

# Los Servicios Ecosistémicos y Capacidad de Almacenamiento de Carbono en Árboles Urbanos



Gonzalo Cervantes<sup>1</sup>, Priscila Condezo<sup>1</sup>, Patrick Flores<sup>1</sup>, Lucía Montes<sup>1</sup>, Lourdes Peña<sup>1</sup>, Brenda Soto<sup>1</sup>, Claudia Caro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Estudiantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

<sup>2</sup>: Profesores del Departamento Académico de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina

## 1. Introducción

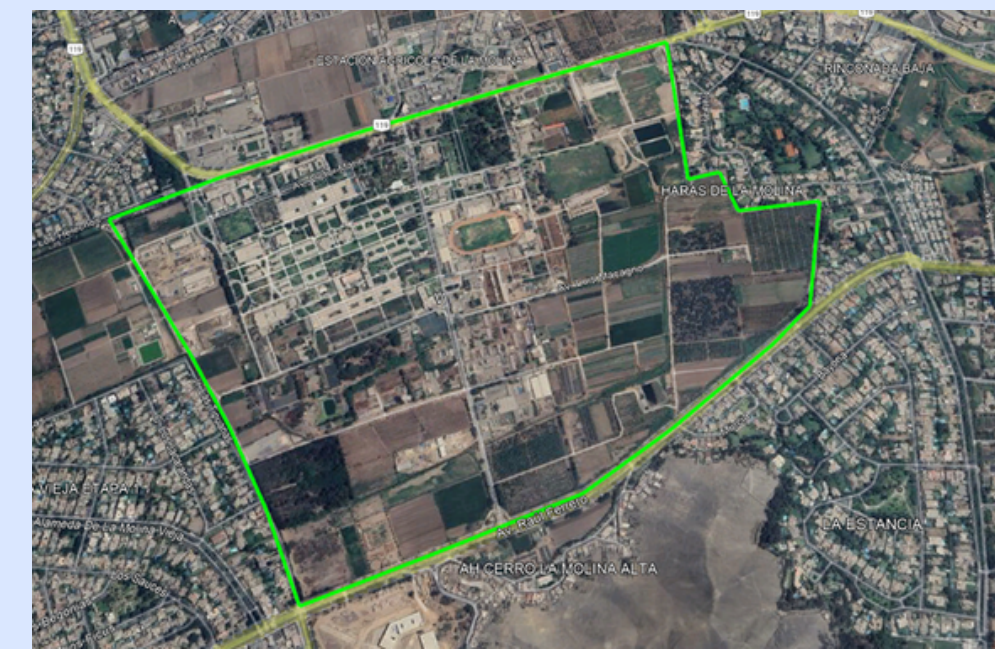
Los árboles son importantes porque ofrecen diversos servicios ecosistémicos, entre ellos se encuentran por ejemplo su capacidad para regular la precipitación y la temperatura, afectando a la disponibilidad de agua en los suelos (Suqui et al., 2021). Asimismo, los árboles influyen en la regulación de la luz y en la productividad de los ecosistemas con un efecto en el secuestro de Carbono (Jin et al., 2022). Sin embargo, a pesar de la importancia de los árboles para las ciudades no todas las personas son conscientes de su valor o reconocen los múltiples servicios que ofrecen. Bajo esta premisa, a través de esta investigación se quiere dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- Cuáles son los principales servicios ecosistémicos que ofrecen los árboles del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina y que son reconocidos por los estudiantes
- Cómo se relacionan el diámetro y la altura de los árboles con la capacidad de los árboles para almacenar Carbono

## 2. Materiales y métodos

### Sitio de estudio

La investigación se llevó a cabo en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), del campus con un área total de 230 hectáreas aproximadamente 33.7 has han sido consideradas para este estudio, por ser el área mayormente ocupada por la comunidad educativa.



### Para la identificación de los servicios ecosistémicos



Se realizó un trabajo con los estudiantes de la UNALM, utilizando la técnica de fotovoz que permite a los participantes representar a su comunidad a través de fotografías (Wang et al., 1997). En el proceso participaron 48 personas que tomaron diversas fotografías de los lugares que más les gustaban del campus, explicando el por qué. De las 48 fotografías tomadas se seleccionaron 36 imágenes que estaban relacionadas a los árboles.

