

# UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**Estimación de la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de *Polylepis sp*, *Cupressus spp* y *Eucaliptus globulus*, para mitigar el cambio climático en el Centro de Producción San Juan de Potojani – Puno, 2018**

Por:

Mery Nadia Mollocondo Turpo  
Luzbenita Erika Aguilar Atamari

Asesor:

MSc. Jael Calla Calla

**Juliaca, marzo de 2019**

**DECLARACIÓN JURADA  
DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS**

MSc. Jael Calla Calla, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión.

**DECLARO:**

Que el presente informe de investigación titulado: *“Estimación de la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de Polylepis sp, Cupressus spp y Eucaliptus globulus, para mitigar el cambio climático en el Centro de Producción San Juan de Potojani – Puno, 2018”* constituye la memoria que presentan la Bachiller Mery Nadia Mollocondo Turpo y la Bachiller Luzbenita Erika Aguilar Atamari para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Ambiental; la cual ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 07 días del mes de marzo del año 2019.

  
\_\_\_\_\_  
MSc. Jael Calla Calla

Estimación de la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de *Polylepis sp*, *Cupressus spp* y *Eucalipto globulus*, para mitigar el cambio climático en el Centro de Producción San Juan de Potojani - Puno, 2018.

# TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

## JURADO CALIFICADOR



Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera

**Presidente**



MSc. Rose Adeline Callata Chura

**Secretario**



Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani

**Vocal**



MSc. Jael Calla Calla

**Asesor**

**Juliaca, 07 de marzo de 2019**

## **Dedicatoria 1**

A Dios por armarme de valor en momentos difíciles y permitirme cumplir con mis objetivos, a mis padres Pablo Mollocondo y Juana Turpo, por su inmenso amor, sacrificio. A mis queridos Hermanos y hermana Eliot, Paulet, Anthony y Amalia, por su apoyo incondicional en todo momento de mi formación profesional. A Francisca de Argote, por su constante motivación, apoyo incondicional, amor inmenso.

## **Dedicatoria 2**

A mis padres Dionicio Aguilar y Marta Atamari, cuya comunicación amorosa me hizo fortalecer mi relación con Dios; a mis queridas hermanas Grecia y Anyela, compañeras de toda la vida, que con su amor y entusiasmo embellecen mi ser; a todos quienes estuvieron a lo largo de toda mi formación personal y profesional.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Peruana Unión y al Programa de Becas y Créditos, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, que gracias a las enseñanzas de sus docentes forman profesionales en Ingeniería Ambiental.

Al asesor del proyecto de investigación, MSc. Jael Calla Calla por los consejos dados, las observaciones dadas, y por estar en todo el proceso de elaboración de este proyecto de investigación.

A nuestros Jurados del presente trabajo de investigación, por su apoyo profesional incondicional en la etapa de culminación del trabajo, por sus valiosos consejos y observaciones como Jurados del presente proyecto de investigación.

Al Centro de Producción San Juan de Potojani, al Ing. Eduardo Paredes, por su comprensión, al personal administrativo por su apoyo incondicional en los trabajos en campo.

A los docentes de Facultad de Ingeniería y Arquitectura por su orientación y apoyo incondicional en la elaboración y ejecución del presente proyecto de investigación.

A todos los amigos y compañeros de estudio que de una u otra manera apoyaron la ejecución del presente proyecto de investigación, en especial a Juan José.

Finalmente expresamos nuestros agradecimientos a todas aquellas personas, instituciones que no están mencionadas, pero contribuyeron en la elaboración y ejecución del presente proyecto de investigación.

## Índice general

Dedicatoria 1.....	iv
Dedicatoria 2.....	v
Agradecimientos.....	vi
Índice general .....	vi
Índice de tablas .....	ix
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Anexos .....	xi
Lista de símbolos.....	xii
Resumen .....	xiv
Abstract.....	xv
<b>CAPÍTULO I El Problema .....</b>	<b>16</b>
1.1. Identificación del Problema .....	16
1.2. Justificación.....	18
1.3. Presuposición Filosófica .....	19
1.4. Objetivos .....	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos específicos .....	20
<b>CAPÍTULO II Revisión de Literatura .....</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	22

2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	24
2.1.3. Antecedentes locales.....	26
2.2. Revisión de Literatura .....	27
2.2.1. Carbono en las plantas .....	27
2.2.2. Métodos de medición de carbono .....	27
2.3. Marco Conceptual .....	29
2.3.1. Generalidades sobre bosques andinos .....	29
2.3.2. Generalidades sobre la keñua ( <i>polylepis sp</i> ).....	31
2.3.3. Generalidades sobre el ciprés ( <i>cupressus spp.</i> ) .....	32
2.3.4. Generalidades sobre el eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ).....	33
2.3.5. Generalidades sobre biomasa.....	34
2.3.6. Generalidades sobre carbono .....	35
2.3.7. Generalidades sobre el CO <sub>2</sub> .....	35
2.4. Marco Legal .....	37
<b>CAPÍTULO III Materiales y Métodos .....</b>	<b>41</b>
3.1. Delimitación geográfica y temporal.....	41
3.1.1. Lugar de ejecución.....	41
3.1.2. Población .....	42
3.1.3. Características de la muestra.....	42
3.2. Diseño y tipo de investigación .....	43

3.3. Variables de la investigación .....	43
3.3.1. Definición conceptual de las Variables .....	43
3.3.2. Operacionalización de variables .....	44
3.4. Materiales.....	45
3.5. Procedimientos.....	46
3.5.1. Proceso de recolección de datos .....	46
3.5.2. Metodología para el cálculo biométrico de las plantaciones forestales.....	46
3.6. Procesamiento y análisis de datos .....	49
3.6.1. Métodos de análisis de datos .....	49
<b>CAPÍTULO IV Resultados y Discusiones .....</b>	<b>50</b>
4.1. Cantidad de biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> en las plantaciones forestales de ciprés, eucalipto y keñua,.....	50
4.2. Comparación de las cantidades de CO <sub>2</sub> capturado entre las plantaciones forestales de ciprés, eucalipto y keñua .....	54
4.3. Determinación del modelo del DAP y CO <sub>2</sub> .....	56
<b>CAPÍTULO V Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>62</b>
5.1. Conclusiones .....	62
5.2. Recomendaciones.....	63
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Ubicación taxonómica de la keñua.....	32
Tabla 2. Ubicación taxonómica del ciprés.....	32
Tabla 3. Ubicación taxonómica del eucalipto .....	34
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	44
Tabla 5. Ecuaciones para la estimación de biomasa.....	47
Tabla 6. Biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> en tn/ha, de las plantaciones forestales en Cupressus spp.....	50
Tabla 7. Biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> en tn/ha, de las plantaciones forestales en Eucaliptus globulus .....	52
Tabla 8. Biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> en tn/ha, de las plantaciones forestales en Polylepsis sp.....	53
Tabla 9. Captura de dióxido de carbono en las tres especies forestales del Centro de Producción de Potojani.....	54
Tabla 10. Resumen del modelo de regresión de la especie forestal Cupressus spp. ....	57
Tabla 11. Resumen del modelo de regresión de la especie forestal Eucaliptus globulus....	58
Tabla 12. Resumen del modelo de regresión de la especie forestal Polylepsis sp.....	59

## Índice de Figuras

Figura 1. Medición de diámetro.....	29
Figura 2. CP San Juan de Potojani.....	42
Figura 3. Diagrama de diseño y tipo de investigación.....	43
Figura 4. Cálculo de la medición de altura .....	47
Figura 5. Proceso de recolección de datos de la investigación.....	46
Figura 6. Biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> en tn/ha, en <i>Cupressus spp.</i> “ciprés” .....	51
Figura 7. Biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> en tn/ha, en <i>Eucaliptus globulus</i> “eucalipto”....	52
Figura 8. Biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> en tn/ha, en <i>Polylepis sp.</i> “keñua” .....	53
Figura 9. Relación entre DAP y CO <sub>2</sub> de ciprés.....	57
Figura 10. Relación entre DAP y CO <sub>2</sub> de eucalipto .....	58
Figura 11. Relación entre DAP y CO <sub>2</sub> en keñua.....	59

## Índice de Anexos

Anexo A. Matriz de consistencia.....	73
Anexo B. Marco lógico.....	75
Anexo C. Ficha de observación de campo.....	77
Anexo D. Data de los arboles evaluados en la tres especies forestales .....	80
Anexo E. Panel fotográfico.....	94
Anexo F. Mapa de captura de CO <sub>2</sub> en Eucaliptus globulus.....	97
Anexo G. Mapa de captura de CO <sub>2</sub> en Cupressus spp.....	98
Anexo H. Mapa de captura de CO <sub>2</sub> en Polylepis sp. ....	99

## Lista de símbolos

AFOLU	: Agriculture, Forestry and Other Land Use (Agricultura, Silvicultura y otros usos del Suelo)
CFC's	: Clorofluorcarbonados
CH <sub>4</sub>	: Metano
CMCC	: Convención marco de cambio climático
CMNUCC	: Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático
COP	: Conferencia de las partes de la Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático
CO <sub>2</sub>	: Dióxido de carbono
DAP	: Diámetro a la altura del pecho
DN	: Diámetro normalizado
FAO	: Food and Agriculture Organization (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación)
GEI	: Gases de efecto invernadero
HFCs	: Hidrofluorocarbonos
ICRAF	: International center for research in agroforestry (Centro Internacional para la investigación en Agroforestería)
IPCC	: Intergovernmental panel on climate change (Panel intergubernamental de cambio climático)
LOARSRN	: Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales
MINAM	: Ministerio del Ambiente
NDC	: Nationally determined contributions (Contribuciones Nacionalmente Determinadas)

N<sub>2</sub>O : Monóxido de dinitrógeno  
O<sub>3</sub> : Ozono  
OMM : Organización Meteorológica Mundial  
PFCs : Perfluorocarbonos  
tn/ha : Tonelada por hectárea

## Resumen

Las áreas de bosques alto andinos en la zona altiplánica de la región Puno son escasos, por lo tanto, la captura y estimación de carbono también. El objetivo de este estudio es estimar la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de *Polylepis sp.*, *Cupressus spp* y *Eucaliptus globulus* en el Centro de Producción San Juan de Potojani – Puno para mitigar el cambio climático. Se evaluó de forma descriptiva los valores de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub>, teniendo una hectárea de área de estudio con una muestra de 2500m<sup>2</sup> por especie; para lo cual se utilizó el método no destructivo, calculando con una forcípula el diámetro a la altura del pecho (DAP) y con un clinómetro la altura total por árbol, posteriormente los datos fueron sometidos a ecuaciones exponenciales para estimar la captura de CO<sub>2</sub> en toneladas por hectárea. Los resultados obtenidos indican que el *Cupressus spp* captura 521.94 tnCO<sub>2</sub>/ha y 142.35 tC/ha, el *Eucaliptus globulus* 430.04 tnCO<sub>2</sub>/ha y 117.28 tC/ha, y finalmente la *Polylepis sp* 48.17 tnCO<sub>2</sub>/ha y 13.13 tC/ha. También se confirma que a mayor diámetro más es la biomasa, por lo tanto, hay mayor concentración de carbono y la captura de CO<sub>2</sub> incrementa. Se concluye que la estimación de carbono dependerá de la medida del DAP puesto que el carbono es el 50% de la biomasa estimada y la tendencia es potencial porque los arboles llegan a un punto de madurez donde la capturan CO<sub>2</sub> disminuye.

**Palabras clave:** Biomasa, carbono, *Cupressus spp.*, *Eucaliptus globulus*, *Polylepis sp.*, secuestro de CO<sub>2</sub>, servicio ambiental.

## Abstract

The areas of high Andean forests in the Altiplanic zone of the region are scarce, therefore, carbon capture and estimation as well. The objective of this study is to estimate the capture of CO<sub>2</sub> in the plantations of *Polylepis sp.*, *Cupressus spp* and *Eucalyptus globulus* in Centro de Producción San Juan de Potojani – Puno to mitigate climate change. The descriptive form of biomass, carbon and CO<sub>2</sub> values was evaluated, taking into account a study area with a sample of 2500m<sup>2</sup> per species; the non-destructive method was used, calculating with a caliper the diameter at breast height (DBH) and with a clinometer the total height for tree, while the data were subjected to exponential equations to estimate the capture of CO<sub>2</sub> in tons per hectare. The results indicate that *Cupressus spp* captures 521.94 tnCO<sub>2</sub> / ha and 142.35 tC / ha, *Eucalyptus globulus* 430.04 tnCO<sub>2</sub> / ha and 117.28 tC / ha, and finally *Polylepis sp* 48.17 tnCO<sub>2</sub> / ha and 13.13 tnC / ha. It is also confirmed that the higher concentration of CO<sub>2</sub> and the capture of CO<sub>2</sub> increases. It is concluded that the amount of carbon depends on the measure of WTP since the carbon is 50% of the biomass and the trend is potential because the trees are at a point of maturity where they capture CO<sub>2</sub> emissions.

