

IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO DE LAS ESPECIES ARBÓREAS DE LA COMUNIDAD AGUAYRENDA – MUNICIPIO YACUIBA

IDENTIFICATION AND ESTIMATION OF CARBON DIOXIDE CAPTURE OF TREE SPECIES IN THE AGUAYRENDA COMMUNITY - MUNICIPALITY OF YACUIBA

Abel Alfio Martínez Cruz

1Diplomado en Gestión Integral de Cuencas, Profesor Adjunta Regular cátedra Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales.

Dirección de correspondencia: Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia 5150 (4400) Salta- Argentina.

Correo electrónico: alfiomartinez11@gmail.com

Celular: (+549) 154534877

RESUMEN

En la Comunidad de Aguayrenda en su Área Boscosa perteneciente a la SERRANÍA AGUARAGUE, se realizó a través de la metodología de IBIF "Protocolo de Mediciones de Stock de Carbono en Bolivia" la identificación y estimación de la Captura de Dióxido de Carbono de las Especies arbóreas del lugar de estudio. De tal modo se registró 1795 árboles en una muestra de 6,07 ha, cuya cantidad estaba formado por 32 tipos de especies, la Biomasa que comprendía era de 935,92 tn y la cantidad de fijación de CO₂ es de 1715,86 tn.

Entre las especies registradas el Cebil es el de mayor abundancia, mientras que las especies comerciales tales como Cedro, Quina y Lapacho su existencia es baja. Como también en la fijación de CO₂ el Cebil es quien captura más debido a su cantidad. Y de todas las especies identificadas solo se encontró un Ceibo y Sotillo. El que menos fijaba CO₂ es tanto la especie Guayabilla y Arrayán debido a su baja cantidad. El lugar de estudio según sus características topográficas cierta parte presentaba elevaciones altas y otra parte bajas, del cual existía menor concentración de vegetación en los niveles altos en comparación con los bajos

PALABRAS CLAVES

Biomasa, Dióxido de Carbono, Especies arbóreas.

ABSTRACT

In the Aguayrenda Community in its Forest Area belonging to the SERRANÍA AGUARAGUE, the identification and estimation of the Carbon Dioxide Capture of the tree species of the study site was carried out through the IBIF methodology "Protocol of Carbon Stock Measurements in Bolivia". Thus 1795 trees were recorded in a sample of 6.07 ha, whose quantity was formed by 32 types of species, the biomass included was 935.92 tn and the amount of CO₂ fixation is 1715.86 tn.

Among the species recorded, Cebil is the most abundant, while commercial species such as Cedar, Quina and Lapacho have a low existence. As also in the fixa-

tion of CO₂ the Cebil is the one that captures more due to its quantity. And of all the species identified, only one Ceibo and Sotillo were found. The one that fixed less CO₂ is both the species Guayabilla and Arrayán due to its low quantity. The place of study according to its topographical characteristics a certain part presented high elevations and another low part, of which there was less concentration of vegetation in the high levels in comparison with the low ones.

KEY WORDS

Biomass, Carbon Dioxide, Tree Species.

1 INTRODUCCIÓN

La Comunidad de Aguayrenda (1919,71 ha), cierta parte de ella (más de la mitad de su superficie) se encuentra ubicada en las faldas de la Serranía del Aguaragüe. Esta zona se ubica en el Departamento de Tarija, a una distancia de 21 km hacia el norte del Municipio de Yacuibá. Sus coordenadas son: 21° 51' 33,74" de latitud Sur y 63° 38' 16,36" longitud Oeste (Figura 1).

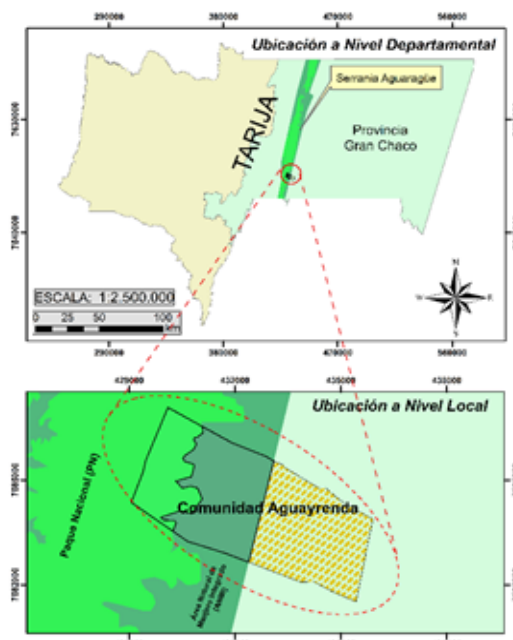


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Elaboración propia.

