



CUANTIFICACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO DE LA ESPECIE FORESTAL *Haplorhus peruviana carzo* COMO SERVICIO AMBIENTAL EN EL VALLE DE CINTO, PROVINCIA JORGE BASADRE, REGIÓN TACNA

QUANTIFICATION OF THE CARBON CAPTURE OF THE FOREST SPECIES *Haplorhus peruviana carzo* AS AN ENVIRONMENTAL SERVICE IN THE CINTO VALLEY, JORGE BASADRE PROVINCE, TACNA REGION

Marly Rosmery Pumasupa Solórzano¹

Presentada: 11-06-2019.

Aceptada: 05-07-2019.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Valle de Cinto, región Tacna durante los meses de noviembre del año 2016 hasta marzo del 2017. El trabajo en campo consistió en realizar el inventario forestal mediante la recopilación de datos dasométricos como el Diámetro a la Altura del Pecho o DAP, altura total y comercial, diámetros inferior y superior de fuste y ramas y biomasa a fin de calcular el volumen comercial del árbol por sectores y estimar la cantidad de carbono almacenado de la especie *Haplorhus peruviana*. Para ello realizó los análisis de laboratorio para obtener los valores de gravedad específica y la fracción de carbono de la especie forestal *Haplorhus peruviana* empleando el método no destructivo indirecto basado en el manual de Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales del Ministerio del Ambiente (2009), el cual, se estimó que el bosque relicto de carzo posee un stock de carbono de 4.5244 tC/ha. A partir de lo anterior se concluye que es necesario implementar

¹ INGENIERO AMBIENTAL

proyectos, programas, políticas de conservación y gestión sostenible en el Valle de Cinto, y en un futuro acceder a los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos. De esta manera se demostró el potencial que tienen los bosques para mitigar el cambio climático a través del servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono por la especie forestal *Haplorhus peruviana*.

Palabras Clave: Carbono almacenado, Inventario forestal, Servicio ecosistémico.

ABSTRACT

This current research work was developed in *Cinto* valley, Tacna region November 2016 through March 2017. The research consisted on making a forest inventory by the collection of dendrometric variables like the Diameter at breast height or DPH, total and commercial height, shaft and branches and biomass lower and upper diameters in order to estimate the commercial volumen of the tree by sections and determine the quantity of stored carbon of the *Haplorhus peruviana* species. In order to do that. It was developed the lab analysis to obtain the specific gravity values and the carbon fraction of the *Haplorhus peruviana* forest species using the indirect nondestructive method based on the existing methodology identifying manual to determine the carbon stock in forest ecosystems from Ministry of environment (2009) Which measured that relict forest of *Haplorhus peruviana* owns a carbon stock measurement of 4.5244 tC/ ha. Based on the above we conclude that it is necessary to implement projects, conservation policy and programs and sustainable management of *Cinto* valley and in the future we would have access to compensation mechanisms due to ecosystem services. Thus we demonstrate the potential of Woods to reduce the climate change through the ecosystem service of carbon sequestration and storage by the forest species *Haplorhus peruviana*.

KEYWORDS: storage carbon, forest inventory, ecosystem service.

INTRODUCCIÓN

Los bosques representan una excelente herramienta para la mitigación del cambio climático cuando estos ecosistemas son gestionados y manejados de forma sostenible; sin embargo, los bosques también contribuyen al cambio climático cuando en estos ecosistemas se dan los procesos de deforestación o degradación, es decir el carbono almacenado en las reservas es liberado a la atmosfera en forma de dióxido de carbono producto de la combustión por la quema de los bosques lo que contribuye

en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En tal sentido, con el propósito de conservar las especies forestales, es importante que se orienten a los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos MRSE. En la presente investigación se elaboró un inventario forestal con los datos dasométricos de los árboles para obtener el volumen comercial y biomasa, información necesaria para estimar la cantidad de carbono almacenado de la especie forestal de estudio *Haplorhus peruviana* en el Valle de Cinto.