**Key words:** Biomass, carbon, *Cupressus spp.*, *Eucalyptus globulus*, *Polylepis sp.*, CO<sub>2</sub> sequestration, environmental service.

## **CAPÍTULO I**

### **El Problema**

#### **1.1. Identificación del Problema**

A nivel mundial la incrementación de Gas de efecto invernadero (GEI), hace que la temperatura global del ambiente también incremente. Muchas entidades brindan ideas de como mitigar la emisión de los GEI, pero no todas resultan beneficiosas. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de dinitrógeno (N<sub>2</sub>O), los clorofluorocarbonos (CFC's) y el ozono (O<sub>3</sub>), son los principales GEI. De los cuales el CO<sub>2</sub> es el más importante generado a partir de las actividades humanas (Schlegel, 2001). La biomasa almacena los efectos del CO<sub>2</sub> a través de la fotosíntesis, y el suelo mediante la acumulación de materia orgánica; por lo tanto el principal sumidero de carbono son las técnicas forestales y agroforestales (Montoya, Soto, & Nelson, 1995).

Los bosques alto andinos existentes en la zona altiplánica de la Región Puno son escasos, por lo tanto la captura de carbono es menor y no existen estimaciones de la cantidad de su captura (Maquera, 2017). Por tal motivo es necesario realizar estudios para estimar el CO<sub>2</sub> capturado por los ecosistemas forestales mencionados, disminuyendo así el cambio climático que viene causando estragos en la Región Puno.

Los cambios en la atmosfera pueden reducir la estabilidad y la reserva de carbono orgánico presente en el suelo, la crecida de la susceptibilidad del suelo a la escorrentía y la erosión, y alterar los ciclos del agua, carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y otros elementos,

causando efectos negativos en la productividad de biomasa, la biodiversidad y el medio ambiente (SERFOR, 2016).

Con el propósito de mitigar las emisiones del CO<sub>2</sub> atmosférico, el cual ha estado clasificado como el gas más abundante en la atmosfera con efecto invernadero se ha atribuido este problema a la cobertura vegetal presente en los ecosistemas forestales, sistemas agroforestales como formas viables de compensación de los daños causados por la acumulación de este gas, encargado de capturar el dióxido de carbono a través de la fotosíntesis y la respiración, y fijarlos en los tejidos vegetales de las plantas. Los bosques son los almacenes más importantes del mundo (Jandl, 2001). El Perú es uno de los 10 países con mayor cobertura forestal en el mundo y el segundo en Latinoamérica después de Brasil (SERFOR, 2016) Aproximadamente el 90% de la biomasa acumulada en la tierra se encuentra en los bosques en forma de fustes, ramas, hojas, raíces y materia orgánica.

El Centro de Producción San Juan de Potojani (CPSJP) ubicado en el distrito de Chucuito que pertenece al Gobierno Regional de Puno está compuesto por diferentes especies forestales entre ellas *Polylepis sp.*, *Cupressus spp.* y *Eucaliptus globulus*; que vienen capturando CO<sub>2</sub>, pero se desconoce datos sobre la especie que mejor captura CO<sub>2</sub>; por el cual se hace necesario esta investigación para conocer que especie forestal captura mejor el CO<sub>2</sub>. El CPSJP promociona diversos plantones que tiene a su disposición a todas las provincias del Departamento de Puno, entonces al tener una estimación correcta el CPSJP promocionaría más a la especie forestal que mejor captura el CO<sub>2</sub>. Así el CO<sub>2</sub> que es el principal GEI se tendría capturado y se controlaría los posibles efectos en la atmosfera, reduciendo el calentamiento global.

## 1.2. Justificación

El acelerado aumento de los GEI conlleva a una preocupación mundial por mitigar las consecuencias de estos, dando parte a una política internacional conducente a comprender los procesos de generación y absorción de ellos, permitiendo reconocer la importancia de los ecosistemas terrestres; particularmente el rol fundamental que tiene la vegetación para captar el dióxido de carbono atmosférico por medio de la fotosíntesis, para así aminorar concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

Debemos asumir la responsabilidad de nuestras emisiones, como reembolso de los servicios ambientales de provisión, soporte y regulación que ofrece el bosque, como el equilibrio del ciclo hidrológico, la obtención de madera y productos derivados entre otros; los bosques cumplen un papel principal en el ciclo del carbono, porque almacena grandes cantidades de carbono en la vegetación y el suelo (Brown & Lugo, 1984).

La estimación de la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones son netas, ya que se trata de árboles jóvenes que están siempre creciendo, acumulando carbono en su biomasa; cuando el crecimiento comienza a declinar, los árboles son cosechados y reemplazados por árboles nuevos. Se estima que las plantaciones forestales. A nivel global tienen un potencial de captura de carbono de 913 petagramo, que se podría alcanzar hacia el año 2100 (Van Minen, Strengers, Elickhout, & Swart, 2008).

Sin embargo, la efectividad de la captura de carbono a través de las plantaciones puede variar considerablemente dependiendo de factores tales como la especie, calidad del sitio y el manejo empleado (Prado, 2015). Esto da importancia a la investigación para la comparación entre especies en la captación de dióxido de carbono atmosférico por medios

de la estimación de la biomasa, y así conocer la especie que mayor captura el dióxido de carbono.

El uso de especies forestales constituye un gran potencial y una mejor opción para mitigar las emisiones antes mencionadas, pero se debe conocer la variabilidad de captura entre especies; es por ello que se hace esta investigación, ya que esto permitirá reconocer la importancia de las plantaciones forestales de *Polylepis sp.*, *Cupressus spp.* y *Eucaliptus globulus* en el Centro de Producción San Juan de Potojani del departamento de Puno – Región Puno.

### **1.3. Presuposición Filosófica**

El plan de Dios en el inicio de los tiempos de toda la Creación fue proporcionar al hombre un ambiente sano, productivo, tranquilo y sin algún mal. Sin embargo, una vez que el pecado ingresó en la tierra, la Creación más perfecta de Dios se destrozó y debido a la indisciplina del hombre, Dios maldijo la tierra y permitió que el hombre intervenga sobre ella (Génesis 3:17 y 18 RVR60).

Así también, en la creación “Tomó, pues Dios al hombre y lo puso en el jardín de Edén para que lo labrara y lo cuidase” (Génesis 25:15 RVR60), Dios confió su mayor creación al hombre para que pueda aprovechar sus recursos sustentablemente; y no para que lo destroce, si no para que cuidara a toda costa el regalo máspreciado. Dios es el creador de toda la vida, del agua, aire, suelo, vegetación, animales, del hombre y todo lo que existe sobre ella. Todo esto Él creó para el sustento del ser humano, para abastecernos con los recursos necesarios y poder subsistir. Es así que el hombre debe cuidar la tierra.

El hombre quedo como el administrador de la tierra, pero no supo cuidarla de forma correcta y “la tierra fue contaminada; y yo visité su maldad sobre ella, y la tierra vomitó sus moradores” (Levítico 18:25 RVR60). Es así que el hombre acabo con la maravilla que era la tierra ahora el suelo, el aire y el agua son contaminados con metales pesados provenientes de los distintos tipos de industrias. El hombre está destruyendo poco a poco el lugar que Dios brindo para que puedan vivir en bienestar, entonces llegara el día cuando ya no exista ningún lugar que pueda ser habitado por el hombre y todos perecerán lo que causaron en toda su vida.

El suelo está consternado por no haber lluvia en la tierra. Confusos anda el hombre por no entender el clima con cambios bruscos de temperaturas elevadas, lluvias, granizos, tornados, truenos y otros. “Y los asnos monteses se ponían en las alturas, aspiraban el viento como chacales; sus ojos se ofuscaron porque no había hierba” (Jeremías 14:4-6 RVR60), ya la tierra se deteriora a pasos acelerados por diversos factores de contaminación, sobre todo por el uso de fertilizantes en tiempo de cosecha.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Estimar la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de *Polylepis sp.*, *Cupressus spp.* y *Eucaliptus globulus* en el Centro de Producción San Juan de Potojani – Puno, para mitigar el cambio climático.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Calcular la biomasa y el Carbono capturado en plantaciones forestales de *Polylepis sp.*, *Cupressus spp.* y *Eucaliptus globulus*.

- Comparar la cantidad de captura de CO<sub>2</sub> entre plantaciones forestales de *Polylepis sp.*, *Cupressus spp.* y *Eucaliptus globulus*.
- Determinar el modelo del DAP y CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de *Polylepis sp.*, *Cupressus spp.* y *Eucaliptus globulus*.

## CAPÍTULO II

### Revisión de Literatura

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Calderón y Lozada (2010), cuantifican la cantidad de biomasa y carbono almacenado en plantaciones forestales de diferentes edades. La cantidad de carbono capturado en sus plantaciones fue de 0.0879 tn/ha, 0.281 tn/ha, 10.89 tn/ha, 20.55 tn/ha a los 2, 4, 8 y 17 años de edad respectivamente en la especie *Polylepis incana* y 0.00869 tn/ha, 0.0592 tn/ha, 0.18 tn/ha a los 2, 4 y 8 años de edad respectivamente en la especie *Polylepis reticulata*. En relación de biomasa el componente aéreo prevalece sobre el componente subterráneo, los modelos alométricos que mejor se acomodaron presentaron altos coeficientes de R<sup>2</sup> siendo 0.978 y 0.987 para *P. incana* y *P. reticulata* respectivamente.

Chimbo (2006), estima la biomasa en el Bosque de Aguarongo mediante el método no destructivo, en una especie nativa y en dos introducidas siendo *Hespermoles Ferruginea*, *Eucalyptus* y *Pinus* respectivamente. Usando el análisis alométrico determinaron la concentración de CO<sub>2</sub> en el *Eucalyptus* fue 0.90 tn/spp, en la especie forestal *Pinus* fue 0.60 tn/spp y en la especie nativa *Hesperomeles* la captura fue de 0.10 tn/spp. En cálculos de biomasa forestal mostraron 0.10 tn/spp para la especie nativa, 0.3 tn/spp para el *Pinus* y 0.55 para el *Eucalyptus*.

Rodríguez y otros (2016), estiman la biomasa y el carbono en bosques de pino (*Pinus maximinoii*), encino (*Quercus rugosa*), roble (*Quercus robur*) y ocote (*Pinus patula*), en 11 ejidos de la región Frailesca de Chiapa, se seleccionaron 22 parcelas de 500 m<sup>2</sup> (dos por cada ejido); en las que se determinaron la altura (H), la edad (años) y el diámetro normalizado (DN) de 358 árboles. Se ajustaron ecuaciones de regresión entre la biomasa acumulada (BMt) y la edad de cada árbol. La mayor acumulación, tanto de biomasa como de carbono, se produjo en los bosques de pino y la menor en los de roble, debido a su estado fisiológico determinado por la menor edad del arbolado. Los bosques de pino registraron un almacén de 158 Mg ha<sup>-1</sup>, seguido del encino con 117 Mg ha<sup>-1</sup>. La especie que menos carbono almacenó fue el roble con 5.9 Mg ha<sup>-1</sup>. De los sitios estudiados, los bosques del ejido “24 de Febrero” presentaron mayor captura potencial de carbono.

Paéz (2014), estima la biomasa forestal y capacidad de captura de carbono de las especies forestales *Weinmannia tomentosa* y *Myrcianthes sp.*, en la vereda Barón Germania – Tunja – Boyacá, la cual tiene consideró una extensión aproximada de 240ha, seleccionando 4 unidades de muestreo de 20m x 50m (0.1 ha), levantando un inventario forestal y recolectó muestras forestales necesarias, aplicó el método indirecto; llegando a obtener 44,344.6 Kg de biomasa aérea total para las 4 parcelas de 0,1 ha., obteniendo un resultado de 55,45 tn/C/ha y 2013.5 tn/CO<sub>2</sub>. Según su capacidad de captura de carbono determinó especies de mayor relevancia a *Weinmannia tomentosa* y *Myrcianthes sp.*, resaltándolas como especies reguladoras y dinamizadoras de ese ecosistema.