### Para la medición de los árboles:

Para realizar las mediciones de árboles se eligió en primer lugar el jardín botánico del campus universitario, el patio frente a la Facultad de Ciencias y los jardines anexos a los módulos de las aulas de color amarillo y turquesa. En cada uno de los sitios elegidos se seleccionaron árboles al azar para ser medidos. La medición se hizo utilizando la App de GLOBE Observer en la función Tress (GLOBE, 2024) tomando en cuenta los datos de altura del árbol y diámetro de altura de pecho con una precisión de localización de los individuos menor a 12 metros. En algunos casos se hizo una confirmación de las medidas utilizando el método manual para medir la altura de los árboles usando un clinómetro.



### Para el cálculo del carbono acumulado

Con los datos de altura y diámetro de altura de pecho de los árboles se trabajó para poder determinar la biomasa del árbol y posteriormente su contenido de Carbono. Es importante mencionar que al no haber determinado las especies de árboles que fueron medidos se hizo una investigación bibliográfica para encontrar ecuaciones estandarizadas que permitan encontrar los valores de biomasa para un conjunto de árboles clasificados como árboles frondosos.

#### 1. Cálculo del volumen del árbol:

Se utilizó una fórmula específica para calcular el volumen del tronco del árbol a partir del DAP (diámetro altura pecho) y altura, propuesta por Guerreiro et al. (2021).

$$V = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 H$$

d=diámetro  
H= altura del árbol (m)

## 2. Estimación de la biomasa del árbol

Se utilizó el volumen total del árbol calculado y la infradensidad de la madera, la cual para especies frondosas es de 0,546 tMS/m<sup>3</sup>, siguiendo la fórmula propuesta por KEBBE (2022).

$$Ba = Vt \times di$$

Ba = biomasa aérea en toneladas de materia seca (tMS)  
Vt = volumen total del árbol (m<sup>3</sup>)  
di = infradensidad de la especie (tMS/m<sup>3</sup>)