La zona del Valle de Cinto es una quebrada que se encuentra situada en la provincia de Jorge Basadre dentro de la Región Tacna, forma parte de la cuenca del Río Locumba la cual presenta altitudes entre los 600 y 1400 m.s.n.m. Asimismo, *Haplorhus peruviana* es la especie forestal más afectada, considerando que su distribución en el sur del Perú está limitada a este valle, hecho que no ocurre con las demás especies citadas, que presentan una distribución más amplia. Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio ambiente ejecutaron un censo forestal obteniendo un conteo de 1638 árboles de carzo. Al presente, esta especie, se encuentra categorizada como una especie en peligro crítico de extinción. Cabe resaltar que los bosques no solo contribuyen al cambio climático o a su mitigación de emisiones según como estos sean gestionados, sino que también son afectados por este, poniendo en riesgo su condición de proveedor de servicios ecosistémicos.

Haplorhus peruviana es una especie arbórea nativa y considerada endémica del Perú se le considera como una especie típica de los valles interandinos distribuida en los departamentos de Ayacucho, Cusco, Puno y Tacna. Dicha especie está protegida por el Decreto Supremo N° 043-2006-AG. La investigación es de vital importancia, para conocer los montos de carbono capturados y almacenados por la especie forestal *Haplorhus peruviana* (carzo) en el Valle de Cinto, como medios para mitigar los cambios climáticos creados por actividades antropogénicas que liberan CO₂ a la atmósfera.

Se han interpretado investigaciones preliminares a cerca de la captura de carbono y la prestación de servicios ambientales en distintos ecosistemas como forestales, agroforestales y formaciones vegetales en el ámbito Internacional y Nacional. Según Figueroa *et al.* (2005), determinó que el porcentaje de carbono en la biomasa de las especies forestales son equivalentes al de los bosques de zonas templadas. Ramírez (2012), concluyó que la retención de carbono en plantaciones de eucalipto que poseen ocho años de vida brindan un beneficio ambiental equivalente a la reducción de 226,872 Ton/ha y 1223,534 Ton en 5,4492 ha de CO₂ de la atmosfera. Gayoso (2012), determinó que se encontraron resultados interesantes tanto en porcentaje de distribución de la biomasa como del contenido de carbono en el ecosistema forestal, donde destacan por el tipo de especie forestal *siempre verde*. Montero *et al.* (2005), estimó la producción de biomasa (aérea y radical) y la fijación de CO₂ para treinta y dos especies forestales, y mostró que los bosques españoles establecen actualmente alrededor de 19% de las emisiones totales de CO₂ producidas en España, y poseen almacenado más de 2.858 millones de toneladas de CO₂. Dauber *et al.* (2009), estimó los valores de biomasa aérea total de todos los árboles a partir de 10 cm de DAP en bosques naturales de cuatro ecoregiones bolivianas y obtuvieron estimaciones confiables concluyendo que el sector forestal boliviano presenta una alta capacidad de almacenamiento de carbono pues la variación de carbono almacenado es de 49 t/ha a 86 t/ha respectivamente. Miguel *et al.* (2004), refiere que el acopio de carbono es un servicio ambiental sostenible cuando se mantiene durante un tiempo suficiente

y se acumula durante ese periodo suficiente carbono para compensar emisiones provenientes de otras fuentes. Allione (2012), desarrolló un modelo de estimación de biomasa y cuantificó el contenido de carbono en las diferentes fracciones de leño par dos especies del Espinal *Prosopis affinis* y *Prosopis nigra* y se determinaron valores medios de 47,83 y 47,62 % de carbono respectivamente. Medina *et al.* (2010), en los depósitos aéreos de cafetos y especies de sombra, se estimó la biomasa y contenido de carbono. La diferencia de contenido de carbono entre tipos de cafeto está directamente relacionado a la densidad, especie de árbol de sombra, edad y manejo de la plantación. Martel & Cariampoma (2012), en Perú, respecto a la valoración del carbono almacenado, se calculó un estimado superior a los 11 millones de dólares americanos, que representaría el 0,025% del PBI nacional anual, como posibles ingresos en mercado de carbono. Pérez (2015), cuantificó la captura de CO₂, por la flora nativa de totora (*Schoenoplectus californicus*) en los humedales de Villa María, sobre la costa del Pacífico. Obtuvo un valor de contenido de CO₂ por totora (partes aéreas + raíz) de 84.05 tCO₂/ha. Mansilla (2008), asume que el pago por servicios ambientales del bosque se vincula con los posibles beneficios que obtendría la comunidad invirtiendo en la reforestación evitando así su desaparición. Cubas Angúlo (2016) concluye logró remover de la atmósfera 141.00 Tn.CO₂/Ha, este valor factiblemente sea negociado en un mercado de captura de CO₂ viabilizando optimizar ingresos y mejorando el ambiente desde el punto de vista funcional, social y económico. Del Águila (2012), determinó que el carbono estimado en la biomasa vegetal brinda un buen servicio ambiental en la captura de CO₂. Yaranga & Custodio (2013), determina que bastaría el pesado de la biomasa aérea para conocer el peso total de biomasa de una planta. Quitarán Dávila (2009), refiere que tal vez únicamente un tercio de la tierra ecológicamente adecuada podrá destinarse a actividades de forestación/reforestación. Palomino (2007) estima la captura de CO₂ producido por las especies de flora de los Humedales de Puerto Viejo aérea en forma decreciente es en la totora, el junco, la grama salada y en la salicornia. Según Morales (2014) estimó la capacidad de CO₂ de la biomasa aérea de las Queñoas siendo su capacidad de captación de 31 387,6 Tn de CO₂/ha/año. Zeballos (2013), determinó que la conservación del Valle de Cinto es de suma importancia porque permitirá tomar acciones para evitar la extinción del Carzo, pues actualmente es considerado en peligro crítico de extinción. Franco (2004), determinó que la cobertura del bosque de queñoales en Candarave específicamente de la especie *Polylepis besseri* es densa y determinó mediante la captura de CO₂, el valor de s/. 20 159,6 siendo el VET del bosque la suma de s/. 15 423 088,33. Tito (2012) determinó cuantitativamente el CO₂ capturado y almacenado como carbono en tejidos de olivo (*Olea europea*), y creó ecuaciones alométricas que relacionan biomasa con la edad una ecuación que relaciona la altura con el DAP.