Acosta y otros (2001) Determinaron la cantidad de carbono que se encuentra almacenado en la parte aérea de los ecosistemas con vegetación forestal y vegetación pastizal en terrenos de ladera localizados en 3 regiones de la Sierra Norte de Estado de Oaxaca,

estableciendo 5 parcelas de muestreo de 100m<sup>2</sup> (4x25m), en estas parcelas midieron la biomasa en diferentes depósitos como hojarasca o mantillo, hierbas-arbustos (incluyendo árboles <2.5cm de diámetro). Determinando que el sistema que mayor carbono almacena fue el bosque de liquidámbar, el bosque de encin y un *acahual* de aproximadamente 10 años; con 103,51 y 33 Mg/ha, respectivamente. Los sistemas de menos carbono fueron las praderas y un *acahual* de 2 años, con 7.8 y 14 Mg/ha, respectivamente.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Fuentes y García (2013), evalúa el carbono en especies forestales *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” del Centro de Producción de Investigación Pabloyacu, Moyobamba”; con el método indirecto para la estimación. El carbono cuantificado en el sector uno para la especie *Myrcia sp.* fue 8.15 tn/ha y la especie *Manilkara sp.* fue 25.89 tn/ha; en el sector dos la especie *Manilkara sp.* registró 25.21 tn/ha, y la especie *Myrcia sp.* registró 5.57 tn/ha; el carbono capturado por las dos especies fue 16.48 tn/ha, siendo la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” la que capturó mayor cantidad de carbono con un promedio de 26.05 tn/ha; de su comparación del DAP con el carbono capturado definieron que hubo una relación directa, es decir si uno aumenta el otro también.

Morales (2015), evaluó las poblaciones de *Polylepis rugulosa* y su eficiencia en la captura de CO<sub>2</sub> en la provincia de Tarata, Tacna; su área de estudio fue de 25 x 20 m. El método utilizado fue indirecto con las medias del DAP, altura y algunos cálculos. Dando como resultado que la especie de *Polylepis rugulosa* en un área de 453 km<sup>2</sup> la capacidad de captación de CO<sub>2</sub> es de 31 387,6 tn de CO<sub>2</sub>/ha/año y sus densidades poblacionales son variables. La regeneración natural predomina los matízales con 116 individuos (50,2 %) y con menor cantidad los individuos adultos con 28 individuos (12,2 %).

Fluker y Sánchez (2016), con el fin de mitigar emisiones de gases de efecto invernadero mediante la captura de carbono en un sistema silvopastoril con aliso (*alnus acumuminata*), en el distrito de Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas; su área de estudio fue de 1.67 ha. Su investigación realizada con 12 alisos (edad promedio: 6 años), usando el método destructivo obteniendo una biomasa aérea de 9.45 tn/ha, 0.01398 tn/ha en pasto, y hojarasca con 0.00602 tn/ha.; y una biomasa vegetal con 3.95 tn/ha. Tuvo un coeficiente de determinación del 0.911 en su modelo alométrico lineal, indicando la cantidad de carbono en un 91.1% expresado por el DAP. Finalmente, la estimación de carbono en el sistema silvopastoril fue 3.955 tn/ha.

Sarca (2017), estima el stock de carbono (tnC) en el bosque de *Polylepis* del Pichu Pichu - Arequipa obteniendo también la valoración económica del servicio ecosistémico en cuestión y construye una ecuación alométricas para *Polylepis rugulosa*. Con en el manual de construcción de ecuaciones alométricas, encontraron que el modelo potencial:  $B = 0.16496 [A + D]^{2.667785}$  explica mejor la relación entre biomasa del árbol y las variables dasométricas correspondientes, así también estimaron que el bosque posee un stock de carbono de 140 485.436 tnC y el valor económico del servicio ecosistémico es de 5 326 259.87 €. A partir de lo anterior concluyeron que es necesario implementar proyectos, programas y/o políticas de conservación y gestión sostenible del bosque de Arequipa.

Saldaña (2017), estima la captura de carbono de *Prosopis pallida* en el bosque la Calerita - Chiclayo para contribuir al desarrollo sustentable del distrito Tumán. Delimita dos parcelas, ambas de 400 m<sup>2</sup> (20m x 20m), en las cuales realiza un inventario forestal, seguido de un monitoreo constante durante 8 semanas, mediante una guía de observación, para registrar las ocurrencias que darían lugar a disminución del número de árboles y por ende

del CO<sub>2</sub> capturado en las parcelas, aplicaron el método indirecto de medición de biomasa fresca. Concluyeron la investigación aceptando la hipótesis de que se puede contribuir al desarrollo sustentable en el distrito de Tután, mediante la estimación de la captura de carbono y las capacitaciones.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Actualmente, la región de Puno cuenta con escasa información del potencial de captura de CO<sub>2</sub> de especies forestales y nativas, puesto que es un tema nuevo que recién se está tomando como línea de investigación.

Maquera (2017), determina la captura de carbono en los rodales de eucalipto, ciprés y pino del CIP Camacani, en el distrito de Platería - Puno compuesto por diferentes especies forestales dando a conocer que la producción de biomasa del eucalipto, pino y ciprés fue de 2 411.82 tn, 869.90 tn y 473.22 tn respectivamente; reuniendo un total de 3 754.94 tn de biomasa aérea. En cuanto al carbono el que mayor captura fue el eucalipto con 1 260.55 tn de C seguido por el pino con 489.48 tn de C y para el ciprés con 320.25 tn de C; reuniendo un total de 2 070.28 tn de C capturado en todo el bosque; logrando una captura en tn de C/ha/año por especie de 3.88 tn C/ha/año, 2.12 tnC/ha/año y 5.24 tnC/ha/año para el eucalipto, ciprés y pino respectivamente.

Flores (2008), realizó una investigación en el Centro de Investigación y Producción Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en el distrito de Paucarcolla. El objetivo principal era la captura de CO<sub>2</sub> en la Chillihua. El área de estudio que tomo fue dos sitios Chiji Moco pampa y Quello Circa pampa. Los tratamientos que evaluó son tres tamaños (grande, mediano y pequeño) y tres componentes (hojas, tallos y raíces); el método utilizado fue el destructivo y separación manual por peso. Los resultados mostraron que la

captura para Chiji Moco pampa fue 7.70 tnCO<sub>2</sub>/ha y para el sitio de Quello Circa pampa fue 10.78 tnCO<sub>2</sub>/ha; además cabe indicar que el componente de mayor contenido de carbono es el tallo seguido de la hoja y raíz. También se evaluaron la densidad, biomasa y carbono.

## **2.2. Revisión de Literatura**

### **2.2.1. Carbono en las plantas**

Se representa por los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, el tallo, los desechos, los productos y el humus, se reincorporan al ciclo por descomposición y/o quema de biomasa forestal. Los bosques del mundo absorben 110 tn/C/año, mientras que mediante la respiración emiten 55 tn/C año y por medio de la descomposición emiten de 54 a 55 tn/C año (Rügnitz, Chacón, & Porro, 2009).

### **2.2.2. Métodos de medición de carbono**

Para evaluar la biomasa aérea se puede emplear dos métodos: El primero “método directo o destructivo” y el segundo “método indirecto”. El método que usaremos es el indirecto, porque no se pretende interferir en la planta o degradarla.

- **Método Directo o destructivo**

Consiste en relacionar mediante una ecuación de regresión y/o funciones matemáticas la biomasa (peso total seco) y variables de fácil medición como el diámetro, altura total, entre otras que se registran mediante inventarios forestales (Calderón & Lozada, 2010).

Este método directo tiene como desventajas el alto costo de su aplicación, dificultad en la extracción del componente subterráneo y la destrucción de una cantidad significativa

de ejemplares de la planta para obtener mejores resultados (Alvarez, 2008). Sin embargo, es el más preciso para la estimación de la biomasa aérea (Calderón & Lozada, 2010).

- **Método indirecto**

El siguiente método es el que se usará para la investigación; el método indirecto consiste en manejar ecuaciones o factores de expansión que permitan articular algunas dimensiones básicas obtenidas en las plantaciones (diámetro, altura, diámetro de copa) y en inventarios forestales con características de utilidad como el volumen y/o densidad de la madera, de modo que no sea obligatorio medir estas últimas para obtener la biomasa total del árbol (Torres, 2011). Estas ecuaciones son generadas por medio de una estrategia estadística denominada análisis de regresión y se lo utiliza cuando los árboles tienen dimensiones estrechamente grandes que es lo habitual en bosques naturales (Schlegel, 2001).

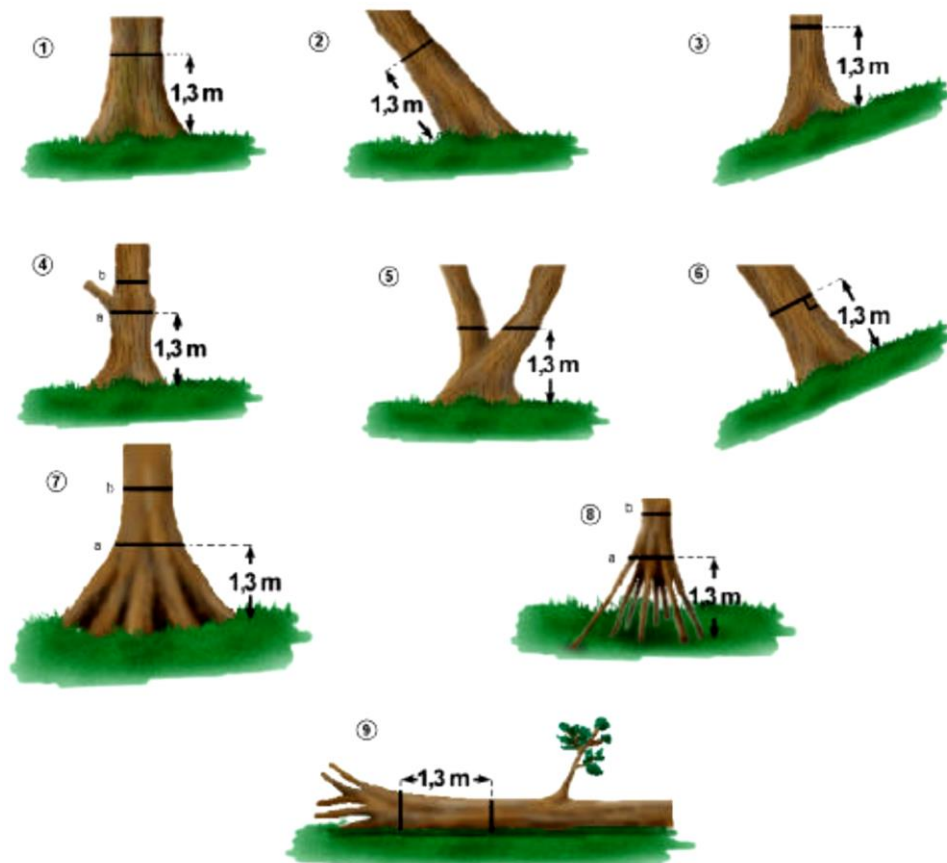


Figura 1. Medición de diámetro.

En las situaciones 4, 7 y 8 la posición (b) es considerada correcta para medir el diámetro. Fuente: (Schlegel et al. 2001).

## 2.3. Marco Conceptual

### 2.3.1. Generalidades sobre bosques andinos

En América Latina se identifican los Bosques Andinos como ecosistemas boscosos de montaña con un rango de elevación que va de los 1.000 msnm a la línea superior del bosque. Están caracterizados por su alta diversidad y endemismo y parte de su importancia radica en los servicios ecosistémicos que prestan, como el abastecimiento de agua, la fertilidad de los suelos, el almacenamiento de carbono, entre otros.

Los Bosques Andinos son sensibles y se reducen rápidamente debido a fenómenos como el cambio climático, la deforestación y la degradación por la intervención del hombre, como resultado, también, de la conversión de los bosques a tierras agrícolas, pastizales o su disposición para la ejecución de actividades mineras; así como la alta tasa de incendios forestales en los Bosques Andinos secos (en Perú, Chile y Bolivia). Lo anterior, hace que los bosques no solamente estén altamente fragmentados, sino que la degradación de las funciones ambientales esté afectando la vida de más de 60 millones de personas en los países andinos, tanto en las zonas rurales como las urbanas que dependen de los servicios y bienes que los bosques proveen (Sabogal, Besacier, & McGuire, 2015).

Los reportes nacionales para la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FAO, 2015) indican que los Bosques Andinos (ceja andina, montanos altos, montanos y montanos bajos de las vertientes interandinas, occidentales y orientales de los Andes) representan aproximadamente el 24,9% de los bosques en Colombia, el 31,98% en Ecuador, el 27,76% en Perú y el 20% en Bolivia.

### **Funciones de los bosques andinos en relación al agua y suelo**

Enfocándonos solo en los componentes agua y suelo de los bosques andinos evidenciamos diferentes temas entorno a estos componentes como son: el rendimiento hídrico, regulación hídrica, impacto de la lluvia, reduciendo la erosión y los peligros de deslizamientos, se conoce que en periodos de lluvia los bosques y sus suelos ricos en materia orgánica regulan los caudales almacenando agua en el sub suelo, para así contribuir al caudal de base y reduciendo caudales máximos. También tienen mayor rendimiento hídrico puesto que se encuentran en mayor altitud, porque a mayor altitud, mayor precipitación. Otra función es la protección del suelo pocos profundos y suelos en laderas con pendientes

elevadas. La materia orgánica acumulada por el follaje, hojarasca protegen al suelo contra impactos directos de precipitación y viento; las raíces estabilizan el suelo (Doornbos, 2015).