## 3. Determinación del contenido de carbono

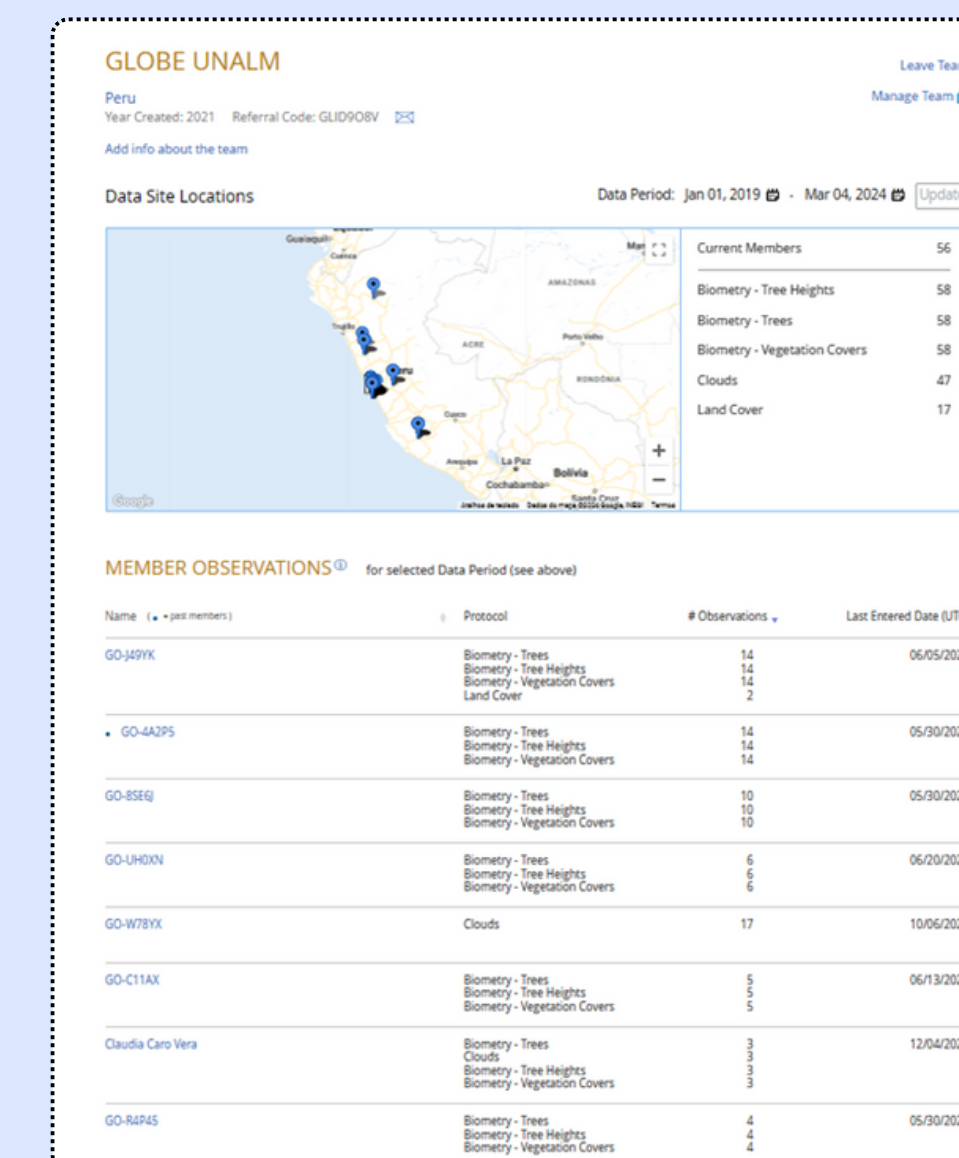
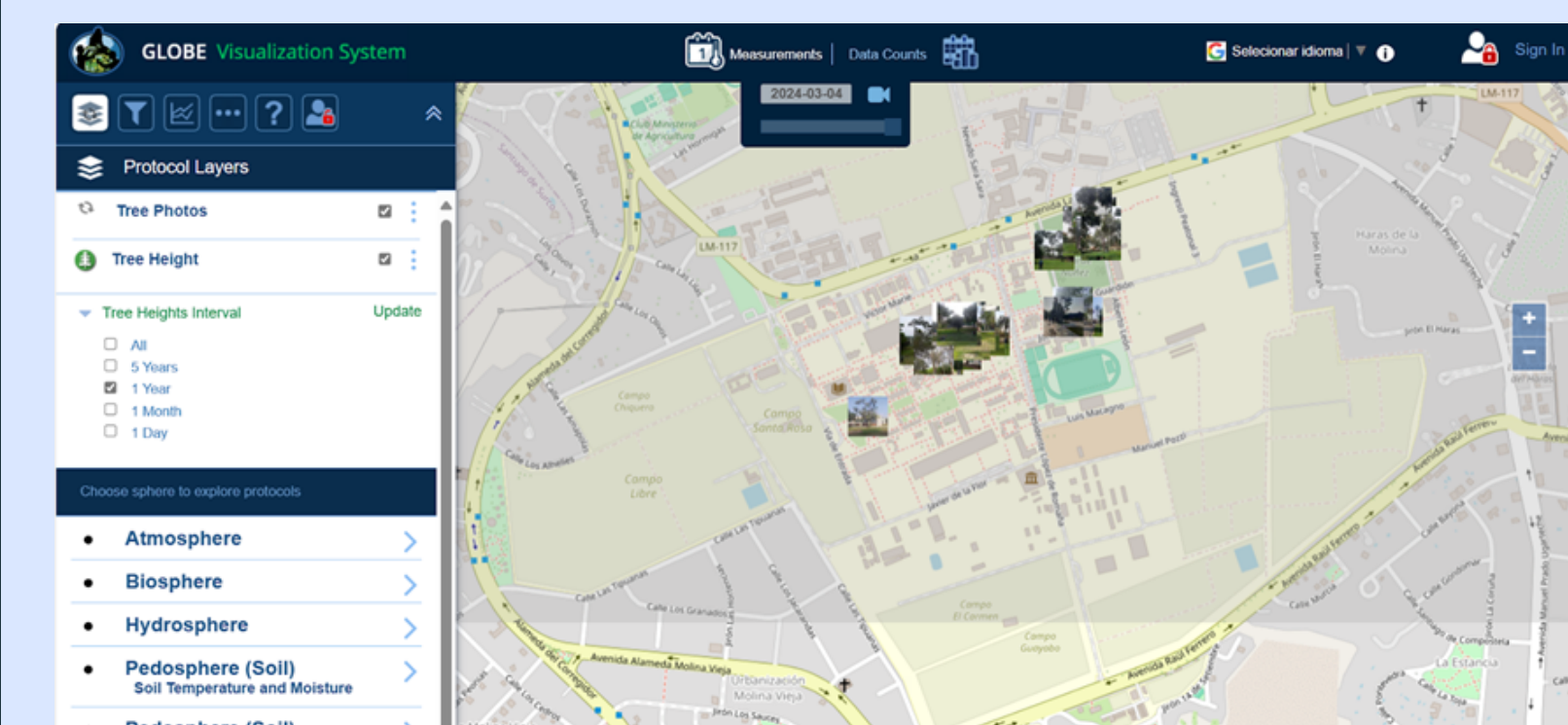
Para el caso de los árboles que se midieron en este estudio, debido a que estos son de madera dura, se utilizó el factor de conversión de 0.521. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Masa de carbono} = \dots \text{ Kg} \times 0.521$$

