

Aponte, H. (2015). Ecosistemas potenciales para el turismo en la costa de Lima y Callao: oportunidades y perspectivas. Novum Otium, 1, 57-64.

- Cuellar, J. y Salazar, E. (2016). Dinámica del carbono almacenado en los diferentes sistemas de uso de la tierra en el Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA. Lima Perú. 217 p. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono en un bosque de clima templado-frío de Durango, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 42(2), 119-127.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000200119&lng=es&tlng=es.
- Guerrero V. Malca D., Aponte H. (2022). Reservas de carbono en un ecosistema del desierto suramericano: el caso de Lomas de Amancaes, Lima, Perú. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 46(181):971-984. Doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1760>
- Hernandez R. Fernández C. B (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. Mc Graw Hill. México. 634 p.
- Porro, R. (2009). "Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales" Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consorcio Iniciativa Amazónica Lima- Perú, 2009.
- Nieuwland, B., & Mamani, J. (2017). Las lomas de Lima: enfocando ecosistemas desérticos como espacios abiertos en Lima metropolitana. *Espacio Y Desarrollo*, (29), 109-133. Doi: <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201701.005>
- Ministerio Del Ambiente (2023). *Inventario Nacional de emisiones de gases de efecto invernadero*.