La provincia de Jorge Basadre está situada al noroeste de la Región Tacna. Compreendida entre las coordenadas 17° 25' 00" Latitud Sur y 70° 30' 37" Latitud Oeste. Se puede precisar el desarrollo de la actividad agrícola, destacando como principales cultivos: cebolla, maíz, orégano, alfalfa, frutales (Gómez, 2017). Presentan un orden edáfico, inundación y drenaje en algunos casos (Uscamayta, 2011). En cuanto a la climatología registra temperaturas medio mensual que oscilan desde 28°C hasta los 15°C (SENAMHI, 2017).

En una investigación de estructura anatómica del leño de *Haplorhus peruviana* determinaron que la especie forestal en condición seca al aire su albura es de color

amarillo. Su madera permanece al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras (Sato, 2011). Se distribuye en los departamentos de Junín, Ayacucho, Huancavelica, Puno y Tacna, norte de Chile desde Arica hasta la zona norte de la Provincia del Tamarugal. (García & Ormazábal, 2008). Se caracteriza porque su fruto o drupa es carnoso con una sola semilla dicotiledónea protegida por un endocarpio grueso y altamente coriáceo (Zegarra, 2011). La población de *Haplorhus peruviana* está conformada por 1638 árboles, que sobreviven en el Valle desértico de Cinto (Tárraga & Flores, 2008). Zeballos (2013) formuló la posibilidad de crear un área prioritaria para la conservación del valle de Cinto debido a la presencia de la especie *Haplorhus peruviana*, categorizada como especie “En Peligro Crítico de Extinción” (CR), por el Decreto Supremo N° 043-2006-AG. A esto se suma la sobre explotación de los recursos hídricos que viene generando el secado del 12.7 % de la población (Zeballos, 2013).

En la atmósfera se encuentra mayoritariamente en forma de anhídrido carbónico (CO₂), que constituye el 0,03% de la misma. (Alva, 2001). Es posible determinar que el mayor cambio entre el depósito terrestre y el atmosférico es producto de los procesos de la fotosíntesis y la respiración. Durante el tiempo en que el CO₂ se encuentra constituyendo alguna estructura del árbol y hasta que es enviado nuevamente al suelo o a la atmósfera, se considera almacenado. En el momento de su liberación (ya sea por la descomposición de la materia orgánica y/o por la quema de la biomasa) el CO₂ fluye para regresar al ciclo del carbono. Se menciona captura de carbono al almacenamiento del CO₂ de la atmósfera en la tierra, a través del proceso de fotosíntesis (Fuente & Garcia, 2012). Una hectárea de plantación arbórea puede absorber alrededor de 10 t de carbono por hectárea/año de la atmósfera, dependiendo de las condiciones del lugar (Quitorán, 2009).