La zona de estudio del 100 %, el 55.85% es área boscosa y el 44,15% se encuentra conformada por predios, calles y terrenos para actividad agrícola. En el lugar habitan 400 habitantes, presenta un microclima entre húmedo y subhúmedo, la temperatura promedio media anual es de 21,3°C. (PDMOTS, 2014).

La superficie terrestre presenta suelos bien drenados y diferentes colores tanto en seco y húmedo. Posee cursos de drenaje de poco recorrido (figura 2) (PDMOTS, 2014).

Sus precipitaciones pluviales de la zona, presenta un seco de Mayo a Octubre sin lluvias y de noviembre a marzo la precipitación es de poca intensidad, corta duración y poca humedad. La precipitación media anual llega a un valor de 1171 mm. (PDMOTS, 2014).

Como cierta fracción de la Comunidad se encuentra dentro del AGUARAGÜE (PN/ANMI), es rica tanto en flora y fauna. Entre sus especies arbóreas más conocidas son: Cebil, Palo Santo, Cedrón, Quebracho, etc. Mientras en Fauna existe las siguientes especies: Corzuela, Quirquincho, Zorro, Loro, Charata, Tucán, etc. (PDMOTS, 2014).

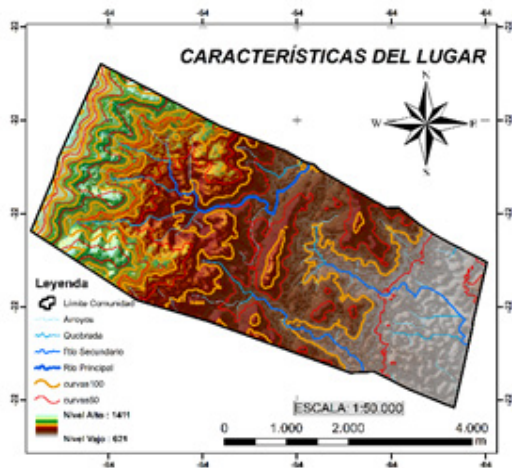


Figura 2. Curvas, elevaciones, ríos. Elaboración propia.

El ciclo de Carbono consiste básicamente en la fijación del Carbono atmosférico por la fotosíntesis de las plantas y su liberación por la respiración de las mismas. Muñoz (2005), (Figura3).

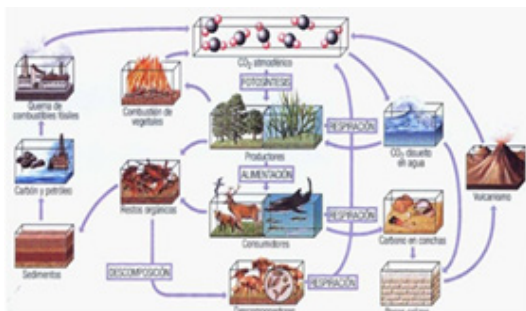


Figura 3. Ciclo del Carbono. Adoptado de Pedrinaci y Gil, 2003

La fijación de Dióxido de Carbono es un proceso que resulta de la fotosíntesis elaborada por las plantas, mediante el cual el Dióxido de Carbono es absorbido y transformado en material orgánico o biomasa.

La Biomasa aérea es aquel peso seco del material vegetal de los arboles con diámetro altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm, que incluye al fuste, ramas y hojas. Para determinar la biomasa, existen diferentes métodos. Para la investigación se utilizó el método de volumen por densidad básica de la madera.

El factor de expansión de la biomasa, son coeficientes técnicos, que representan a las ramas y follajes, El valor utilizado (recomendado por varios autores) para el estudio realizado es 1,6.

1.1 Objetivos Específicos

- Determinar la zona a estudiar y estimar la población y muestra.
- Delimitar parcelas, para identificar, medir (altura y diámetro) y cuantificar las especies arbóreas.
- Calcular la biomasa y CO2 fijado por especie

1.2 Objetivo General

Identificar y estimar la captura de CO2 de las especies arbóreas de la comunidad Aguayrenda – PN / ANMI

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó los siguientes materiales para la elaboración del presente estudio.

