



Almacenamiento de biomasa y carbono en huertas urbanas de Yantaló, Perú

Biomass and carbon storage in urban gardens in Yantaló, Peru

Ordóñez-Ruiz, Karina Milagros^{1*}

Ordóñez-Sánchez, Luis Alberto¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 13 Abr. 2022 | **Aceptado:** 08 Jul. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: karmin0683@hotmail.com

Cómo citar este artículo: Ordoñez-Ruiz, K. M. & Ordoñez-Sánchez, L. M. (2022). Almacenamiento de biomasa y carbono en huertas urbanas de Yantaló, Perú. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, 1(2), e352. <https://doi.org/10.51252/reacae.v1i2.352>

RESUMEN

Esta investigación buscó estimar la cantidad de carbono almacenada en la biomasa y el suelo, a fin de valorar los servicios ambientales que podrían brindar las huertas urbanas. Se midieron áreas totales y huertas de los lotes urbanos. Se estudió la biomasa total de cada huerta, referida a árboles, arbustos, hierbas, hojarascas, mantillo y raíces, también el resultado del análisis del suelo de cada huerta. Yantaló, posee 1893 lotes urbanos según fuentes municipales. La superficie promedio de cada lote urbano es de 311 m²; de esta superficie 109 m² (35%), corresponde a huerta. La suma de las superficies de los lotes urbanos alcanza a 59 ha aproximadamente; de esta cantidad, las huertas alcanzan a 21 ha. La biomasa seca promedio por huerta es de 0,527 t. La biomasa promedio del distrito de Yantaló es 998 t. La biomasa aporta en la captura de carbono un 38%; mientras que el suelo el 62%. La huerta de un lote urbano del distrito, captura en promedio 0,63 t de carbono; mientras que la ciudad distrital de Yantaló captura en promedio 1196 t de carbono; esta cantidad de carbono capturado, tendrían un valor económico ambiental de 26 305 dólares anuales, considerando \$22 por tn.

Palabras clave: captura de carbono; ecosistema; servicios ambientales

ABSTRACT

This research sought to estimate the amount of carbon stored in biomass and soil, in order to assess the environmental services that urban gardens could provide. Total areas and orchards of the urban lots were measured. The total biomass of each orchard was studied, referring to trees, shrubs, herbs, litter, mulch and roots, as well as the result of the soil analysis of each orchard. Yantaló owns 1.893 urban lots according to municipal sources. The average area of each urban lot is 311 m²; of this surface 109 m² (35%), corresponds to orchard. The sum of the surfaces of the urban lots reaches approximately 59 ha; of this amount, the orchards reach 21 ha. The average dry biomass per orchard is 0.527 t. The average biomass of the Yantaló district is 998 t. Biomass contributes 38% to carbon capture; while the ground 62%. The garden of an urban lot in the district captures an average of 0.630 t of carbon; while the district city of Yantaló captures an average of 1196 t of carbon; this amount of carbon captured would have an economic environmental value of 26305 dollars per year, considering \$22 per ton.

Keywords: carbon sequestration; ecosystem; environmental services



1. INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas han modificado el estado de la naturaleza con la quema de combustibles fósiles, las actividades agrarias, entre otros; que han impulsado concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (GEI), produciendo inminente calentamiento sobre la superficie terrestre.

El Boletín de la OMS indica sobre los Gases de Efecto Invernadero que la concentración media mundial de dióxido de carbono (CO₂) alcanzó las 407,8 partes por millón (ppm) en 2018, tras haber sido 405,5 ppm en 2017 (OMS, 2019). Desde 1992 hasta la actualidad, la temperatura media del planeta no ha parado de crecer cada año, a la vez que se incrementan las emisiones de CO₂ y la concentración de este gas en la atmósfera.

En mayo de 2020, la concentración de CO₂, el principal Gas de Efecto Invernadero (GEI), merced al gran volumen que acumulan sus emisiones, alcanzó un nuevo récord histórico con 417 partes por millón (ppm) (Teso Alonso, 2020). El cambio climático es un tema caracterizado por la incertidumbre, la controversia, el escepticismo y el compromiso limitado de las personas.