Debido a que la fórmula de GLOBE utiliza la biomasa en kilogramos y la calculada por KEBBE está en toneladas, se realizó la correspondiente transformación de:

1 tonelada = 1000 kg

### Resumen de datos:



## 3. Resultados

### Servicios ecosistémicos relacionados a los árboles.



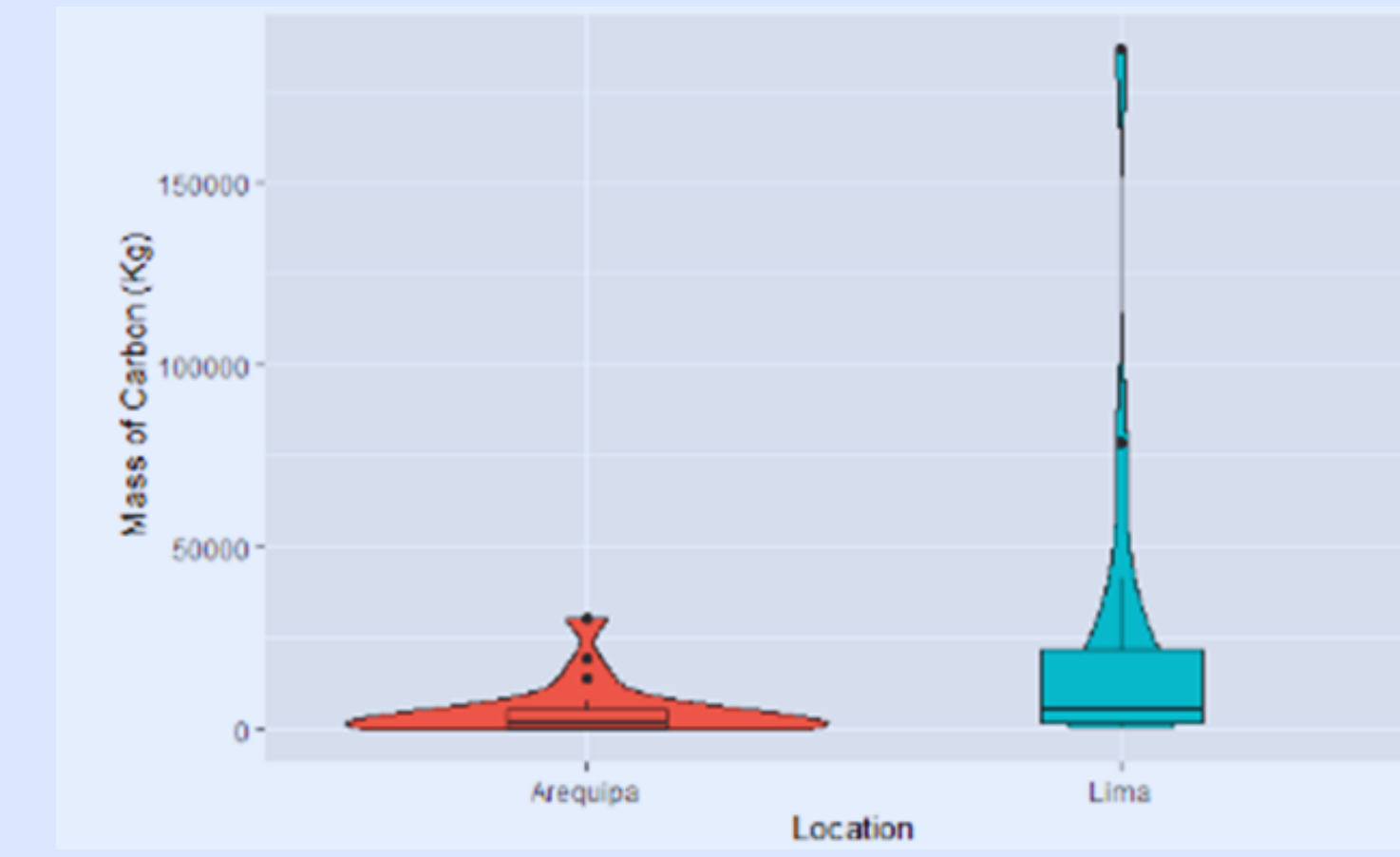
- Mantenimiento de la biodiversidad
- Mantenimiento de la fertilidad del suelo
- Prevención de la erosión del suelo
- Belleza estética
- Regulación del microclima
- Reducción de los niveles de ozono
- Reducción de la contaminación acústica
- Producción de oxígeno
- Salud física y mental
- Mitigación del efecto isla de calor
- Eliminación de contaminantes atmosféricos
- Reducción de la escorrentía de aguas pluviales
- Factor clave en el ciclo de los nutrientes
- Mantenimiento de la humedad e infiltración del suelo
- Almacenamiento de carbono