Finalmente, Landell-Mills & Porras (2002), afirman que los servicios ambientales o ecosistémicos más importantes que califican para sistemas de pago por servicios ambientales (PSA) son: la captura y el almacenamiento de carbono (Llerena & Yalle, 2014).

OBJETIVOS

Obtener el volumen total de la especie forestal realizando un inventario dasométrico por sectores.

Determinar la gravedad específica de la especie forestal realizando un análisis físico.

Determinar la fracción de carbono de la especie forestal realizando un análisis químico haciendo uso de reactivos.

METODOLOGÍA

Investigación de tipo descriptivo, correlacional y se ejecutó la investigación en siete sectores Machorrita, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña ubicados en el Valle de Cinto, Distrito de Locumba e Ilabaya. La población está conformada por la distribución de la especie forestal *Haplorhus peruviana*, comprendida en un área de 8 517,2 ha en el Valle de Cinto, ubicado en el Distrito de Locumba y cierta parte en el Distrito de Ilabaya en la Provincia Jorge Basadre de la región Tacna. Para el estudio de la especie forestal en el Valle de cinto, se registraron 57 árboles de carzo para

medir los datos dasométricos cada especie forestal fue elegida en un perímetro de 20 x 20 m. para luego extraer un total de 14 muestras entre ramas y fuste correspondiente a dos árboles por sector, las cuales sirvieron para realizar las pruebas de gravedad específica y fracción de carbono. El procesamiento de datos, a partir de las mediciones hechas en campo y laboratorio se realizaron en una hoja de cálculo Excel y utilizando el software STARGRAFICS, se sometió a un análisis de varianza ANOVA (con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$). Para la determinación de la gravedad específica se empleó la Norma Técnica Peruana 251.008:1980 de Selección y colección de muestras y para la obtención de la fracción de carbono se utilizó el método Walkey-Black modificado para determinación espectrofotométrica. El volumen se determinó para cada uno de los árboles que tenían mayor o igual a 5 cm. de DAP en pie.

RESULTADOS

En la evaluación para el inventario dasométrico de la especie *Haplorhus peruviana* “carzo” en los siete sectores Machorrta, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña, utilizando datos de campo, se encontraron las mediciones máximas, mínimas y promedios de los datos dasométricos que se muestran en la tabla 01.

Los análisis de laboratorio de gravedad específica se muestran en la tabla 2, resaltando el promedio de todas las mediciones 0.6581 t/m³ para el fuste y para las ramas 0.6598 t/m³. Los análisis de laboratorio de fracción de se muestran en la tabla 3, dando como resultado promedio para el fuste 45.9% de fracción de carbono y para las ramas 27% de fracción de carbono.

Tabla 1. Promedio de los datos dasométricos de la especie *Haplorhus peruviana* “carzo” por cada sector

SECTOR	N° ARBOLES MEDIDOS		DAP (cm)	ALTURA TOTAL (cm)	ALTURA COMERCIAL (cm)	DIAMETRO INFERIOR DE FUSTE (cm)	DIAMETRO SUPERIOR DE FUSTE (cm)	DIAMETRO INFERIOR DE RAMAS (cm)	DIAMETRO SUPERIOR DE RAMAS (cm)
Machorrta	20	Max.	100.00	720.00	155.00	268.00	56.00	24.50	18.00
		Min.	11.70	250.00	70.00	16.30	10.50	6.90	4.70
		Promedio	39.17	507.87	121.50	71.90	26.82	12.50	9.40
Barrial	9	Max.	24.80	780.00	180.00	34.40	22.60	12.50	10.80
		Min.	13.80	490.00	100.00	17.20	11.20	5.60	4.00
		Promedio	18.42	626.67	142.22	22.49	15.90	9.42	6.82
Chirontita	3	Max.	38.30	750.00	100.00	43.70	28.70	14.40	12.80
		Min.	12.80	410.00	50.00	15.40	9.80	5.80	3.40
		Promedio	25.30	593.33	76.67	29.80	19.33	9.67	7.20
Cinto	3	Max.	36.80	1000.60	120.00	82.30	29.20	9.50	6.00
		Min.	27.50	252.60	110.00	20.10	15.50	6.60	4.90
		Promedio	33.33	540.79	116.67	57.40	23.57	7.70	5.63
Matogroso	8	Max.	37.30	600.00	150.00	50.00	30.80	6.40	5.00
		Min.	12.80	142.43	100.00	15.50	7.70	3.40	2.10
		Promedio	22.40	261.86	115.00	30.53	17.69	4.76	3.38
Gentilar	8	Max.	28.40	760.00	150.00	32.80	19.30	13.00	7.20
		Min.	7.90	290.00	70.00	9.70	6.10	3.20	2.60
		Promedio	16.86	522.50	107.50	19.15	13.23	7.63	5.04
Caoña	6	Max.	16.30	670.00	160.00	18.90	14.90	6.40	5.30
		Min.	6.40	310.00	80.00	9.70	5.90	3.00	2.80
		Promedio	11.23	533.33	130.00	13.27	9.45	4.40	3.58