Los bosques son los almacenes más importantes del mundo y son los responsables por la mayor parte de los flujos de carbono, siendo estos flujos a través de la fotosíntesis (captura de CO₂ para formar carbohidratos) y la respiración (la oxidación de carbohidratos para liberar CO₂) (Díaz Chuquizuta et al., 2016).

Los principales sumideros de GEI en definitiva son los bosques y más si son de crecimiento rápido, los cuales acumulan enormes cantidades de carbono en la madera y en el ecosistema a través de la fotosíntesis que absorben CO₂ atmosférico, el cual almacena en los diferentes componentes y devuelven (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2012).

Por otra parte, las áreas verdes no solo influyen positivamente en la captación de carbono de las ciudades, sino también favorecen la regulación de la temperatura, indicado por Fernández, (2016). Las áreas urbanas emiten grandes cantidades de dióxido de carbono, sin embargo, el arbolado de los parques puede capturar este gas y actuar como sumideros naturales dentro de las ciudades.

El conocimiento sobre el potencial de captura de la vegetación urbana en relación con el CO₂ emitido por los vehículos automotores es limitado y escaso, pero necesario para formular medidas de mitigación ante el cambio climático (Dominguez, 2016).

Así, el crecimiento acelerado de las urbes incluye pérdidas de áreas verdes y la reducción en la captación de gases de carbono, impermeabilidad de los suelos y almacenamiento de calor en estructuras y superficies, mayor emisión de contaminantes atmosféricos (Bert M., Ogunlade D., Coninck H., Loos M., 2005). La agricultura urbana representa una fuente importante de alimentos para la sociedad que reside en la urbe, pero es importante determinar el impacto que está teniendo la contaminación ambiental (Quizhpi Pintado & Sarango Guamán, 2020). Si bien, se hace producción urbana de hortalizas, pero, generalmente las huertas producen frutas arbóreas y arbustivas, en todos los casos, donde existen plantas hay almacenamiento de carbono.

Muñoz Tello & Vásquez Córdova (2020) realizaron estimaciones del potencial de captura de carbono en 28 parques urbanos y emisiones de CO₂ vehicular en Cuenca, Ecuador, siendo los ecosistemas forestales y de arbolado urbano una importante herramienta para la retención y secuestro de dióxido de carbono (CO₂) - uno de los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera (Pacheco Gutiérrez, 2020).

Bajo este panorama, esta investigación buscó determinar el almacenamiento de biomasa y carbono en huertas urbanas, para ello, se indagó el universo de lotes urbanos, se evaluó su biomasa y se determinó la captura de carbono en las huertas de los lotes urbanos de Yantaló.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del estudio, se realizó la gestión pertinente en la Municipalidad Distrital de Yantaló, provincia de Moyobamba, Perú; donde se obtuvo el registro catastral de lotes urbanos, para obtener la población universal del estudio, conformada por las huertas de los lotes urbanos. Con esta averiguación, se ha determinado la muestra de estudio, en base a la fórmula estadística del valor de Z de 80% de confianza. Luego, al azar, mediante balotaje simple, se han identificado los lotes urbanos a investigar.

La metodología empleada fue la recomendada por el manual de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú. Los datos tomados de las huertas de los lotes urbanos, fueron de seis fuentes: árboles, arbustos, hierbas, raíces, hojarasca – mantillo, suelo. Las mediciones de árboles y arbustos se hicieron a todos los individuos de las huertas (193 metros cuadrados en promedio), midiendo sus diámetros a la altura del pecho (DAP), a 1,30 metros del suelo, con forcípula.

Con estas informaciones se determinaron sus pesos y biomásas, empleando la siguiente fórmula: $BA = 0,1184 \text{ DAP}^2,53$. Las ecuaciones empleadas para la determinación del carbono aéreo y suelo fueron las establecidas por Arévalo et al. (2003). Los individuos vegetales fueron identificados con los correspondientes nombres comunes y nombres científicos. Con estos pesos frescos se determinaron los pesos secos (32% del peso fresco).