- Información Geográfica (archivo SHP) de la Comunidad de Aguayrenda brindado por SERNAP (Servicio Nacional de Áreas Protegidas) AGUARAGÜE.
- Documentaciones “Libro Rojo de la Flora Amenazada de Bolivia”, “Guía de Arboles de Bolivia”, “Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia”, etc.

Entre los instrumentos utilizados son:

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Wincha (50 m.).
- Machete.
- Tiza.
- Formularios de campo.
- Tablero.
- Hilo plástico.
- Lápiz.
- Cámara fotográfica.
- Flexómetro.
- Cruz del hachero.
- Jalones (4 unidades).

- Material de escritorio
- Paquetes (Excel, Google Earth Pro y ArcGis versión 10.3).

Metodología aplicada

Paso 1

A través del archivo SHP (Comunidad Aguayrenda), se ubicó el lugar de estudio, a partir del cual se calculó la población con ArcGis 10.3 (Figura 4). Luego se determinó la muestra (aleatoria) en campo en base a características (mayor concentración con diferentes tipos de especies arbóreas, topografía del lugar, etc.) que permitan obtener datos representativos. La ubicación de las parcelas (muestras) se hizo en base al recorrido del camino turístico con la ayuda de un Guardabosque, se comenzó desde el más alto nivel (PN) y se terminó en la parte baja (ANMI) (Figura 5).

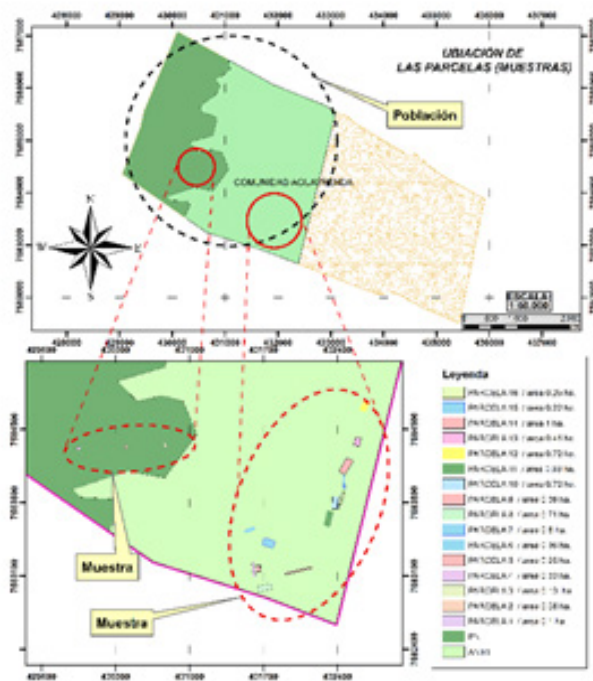


Figura 4. Ubicación de las muestras. Elaboración propia

Paso 2

Una vez ubicadas las parcelas se procedió a la delimitación de las parcelas con el GPS, wincha y jalones (Figura 5). Luego se identificó el tipo de especie, seguidamente se midió la altura del fuste (Cruz del hachero) y diámetro altura del pecho (Flexómetro) de cada árbol más la cuantificación para registrar en la planilla (Figura 6,7 y 8). Los tamaños de las parcelas son entre 0,1 a 0,5 ha y sus dimensiones pueden ser distintos, para este estudio las dimensiones que se utilizaron son: 30 m x 50 m, 20 m x 70 m, 20 m x 100 m, 10 m x 250 m, etc. Lo importante es que la suma de las parcelas sea igual o mayor al valor de la muestra total (6,07 ha).

Los pasos 1 y 2 se repitieron varios días debido al tiempo, condiciones climáticas del lugar, distancias de las parcelas y otras limitaciones hasta completar las parcelas necesarias o equivalentes a la muestra total.



Figura 5. Delimitación de la parcela, con jalón, GPS y wincha



Figura 6. Medición del diámetro a 1.30 m de Altura.



Figura 7. Medición de la altura del fuste con el Cruz del hachero.



Figura 8. Enumeración de los Arboles.

Paso 3

Finalizado el registro de cada árbol de las parcelas se procede a la investigación del nombre técnico en base al nombre común y la densidad básica de las especies en las documentaciones anteriormente mencionadas.

