

## **CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN DIFERENTES SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA DE LOS BOSQUES SECOS EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE, PERÚ**

Cuellar José. Autor1, D.Sc, Investigador del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Lima, Perú.

E-mail: [jcuellar@inia.gob.pe](mailto:jcuellar@inia.gob.pe)

López Araceli. Coautor2 Bachiller de Ingeniería ambiental/Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

E-mail: [arac\\_19\\_07@hotmail.com](mailto:arac_19_07@hotmail.com)

Zelaya Neptali. Coautor3 Bachiller de Ingeniería ambiental/Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú

E-mail: [nzelayao@gmail.com](mailto:nzelayao@gmail.com)

### **RESUMEN:**

El presente trabajo se realizó en la cuenca baja de Chancay Lambayeque, ecosistema de Bosques Secos, el objetivo fue cuantificar el carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra (SUT), se formaron tres clústeres, seleccionados bajo un muestreo estratificado por conveniencia respetando criterios de inclusión como el tipo de especies que predominan, la densidad vegetativa, el área de 5000m<sup>2</sup> y la edad de uso de los sistemas mayor a 7 años y menor 10 años, y como unidad de análisis: Bosque Primario Remanente BPR (Algarrobo), Plantación Frutal PF (Mango), Pastizal PZ y Cultivo CA (Maíz), Para esta investigación se utilizó la metodología y protocolo establecidos por el ICRAF y universidad de Gottingen, para el análisis en los cinco depósitos de carbono; arbóreo, arbustivo/herbáceo y hojarasca/madera muerta, biomasa de raíces y suelo, se delimitó la parcela y se obtuvieron datos de diámetro, altura y peso, luego se colectaron muestra de arbustiva/herbácea y hojarasca/madera muerta, muestras de suelo y raíces hasta 100 cm de profundidad. Obteniendo como resultados; BPR almacena 70.96 tC/ha, PF almacena 34.89 tC/ha, PZ almacena 39.0 tC/ha y finalmente CA almacena 24.67 tC/ha, Lo cual demuestra que se trata de un ecosistema con baja capacidad de captura y almacenamiento de carbono. Concluyendo que la pérdida de carbono debido al cambio de uso del bosque es altamente significativo, recomendando que se debe promover el cuidado y conservación y enriquecimiento de los Bosques Secos del Norte, para mejorar la capacidad de almacenamiento de carbono.

**Palabras claves:** Sistema de Uso de la Tierra, Carbono, Bosques Secos, Biomasa, Raíces, Suelo.

This work was performed in the lower basin of Chancay Lambayeque, Dry Forest ecosystem, the goal was to quantify the carbon stored in different systems of land use (SUT), based in three clusters, selected under criteria at convenience and inclusion, as the type of dominant species, vegetative density, area of 5000m<sup>2</sup> age from use between 7 and 10 years systems, and the unit of analysis was Primary Forest Remnant BPR (Algarrobo) planting Fruit PF (Mango), Pasture and Crop PZ CA (Corn), the methodology and protocol was established by ICRAF and Gottingen University: For analysis the five carbon pools were; tree, shrub / herbaceous, litter / dead wood, root biomass and soil. In the plot was took diameter, height and weight and a little sample of shrub/herbaceous and litter/dead wood, soil samples and roots up to 100 cm deep. the data analysis showed; BPR 70.96 tC / ha, PF 34.89 tC / ha, PZ 39.0 tC / ha and finally CA 24.67 tC / ha, This shows that it is an ecosystem with low capacity for carbon capture and storage. Concluding that the loss of carbon due to forest use change is highly significant, recommending that should promote the care and preservation and enhancement of the Dry Forest North, to enhance the capacity of carbon storage.

**Keywords:** System of Land Use, Carbon, Dry Forests, Biomass, Roots, Soil.

### **1. INTRODUCCIÓN:**

En el Perú la deforestación de áreas de bosques viene incrementándose de forma acelerada, incrementando la concentración de carbono en la atmosfera, logrando un veloz deterioro de la capa de ozono y del medio ambiente. En la Región Lambayeque, los espacios territoriales abarcan el 95% del área total de los bosques secos, comprendidos entre los distritos más pobres de la región como son Morrope (71.7%), Salas (79.8%) y Olmos (57.95%). Al respecto Farroñan (2011) manifiesta que la problemática forestal de la región Lambayeque está caracterizada por una deforestación anual de 7000 a 10000 ha con objeto de leña, carbón, cajones de fruta y una recurrente ampliación de frontera agrícola. Esto debido a las limitadas acciones para la conservación de los bosques secos, el escaso control del tráfico de productos forestales y la tala ilegal. Se trató de probar que los bosques secos tienen capacidad para almacenar carbono en su biomasa y de esta manera se contribuya con la política y los programas de pagos por servicios ambientales), conocidos como Proyectos REDD. sin precedentes de estudios a este nivel de detalle los bosques secos.