Con los pesos secos se determinaron las capturas de carbonos de estas biomásas (45% del peso seco, aunque otros autores indican que sería el 50%) y otros que, el carbono constituye aproximadamente 40,8% de la biomasa leñosa de la especie estudiada (Hernández Vásquez, 2012), dependiendo de la especie.

Con respecto a la obtención de información de hierbas, se marcó 1 m² con cuatro estacas, de 1 m x 1 m. Las medidas se hicieron con wincha, uniendo las estacas con hilo de rafia resistente. Se cortaron las hierbas, de inmediato se identificaron por nombres comunes, también por nombres científicos.

Este material fresco se llevó al laboratorio de suelos, donde se procedió al pesaje de la hierba fresca en balanza analítica. De allí se procedió a someter a estufa con aire de 75 °C, por 24 h, obteniendo así el peso seco de las hierbas. Éste peso fue multiplicado por el 45% para obtener el carbono capturado.

Para estimar el contenido de carbono almacenado en el estrato arbóreo se midió DAP y altura, con lo cual se calculó el volumen; luego con la densidad básica de cada especie se obtuvo la biomasa que multiplicada por 0,50 da el carbono acumulado (Aguirre Mendoza, 2018).

Aproximadamente en el centro de la huerta, se seleccionó un espacio de 0,50 m, x 0,50 m, x 0,50 m, de largo, ancho y profundidad respectivamente. Se circuló con rafia, entre cuatro pequeñas estacas, una en cada vértice. De esa pequeña superficie, se recogió la hojarasca – mantillo, en bolsa plástica o de papel, la que fue llevada al laboratorio, donde se procedió al pesaje fresco, en balanza analítica. De allí se procedió a someter a estufa con aire de 75 °C, por 24 h, obteniendo así el peso seco de la hojarasca - mantillo. Este peso seco fue multiplicado por el 45% para obtener el carbono capturado.

Asimismo, se realizó una calicata. Se extrajeron todo el suelo removido a la superficie limpia, donde se zarandea y se separan las raíces. Estas raíces fueron llevadas al laboratorio, donde se procedió al pesaje de raíces frescas en balanza analítica. De allí se procedió a someter a estufa con aire de 75 °C, por 24 h, obteniendo así el peso seco de las raíces.

Este peso seco fue multiplicado por el 45% para obtener el peso de carbono almacenado. Seguidamente, se extrajeron la muestra de suelo de un extremo de la calicata, de 0,20 m de profundidad.

Las muestras de suelos de las huertas de los lotes urbanos de Yantaló, luego del respectivo secado bajo sombra, molido, tamizado y envasado en bolsas plásticas, debidamente etiquetadas fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, con cuyos resultados, se ha

determinado la cantidad de carbono reservado en los suelos, tomando en cuenta la densidad aparente, la superficie de las huertas y el porcentaje de carbono total obtenido en el laboratorio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Universo de lotes urbanos de Yantaló

La ciudad de Yantaló tiene 1 893 lotes urbanos. Un lote urbano tiene en promedio 311 m²; de esta superficie, 109 m² es huerta (35% del lote). Llevada la superficie de metros cuadrados de lotes y huertas a ha, la suma total de los lotes urbanos de Yantaló es de 59 ha. La superficie total de las huertas de los lotes urbanos alcanza a 21 ha (Tabla 1). El tamaño de los huertos es variable teniendo que la superficie menor fue de 200 m² y la mayor de 20 000 m² (Chablé-Pascual et al., 2015).

Tabla 1. Superficies (m² y has) de lotes urbanos de Yantaló y sus huertas

Ciudad estudiada	N° lotes	Promedio m ² de lotes y huertas			Promedio ha de lotes y huertas		
		m ² lote	m ² huerta	% huerta	Ha lotes	Ha huertas	% huerta
Yantaló	1893	311	109	35	59	21	35

Biomasa

Las huertas acumulan 998 tn de biomasa, en cinco fuentes: árboles, arbustos, hierbas, raíces y hojarascas. Los árboles aportan el 43,86%, las raíces el 12,5%, las hojarascas – mantillos el 23%, los arbustos el 2,62% y las hierbas el 1,3% de biomasa. Una huerta urbana de Yantaló (109 m²), acumula 0,527 t de biomasa (Tabla 2).