Luego se calcula el volumen de cada árbol a través de la siguiente ecuación:

$$V = \frac{2}{3} \left[\frac{\pi}{4} (DAP)^2 \right] HT$$

Donde:

$\pi = 3,1416$

DAP = Diámetro a 1,30 m de altura (m)

HT = Altura fuste (m)

V = Volumen (m³)

Los valores como ser el DAP y HT son medidos en campo.

Tabla 1.
Factores correctores pertinentes en función del diámetro

Intervalos diamétricos	Factor de precisión
dn < 25 cm.	1.11
25 cm. ≤ dn < 35 cm.	1.05
dn ≥ 35cm.	1.00

Fuente: López Peña (2008)

Teniendo el volumen se estima la biomasa con la siguiente ecuación:

$$B = DV$$

Donde:

B = Peso seco del material (tn)

D= Densidad básica de la madera (g/cm³ o tn/m³)

V= Volumen maderable del árbol (m³)

Hay varias ecuaciones establecidas por diferentes autores para calcular la biomasa, donde la mayoría de ellos para ser utilizado implica el apeo de los árboles y costo. Mientras el método utilizado no implica la destrucción de los árboles, y es más económico, solo necesita el volumen (valor calculado por variables medidas en campo) y la densidad básica que ya están registradas en diferentes documentaciones.

Factor de expansión de la biomasa.

Al tener el valor de la biomasa, este se multiplica por un factor de expansión (1,6) porque la biomasa ya calculada solo es del fuste (tronco), en tal caso nos faltaría la biomasa

tanto de los follajes y ramas donde estos son representados por el factor de expansión. Entonces al multiplicar la biomasa por este factor, el resultado sería la biomasa total.

$$B_T = B \cdot 1,6$$

Donde:

BT = Biomasa total (tn)

B = Biomasa (tn)

1,6 = Factor de expansión

Según Alvarez (2008) menciona que el factor de expansión de la biomasa, varía mucho entre especies y condiciones particulares de los ecosistemas forestales, el valor más empleado es 1,6 sin embargo en sistemas agroforestales, se pueden encontrar valores promedio de 2,2 con un rango de 1,9 a 2,4.

Luego de calcular la biomasa total se procede con el cálculo del carbono a través de la siguiente ecuación.

$$C = B_T \cdot 0,5$$

Donde:

C = Carbono presente en la biomasa total (tn)
BT = Biomasa total de cada especie (tn)

El carbono presente en cada biomasa de la especie varía en un rango de 45 a 50 %, pero según varias bibliográficas recomiendan utilizar el 50 %.

Y por último se determina el CO₂ fijado por especie.

$$CO_{2\text{fijado}} = C \cdot (44/12)$$

Donde:

CO₂fijado = Cantidad de Dióxido de Carbono almacenado (tn)
C = Carbono presente en la biomasa (tn)
(44/12) = Constante equivalente al peso molecular del (CO₂/C)

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, en la siguiente tabla 2 se muestran los diferentes tipos de especies registrados, junto con sus nombres técnicos de cada uno.

Tabla 2.

Especies arbóreas existentes.

N°	N. común	N. Técnico
1	Cebil	Anadenanthera colubrina
2	Urundel	Astronium urundeuva
3	Garbancillo	Peltophorum
4	Laurel	Cinnamomum porphyria
5	Perilla	Phyllostylon rhamnoides
6	Cedro	Cedrela odorata
7	Lapacho rosado	Tabebuia avellanedae
8	Palo blanco	Calycophyllum spruceanum
9	Lanza	Patagonula americana
10	Pacará	Enterolobium contortisiliquum
11	Quina	Myroxylon balsamum
12	Yuchán	Ceiba chodatii
13	Garrancho	Acacia etilis
14	Roble	Amburana cearensis
15	Negrillo	Persea caerulea
16	Coronilla	Gleditsia amorphoides
17	Chari	Parapiptadenia excelsa
18	Horco Cebil	Parapiptadenia excelsa
19	Aguay	Chrysophyllum ponocarpum
20	Toborocho	Chorisia speciosa
21	Tipa	Tipuana tipu
22	Lecheron	Thevetia peruviana
23	Pacay	Inga spp
24	Churqui	Acacia Cavens
25	Lapacho Amarillo	Handroanthus albus
26	Quebracho Colorado	Schinopsis quebracho-colorado
27	Guayabilla	Eugenia pungens
28	Arrayán	Eugenia uniflora
29	Duraznillo	Rupretchia triflora
30	Quebracho	Schinopsis haenkeana
31	Sotillo	Pterogyne nitens
32	Ceibo	Erythrina falcata

Fuente: Elaboración propia

Existen una variedad de especies, unos que otros conocidos por su valor comercial en comparación con otros. Son conocidos por ser comerciales, ya que estos presentan mejores características físicas (resistencia, durabilidad, etc).