La presente investigación, es parte del proyecto REDD Alert, consorcio de investigación de 12 instituciones a nivel mundial <http://redd-alert.hutton.ac.uk/>, liderados por el Hutton Institute y conformado por las universidades de Gottingen, Amsterdam, Lovain, centros internacionales de investigación como ICRAF, ISRI, CIFOR y centros nacionales de Indonesia, Vietnam y Camerun, siendo el INIA el único representante a nivel de Latinoamérica. En el Perú, la presente investigación tiene como antecedentes a; Cuellar (2014), en su tesis "Efecto del cambio de uso del bosque tropical en la biomasa y el carbono almacenado, cuenca de Aguaytia, Perú". También Zanabria (2013), en su

tesis “Determinación del Carbono total en Diferentes Sistemas de Uso de Tierra en el Valle del Mantaro, Junín”, cuyo objetivo fue determinar la cantidad de carbono almacenado en los diferentes sistemas de uso de tierra en el valle del Mantaro, Junín.

La presente investigación tiene como objetivo cuantificar el carbono (C) almacenado en los diferentes sistemas de uso de la tierra (SUT) en el ámbito de los Bosques Secos dentro de la región Lambayeque, Los Objetivos Específicos fueron: Determinar la cantidad total de carbono almacenado en la biomasa arbórea en diferentes sistemas de uso de la tierra de los Bosques Secos de la región Lambayeque. Determinar la cantidad total de carbono almacenado en la biomasa arbustiva/herbácea en diferentes sistemas de uso de la tierra de los Bosques Secos de la región Lambayeque. Determinar la cantidad total de carbono almacenado en la biomasa hojarasca/madera muerta en diferentes sistemas de uso de la tierra de los Bosques Secos de la región Lambayeque, para determinar la contribución de los SUT en la captura de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y almacenamiento de carbono para la mitigación del cambio climático, esto comprende la cuantificación a nivel de los cinco depósitos de carbono en el ecosistema: Arboreo, arbustiva herbácea, hojarasca madera muerta, raíces finas y suelo hasta una profundidad de 1m, se trabajó a partir de muestras destructivas y no destructivas, utilizando los protocolos del World Agroforestry Centre (ICRAF) y la Universidad de Göttingen (Alemania), validados por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007). Los resultados contribuirán a incrementar la data científica del Inventario Nacional de Carbono.

## 2. Materiales y métodos:

La población los Bosques Secos del Norte distribuidos en la región Lambayeque, con una superficie de 614 652.28 ha. La muestra consta de doce parcelas de 2000 m<sup>2</sup> cada uno agrupadas en tres clústeres que contienen a los diferentes sistemas de uso de tierra (SUT) en un radio de 40km a la redonda. El muestreo fue de acuerdo a los protocolos establecido por la Universidad de Göttingen y el IPCC, la selección aleatoria por conveniencia de los sistemas de uso de la tierra (SUT), Bosque Primario Remanente (BPR) con predominancia de *Prosopis pallida*, Plantación Frutal (PF) de *Manguifera indica*, Pastizal (P) y Cultivo Anual (CA) de *Zea mays*. Para seleccionar los SUT, se realizarán incursiones exploratorias en los tres sectores de estudio, se visitaron a los agricultores y se verifico teniendo en cuenta las características adecuadas para el estudio, no deben estar muy perturbadas, para la edad de los SUT se uso la técnica de prospección histórica (entre 7 y 10 años), alta densidad vegetativa, el nivel de degradación del paisaje.