Tabla 2: Resultados sobre la gravedad específica

SECTORES	GRAVEDAD ESPECIFICA (t/m ³)	
	FUSTE	RAMAS
Machorrита	0.7251	0.6834
Barrial	0.7582	0.7888
Chirontita	0.7629	0.7163
Cinto	0.5234	0.6171
Matogroso	0.6456	0.6496
Gentilar	0.5376	0.5581
Caña	0.6542	0.6052
PROMEDIO	0.6581	0.6598

Tabla 3. Resultados sobre la fracción de carbono

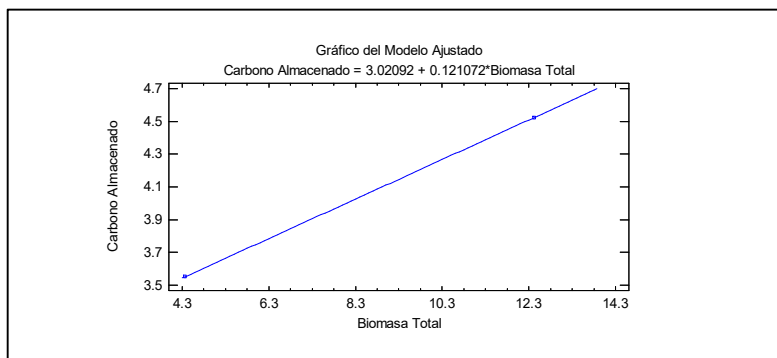
SECTORES	FRACCIÓN DE CARBONO %	
	FUSTE	RAMAS
Machorrита	55	2
Barrial	19	4
Chirontita	30	23
Cinto	25	34
Matogroso	63	61
Gentilar	50	36
Caña	79	29
PROMEDIO	45.9	27

Como resultados finales de biomasa total por hectárea de la especie forestal *Haplorhus peruviana* en el Valle de Cinto se obtuvo 12.4188 t/ha y de carbono almacenado total se cuantificó 4.5240 tC/ha. (Tabla 04)

Tabla 4. Resultados finales de Biomasa total y Carbono almacenado

ESPECIE	LOCALIDAD	BIOMASA TOTAL (t/ha)	CARBONO ALMACENADO (tC/ha)
Haplorhus peruviana	Valle de Cinto	12.4188	4.5240

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 100.0% de la variabilidad en Carbono Almacenado. El coeficiente de correlación es igual a 1.0, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. (Fig. 01)