En la tabla 3 siguiente, se presenta las cuantificaciones por especie a nivel muestra y a proyección poblacional.

Tabla 3.

Especies a nivel muestra (M) y población (P).

Especies	M (6,07 ha)	P(1072, ha)
Cebil	652	115.224
Urundel	139	24.565
Garbancillo	137	24.211
Laurel	99	17.496
Perilla	89	15.728
Cedro	89	15.728
Lapacho rosado	82	14.491
Palo blanco	82	14.491
Lanza	53	9.366
Pacará	49	8.659
Quina	46	8.129
Yuchán	43	7.599
Garrancho	39	6.892
Roble	38	6.715
Negrillo	29	5.125
Coronilla	27	4.772
Chari	22	3.888
Horco cebil	19	3.358
Aguay	16	2.828
Toborocho	7	1.237
Tipa	7	1.237
Lecheron	6	1.060
Pacay	4	707
Churqui	4	707
Lapacho amarillo	4	707
Quebracho colorado	3	530
Guayabilla	2	353
Arrayán	2	353
Duraznillo	2	353
Quebracho	2	353
Sotillo	1	177
Ceibo	1	177
TOTAL	1.795	317.218

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 3 la especie con mayor abundancia es el Cebil, esto se debe a las características ecosistémicas de la zona. Cabe recalcar que el Cebil mayormente se lo identificó en las zonas de mayor altura. Lo contrario a la especie con mayor representación es el Sotillo y Ceibo, solo se identificó uno de cada uno. Mientras las especies comerciales (Cedro, Quina, Lapacho) su abundancia no es alta.

Densidades de las especies

En la siguiente figura 9 se ilustra las densidades de especies por hectárea.

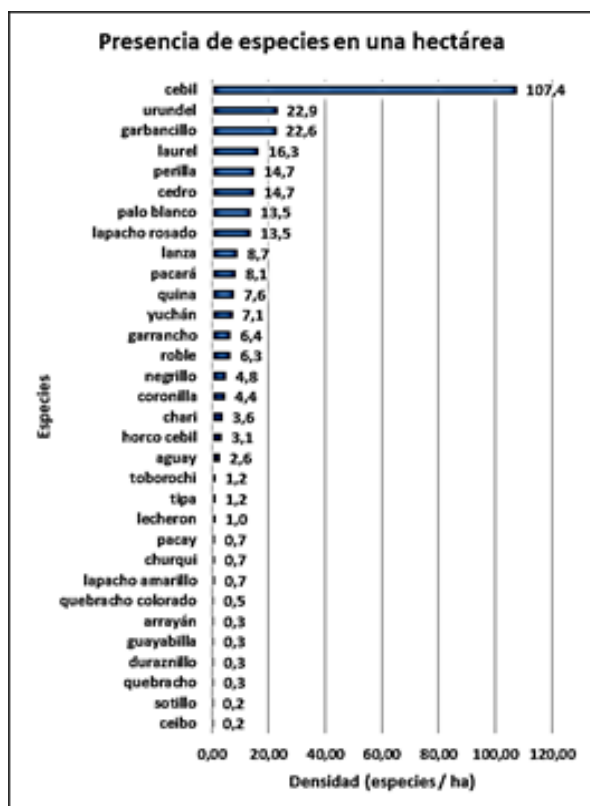


Figura 9. Densidad de cada especie presente en una hectárea. Elaboración propia.

Como se puede observar, la especie que tiene mayor densidad es el Cebil, y la mínima densidad es la del Sotillo y Ceibo.

Biomasa de las especies

En la tabla 4 se observa la biomasa total de todas las especies.

Tabla 4. Cantidad y biomasa de las especies de la muestra.