### **Los bosques andinos en relación al carbono y potencial de mitigación**

Las mayores reservas de carbono se encuentran en los bosques andinos, el páramo y humedales. Su mayor reserva de carbono de los bosques andinos es en el suelo, y es mayor que los bosques amazónicos. El impacto que tiene el cambio climático a estos bosques pone en riesgo la captura de carbono.

#### **2.3.2. Generalidades sobre la keñua (*polylepis sp*)**

**Origen:** “El género *Polylepis* pertenece a la tribu Sanguisorbeae de la familia Rosaceae, que se caracteriza por una polinización anemófila y por sus frutos secos. *Polylepis* incluye entre 15 y 28 especies” (Kessler M. , 2006).

**Distribución Geográfica de Keñua (*Polylepis sp*):** La riqueza específica del género *Polylepis* para el Perú, es difícil de precisar. Existen de 10 a 14 especies según la revisión de Mendoza y Cano (2011). (Mendoza & Cano, 2011).

En una revisión reciente para el Perú, se establecieron 19 especies la riqueza específica del género *Polylepis*, el presente reporte es parte de este estudio y brindar información sobre la distribución de la diversidad específica del género *Polylepis* para el Perú (Mendoza, 2010).

## Taxonomía:

Tabla 1.  
*Ubicación taxonómica de la keñua*

<b>Especie</b>	<b>Keñua</b>
Tribu	Sanguisorbeae
Familia	Rosaceae
Nombre científico	<i>Polylepis sp</i>
Nombre común	keñua lampaya

Fuente: (Kessler M. , 2006)

### 2.3.3. Generalidades sobre el ciprés (*cupressus spp.*)

**Origen:** Desde Arizona, EE. UU., México en el estado de Veracruz; Guatemala y Nicaragua. Aparecen en las regiones montañosas; entre 1,500 y 3,000 msnm. En el Perú esta especie crece entre 1500 y 3950 msnm (Rojas & Torres, 2015).

## Taxonomía:

Tabla 2.  
*Ubicación taxonómica del ciprés*

<b>Especie</b>	<b>Ciprés</b>
Reino	Plantae
División	Pinophyta
Clase	Pinopsida
Orden	Pinales
Familia	Cupressaceae
Género	<i>Cupressus</i>
Especie	<i>Cupressus spp.</i>

Fuente: (Rojas & Torres, 2015)

**Características:** En el Perú, desarrollan casi perfectamente con precipitaciones desde 600 a 1000 mm, en condiciones de humedad atmosférica relativamente húmedos, sobre suelos que mantienen humedad durante 5 a 6 meses, suelos arenosos, húmedos, a veces sometidos a erosión. No Toleran zonas inundadas, en cuanto a su temperatura el clima óptimo es de 12 a 20°C en promedio, pero pueden resistir temperaturas absolutas extremas de -5 a 24°C, aproximadamente; las plantitas no resisten heladas. Producen semillas de 140000 a 150000 por kg normalmente, las semillas de ciprés tienen una capacidad germinativa baja, las semillas germinan mejor después de una estratificación durante 30 días en arena húmeda (Rojas & Torres, 2015).

#### **2.3.4. Generalidades sobre el eucalipto (*Eucalyptus globulus*)**

**Origen:** En el continente australiano la gran mayoría especies y subespecies son endémicas y algunas especies se presentan en varias de las islas en la parte oriental del archipiélago indonesio como en Timor, las Islas Menores de la Sonda, Flores y Wetar. El *Eucalyptus deglupta*, sigue la línea de los volcanes activos, que ocupa desde Nueva Guinea a través de Sulawesi (Célebes) y las Molucas, al norte, hasta la isla de Mindanao en las Filipinas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO, 1981).

## Taxonomía:

Tabla 3.  
*Ubicación taxonómica del eucalipto*

<b>Especie</b>	<b>Eucalipto</b>
Orden	Angiospermas
Familia	Mirthaceae
Género	Latifoliadas
Especie	Globulus labill
Nombre científico	<i>Eucaliptus globulus</i> Labill
Nombre común	eucalipto

Fuente: (Reynel, 1988).

### 2.3.5. Generalidades sobre biomasa

Biomasa incluye toda la materia viva, o cuyo origen sea la materia viva, que existe en un instante de tiempo en la Tierra. La energía que se puede obtener de la biomasa proviene de la luz solar, la cual, gracias al proceso de fotosíntesis, se aprovecha por las plantas verdes y se transforma en energía que queda acumulada en el interior de sus células. Esta energía puede traspasarse por la cadena alimentaria al reino animal (López, 2002).

Los agro ecosistemas acumulan carbono en cuatro grandes componentes: biomasa aérea (o biomasa sobre el suelo), hojarasca, sistema radical y carbono orgánico del suelo. Durante el tiempo en que el CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> fluye para regresar al ciclo del carbono (AFOLU, 2005).

### **2.3.6. Generalidades sobre carbono**

**El carbono:** El contenido de carbono en la vegetación es el almacenado en la biomasa por efecto de su incorporación durante la fotosíntesis, por lo tanto, la cantidad de carbono almacenado es proporcional a su biomasa (Aguaron & McPherson, 2012).

#### **Ciclo biológico del carbono:**

El ciclo del carbono comienza con la unión del anhídrido carbónico aéreo a través de los procesos de la fotosíntesis realizada por las plantas y ciertos microorganismos. Una porción del carbohidrato es consumida para suministra energía a las plantas y otra porción es consumida por los animales, que igualmente respiran y liberan anhídrido carbónico. Las plantas y los animales mueren y posteriormente son descompuestos por microorganismos, resultando oxidar el carbono de sus tejidos en anhídrido carbónico y en consecuencia volver a la atmosfera (AFOLU, 2005).

### **2.3.7. Generalidades sobre el CO<sub>2</sub>**

#### **Relación biomasa, carbono y dióxido de carbono**

El registro de biomasa cuantifica el stock de carbono en diferentes depósitos presentes en distintos usos de ecosistemas, permitiendo así calcular el impacto de una investigación en la captura del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) vigente en el ambiente, por medio de su unión en la biomasa existente.

La relación de una tonelada de carbono equivale a 3,67 toneladas (t) de CO<sub>2</sub> (derivado del uso de los pesos moleculares del carbono y del CO<sub>2</sub>, de 12/44). Para conocer el monto de CO<sub>2</sub> despedido o almacenado a partir de la cantidad de carbono de un determinado

almacén, se debe multiplicar ésta por 3,67. A su vez, una tonelada de biomasa forestal posee poco más o menos 0,5 toneladas de carbono (Rügnitz, Chacón, & Porro, 2009).

### **Fotosíntesis**

La fotosíntesis es un proceso de anabolismo autótrofo (físico-químico) por el cual las plantas, las algas y las bacterias fotosintéticas sintetizan compuestos orgánicos utilizando energía de la luz solar. Constituye no sólo la forma de nutrición del reino vegetal sino por la base de la alimentación de todas las cadenas tróficas. Consta de dos fases: una luminosa y otra oscura. En ellas se produce la transformación no sólo de materia inorgánica en orgánica, sino también de energía luminosa en energía química de enlace (Ocampo, 2014).

En plantas y algas mediante el proceso se libera oxígeno molecular, usando el CO<sub>2</sub> atmosférico para sintetizar los compuestos orgánicos, este proceso es conocido como fotosíntesis oxigénica (Calderón & Lozada, 2010).

### **Captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

Se denomina captura de carbono al almacenamiento del CO<sub>2</sub> de la atmósfera en la tierra, a través del proceso de fotosíntesis, los bosques absorben CO<sub>2</sub> de la atmósfera a medida que crecen, almacenando grandes cantidades de carbono en la biomasa de sus hojas, ramas, tallos y raíces mientras que liberan oxígeno hacia la atmósfera (Rügnitz, Chacón, & Porro, 2009).

Los océanos y los bosques son los principales sumideros de carbono, es decir, pueden absorber la mitad del CO<sub>2</sub> emitido por la actividad humana (Organización Meteorológica Mundial OMM, 2013).

## **2.4. Marco Legal**

El Perú viene elaborando proyectos que disminuyen la emisión de gases, contribuyendo a reducir el efecto invernadero que causa el calentamiento global. Es así que la siguiente investigación también pretende contribuir con la reducción de este efecto, dando a conocer que especie captura mayor cantidad de CO<sub>2</sub> para que puedan plantar los lugareños.

- **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Río de Janeiro en el año 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994, con el objeto de lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

- **COP 23**

La COP explica los avances que se dieron en las negociaciones que buscan implementar el Acuerdo de París. Hay progreso en el denominado Diálogo de Talanoa para que los compromisos climáticos sean más ambiciosos y para la ejecución de la acción pre 2020.

Perú llegó a la COP23 con el mensaje: “Ya estamos trabajando en la implementación de nuestra NDC”. Se han establecido 51 acciones en adaptación y mitigación con sus debidos presupuestos. El Grupo Técnico Multisectorial de Cambio Climático continuará trabajando los siguientes meses para determinar cuáles son las brechas que quedan para poder cumplir el compromiso asumido por el país (reducir 30% de emisiones al 2030, 10% condicionada a apoyo financiero adicional). Además, la Ley de Cambio Climático, que será aprobada este

año, fortalecerá la institucionalidad para el cumplimiento de los compromisos sectoriales que pasarán a ser obligatorios.

- **Protocolo de Kioto**

El Protocolo de Kioto firmado en diciembre de 1997, que es el protocolo más importante hasta la fecha, incluye límites legalmente vinculantes para las emisiones de GEI de los países industrializados (países incluidos en el Anexo I del Protocolo). Aunque los límites para cada país son diferentes, el protocolo compromete a los países industrializados a reducir en conjunto las emisiones de GEI en 5% bajo de los niveles del 1990 (el año base), durante el período comprendido entre los años 2008 a 2012. Las metas de reducción cubren los seis principales gases de Efecto Invernadero: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre. Algunas actividades en el sector del cambio en el uso del suelo y silvicultura, tales como la deforestación y reforestación, que emiten o absorben dióxido de carbono de la atmósfera, también son incluidas.

- **Bonos de Carbono**

Los bonos de carbono son un mecanismo de descontaminación que busca reducir las emisiones de gases contaminantes causantes del calentamiento global o efecto invernadero y es uno de los tres mecanismos propuestos en el Protocolo de Kyoto. El Perú respecto a los bonos de carbono viene realizando proyectos; ya que este sistema ofrece incentivos económicos para que empresas privadas contribuyan a la mejora del sistema operativo de la calidad ambiental y se consiga regular la emisión generada por sus procesos productivos,

considerando el derecho a emitir CO<sub>2</sub> como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado.

- **Ley N° 30754 - Ley marco sobre cambio climático**

La Ley Marco sobre Cambio Climático tiene por objeto establecer los principios, enfoques y disposiciones generales para coordinar, articular, diseñar, ejecutar, reportar, monitorear, evaluar y difundir las políticas públicas para la gestión integral, participativa y transparente de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, a fin de reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático, aprovechar las oportunidades del crecimiento bajo en carbono y cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el Estado ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, con enfoque intergeneracional.

- **Ley N° 26821 – Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de recursos naturales**

La Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (LOASRN), Ley N° 26821, desarrolla este mandato constitucional y determina las formas por las cuales los privados pueden acceder a los recursos naturales. El artículo 3 de esta Ley establece las condiciones para que un componente de la naturaleza sea considerado recurso natural.

- **Ley forestal y de fauna silvestre**

Ley Forestal y de Fauna Silvestre vigente, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2001-AG, indica que los servicios ambientales del bosque, los que tienen por objeto la protección del suelo, regulación del agua, conservación de la diversidad biológica,

conservación de ecosistemas y de la belleza escénica, absorción de dióxido de carbono y en general el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales

## CAPÍTULO III

### Materiales y Métodos

#### 3.1. Delimitación geográfica y temporal

##### 3.1.1. Lugar de ejecución

El área de estudio se encuentra ubicada en el Centro de Producción San Juan de Potojani, Distrito de Chucuito, Provincia de Puno, Departamento de Puno, a 30 minutos del desvío Camata de la carretera Puno – Acora, tiene 379000 m<sup>2</sup> (37ha); el cual comprende en mayor cantidad de *Eucaliptus globulus* de diferentes edades y en menor cantidad *Cupressus spp.* y *Polylepis sp.*

El CP San Juan de Potojani tiene las siguientes coordenadas:

Este (X)	: 405153
Norte (Y)	: 8237412
Hemisferio	: Sur
Zona	: 19
DATUM	: WGS 84



*Figura 2.* CP San Juan de Potojani.  
Fuente: Google Earth Pro.

### **3.1.2. Población**

Plantaciones forestales del Centro de Producción San Juan de Potojani

### **3.1.3. Características de la muestra**

La muestra estará representada por parcelas de 2500m<sup>2</sup> (50x50m) esta área se consideró para plantaciones de poca densidad. El tamaño de la muestra representa un equilibrio entre la exactitud, la precisión y el tiempo (costo) de la medición (Rügnitz, Chacón, & Porro, 2009).