**Fig. 01: Correlación carbono almacenado vrs biomasa**

DISCUSIÓN

En la obtención del inventario forestal de la especie *Haplorhus peruviana*, se utilizó los datos del último censo forestal realizado el Gobierno Regional de Tacna, mediante la Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio ambiente (Tárraga & Flores, 2008) para la obtención de las muestras. se encontró que en los siete sectores de estudio Machorrita, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña se registraron datos versátiles; por tanto estas diferencias resultan significativas para cada parámetro y estarían determinadas por las propiedades físico-químicas del suelo, clima, estado de conservación, edad de la especie forestal estudiada, si bien es cierto según (Tárraga & Flores, 2008) en la Evaluación poblacional del carzo se diagnosticó que existen árboles adultos y juveniles los cuales surgen por reposición natural en contraparte se puede acotar que en los primeros sectores desde Machorrita hasta el Cinto se observa población juvenil debido al proceso de sensibilización realizado por la ONG ICOMADAS (Instituto de Conservación del Medio Ambiente y Desarrollo Agrícola Sostenido) la cual tuvo como propósito la reforestación del carzo considerando sus importantes características de resistencia a las altas temperaturas y prolongadas sequías. En la ejecución del análisis físico los datos demuestran la diferencia de resultados en cuanto a fuste y ramas; así también en cuanto a los distintos sectores. Cabe resaltar que la elección de las muestras fue completamente al azar y que las muestras presentaban distintos pesos diferenciados. En la realización del análisis químico es claro que el porcentaje de carbono en el fuste es mayor por el tiempo de crecimiento y desarrollo. Adicionalmente, se realizó una proyección del carbono almacenado en las plantaciones de carzo obteniéndose una proyección de 130 tC/ha almacenado en los individuos de esta especie distribuidos en el Valle de Cinto. Con los resultados obtenidos de carbono almacenado en el estudio del carzo se han contrarrestado con otros resultados pertenecientes a la investigación de secuestro de carbono en plantaciones de Eucalipto en Cantón – Pichincha, Ecuador, Según Ramírez (2012) las plantaciones de 8 años de edad tuvieron un total de 226,872 tC/ha, por tanto se puede decir que en este caso el factor edad, conservación y cantidad de las plantaciones fueron significativos para el secuestro de carbono, En cuanto a la *Haplorhus peruviana* no se obtuvieron esas grandes cantidades debido a las diferencias de edad y cantidad, pero lo mas resaltante es que, depende de la población para que conserven la especie durante ese período de tiempo. Los datos obtenidos han contrarrestado con los resultados de la investigación referente al carbono almacenado del Bosque relicto de queñuas en el Valle de Ollantaytambo, Cusco, Según Mansilla (2008) teniendo un total de 3.55 tC/ha en el año 2008 y anteriormente en otro estudio resulto 9.86 tC/ha. Dando a conocer sus variaciones de captura de carbono, se puede decir que depende de la cantidad de árboles que existían años atrás, cabe resaltar que este Valle sufrió deforestación entre otros cambios climatológicos. Entonces se puede decir que la *Haplorhus peruviana* podría captar significativamente mayor cantidad de carbono que la *Polylepis* o queñua, pero esto dependerá de las condiciones climáticas, conservación y condiciones del suelo.

Con los mismos datos obtenidos se han contrarrestado con los resultados de la investigación referente al estudio del estado actual de *Polylepis* y su eficiencia en la Captura de en la Provincia de Tarata, Región Tacna, Según Morales (2014), se obtuvo una capacidad de captación de 31, 387 tC/ha/año. Dando a conocer sus variaciones de captura de carbono, se puede decir que en la relación con el estudio de la especie forestal *Haplorhus peruviana* carzo también existe variación poblacional en diversas

zonas dentro de Tarata, pero otra variable es el estado conservación la cual resulto intacta con un valor de 93.3%. Por tanto, se puede decir que el factor conservación en el bosque de queñoales es muy importante para obtener datos significativos de captura de CO₂.

Es necesario continuar con las investigaciones de esta especie forestal ya que se debería dar mayor importancia a las especies forestales de nuestra región que están en peligro de extinción. Se recomienda realizar censos de la especie forestal *Haplorhus peruviana* cada 2 años a fin de actualizar información referente al número de sus especies, ya el último censo se realizó el año 2008. La Cuantificación de Carbono del carzo significativa es el resultado de un estudio científico el cual deberá ser utilizado por el SERFOR para la planificación y diseño de políticas a nivel local que impulsen la conservación y la gestión sostenible de la especie forestal *Haplorhus peruviana* como servicio ecosistémico ubicada en el Valle de Cinto. Asimismo, la información puede ser utilizada como referencia de estudios de valoración económica orientada a los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (MRSE). Con respecto a las plantaciones se recomienda también evaluar las diversas edades vegetativas, condiciones edáficas y climáticas con el propósito de determinar el comportamiento de la captura de carbono en la *Haplorhus peruviana*. Mediante la educación ambiental, promover la reforestación de la especie forestal *Haplorhus peruviana* a los pobladores de la zona del Valle de Cinto con el apoyo de las entidades correspondientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Calderón, R. (2001). *Biología parte IV*. Trujillo: Nueva Edición.
- Cubas Angulo, E. C. (2016). *Captura de carbono de especies arbóreas en sistemas multiestrato en el fundo UNAP, Zungarococha, San Juan Bautista*. Loreto-Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Del Águila, A. (2012). Cuantificación de la captura de carbono en las especies forestales y su contribución al ambiente en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu. San Martín, Perú: Universidad Nacional De San Martín - Tarapoto.
- Figuroa, C., Etchevers, J., Velásquez, A., & Acosta, M. (2005). Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca. (Redalyc, Ed.) *Terra Latinoamericana*, 23(1), 57 - 64.
- Franco Leon, P. J. (2004). *Los bosques de Queñoales y su importancia en el Desarrollo Sostenible de las comunidades de la Provincia de Candarave*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Escuela de Posgrado.
- Fuente Cubas, S., & García Castro, F. (2012). *Evaluación de la captura de carbono en las especies forestales Manilkara sp. "Quinilla" y Myrcia sp. "Rupiña", en el centro de Producción e investigación Pabloyacu*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín-Tambopata.
- García, N., & Ormazábal, C. (2008). Árboles Nativos de Chile. *ENERSIS S.A.*, 196.