### Contenido de carbono

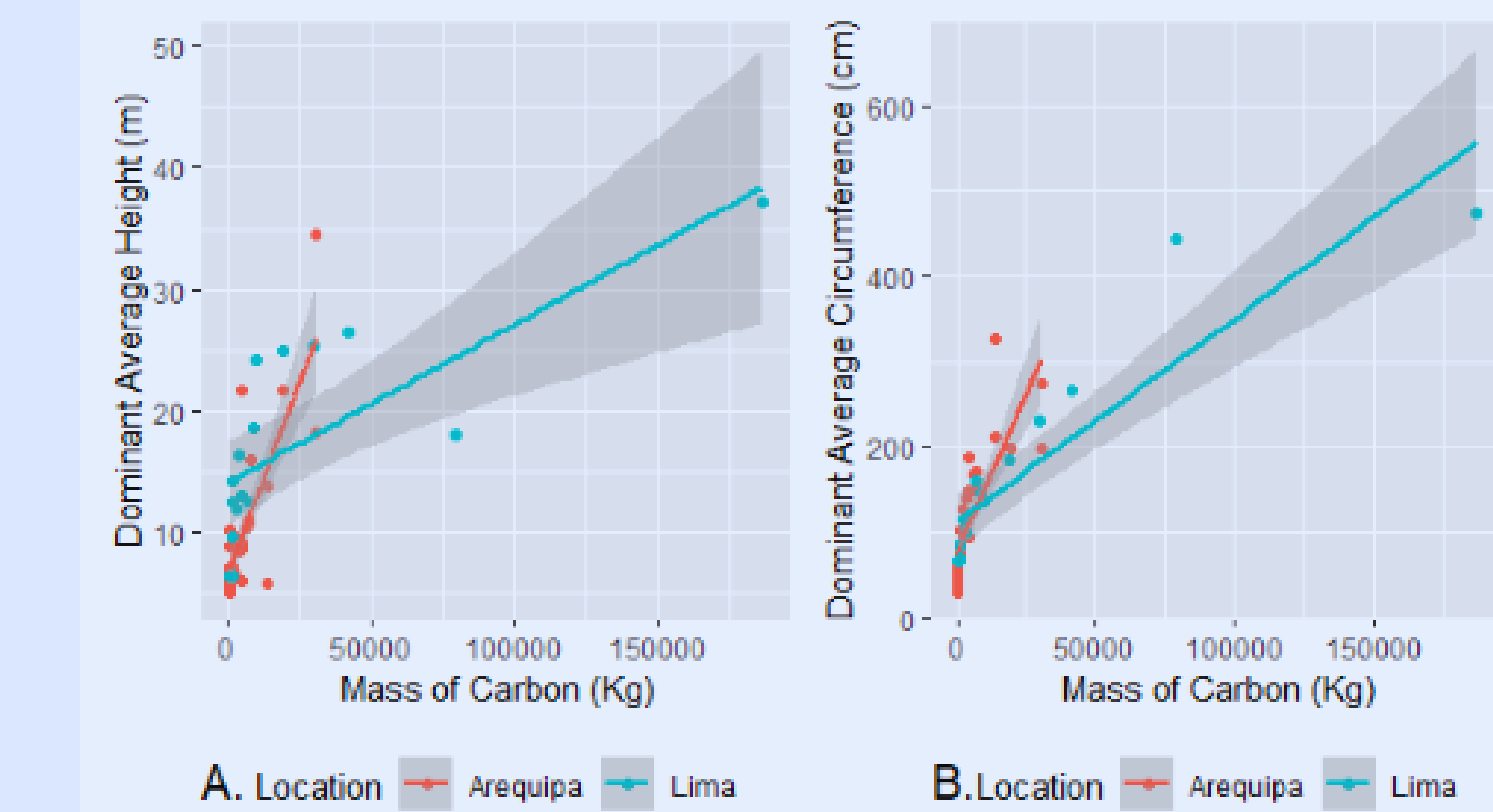
Se obtuvieron los siguientes valores de capacidad de almacenamiento de Carbono de árboles en término de masa de carbono, para Lima: Valor mínimo 613,1 Kg, primer cuartil 1535,3 Kg, mediana 5653,4 Kg, media 24935,5 Kg, tercer cuartil 21755,3 Kg y valor máximo de 186732,5 Kg.

Mientras que respecto de la masa de carbón en Arequipa: Valor mínimo 124,0 Kg, primer cuartil 397,3 Kg, mediana 1627,1 Kg, media 4970,2 Kg, tercer cuartil 5609,0 Kg y valor máximo de 30612,8 Kg.

Donde los valores superiores al tercer cuartil en Lima con 186732,5 Kg y de 30612,8 Kg en Arequipa, estos valores resultan muy altos por las biometrías de estos árboles respecto de cada una de las muestras por cada localidad. Por lo cual también los valores de sus medias resultan mayores que sus medianas. Mientras que sus valores mínimos no se encuentran muy alejados del primer cuartil.



Masa de carbono en Kg estimado para Arequipa (color rosado) y para Lima (color celeste)



A. Correlación de Masa de carbono en Kg estimado con la altura de los árboles para Arequipa (color rosado) y para Lima (color celeste). B. Correlación de Masa de carbono en Kg estimado con DAP para Arequipa (color rosado) y para Lima (color celeste)

	A. Altura y masa de carbón		B. DAP y masa de carbón	
	Arequipa	Lima (UNALM)	Arequipa	Lima (UNALM)
<b>Correlación lineal</b>	<b>0.804</b>	<b>0.745</b>	<b>0.792</b>	<b>0.905</b>

Coefficientes de correlación lineal A. entre la altura de los árboles y la masa de carbono y B. entre DAP y masa de carbono

## 4. Discusiones

La falta de información precisa sobre las especies de árboles dificultó calcular con precisión la densidad de la madera, la cual variaba debido a diferencias estructurales y factores externos. El uso de un valor general para esta densidad pudo haber llevado a errores en las estimaciones del contenido de carbono en los bosques. Por esa razón, en la serie de ecuaciones que estamos utilizando, al considerar 0,546 tMS/m<sup>3</sup> como el valor promedio de la densidad de la madera en especies frondosas, nuestros resultados sólo serán aproximaciones sobre el cálculo del carbono.