Tabla 2. Biomasa de las huertas de Yantaló

N°	Fuentes	Biomasa	Porcentaje
1	Árboles	524	43,86
2	Arbustos	31	2,62
3	Hierbas	16	1,31
4	Raíces	149	12,50
5	Hojarascas	277	23,19
	Total	998	100,00

Carbono almacenado por la biomasa

Las huertas almacenan 449 tn de carbono, en cinco fuentes: árboles, arbustos, hierbas, raíces y hojarascas. Los árboles aportan el 52,5%, las raíces el 14,97%, las hojarascas – mantillos el 27,78%, los arbustos el 3,1% y las hierbas el 1,57% de carbono capturado. Una huerta urbana (109 m²), captura 0,63 t de carbono (Tabla 3).

Tabla 3. Carbono capturado

N°	Fuentes	Carbono	Porcentaje
1	Árboles	236	52,54
2	Arbustos	14	3,14
3	Hierbas	7	1,57
4	Raíces	67	14,97
5	Hojarascas	125	27,78
	Total	449	100,00

Carbono capturado por el suelo

El peso promedio del suelo de una huerta es de 35,56 tn. Las 1893 huertas pesan 67311,12 tn, considerando su densidad aparente (DA) promedio de 1,62 t/m³ y 0,20 m de profundidad. El suelo de una huerta de 109 m² promedio almacena 1,12 tn de carbono; y, las 1893 huertas almacenan 747 t de carbono orgánico (Tabla 4).

Tabla 4. Carbono en el suelo de huertas

N° lotes	m ²	DA (t/m ³)	Profundidad suelo	Peso t	% C	C t huertas
1	53,33	1,55	0,20	16,53	1,125	0,1860
2	77,40	1,62	0,20	25,08	1,137	0,2851
3	310,50	1,65	0,20	102,47	1,079	1,1056
4	135,00	1,62	0,20	43,74	1,137	0,4973
5	35,00	1,65	0,20	11,55	1,154	0,1333
6	75,00	1,67	0,20	25,05	1,137	0,2848
7	78,00	1,57	0,20	24,49	1,096	0,2684
Total	764,23			248,91		2,7606
Promedio	109,18	1,62	0,20	35,56	1,12	0,3944
Peso t 1 893 huertas				67311,12		
C t 1 893 huertas						747

Carbono capturado por la biomasa y el suelo

Las 1 893 huertas de los lotes urbanos de Yantaló, capturan 1196 tn de carbono en seis fuentes: árboles, arbustos, hierbas, raíces, hojarascas y suelos. El suelo aporta con el 62,44%. La huerta de un lote urbano, captura 0,63 tn de carbono (Tabla 5).

Tabla 5. Carbono almacenado

N°	Fuentes	Carbono	Porcentaje
1	Árboles	236	19,74
2	Arbustos	14	1,18
3	Hierbas	7	0,59
4	Raíces	67	5,62
5	Hojarascas	125	10,43
6	Suelos	747	62,44
	Total	1196	100,00

Valoración del carbono capturado (\$)

El valor del carbono capturado por las huertas urbanas de Yantaló, se estima para el 2021 en 26305 dólares; para el 2030 en 59784 dólares, tomando en cuenta precios de 22 y 50 dólares t⁻¹ de carbono almacenado respectivamente. El CICRA es un área de manejo y concesión por lo que se utilizó el valor de 15 dólares americanos por tn de carbono almacenado (Martel & Cairapoma, 2012). Los parámetros de referencia distintos de la estimación de USD 50 por tn también pueden ser útiles. Por ejemplo, un informe reciente del FMI estima que un impuesto de USD 75 por tn de dióxido de carbono aplicado a escala mundial permitiría alcanzar la meta del Acuerdo de París de limitar el calentamiento global a 2 °C sobre los niveles preindustriales (Gillingham, 2019) (Tabla 6).