N°	Especies	Cantidad	Biomasa (tn)
1	Cebil	652	381,47
2	Urundel	139	163,04
3	Lapacho rosado	82	62,04
4	Garbancillo	137	58,99
5	Palo blanco	82	36,95
6	Yuchán	43	34,20
7	Cedro	89	29,95
8	Perilla	89	23,89
9	Pacará	49	18,48
10	Laurel	99	16,55
11	Quina	46	16,47
12	Roble	38	14,95
13	Garrancho	39	13,30
14	Horco cebil	19	10,18
15	Chari	22	10,02
16	Negrillo	29	9,12
17	Lanza	53	7,18
18	Tipa	7	5,08
19	Lecheron	6	3,89
20	Coronilla	27	3,64
21	Aguay	16	3,60

N°	Especies	Cantidad	Biomasa (tn)
22	Toborocho	7	3,22
23	Quebracho colorado	3	2,53
24	Lapacho amarillo	4	1,79
25	Churqui	4	1,52
26	Quebracho	2	1,33
27	Ceibo	1	0,91
28	Pacay	4	0,71
29	Sotillo	1	0,37
30	Duraznillo	2	0,19
31	Guayabilla	2	0,18
32	Arrayán	2	0,16
TOTAL		1795	935,92

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 4 hay especies que contienen mayor biomasa en comparación que otras, incluso en algunos no influye la cantidad de cada especie con su biomasa, esto se debe a sus características dendrológicas, edades. Por ejemplo, el Garbancillo con una cantidad de 137 y la otra especie Lapacho rosado con una abundancia de 82, sus diferencias en cantidades son de gran escala, pero sus biomásas son lo contrario, tiene una mínima diferencia de biomasa, la especie de menor cantidad tiene 62,04 tn y mientras el otro de mayor cantidad tiene 58,99 tn.

Densidad de la biomasa

En la figura 10 se muestra las densidades de cada especie por superficies.

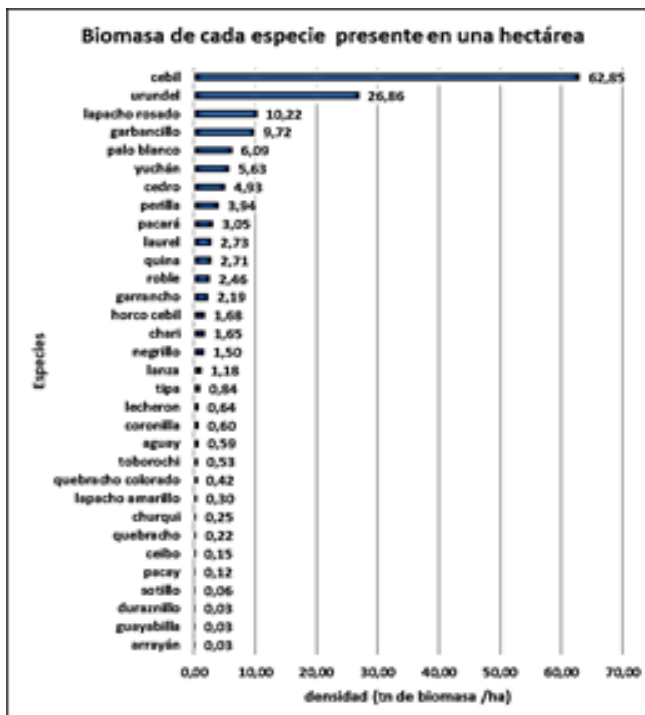


Figura 10. Biomasa de cada especie por hectárea. Elaboración propia.

Según la figura anterior, la que tiene mayor densidad es el Cebil, Urundel, a comparación de los demás.

Fijación del CO₂

A continuación, se muestra el CO₂ capturado por especies en tabla 5.

Tabla 5.
Dióxido de Carbono capturado a nivel muestra.

N°	Especies	Cantidad	CO ₂ (tn)
1	Cebil	652	699,37
2	Urundel	139	298,91
3	Lapacho rosado	82	113,73
4	Garbancillo	137	108,16
5	Palo blanco	82	67,75
6	Yuchán	43	62,69
7	Cedro	89	54,91
8	Perilla	89	43,80
9	Pacará	49	33,89
10	Laurel	99	30,33
11	Quina	46	30,20
12	Roble	38	27,40
13	Garrancho	39	24,39
14	Horco cebil	19	18,66
15	Chari	22	18,38
16	Negrillo	29	16,71
17	Lanza	53	13,17
18	Tipa	7	9,32
19	Lecheron	6	7,14
20	Coronilla	27	6,68
21	Aguay	16	6,60
22	Toborocho	7	5,91
23	Quebracho colorado	3	4,65
24	Lapacho amarillo	4	3,29
25	Churqui	4	2,78
26	Quebracho	2	2,43
27	Ceibo	1	1,67
28	Pacay	4	1,29
29	Sotillo	1	0,69
30	Duraznillo	2	0,35
31	Guayabilla	2	0,34
32	Arrayán	2	0,30
TOTAL		1795	1715,86