- Gayoso, J. (2012). Medición de la Capacidad de Captura de Carbono en Bosques Nativos y plantaciones de Chile. *Revista Forestal Iberoamericana*, 1(1), 13.
- Gómez Cornejo, R. (13 de Enero de 2017). *Municipalidad Provincial Jorge Basadre*. Obtenido de Portal Web Municipalidad Provincial Jorge Basadre: <http://www.munijorgebasadre.gob.pe>
- Gómez, E. (2010). *MINAM- Portal del Cambio Climatico*. Obtenido de MINAM- Portal del Cambio Climatico- REDD+: <http://cambioclimatico.minam.gob.pe/mitigacion-del-cc/avances-en-la-mitigacion/a-nivel-de-mecanismos-de-mitigacion/redd/que-es-redd/>
- Llerena Pinto, C., & Yalle Paredes, S. (2014). Los servicios ecosistémicos en el Perú. *Xilema Vol. 27*, 63-75.
- Mansilla Astete, H. (2008). Valoración económica de la captura de CO₂ en especies nativas: Caso bosque de Queuña Qocha en el Valle de Ollantaytambo. *BIOFOR*, 407-437.
- Martel, C., & Cariampoma, L. (15 de Noviembre de 2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en "CICRA", Madre de Dios (PERÚ). *Ecología Aplicada*, 59 - 65(2), 7.
- Medina, C., Calero, C., Hurtado, H., & Vivas, E. (2010). *Cuantificación de Carbono en la biomasa aérea de café (Coffea arabica L.) con sombra, en la Comarca Palo de Sombrero, Jinotega, Nicaragua*. Jinotega: Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, FARENA.UNA.
- Montero, G., Ruiz-Peinado, R., & Muñoz, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)*, 274.
- Morales Aranibar, L. F. (2014). *Estado Actual del Bosque de Polylepis y su eficiencia en la captura de CO₂*. Tacna: Escuela de Posgrado UNJBG.
- Palomino Contreras, D. (2007). *Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de los Humedales de Puerto Viejo*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Perez Pinedo, H. (2015). Cuantificación de la captura de CO₂, Por la flora nativa de totora. *ENERGEIA, Pontificia Universidad Católica de Argentina*, 9.
- Quitoran Davila , G. (2009). *Determinación del potencial de captura de carbono en cinco especies forestales de dos años de edad, Cedro nativo, Caoba, Bolaina, Teca y Capirona, en la localidad de Alianza*. San Martín: UNSM.
- Ramírez, J. (2012). Secuestro de carbono en las plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) - Cantón Pedro Moncayo, Provincia de Pichincha, Como una alternativa al Desarrollo Sustentable. (1). Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Sato Tokashiki, D. (2011). *Estructura anatómica del leño de cinco especies forestales provenientes de Loreto y Junín*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- SENAMHI. (2017). *Datos Meteorológicos del Historial Climático*. Tacna, Jorge Basadre: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Tárraga González, I., & Flores Castillo, V. (2008). *Evaluación Poblacional de Haplorus peruviana carzo, en el Valle de Cinto*. Tacna: GORE, Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente.
- Uscamayta, R. (2011). *Clasificación de tierras del Distrito de Locumba por Capacidad de Uso Mayor*. Tacna-Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.
- Yaranga, R., & Custodio, M. (18 de Octubre de 2013). Almacenamiento de carbono en pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*(4).

Zeballos Patron, H. (2013). *Servicio Profesional para la Elaboracion del "Estudio de la Biodiversidad del Valle de Cinto"*. Tacna: GORE, Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestion del Medio Ambiente.

Zegarra Zegarra, R. (2011). Vegetación desértica del Valle de Cinto. *Ciencia y Desarrollo*, 07.