La metodología que se aplicaron estuvieron de acuerdo al manual técnico para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales elaborado por Rüginitz, manual de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en el Perú, elaborado por Luis Arévalo y el protocolo de la universidad de Göttingen para el muestreo de biomasa, todos validados por IPCC. Es un tipo de estudio cuantitativo aplicado ya que la obtención de datos fue de forma científica con el soporte de un método estadístico y de tipo descriptiva pues tiene la finalidad de describir los hechos que ocurren naturalmente, y de tipo observacional ya que la información que se obtuvo no fue modificada, sólo analizada para evaluar su comportamiento en cuanto a la captación de carbono. El diseño para esta investigación es no experimental transversal; porque se describe la información obtenida del sistema en su estado original y según el tiempo es transversal ya que la toma de muestras se realiza una sola vez.

## 3. Resultados:

Tabla 1: Stock de carbono total almacenado en los cuatro sistemas de uso de la Tierra

SISTEMA DE USO DE LA TIERRA	CARBONO ALMACENADO A NIVEL DE DEPOSITOS (tC/ha)					STOCK DE C TOTAL (tC/ha)
	ARBÓREA	ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	HOJARASCA Y MADERA MUERTA	RAICES	SUELO 0 a 1m	
Bosque Primario	27.64	9.86	6.56	6.25	20.65	44.06
Plantación Frutal	8.17	6.08	0.05	2.48	18.11	14.3
Pastizal	0.81	6.11	0.39	2.36	27.69	7.31
Cultivo anual	0	5.47	0.04	3.72	15.93	5.51

Fuente: Elaboración Propia

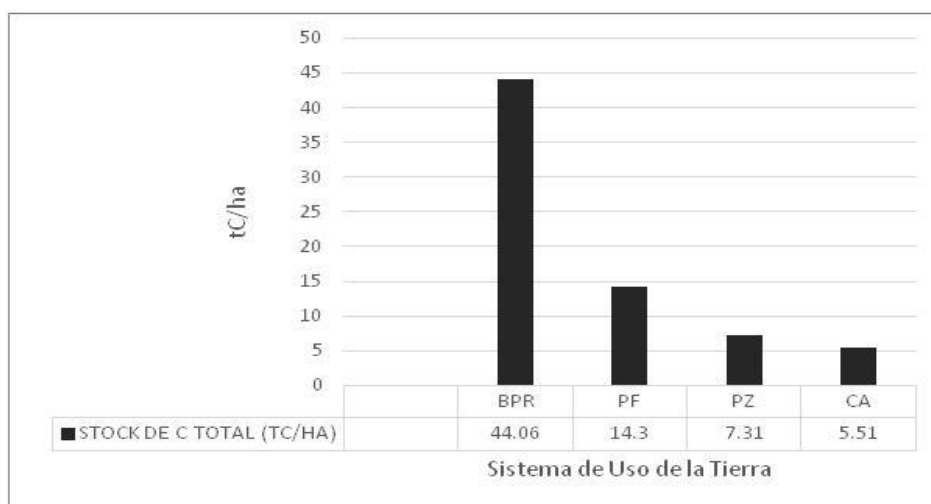


Figura 1. Carbono total sobre el suelo (Arboles, arbustivas/herbaceas, hojarasca y madera muerta).

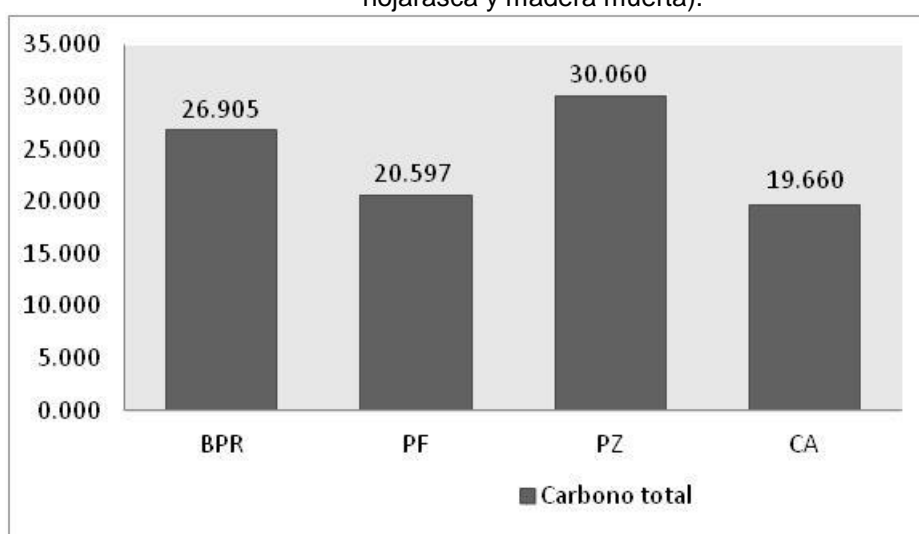


Figura 2. Carbono total bajo el suelo (Raíces y Suelo).