Tabla 6. Valoración de captura de carbono

Años de cotizaciones	Valores \$	Cantidad C t	Montos \$
Valor del carbono 2021	22	1196	26305
Valor del carbono 2030	50	1196	59784

Especies de árboles, arbustos y hierbas

En las huertas urbanas existen ocho especies de árboles, nueve especies de arbustos y siete especies de hierbas, en total 24 especies, de manera idéntica a Tabasco, México, donde se observaron tres tipos de estratos: el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo (Chablé-Pascual et al., 2015) (Tabla 7).

Tabla 7. Árboles, arbustos y hierbas identificadas

N° orden	Árboles		Arbustos		Hierbas	
	Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
1	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Algodón	<i>Gossypium herbaceum</i>	Ciuca culantro	<i>Eryngium foetidum L.</i>
2	Cedro	<i>Cedrus sp</i>	Anona	<i>Annona squamosa</i>	Diente de León	<i>Taraxacum officinale</i>
3	Chope	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	Hierba mala	<i>Cyperus rotundus L.</i>
4	Guaba	<i>Inga edulis</i>	Matico	<i>Buddleja globosa</i>	Llantén mayor	<i>Plantago major</i>
5	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Papaya	<i>Carica papaya</i>	Malva	<i>Malva Sylvestris L.</i>
6	Palta	<i>Persea americana</i>	Plátano	<i>Musa L. paradisiaca</i>	Sábila	<i>Aloe vera</i>
7	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i>	Puspo poroto	<i>Cajanus cajan</i>	Verbena	<i>Verbena officinalis</i>
8	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Wingo	<i>Crescentia cujete</i>		
9			Yuca	<i>Manihot esculenta</i>		

3.2. Discusión

El crecimiento de las urbes es inminente. La ciudad capital del distrito de Yantaló tiene 1 893 lotes urbanos. La urbanización es un proceso territorial y socioeconómico que induce una transformación radical del uso/cobertura del suelo y constituye el proceso que mayores cambios produce en el medio ambiente y, por lo tanto, está íntimamente ligado al incremento de los problemas y riesgos ambientales (Merlotto et al., 2012).

En Yantaló, un lote urbano tiene en promedio 311 m²; de esta superficie, 109 m² es huerta (35% del lote). El tamaño de los huertos es variable teniendo que la superficie menor fue de 200 m² y la mayor de 20 000 m² (Chablé-Pascual et al., 2015).

Los lotes urbanos de Yantaló abarcan 59 ha; de las cuales, 21 ha son huertas, que forman parte de la extensión del territorio del distrito de 7 200 ha, con 3 375 habitantes, con densidad poblacional de 46,9 hab./km² (Distrito.pe, 2020), siendo una densidad moderada, tomando en cuenta superficies de los lotes urbanos y sus huertas, en tal sentido, la densidad, pues, puede ser medida por el número de viviendas y/o de habitantes en un área determinada (Hermida et al., 2015).

Los lotes urbanos de Yantaló, así como los de las otras ciudades de la selva peruana, tienen huertas; precisamente por encontrarse en la selva, estas huertas son espacios libres, expuestos a la iluminación solar, por tanto, ávidas a la inminente proliferación de los tres estratos de especies vegetales: árboles, arbustos y hierbas. Por consiguiente, son espacios naturales libres con flora natural o doméstica, por tanto, son áreas donde se captura carbono de la atmósfera, así como los parques y jardines públicos, con estudios científicos bastante incipientes.

El almacenamiento de 1196 tn de carbono, resulta para Yantaló de vital importancia ambiental con mérito de valoración. Si bien la mirada está puesta en el ámbito rural, tampoco se puede soslayar tan significativa

captura de carbono. Los programas de captura de carbono en bosques son instrumentos con enorme potencial para contribuir a la transición hacia el desarrollo sustentable (Yañez, 2004).

Los árboles son los que más aportan con la captura de carbono con el 62%, por eso el contenido de carbono varía en cada una de las edades; en la plantación de 51 años el carbono almacenado en el fuste fue 192,32 Mg ha⁻¹, mientras que en la plantación de 5 años los valores fueron 16,65 Mg ha⁻¹ (López-Reyes et al., 2016). Por su parte, el peso promedio del suelo de una huerta en Yantaló es de 35,56 t, tomando en cuenta 1,62 t/m³ de densidad aparente y 0,20 m de profundidad.