Fuente: Elaboración propia

En base a un análisis de la tabla 5, se concluye que el Cebil es el que fija más este GEI, en comparación de los demás. Esta especie tiene mayor representación en varios aspectos, como ser en cantidad, mayor biomasa y por último que mayor fija CO₂. Con esto no trato de decir que las demás especies no desempeñan un papel importante por tener menor competencia, solo específico sus diferencias. Desde el punto de vista de cambio climático el Cebil realiza un gran aporte como mitigador de este gas o Servicio Ambiental

Densidad de la Fijación del Dióxido de Carbono por superficie

En la siguiente figura 11 se ilustra la captura de CO₂ de especies por hectárea.

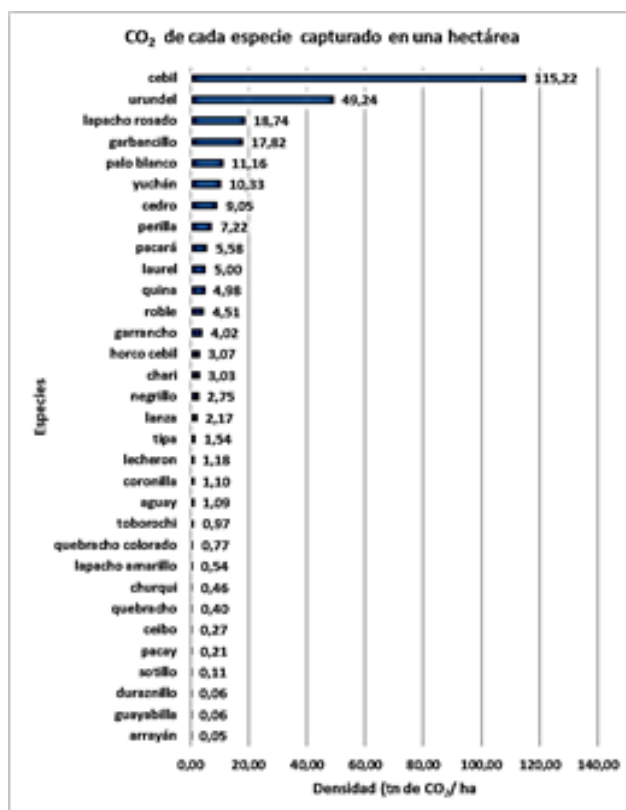


Figura 11. Dióxido de Carbono capturados en una hectárea. Elaboración propia

4 CONCLUSIONES

De acuerdo con el problema planteado en la investigación podemos denotar que se logró satisfactoriamente determinar los tipos de especies existen dentro del campo de estudio, así mismo la estimación de captura de Dióxido de Carbono por estas mismas especies.

Satisfactoriamente se logra con la ayuda de los guardabosques del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) la identificación de las especies arbóreas en el área de estudio. Y se logra sin ningún problema con los instrumentos la medición de variables, tales como la altura total, diámetro del fuste, etc.

En su mayoría de todo el material bibliográfico, de diferentes autores establecidos en el marco teórico ayudaron para la obtención de los resultados, cierta fracción del material solo apporto para entender la dinámica de estas especies dentro el cambio climático y para conocimientos de la zona de estudio.

De acuerdo con la meta establecida, en la investigación, se logra determinar la biomasa y su capacidad de captura de Dióxido de Carbono por especies. Y se concluye que existe mayor concentración de vegetación en la zona PN (nivel alto) en comparación con ANMI (nivel bajo).

Se llegó a definir que la mayoría de todas las especies existentes en el lugar de estudio, sus troncos son de forma cilíndrica. Y que el cebil es quien tiene mayor abundancia en cantidad y biomasa, como también es el mayor fijador del CO₂. y el Arrayán es lo contrario al Cebil.