#### 4. Discusión

Como se aprecia en la tabla 1, el mejor sistema de uso de la tierra para capturar es el Bosque primario remanente que captura 70.96 tC/ha, en el cual predominan la especie *Prosopis pallida*, a diferencia de los otros sistemas de uso de la tierra en donde se evidencia que el almacenamiento de carbono es en menor cantidad; para plantación frutal 34.89 tC/ha, para pastizal 39.0 tC/ha y para cultivo 24.67 tC/ha. Definimos claramente que el bosque primario remanente supera con gran diferencia la capacidad de almacenamiento de carbono a otros sistemas de uso de la tierra, esta misma tendencia se observa en las investigaciones de Cuellar (2014) y Zanabria (2013), para bosques tropicales amazónicos y bosques andinos respectivamente. Demostrando así que las variaciones en los sistemas de uso de la tierra no son favorables para disminuir la concentración de CO<sub>2</sub> que se emite en el ambiente ya que un sistema de uso de la tierra como el cultivo tiene un bajo nivel de captura de carbono en el ambiente, lo cual está de acuerdo con la hipótesis planteada en la presente investigación.

El promedio de captura de carbono bajo el suelo no supera las proyecciones de captura de carbono en Zonas áridas desérticas a las que hace referencia Lal et al., (1998; citado por Cuellar, 2014). De donde se desprende que en Bosques Secos la capacidad de almacenamiento de carbono es baja y requieren de un mejor manejo.

#### 5. Relevancia del resultado producido y su aporte a la realidad nacional, regional o local

La presente investigación se enmarca en las prioridades de investigación de la agenda de investigación ambiental en el Eje temático 1: Conservación y Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales y de la Diversidad Biológica, Cambio climático, Mitigación de gases de efecto invernadero. La presente investigación trata de presentar evidencias de que con el actual uso que se le está dando al bosque seco, estamos perdiendo la biomasa, destruyendo la biodiversidad y favoreciendo al cambio climático, los resultados nos permitirán mejorar el conocimiento sobre la

dinámica del carbono en el ecosistema tropical, de tal manera que permitan crear bases para el manejo forestal sostenible y la política de pagos por servicios ambientales en el país. Sin embargo, esta es solo una contribución desde la investigación y para surtir el efecto deseado es necesario que los actores público, privado y sociedad involucrada con la conservación del bosque seco tomen conciencia de la gravedad de la situación actual y se formulen medidas de gestión pública, en base al conocimiento científico.

## 6. Conclusiones:

La cantidad total de carbono almacenado a nivel de sistemas de uso de la tierra es 70.96 tC/ha para Primario Remanente(BPR), 30.89 tC/ha para Plantación Frutal (PF), 39.0 tC/ha para Pastizal (PZ) y 24.67 tC/ha para Cultivo Anual (CA).

La biomasa aérea del Bosque Primario Remanente (BPR) es 44.06 tC/ha siendo mayor que los otros SUT, correspondiendo 14.3 tC/ha para Plantación Frutal (PF), 7.3 tC/ha para Pastizal (PZ) y 5.51 tC/ha para Cultivo Anual (CA), de esta manera se acepta la hipótesis planteada que BPR almacena mayor cantidad de carbono con respecto a los otros sistemas de uso de la tierra en los Bosques Secos de la Región Lambayeque.

El carbono total almacenado bajo suelo para el horizonte 0 a 1m, es de 26.905 tC/ha para el Bosque Primario remanente, 20.597 para la plantación frutal, 30.060 tC/ha para pastizal y 19.660 tC/ha para cultivo anual.

En el horizonte entre 0.5 a 1.0 m de profundidad de los sistemas de uso del Bosque Seco, se reporta la no existencia de carbono, son suelos tienen textura franco-arenosa, pH alcalino, que han sido lecho de río y están influenciados por la alta precipitación, que ocasiona el lavado, mineralización acelerada y/o la lixiviación de la Materia Orgánica.

Se concluye finalmente que la variación o modificación del sistema de uso de la tierra influye considerablemente en cuanto al almacenamiento de carbono, debido a que se ha demostrado que el Bosque Primario Remanente almacena mayor carbono en la biomasa aérea que un cultivo.