Los árboles de la UNALM presentan mayor capacidad de carbono que la ciudad de Arequipa. De los datos recaudados se pudo observar que los árboles de la UNALM presentan mayor relación con el DAP que las muestras de Arequipa, mientras que para Arequipa predomina como factor la altura de los árboles.

Se pudo observar mayor correlación entre el DAP con la masa de carbono en Lima. Lo cual indicaría que este es un factor esencial a tener en consideración para estimar el contenido de CO<sub>2</sub>, por otro lado el DAP es un indicador del grosor del tronco de los árboles y por lo tanto su volumen, además que otras características cuantitativas están relacionadas con ello. Un mayor DAP está también relacionado con árboles de mayor edad, se puede plantear para el caso de muestreo en la UNALM, el cual se realizó para diferentes especies, algunas pueden haber sido más longevas y con ello presentaron mayor DAP a comparación de las muestras de Arequipa, aún así queda la incertidumbre pues no se cuenta con datos de edad y especie.

## 5. Conclusiones

- La comprensión de los servicios ecosistémicos que nos brindan los árboles en la Universidad Nacional Agraria La Molina por los Estudiantes va desde su Servicio en regular la Temperatura ambiental y Regulación del Microclima. Además en ser Reconocidos por su Servicio Cultural que nos proporciona Paz, sosiego, además de resguardo para actividades ya sea de ocio, recreativas, descanso para los Estudiantes. También debemos reconocer otros servicios como mitigación ante el impacto del calentamiento global. Teniendo en cuenta que los árboles representan una solución crucial ante este problema global. Relacionado con su capacidad de almacenamiento de Carbono.
- En el análisis de estudio, se obtuvo mayores datos para los Árboles de Arequipa que presentaron una mayor respuesta de la capacidad de almacenamiento de carbono relacionado con la altura del árbol, mientras que en el Campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina el DAP conlleva a una mayor presencia para la obtención de almacenamiento. Además que no necesariamente tener mayores árboles como es en el caso de Arequipa se presentó un almacenamiento de carbono mayor comparado con Lima, que sí sobrepasó con menores datos recopilados. Debido a que los valores máximos de medidas de DAP de algunas especies de árboles.

## 6. Bibliografía

Suqui, A., Céleri, R., Crespo, P., et al., 2021. <https://doi.org/10.17163/igr.n34.2021.04>

Guerreiro, S. F., Da Conceição Sartori, A. A., Barbosa, F. T., Kaspany, R. M., Martins, M. S., & Marchiori, L. M. (2021). Estimativa de biomassa e carbono em floresta plantada adotando o modelo de Schumacher & Hall: estudo de caso. *Revista Em Agronegócio E Meio Ambiente*, 14(Supl. 2), 1-9. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14supl.2.e8818>

KEBBE, 2022. [https://kebbe.iefc.net/wp-content/uploads/2022/03/KEBBE-B1\\_Secondario\\_2-La-importancia-del-ecosistema-forestal\\_A1\\_ES-1.pdf](https://kebbe.iefc.net/wp-content/uploads/2022/03/KEBBE-B1_Secondario_2-La-importancia-del-ecosistema-forestal_A1_ES-1.pdf)

GLOBE, 2024. Taking Trees Observations. último acceso marzo 2024. Disponible en línea en: Taking Trees Observations - GLOBE Observer - GLOBE.gov

Pacheco Escalona, F. C., Aldrete, A., Gómez Guerrero, A., Fierros González, A. M., Cetina Alcalá, V. M., & Vaquera Huerta, H. 2007. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de una plantación joven de pinus greggii Engelm.. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(3), 251-254.

Panebra, P. (2019). Evaluación no destructiva de la densidad en madera de plantaciones de dos especies forestales (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

Salata, S.; Grillenzoni, C. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107758>