Los suelos urbanos generalmente fueron intervenidos en actividades productivas agrarias durante décadas precedentes; sin embargo, aún ostentan en promedio 1,12% de carbono total, como indicador de la existencia de vida vegetal, quizá por esa razón, el suelo de una huerta de 109 m² promedio en Yantaló almacena 0,39 tn de carbono, una cantidad apreciable en tiempo de enfoque urbanístico.

Los ecosistemas maduros almacenan aproximadamente 1261,54 tCO₂/ha; mientras que los bosques secundarios cerca de 628,99 tCO₂/ha (Retana et al., 2019); en cambio, las huertas urbanas de Yantaló capturan alrededor de 57,95 tC/ha (1196 tC/21 has), quizá por su limitada diversidad de solo siete tipos de árboles, 10 tipos de arbustos y 19 tipos de plantas herbáceas y abundantes condiciones adversas de vida urbana, diferente a la vida natural. Además, la comunidad de Yantaló estaría dejando de percibir 26305 dólares anuales de ingresos por concepto de captura de carbono en las huertas de los lotes urbanos en el año 2021, como servicio ambiental.

4. CONCLUSIONES

La ciudad de Yantaló tiene una superficie de 59 ha aproximadamente; de esta cantidad 21 ha son huertas, de 109 m² en promedio, las que poseen 0,527 t de biomasa. Estas huertas capturan 1196 tn de carbono. La valoración del carbono almacenado en las huertas urbanas alcanzaría alrededor de 26 305 dólares en el año 2021 como servicios ambientales de almacenamiento de carbono. Además, en las huertas urbanas de Yantaló existen tres tipos de especies vegetales: árboles (ocho especies), arbustos (nueve especies) y hierbas (siete especies), en total 24 especies.

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Ordóñez-Ruiz, K. M.; Ordóñez-Sánchez, L. A.

Curación de datos: Ordóñez-Ruiz, K. M.; Ordóñez-Sánchez, L. A.

Análisis formal: Ordóñez-Ruiz, K. M.; Ordóñez-Sánchez, L. A.

Investigación: Ordóñez-Ruiz, K. M.; Ordóñez-Sánchez, L. A.

Metodología: Ordóñez-Ruiz, K. M.; Ordóñez-Sánchez, L. A.

Supervisión: Ordóñez-Ruiz, K. M.

Validación: Ordóñez-Sánchez, L. A.

Redacción - borrador original: Ordóñez-Ruiz, K. M.; Ordóñez-Sánchez, L. A.