### 3.2. Diseño y tipo de investigación

El diseño de investigación fue correlacional porque se buscó analizar una variable dependiente y varias variables independientes, como es que la cantidad de CO<sub>2</sub> depende del DAP, biomasa, cantidad de carbono, y fue descriptivo porque se describió las diferencias de las características del fuste de cada plantación. Es una investigación de tipo no experimental porque no se modificó ninguna variable y fue en un solo tiempo.

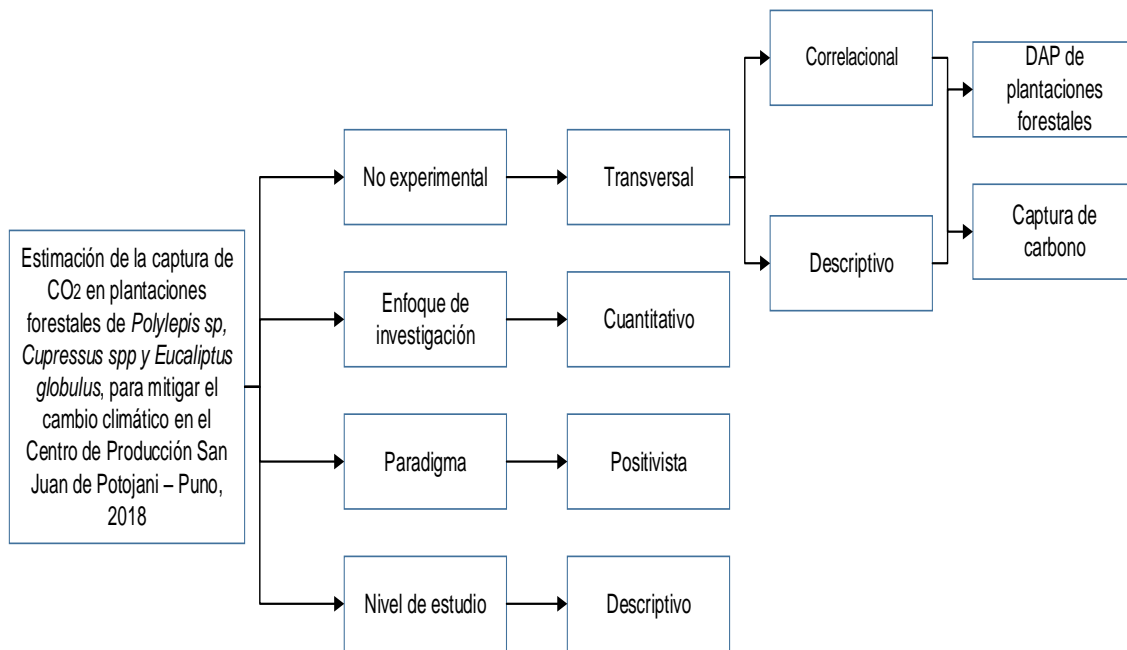


Figura 3. Diagrama de diseño y tipo de investigación.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Variables de la investigación

#### 3.3.1. Definición conceptual de las Variables

**Independiente:** Captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

El carbono almacenado es una medida del flujo dinámico del crecimiento anual de la biomasa. La captura de CO<sub>2</sub> atmosférico es a través de la fotosíntesis y se almacenan en su estructura y debido a la respiración de las plantas se libera O<sub>2</sub> según datos de la FAO 2006.

**Dependiente:** Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Diámetro a la Altura del Pecho en los árboles en pie, normalmente se mide a 1.3 m sobre el nivel del suelo.

### 3.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 4.  
*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensión	Indicadores	Escala	Método – instrumento
<b>Captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de <i>Polylepis sp</i>, <i>Cupressus spp</i> y <i>Eucaliptus globulus</i>, para mitigar el cambio climático</b>	Inventario	- Número de árboles en las parcelas	Unidad	- Huincha
		- Diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada árbol	Metros	- Forcípula
		- Altura de cada Especie	Metros	- Clinómetro

---

Captura de CO <sub>2</sub>	- Materia seca por árbol	Kg	- Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa, Chave, y otros (2005)
	- Carbono capturado por cada árbol	Kg	- Cálculo de Carbono Capturado en la Biomasa (Saldaña, 2017)
	- Carbono estimadas por parcela.		- Cálculo del Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) captado (Saldaña, 2017)

---

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Materiales

#### Instrumentos de campo

- Huincha
- Forcípula
- Clinómetro
- Cámara fotográfica
- Matriz de campo
- Spray color blanco suave
- GPS Xtrex Garmin
- Guía de observación

### 3.5. Procedimientos

#### 3.5.1. Proceso de recolección de datos

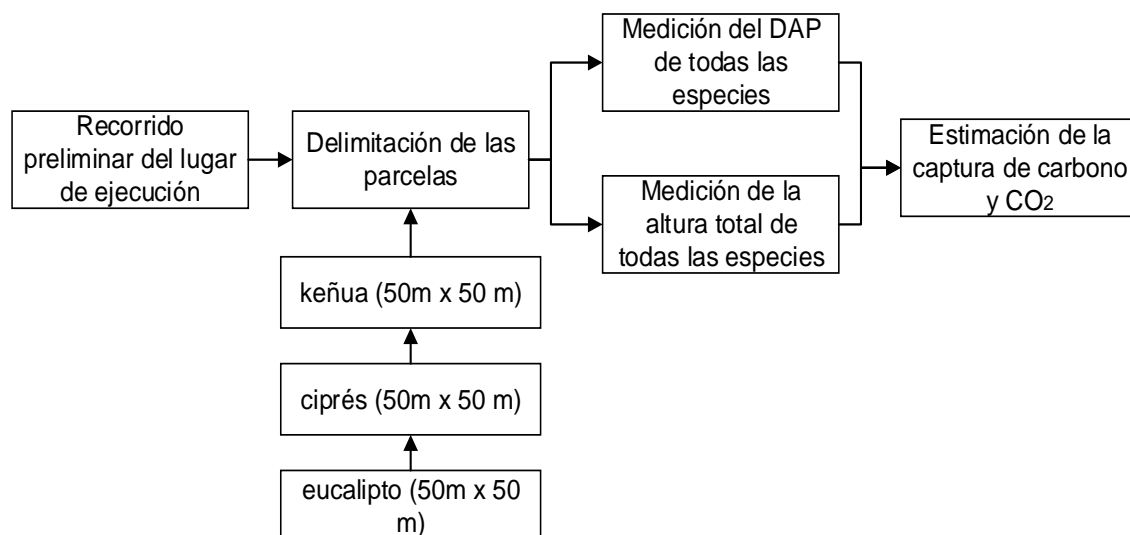


Figura 4. Proceso de recolección de datos de la investigación.

#### 3.5.2. Metodología para el cálculo biométrico de las plantaciones forestales

Se utilizó el método indirecto, para los datos biométricos de las especies en estudio, teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

##### A. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

Este diámetro hallado fue en el tronco del árbol, que se mide a 1.30 m. de altura sobre el nivel del suelo.

##### B. Determinación de la altura total de las especies forestales

Para el cálculo del carbono fue necesario la altura total de las especies, por consiguiente se usó un clinómetro y la fórmula de (Rügnitz, Chacón, & Porro, 2009).

$$HT = (\text{Tan}\alpha * d) + A \dots \dots (1)$$

Donde:

HT= altura total en metros

Tang  $\alpha$  = tangente del ángulo restado de  $90^\circ$

d = distancia en metros

A = altura del piso hasta los ojos

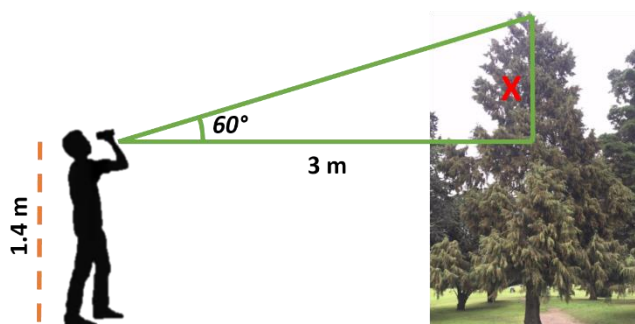


Figura 5. Cálculo de la medición de altura.  
Fuente: Rüginitz, Chacón, & Porro, 2009.

### C. Ecuación para estimar la biomasa

Se estimó la biomasa mediante los datos del DAP y altura total de las plantaciones forestales.

Tabla 5.  
Ecuaciones para la estimación de biomasa

Especie	Ecuación de biomasa
<i>Cupressus spp.</i>	$B = 0.112 * (\rho * DAP^2 * HT)^{0.916^A}$
<i>Eucaliptus globulus</i>	$B = e^{-1.71 + 2.21 * LN(DAP)B}$
<i>Polylepis sp.</i>	$B = 0.069411 * DAP^{2.35996^C}$

Fuente: <sup>A</sup> (Chave, y otros, 2005), <sup>B</sup> (Miranda, 2018) y <sup>C</sup> (Mosquera, 2018)

Donde:

B = Biomasa sobre el suelo en Kg

DAP = diámetro a la altura del pecho en cm

HT = altura total del árbol, en metros.

$\rho$  = densidad de la madera por defecto

- **Cálculo de la biomasa en tn/ha**

$$B \text{ (tn/ha)} = B \text{ (kg/árbol)} * 0.001 * 10 \text{ (10 es por el \% de carbono)}$$

**D. Cálculo de carbono capturado en la biomasa.**

Se calculó el carbono capturado en la biomasa por la especie, se utilizará la siguiente fórmula (Saldaña, 2017):

$$CC = BS * 0.47 \dots (5)$$

Donde:

CC = Carbono capturado

BS = Biomasa fresca

0.47 = Constante de proporción de carbono por convención

**E. Cálculo del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) captado**

Para la cantidad de dióxido de carbono capturado por especie, se utilizó la siguiente fórmula (Saldaña, 2017):

$$DCC = CC * 44 / 12 \dots (6)$$

Donde:

DCC = Dióxido de carbono capturado

CC = Carbono capturado

$44/12$  = Masa atómica de  $\text{CO}_2$  entre masa atómica de carbono, para convertir de carbono a  $\text{CO}_2$ .

### **3.6. Procesamiento y análisis de datos**

#### **3.6.1. Métodos de análisis de datos**

- Excel (máximo, mínimo, promedio, gráficos y tendencias).
- SPSS (indicador Durbin Watson).

## CAPÍTULO IV

### Resultados y Discusiones

#### 4.1. Cantidad de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en las plantaciones forestales

##### Cantidades de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en *Cupressus spp* “ciprés”

En la tabla 6 se presenta los valores totales de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha para *Cupressus spp.* en el centro de producción. Se puede observar que existe un incremento de biomasa a mayor DAP. Así, para el valor máximo de DAP de 73.20 cm, la biomasa es de 17.72 kg/árbol y el valor mínimo de DAP de 8.5 cm es de 0.21 kg/árbol, es decir tiene una diferencia de 84 veces, afirmando que a mayor DAP mayor será la biomasa almacenada y por lo tanto el secuestro/captura de CO<sub>2</sub>.

Tabla 6.  
*Biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha, de las plantaciones forestales en Cupressus spp.*

Espece	DAP	Biomasa (kg/árbol)	Biomasa (tn/ha)	Carbono (tn/ha)	CO <sub>2</sub> (tn/ha)
<i>Cupressus spp.</i>	Max	73.20	1772.34		
	Min	8.50	21.43		
	Total			284.69	142.35

Se observa en la figura 6 que la cantidad de carbono es menor en las plantaciones de *Cupressus spp.*, esto se debe a que el carbono representa el 50% de la biomasa existente, es decir que el fuste de los arboles es 50% carbono y 50% masa; y los resultados tiene las misma

tendencia que la biomasa, a mas DAP mas es el valor del carbono almacenado. Asimismo se pude diferenciar que los valores de CO<sub>2</sub> son mayores por casi tres veces al de carbono en las 206 especies debido al factor de conversión de masas atomicas.