Asumiendo que nuestras especies arbóreas tienen un promedio de edad de 48 años, se estima que del total de CO₂ (441140 kilotoneladas) generado entre 1970 y 2018, se ha reducido a través de su captura a una cantidad de 440837 kilotoneladas.

El oxígeno producido por las especies arbóreas a nivel muestra es de 1248,16 toneladas, mientras que a nivel poblacional es de 220.578,02 toneladas, cuyos valores se calcularon en base a ecuación recomendada por varios autores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, G. (2008). Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Tesis (Magister en Ciencias Forestales). Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y pecuarias. Cochabamba – Bolivia
- Arencibia Aguilar, L. F. (2015). Captación de CO₂ por especies de laurisilva en Gran Canaria. Tesis (Doctorado en Ingeniería Ambiental y Desalinización). Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Ingeniería de Procesos. Gran Canaria – España.
- Chave, J., Muller Landau, H., Baker, T., Easdale, T., Steege, H., & Webb, C. (2006). Variación Regional Y Filogenética De La Densidad de Madera a Través de 2456 Especies de Árbol Neotropical. Bolivia.
- Choquehuanca Callisaya, E. M. (2015). Determinación del Potencial de Captura de Carbono en 3 Especies Forestales (Mara, Cedro y Roble) en la Provincia Caranavi del Departamento de la Paz. La Paz. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Depledge, J., & Lamb, R. (2004). Cuidar el clima - Guía de la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Protocolo. Bonn: Courir-Druck GmbH. Alemania.
- Domínguez Madrid, A. Y. (2016). Estimaciones de Captura de los Parques y Emisiones de CO₂ Vehicular en Tijuana, B.C. Tesis (Magister en Administración Integral del Ambiente). El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana-México.
- Educación, M. d. (2013). Guía de Plantas útiles del Pantanal Boliviano. Bolivia.
- FAO-PAFBOL. (s.f.). (2012). Información Técnica para el Procesamiento Industrial de 134 Especies Maderables de Bolivia. FAO-PAFBOL. Bolivia.
- Flores, M. P. (2013). Evaluación de la Captura de Carbono en tres Sistemas de Producción de Papa en Zinacantepec, Estado de México. Tesis (Licenciada en Ciencias Ambientales). Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Planeación Urbana y Regional. Toluca de Lerdo – México.
- Instituto Boliviano de Investigación Forestal. (2005). 60 Especies Forestales de Bolivia. Imprenta SIRENA. Bolivia.
- IPCC. (2007). Cambio climático 2007 - Informe de Síntesis. Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático. Suecia.
- J. Killen, T., García E., E., & G. Beck, S. (1993). Guía de Árboles de Bolivia. Diecisiete años de "Ecología en Bolivia" La Paz – Bolivia.
- Justiniano, M. J., Peña Claros, M., & Toledo, M. (2003). Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia. El País. Santa Cruz – Bolivia.
- López Peña, C. (2008). Dasometría. Madrid - España.
- Luque Mamani, J. J. (2011). Determinación de la Captura de Dioxido de Carbono Acumulado en la Biomasa de los Bosques Húmedos en la Comunidad de Macahua Municipio de Ixiamas, Departamento de La Paz. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Ministro de Educación. (2013). Guía de Plantas Útiles del Pantanal Boliviano. Imprenta Impacto Digital. La Paz - Bolivia.
- Miranda Segovia, M. A. (2017). Estimación de Biomasa y Carbono, bajo un Sistema Silvopastoril, en la comunidad de Yaguacua de la provincia Gran Chaco, Tarija, en Agrociencias. Volumen 2. Pág. 19-23. Junio 2017. Editorial Universitaria.
- MMAyA. (2012). Libro Rojo de la Flora Amenazada de Bolivia. MMAyA La Paz – Bolivia.
- Montero, G., Ruiz Pinado, R., & Muñoz, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosque españoles. Editorial Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria – Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid – España
- Ocampo Fernández, N. (2014). Fotosíntesis.

GAMY. (2014.) Plan de Desarrollo Municipal, Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo para el Gobierno Municipal de Yacuiba. Bolivia.

SERNAP. (2011). Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Aguaragüe. Tarija –Bolivia.

Villegas, Z., & Mostacedo, B. (2011). Diagnóstico de la situación actual sobre políticas, información, avances y necesidades futuras sobre MRV en Bolivia. CIFOR. Bolivia