Redacción - revisión y edición: Ordóñez-Ruiz, K. M.; Ordóñez-Sánchez, L. A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Mendoza, Z. (2018). Estimación del carbono acumulado en una parcela permanente de bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3).
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25307>
- Arévalo, L. , Alegre, J. , & Palm, C. (2003). *Manual de determinación de las reservas de carbono en los diferentes sistemas de uso de tierras en Perú*.
- Bert, M., Ogunlade, D., Coninck, H., Loos, M., & Meyer, L. (2005). *La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono*. https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_spm_ts_sp.pdf
- Chablé-Pascual, R., Palam-López, D., Vázquez-Navarrete, C., Ruiz-Rosado, O., Mariaca-Méndez, R., & Ascensio-Rivera, J. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4), 23-39.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-90282015000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Díaz Chuquizuta, P., Fachin Ruiz, G., Tello Salas, C., & Arevalo López, L. (2016). Carbono almacenado en cinco sistemas de uso de tierra, en la región San Martín Perú. *Rinderesu (Revista internacional de desarrollo regional sustentable)*, 1(2). <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/22>
- Distrito.pe. (2020). *Yantalo en la region de San Martín - Municipio y municipalidad de Perú*.
<https://www.districto.pe/districto-yantalo.html>
- Dominguez, A. (2016). Estimaciones de captura de los parques y emisiones de CO2 vehicular en Tijuana, B.C. [El colegio de la Frontera Norte]. En *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)*. [https://colef.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1014/198/1/TESIS - Domínguez Madrid Ana Yurendy.pdf](https://colef.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1014/198/1/TESIS-Domínguez Madrid Ana Yurendy.pdf)
- Fernández, J. (2016). *Agricultura Urbana Y Su Aporte Contra El Efecto Invernadero En La Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca*, [Universidad Politécnica Salesian], p80.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12815>
- Gillingham, K. (2019). Cálculos De Carbono. *International Monetary Fund*, 1-6.
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2019/12/pdf/the-true-cost-of-reducing-greenhouse-gas-emissions-gillingham.pdf>
- Hermida, M. A., Hermida, C., Cabrera, N., & Calle, C. (2015). La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad: El caso de Cuenca, Ecuador. *EURE (Santiago)*, 41(124), 25-44.
<https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000400002>
- Hernández Vásquez, E. (2012). Captura de carbono por Inga jinicuil Schltdl: En un sistema agroforestal de café bajo sombra. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(9), 11-21.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-11322012000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- López-Reyes, L. Y., Domínguez-Domínguez, M., Martínez-Zurimendi, P., Zavala-Cruz, J., Gómez-Guerrero, A., & Posada-Cruz, S. (2016). Carbono almacenado en la biomasa aérea de plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) de diferentes edades. *Madera y Bosques*, 22(3), 49-60.
<https://doi.org/10.21829/myb.2016.2231456>
- Martel, C., & Cairapoma, L. (2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en «CICRA», Madre de Dios (Perú). *Ecología Aplicada*, 11(2), 59-62.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-22162012000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Merlotto, A., Piccolo, M. C., & Bértola, G. R. (2012). Crecimiento urbano y cambios del uso/ cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén, Buenos Aires, Argentina. *Revista de geografía Norte Grande*, 53, 159-176. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022012000300010>
- Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. (2012). Sumideros de carbono. *Sumideros de carbono*, 2. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/sumideros-de-carbono/>
- Muñoz Tello, M. E., & Vásquez Córdova, E. G. (2020). *Estimaciones del potencial de captura de carbono en los parques urbanos y emisiones de CO2 vehicular en Cuenca, Ecuador*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18390/1/UPS-CT008694.pdf>
- OMS. (2019, noviembre 25). *La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord* | Organización Meteorológica Mundial. Gases de efecto invernadero. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentración-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atmósfera-alcanza>
- Pacheco Gutiérrez, C. A. (2020). Estimación del almacenamiento y retención de Dióxido de carbono en el arbolado urbano público de la zona de Achumani de la ciudad de La Paz a través de una aplicación móvil. *FIDES ET RATIO*, 19(19), 153-174. <http://fidesetratio.ulasalle.edu.bo/index.php/fidesetratio/article/view/63>
- Quizhpi Pintado, M. J., & Sarango Guamán, T. A. (2020, julio). *Determinación de plomo, bacterias patógenas (E. Coli y Coliformes) y captura de carbono en la agricultura urbana (hortalizas y ornamentales) emplazadas en cinco instituciones educativas ubicados en el Distrito Norte de la ciudad de Cuenca fomentando la educación ambiental bajo los principios IAR- FAO*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18812>
- Retana, L., Méndez, A., Sánchez, H., Montero, W., Barquero, A., & Hernández, L. (2019). Estimación de la biomasa y carbono almacenado en un bosque primario intervenido de la zona protectora El Rodeo, Costa Rica. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(3), 341-353. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2310-34692019000300341&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Teso Alonso, G. (2020). La actividad investigadora realizada en España en torno a la comunicación del medio ambiente, el cambio climático y la sostenibilidad (2007-2018). *Revista mexicana de investigación educativa*, 25(87), 901-931. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-66662020000400901&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Yañez, S. A. (2004). La captura de carbono en bosques : ¿una herramienta para la gestión ambiental? *Gaceta Ecológica*, 70(70), 5-18. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907001>
- Zavala, W., Merino, E., & Peláez, P. (2018). Influence of three agroforestry systems of cocoa cultivation on carbon capture and storage. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 493-501. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.04>