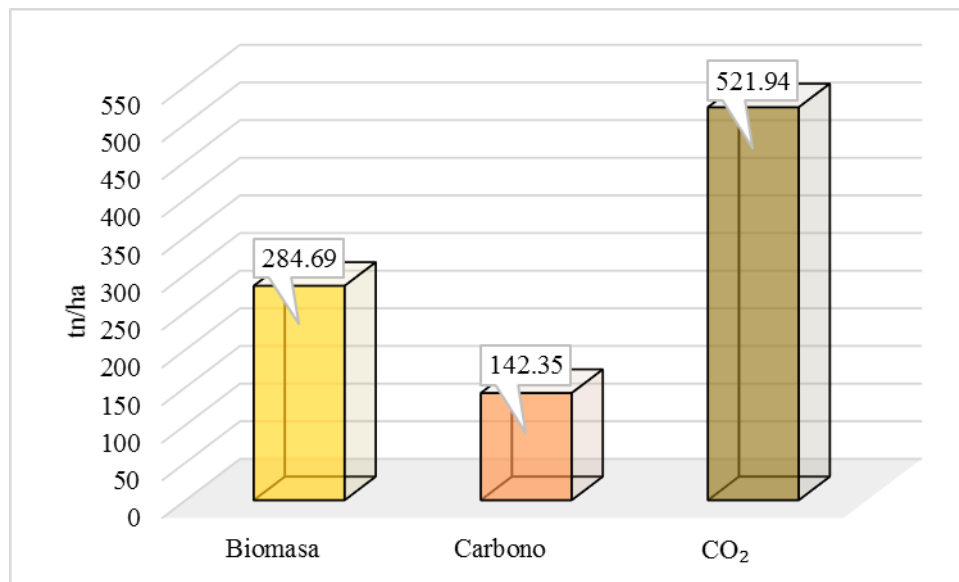


Figura 6. Captura de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha, en *Cupressus spp.*

### Cantidades de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en *Eucalyptus globulus* “eucalipto”

En la tabla 7 se presenta los valores totales de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha para *Eucalyptus globulus* en el centro de investigación. Se puede observar que existe un incremento de biomasa a mayor DAP. Así, para el valor máximo de DAP de 69.00 cm, la biomasa es de 2095.14 kg/árbol y la el valor mínimo de DAP de 14.30 cm es de 64.66 kg/árbol, es decir tiene una diferencia de 32 veces, que no es mucho puesto que la especies son de la misma edad, asimismo afirmando que a mayor DAP mayor sera la biomasa almacenada.

Tabla 7.

*Biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha, de las plantaciones forestales en Eucaliptus globulus*

Especie	DAP	Biomasa (kg/árbol)	Biomasa (tn/ha)	Carbono (tn/ha)	CO <sub>2</sub> (tn/ha)
<i>Eucaliptus globulus.</i>	Max	69.00	2095.14		
	Min	14.30	64.66		
	total			234.57	117.28

Se observa en la figura 7 que la cantidad de carbono es menor en las plantaciones de *Eucaliptus globulus*, esto se debe a que el carbono representa el 50% de la biomasa existente, y los resultados tiene las misma tendencia que la biomasa, a mayor DAP mayor es el valor del carbono almacenado. Asimismo se puede diferenciar que los valores de CO<sub>2</sub> mantiene un rango mayor por casi dos veces al de carbono en las 163 especies.

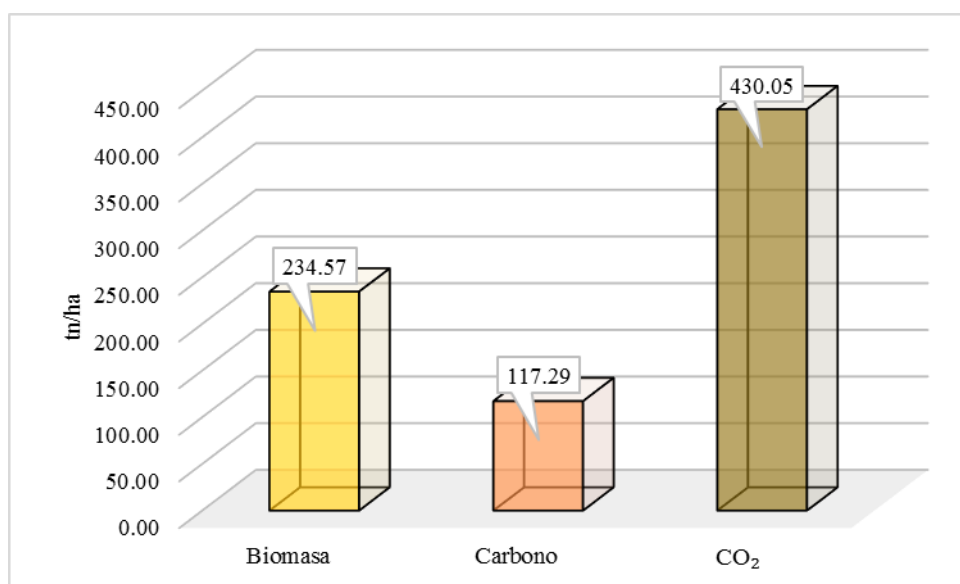


Figura 4. Captura de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha, en *Eucaliptus globulus*

#### Cantidades de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en *Polylepis sp* “keñua”

En la tabla 8 se presenta los valores totales de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha para *Polylepis sp.* en el centro de investigación. Se puede observar que los valores de la biomasa

son muy menores a diferencia de las demás especies forestales en estudio, esto es porque la densidad de las plantaciones es densa. Para el valor máximo de DAP de 29.10 cm, la biomasa es de 197.77 kg/árbol y la el valor mínimo de DAP de 4.95 cm es de 3.09 kg/árbol, es decir tiene una diferencia de 65 veces., afirmando que a mayor DAP mayor sera la biomasa almacenada.

Tabla 8.  
Biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha, de las plantaciones forestales en *Polylepis sp.*

Especie	DAP	Biomasa (kg/árbol)	Biomasa (tn/ha)	Carbono (tn/ha)	CO <sub>2</sub> (tn/ha)
<i>Polylepis sp.</i>	Max	197.77			
	Min	3.02			
	total		29.19	13.13	48.17

Se observa en la figura 8 una menor cantidad de carbono, esto se debe a que el carbono representa el 50% de la biomasa existente, y los resultados tiene las misma tendencia que la biomasa. Así mismo se puede diferenciar que los valores de CO<sub>2</sub> son mayores por casi tres veces al de carbono en las 357 especies.

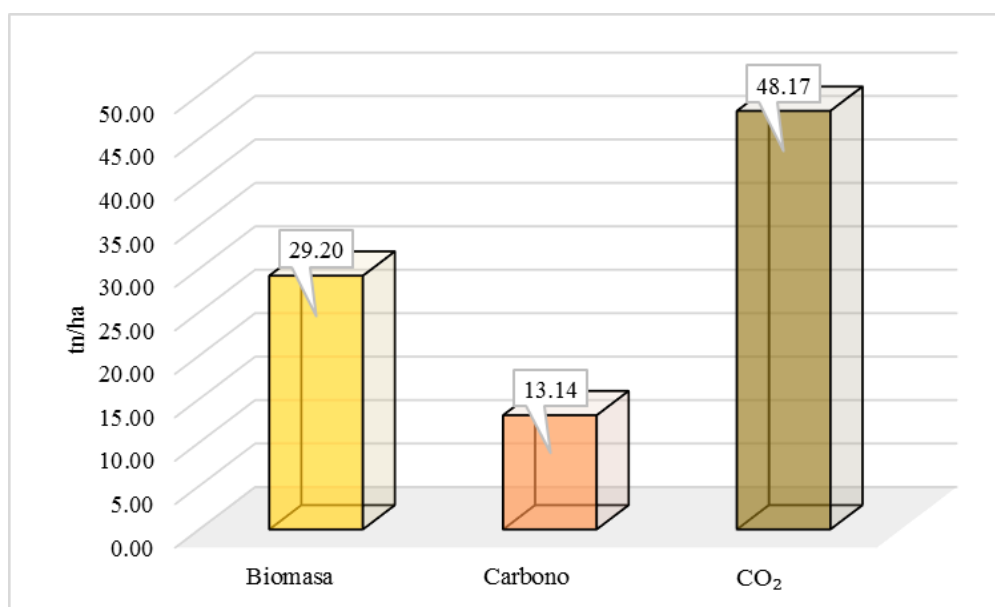


Figura 5. Captura de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en tn/ha, en *Polylepis sp.*

#### 4.2. Comparación de las cantidades de CO<sub>2</sub> capturado entre las plantaciones forestales de *Cupressus spp.*, *Eucaliptus globulus* y *Polylepis sp.*

En la tabla 9 se muestra la comparación entre las especies forestales de *Cupressus spp.*, *Eucaliptus globulus* y *Polylepis sp.*

Tabla 9.  
Captura de dióxido de carbono en las tres especies forestales del Centro de Producción de Potojani

Especie	Biomasa (tn/ha)	Carbono (tn/ha)	CO <sub>2</sub> (tn/ha)
<i>Polylepis sp</i>	29.19	13.13	48.17
<i>Cupressus ssp</i>	284.69	142.35	521.94
<i>Eucaliptus globulus</i>	234.57	117.28	430.04

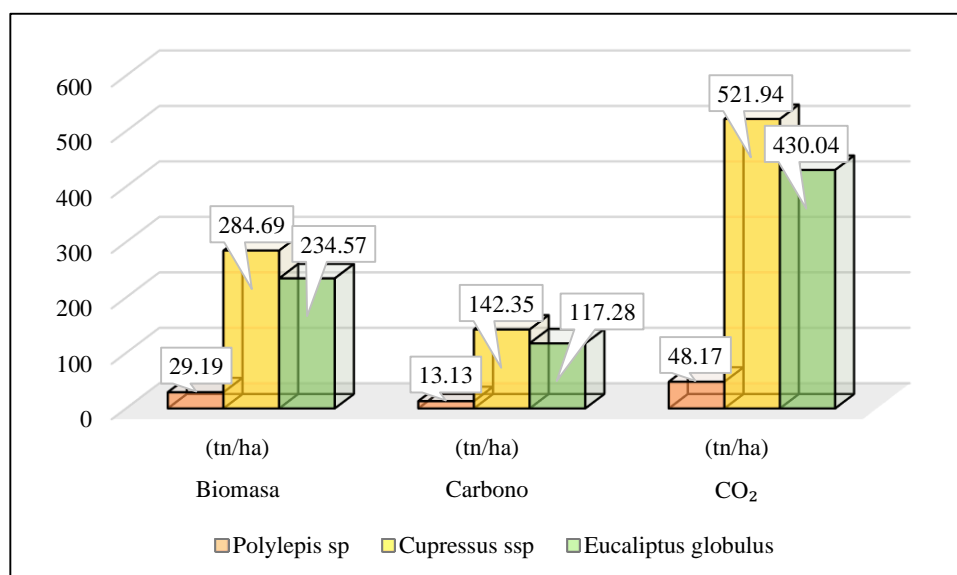


Figura 7. Captura de dióxido de carbono en la biomasa de especies forestales.

De acuerdo a la tabla 11 y figura 7 presentada, se puede observar que la especie que tiene mayor captura de carbono de las tres especies forestales fue el *Cupressus spp.* con

142.35 tn/ha, seguidamente está el *Eucaliptus globulus* con 117.28 tn/ha, mientras que la *Polylepis sp.* es la de menor captura con 13.13 tn/ha.

Según la media y desviación estándar de la densidad de carbono sobre el suelo y del total del stock de carbono sobre el suelo por región del Perú. Se observa también la proporción de stocks de carbono para la región Puno es de 15.6Mg/ha y en nuestros resultados obtuvimos 13.13 tn/ha de carbono, el cual se encuentra dentro de este rango para la región Puno (Observatorio Aéreo Carnegie; Ministerio del Ambiente del Perú, 2014).

Una plantación de 35 años de *Eucaliptus globulus* en Ancash, Perú, en la que se ha registrado 333,34 tC/ha Simbaña 2011, citado por Rivera (2018); establece una oportunidad para las comunidades andinas que cuentan con tierras de gran disponibilidad para forestar y pueden conservar bosques relictos con especies nativas, endémicas y/o exóticas.

En cuanto captura de biomasa y carbono de *Polylepis sp.*, presentan una menor cantidad de 29.19 tn/ha y 13.13 tn/ha respectivamente. Este resultado en esta investigación es semejante con los resultados obtenidos de las investigaciones donde de donde se tomó la formula en especies de *Polylepis sp.* realizada por Mosquera (2018) en Huaraz, donde los resultados de biomasa y carbono son de 60 tn/ha y 27 tn/ha ambas zonas de investigación presentan rangos altitudinales similares. Así mismo los valores obtenidos son relativamente menores a los obtenidos por Urquiaga, (2012) en Cusco, quien señala que la cantidad de biomasa leñosa área es 97.42 tn/ha y de carbono es 50.34 tn/ha.

La especie *Polylepis spp.* presenta los valores medios más bajos, esto se debe a que en la muestra se encontró que la mayoría estaban en proceso de crecimiento y la plantación era muy densa a comparación con *Eucaliptus globulus* y *Cupressus spp.*; que son dispersos y eso hace que el desarrollo de la planta sea mejor, porque sus raíces pueden crecer sin

ninguna obstrucción, entonces su DAP aumenta; por eso el resultado fue muy bajo a comparación con las demás especies estudiadas.

Sin embargo, los resultados de la presente investigación se encuentran dentro del rango de una investigación realizada en Puno donde señalan que la biomasa total varía entre parcelas de 6.3 tn/ha a 101.2 tn/ha para bosques heterogéneos de *Polylepis spp.* (Siltanen et al citado por Mansilla, s.f.)