## 7. Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, y la Estacion Experimental Agraria Vista Florida, por haber brindado todas las facilidades para el desarrollo de la presente investigación.

Al proyecto Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación por usos alternativos de la tierra en los bosques trópicos REDD- ALERT, por haberme brindado el financiamiento para la presente investigación.

## 8. Referencias

- ARÉVALO, L., ALEGRE J., PALM, CH. 2003. Manual de las Reservas Totales de Carbono en los Diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en Perú. Publicación de STC -CGIAR Ministerio de agricultura. Pucallpa, Perú. 24p
- ARMAS A., BORNER J. RÜGNITZ M., DIAZ L., TAPIA S. WUNDER S., REYMOND L.,NASCIMENTO N., 2009. Pagos por servicios ambientales para la conservación de bosques en la Amazonia peruana: un análisis de viabilidad. SERNANP, Lima-Perú. 92p.
- BERNIER N., SCHOENE D., 2009. La adaptación de los bosques y su ordenamiento al cambio climático; una visión en conjunto”. En *Unasylva* Vol 60, N° 231-232, 2009/1-2.
- CUELLAR 2014. Efecto del cambio de uso del bosque tropical en la biomasa y el carbono almacenado, cuenca de Aguaytía, Perú. Tesis para optar el grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima. 148p.
- GAYOSO J. GUERRA J. ALARCON D. 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF. Universidad Austral de Chile. Valdivia 154 p.
- INTERNACIONAL PANEL CLIMATIC CHANGE. IPCC. 2007. “Cambio climático 2007, Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II Y III al cuarto informe de evaluación del grupo de expertos intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A (directores de la publicación)”. IPCC, Ginebra Suiza. 104 p. En [www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf). revisado mayo2011.
- IQUISE A. 2010. Carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra del distrito de José Crespo y Castillo. Huánuco. Perú. Tesis de pregrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, 98 p.
- LOGUERCIO G. 2005. Cambio Climático: El rol de los bosques como sumideros de carbono. Secretaria Académica CIEFAP. <http://www.ciefap.org.ar>. Revisado en Julio 2013.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE MINAM 2011. El Perú de los bosques. Editorial Súper Grafica EIRL. Lima Perú. 140 p.
- ZANABRIA R. 2013 Determinación del Carbono total en diferentes sistemas de uso de tierra en el valla del Mantaro, Junín. Tesis (Ingeniero Forestal y Ambiental). Huancayo, Junín, Universidad Nacional del Centro del Perú,. 143p.

## 9. Tablas y figuras



Figura 3. Vista de los lugares donde se tomaron las muestras de Raíces y Suelo

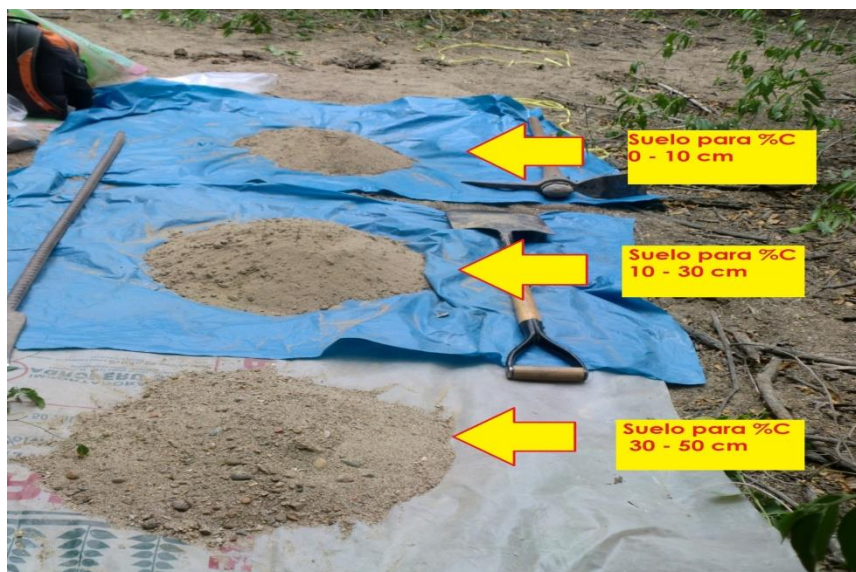


Figura 4. Muestras de suelo a diferentes profundidades



Figura 5. Toma de datos de biomasa aérea