En cuanto captura de biomasa y carbono de *Eucaliptus globulus*, presenta los valores de 234.57 tn/ha y 117.28 tn/ha respectivamente. Este resultado en esta investigación es semejante con los resultados obtenidos de las investigaciones donde se tomó la fórmula en especies de *Eucaliptus globulus* realizada por Miranda (2018) en Huancayo, donde los resultados de biomasa y carbono son de 386.45 tn/ha y 193 tn/ha ambas zonas de investigación presentan rangos altitudinales similares, la diferencia de datos es por la sumatoria de biomasa puesto que la investigación de Miranda (2018) es más biomasa de hojarasca.

Una investigación en la UNA Puno sobre la determinación del contenido de carbono en plantaciones forestales de pino, eucalipto y ciprés de (Maquera, 2017), la producción es de 157.32 tn/ha, 85.95 tn/ha y 139.64 tn/ha respectivamente. Esta diferencia esta atribuida a la edad de los árboles, altitud manejo del bosque y densidad.

#### **4.3. Determinación del modelo del DAP y CO<sub>2</sub>**

Para conocer la significancia que existe entre el DAP y CO<sub>2</sub> se modela en regresión lineal en el programa SPSS presentado en las siguientes tablas y las figuras están en regresión potencial por la forma de dispersión de datos.

Tabla 10.  
Resumen del modelo de regresión de la especie forestal *Cupressus spp.*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0.952 <sup>a</sup>	0.906	0.905	3.66346	1.709

- a. Predictores: (constante) CO<sub>2</sub>  
b. Variable dependiente: DAP

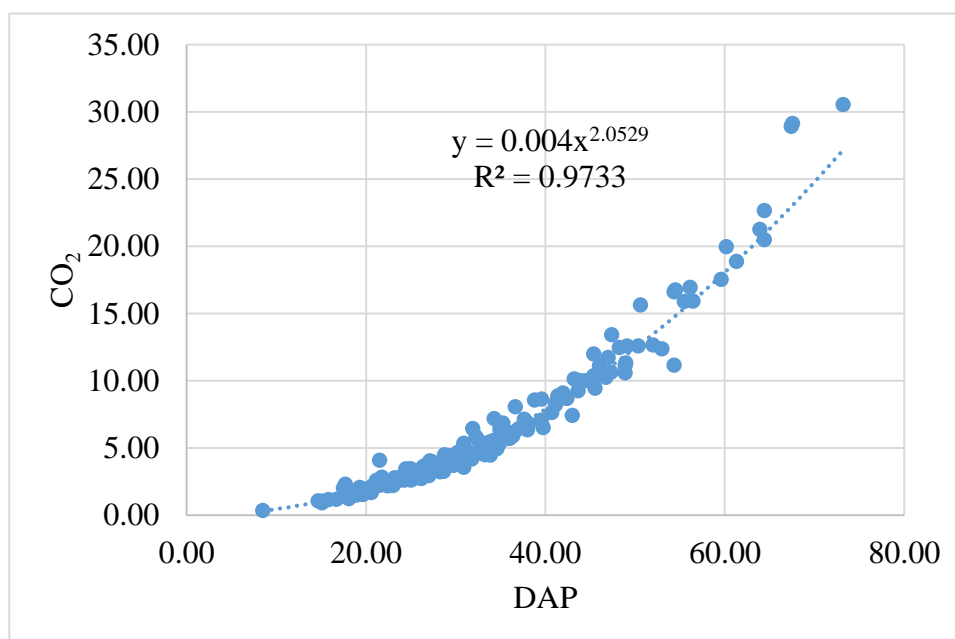


Figura 8. Relación entre DAP y CO<sub>2</sub> de *Cupressus spp.*

Se observa que en la tabla 10 el R<sup>2</sup> tiene un valor cercano a la unidad que es 0.906 y es aprobada al igual que el R<sup>2</sup> ajustado que es de 0.905. Sin embargo se hace una corrección en la figura 7 de la línea de tendencia de lineal a potencial porque la dispersión de los valores y el resultado se asemeja más a la unidad R<sup>2</sup> 0.9733. El análisis de correlación de errores se utilizó el indicador Durbin-Watson, que debe tener un valor cercano a 2, para comprobar que no tiene auto correlación. Para la especie de *Cupressus spp.* el valor es de 1.709, lo cual indica que no existe una correlación de primer orden entre los residuos.

Tabla 11.

Resumen del modelo de regresión de la especie forestal *Eucaliptus globulus*.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0.967 <sup>a</sup>	0.935	0.934	2.126113	1.964

a. Predictores: (constante), CO<sub>2</sub>

b. Variable dependiente: DAP

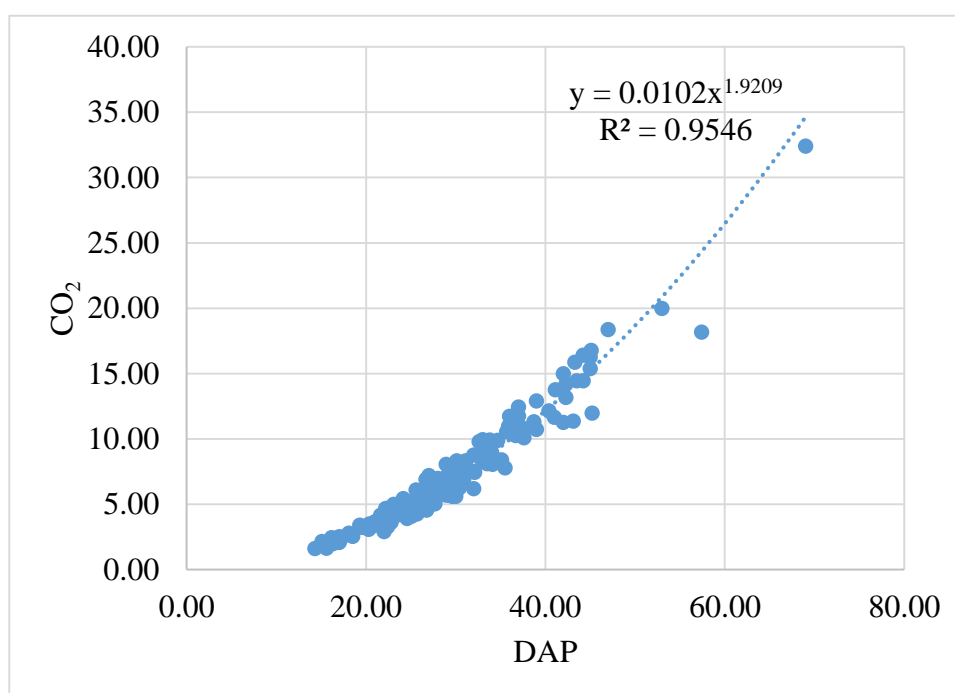


Figura 9. Relación entre DAP y CO<sub>2</sub> de *Eucaliptus globulus*.

Se muestra en la tabla 11 el R<sup>2</sup> tiene un valor cercano a la unidad que es 0.935, y es aprobada al igual que el R<sup>2</sup> ajustado que es de 0.934. No obstante se realizaron cambios del análisis lineal a potencial por la tendencia de la dispersión de los puntos que se muestra en la figura 8 con el valor del R<sup>2</sup> de 0.9546 que es más cercano a la unidad. El análisis de correlación de errores se utilizó el indicador Durbin-Watson, que debe tener un valor cercano a 2, para comprobar que no tiene auto correlación. Para la especie de *Eucaliptus globulus* el

valor es de 1.964, lo cual indica que no existe una correlación de primer orden entre los residuos.

Tabla 12.

Resumen del modelo de regresión de la especie forestal *Polylepis sp.*

<b>d</b>	<b>R</b>	<b>R cuadrado</b>	<b>R cuadrado ajustado</b>	<b>Error estándar de la estimación</b>	<b>Durbin-Watson</b>
1	0.958 <sup>a</sup>	0.918	0.917	1.04804	1.696

a. Predictores: (Constante), CO<sub>2</sub>

b. Variable dependiente: DAP

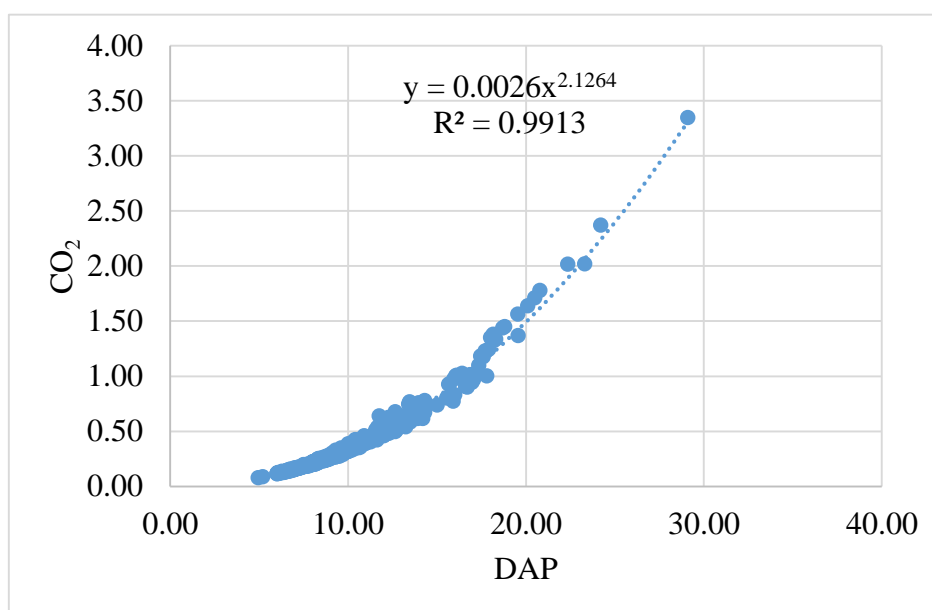


Figura 10. Relación entre DAP y CO<sub>2</sub> en *Polylepis sp.*

Se muestra en la tabla 12 el R<sup>2</sup> tiene un valor cercano a la unidad que es 0.918, y es aprobada al igual que el R<sup>2</sup> ajustado que es de 0.917. Sin embargo se hace un cambio en el análisis de lineal a potencial por la tendencia de los datos, dando el valor del R de 0.9913 que es más cercano a la unidad. El análisis de correlación de errores se utilizó el indicador Durbin-Watson, que debe tener un valor cercano a 2, para comprobar que no tiene auto

correlación. Para la especie de *Polylepis sp.* el valor es de 1.696, lo cual indica que no existe una correlación de primer orden entre los residuos.

El modelo de los tres gráficos que representas a las plantaciones de *Polylepis sp.*, *Cupressus spp.* y *Eucaliptus globulus* es potencial, porque a medida que va desarrollándose el árbol, va aumentando su DAP, por lo tanto su captura también; no tiene tendencia a disminuir, solo si su DAP o altura llega a decaer por algún motivo.

La presencia de CO<sub>2</sub> en la atmosfera es un factor importante en el proceso del calentamiento global del planeta, por lo tanto determinante en el cambio climático; en este sentido se requiere mejorar tecnologías de las industrias y crear sumideros de carbono, como vienen a ser las plantaciones forestales: estas durante el día absorben CO<sub>2</sub> y expulsan oxígeno, sucediendo lo contrario por la noche absorben oxígeno y expulsan CO<sub>2</sub>.

Es importante forestar y reforestar espacios con poca densidad de árboles, ya sean parques recreacionales, pequeñas áreas verdes, avenidas principales y bosquetes. Por ello las plantaciones de *Polylepis sp.*, *Cupressus spp.* y *Eucaliptus globulus* en el Centro de Producción de San Juan de Potojani – Puno, cumplen un papel importante en la mitigación del cambio climático a través de la captura de CO<sub>2</sub>; llegando a capturar 48,17 tn/ha, 521.94 tn/ha y 430.04 tn/ha respectivamente.

Con esta investigación también se pretende incentivar a la población a plantar árboles para disminuir el cambio climático que viene generando estragos a nivel mundial, ello por el calentamiento global, generado por el llamado efecto invernadero.

Debemos asumir la responsabilidad de nuestras emisiones, como reembolso de los servicios ambientales de provisión, soporte y regulación que ofrece el bosque, como el

equilibrio del ciclo hidrológico, la obtención de madera y productos derivados entre otros; los bosques cumplen un papel principal en el ciclo del carbono, porque almacena grandes cantidades de carbono en la vegetación y el suelo (Brown & Lugo, 1984). Una opción de mitigación de carbono, CO<sub>2</sub> está definida como cualquier acción que dé, como resultado una reducción del incremento neto en las emisiones de este gas Masera 1995, citado por Pichardo, Chavéz, & Gallegos (2008).

El manejo sostenible de los bosques es una alternativa factible y eficaz, para detener el deterioro de estas zonas, además de ser mejor opción para carbono por encima del establecimiento de áreas naturales protegidas o la reforestación. El manejo forestal conserva la biodiversidad y puede incluso eliminar la deforestación y restaurar la cobertura forestal si cuenta con las condiciones adecuadas en la tenencia de la tierra, el reconocimiento de los derechos de usos y una política pública que contribuya al buen manejo (Morales & Milton, 2015).

## CAPÍTULO V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

Se concluye que el DAP y altura de las tres especies *Polylepis sp*, *Cupressus spp* y *Eucaliptus globulus*, se observó que en las tres especies existe variaciones por el tiempo y tipo de plantación; pues el DAP de *Polylepis sp*, estuvo comprendido entre 4.95 cm y 29.10 cm; la especie *Cupressus spp* presentó un DAP con variaciones entre 8.5 cm y 73.20 cm y la especie *Eucaliptus globulus*, comprendía un DAP entre 14.30 cm y 69.00. Como se observa existe gran diferencia de medidas del DAP entre las tres especies, esto es por la distancia que existe entre los árboles puesto que a mayor distancia mejor es el desarrollo del fuste. Por ende la estimación de la biomasa y carbono fueron exitosas en todas las especies

En la cantidad de dióxido de carbono almacenado entre las tres especies forestales, se encontró que la especie *Polylepis sp* alcanzó un valor de CO<sub>2</sub> de 149.28 tn/ha, mientras que la especie *Cupressus spp* presentó un valor de CO<sub>2</sub> capturado de 1226.55 tn/ha; y en la especie *Eucaliptus globulus* alcanzó un valor de CO<sub>2</sub> de 1198.88 tn/ha, éstas diferencias se dan por el tipo de plantación que tiene cada especie, además que no presentan características similares respecto al DAP y altura. En las plantaciones de *Polylepis sp* la densidad es muy alta a diferencia del *Cupressus spp* y *Eucaliptus globulus*.

Finalmente la determinación del modelo de regresión fue de gran ayuda para entender la relación entre DAP y CO<sub>2</sub>, es así que a mayor DAP mayor será la captura de carbono puesto que el carbono es el 50% de la biomasa estimada y la tendencia es potencial porque los arboles llegan a un punto de madurez donde ya no capturan CO<sub>2</sub>. Los resultados fueron óptimos para el modelo estadístico aplicado.

## 5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios similares en los bosques altoandinos del departamento de Puno, sabiendo que todos estos suman 1.4 millones de hectáreas, para así de esta forma complementar la investigación para Puno en relación a este tipo de cobertura vegetal.
- Seguir con los estudios para determinar la relación carbono biomasa para especies del género de las especies en estudio *Polylepis sp*, *Cupressus spp* y *Eucaliptus globulus*.
- Utilizar la información generada en este estudio para la planificación y diseño de políticas a nivel local que impulsen la conservación y gestión sostenible del Centro de Producción San Juan de Potojani. Así mismo esta información puede ser utilizada en la estimación del valor económico referencial.
- Utilizar el siguiente proyecto de tesis para posteriores investigaciones referente a la captura de carbono

## REFERENCIAS

- Acosta, M., Quednow, K., Etchvers, J., & Monreal, C. (2001). Un método para la medición del carbono almacenado en la parte aérea de sistemas con vegetación natural e inducida en terrenos de ladera en México. *INIFAP Colegio de Postgraduados México*, 1-8.
- AFOLU. (2005). *Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero por la quema de biomasa*. Moscow, Idaho, Estados Unidos: Departamento de Ciencias Forestales, Pastizales e Incendios Universidad de Idaho.
- Aguaron, E., & McPherson, G. (2012). Comparison of Methods for Estimating Carbon dioxide storage by Sacramento's Urban Forest. *Carbon sequestration in urban ecosystems. EUA*, 43-71.
- Alvarez, G. (2008). *Allometric models for estimating biomass of two native species in forest plantations in the tropics of Cochabamba*. Turrialba.
- Brown, S., & Lugo, A. (1984). Biomass of Tropical Forests , *Science*, 2223 (4642). *A New Estimate Based*, 120-129.
- Calderón, M., & Lozada, V. (2010). *Determinación de biomasa y contenido de carbono en plantaciones forestales de *Polylepis incana* y *Polylepis reticulata**. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, J., Chambers, H., Folster, F., . . . Yamakura. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecología*, 145, 87-99.

- Chimbo, I. (2006). *Evaluación del Carbono en la Biomasa de dos especies forestales introducidas (Eucalyptus y Pinus) y una especie nativa (Hesperomeles Ferruginea) en el Bosque Aguarongo*. Ciudad de Cuenca - Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- Doornbos, B. (2015). *El valor de los bosques andinos en asegurar agua y suelo en un contexto de creciente riesgo climatico* . Suiza: Programa de bosques andinos .
- FAO. (2014). *El estado de los bosques del mundo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2015). *Global Forest Resources Assessment, Desk Reference. Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- FAO, (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2013). *GlobAllomeTree- Assessing volume, biomass and carbon stocks of trees and forests*. Obtenido de <http://www.globallometree.org/data/allometric-equations/>
- FAO, O. d. (2018). *El estado de los bosques del mundo. Las vias forestales hacia el desarrollo sostenible* . Roma.
- Flores, M. (2008). *Captura de Dioxido de carbono en la chillihua (Festuca dolichophylla Presl) de los pastisales del CIP Illpa - Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Fluker, R., & Sánchez, V. (2016). *Captura de carbono en un sistema Silvopastoril con aliso (alnus acuminata), en el Distrito de Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas 2016*. Chachapoyas, Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de

Amazonas, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

Fuentes, S., & García, F. (2013). *Evaluación de la captura de carbono en las especies forestales Manilkara sp "Quinilla" y Myrcia sp "Rupiña), en el Centro de Proucción Investigación Pabloyaco, Moyobamba 2012*. Moyobamba-Perú: Universidad Nacional de San Martín.

Husch, B. (2001). *Estimación del contenido de carbono de los bosques*. Chile: Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales.

IUCC, PUMA. (1995). *Para comprender el cambio climático: guía elemental de la convención marco de las Naciones Unidas*. Chatelaine. Suiza: Oficina de Información sobre el Cambio Climático.

Jandl, R. (2001). *Medición de tendencias en el tiempo del almacenamiento de carbono del suelo*. Chile: Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales.

Kessler, M. (2006). *Bosque de Polylepis*. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor San Andrés.

Kessler, M. (2006). Bosques de Polylepis. *Botánica Económica de los Andes Centrales* , 110-120.

López, C. (2002). *Biomasa el recorrido de*. Madrid: E.i.S.E. Domènech, S.A.

Mansilla, H. (s.f.). *Aspectos económicos de la captura de CO2 en especies nativas: Caso bosque de Queñua Qocha en el Valle de Ollantaytambo*. Cusco: IRG/BIOFOR.

- Maquera, D. (2017). *Determinación del contenido de carbono por especie forestal en el bosque del CIP Camacani*. Puno-Perú: Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Mendoza. (2010). Taxonomía y distribución de las especies peruanas de *Polylepis*. Ruiz & Pav. (*Rosaceae, Magnoliopsida*). *Tesis de Magister Lima - Perú*, 125.
- Mendoza, W., & Cano, A. (2011). Diversidad del Género *Polylepis* (*Rosaceae, Sanguisorbeae*) en los Andes Peruanos. *Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM*, 18(2): 197 - 200.
- Miranda, I. (2018). *Valoración económica del servicio de secuestro de carbono aportado por la vegetación existente en el centro ecoturístico de Seccsachaca, Huancavelica*. Huancayo: Universidad Continental. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental.
- Montoya, L., Soto, B. d., & Nelson, K. (1995). *Desarrollo Forestal Sustentable. Captura de carbono en las zonas Tzeltal y tojolabal*. Estado de Chiapas: Instituto Nacional de Ecología.
- Morales, A., & Milton, T. (2015). *Gestión de almacenamiento de carbono en la conservación de bosques secundarios del Perú*. Perú: JL Impresiones & Outsourcing S.A.C.
- Morales, L. (2015). *Estado actual del bosque de Polylepis y su eficiencia en la captura de dióxido de carbono en la provincia Tarata, departamento de Tacna*. Tacna: Ciencia y Desarrollo.

- Mosquera, R. (2018). *Determinación de las reservas totales de carbono en el bosque de Polylepis ssp., Quebrada de llaca. Parque Nacional Huascarán*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antunez de Moyolo.
- Observatorio Aéreo Carnegie; Ministerio del Ambiente del Perú. (2014). *La Geografía del Carbono en Alta Resolución del Perú*. Lima - Perú: Departamento de Ecología Global y Observatorio Aéreo Carnegie, Institución Carnegie para la Ciencia, Stanford, CA, EEUU; Departamento de Biología, Universidad Wake Forest, Winston-Salem, NC, EEUU; Dirección General de Ordenamiento Territorial, Ministerio .
- Ocampo, N. (2014). *Fotosíntesis*. Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo, Sistema de Universidad Virtual. Obtenido de <http://www.uaeh.edu.mx/virtual>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. (1981). *El eucalipto en la repoblación forestal*. Roma - Italia: P-32. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-ac459s.pdf>
- Organización Meteorológica Mundial OMM. (14 de Agosto de 2013). "Boletín sobre los gases de efecto invernadero", OMM. *Global Atmosphere Watch*(9), 2. Obtenido de [https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/GHG\\_Bulletin\\_No.9\\_es.pdf](https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/GHG_Bulletin_No.9_es.pdf)
- Paéz, M. C. (2014). *Estimación de biomasa forestal y capacidad de captura de carbono de las especies forestales Weinmannia tomentosa y Myrcianthes sp. Reserva Forestal Protectora El Malmo (Vereda Barón Germania - Tunja - Boyacá)*. Tunja:

Universidad Nacional y a Distancia UNAD Escuela de Ciencias Agropecuarias y del Medio Ambiente Ingeniería Agroforestal.

Pichardo, V., Chavéz, H., & Gallegos, A. (2008). Estimación de carbono en plantaciones forestales de *Pinus douglasina*, a partir de biomasa aérea. *Avances en la Investigación Científica en el CUCBA*, 115-122.

Prado, A. (2015). *Plantaciones Forestales. Más allá de los árboles*. Chile: Colegios de Ingenieros Forestales.

Reynel, C. (1988). Plantas para leña en el suroccidente de Puno. En C. Reynel, *INTERCOOPERATION, Proyecto Arbolandino* (pág. 157). Puno, Perú: Proyecto Arbolandino.

Rivera, M. N. (2018). *Determinación de ecuaciones para estimar biomasa en la parte leñosa aérea de *Polylepis Flavipila* "Quinual" en el Bosque Japoní - Huarochirí, Lima*. Lima - Perú: Universidad Nacional La Molina.

Rodriguez, L., Guevara, F., Reyes, L., Ovando, J., Nahed, J., Prado, M., & Campos, R. (2016). Estimación de biomasa y carbono almacenado en bosques comunitarios de la región Frailesca de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, Vol. 7 (37), 77-94.

Rojas, F., & Torres, G. (2015). Árboles del valle Central de Costa Rica: reproducción Ciprés . *Forestal mesoamericana kurú*.

- Rügnitz, M., Chacón, M., & Porro, R. (2009). *Guía para la determinación de Carbono en pequeñas propiedades rurales*. Lima-Perú: Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF) - Consórcio Iniciativa Amazônica (IA).
- Sabogal, C., Besacier, C., & McGuire, D. (2015). *Restauración de bosques y paisajes: conceptos, enfoques y desafíos que plantea su ejecución*. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales.
- Saldaña, C. (2017). *Captura de carbono del prosopis pallida en el Bosque la Calerita, para contribuir al desarrollo sustentable del Distrito de Tután*. Chiclayo-Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Sarca, Y. (2017). *Valoración económica del servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono en el bosque de Polylepis del pichu pichu, Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín .
- Schlegel, B. (2001). *Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde*. Valdivia-Chile: Simposio Internacional de Medición y Monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales.
- Senelwa, K., & Sims, R. (1997). *Tree biomass equations for short eucalypts grown in New Zealand* . Biomass and Energy.
- SERFOR. (2016). *Primer Informe Parcial del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre*. Lima.Perú: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre Avenida. Ministerio de Agricultura y Riego.

- Torres, S. (2011). *Estimación del contenido de biomasa y fijación de carbono en un bosque maduro, en el cantón Mejía*. Pichincha, Ecuador .
- Urquiaga, E. (2012). *Secuestro de carbono por Polylepis sp. (Queñua) en bosques altoandinos en una microcuenca de Urubamba - Cusco*. Lima: Universidad Nacional Agraria Lamolina.
- Van Minen, J., Strengers, B., Elickhout, R., & Swart, R. (2008). *Quantifying the effectiveness of climate change mitigation through forest plantations and carbon sequestration with an integrated land-use model*. Carbon Balance and Management .
- Vásquez, A., & Ramirez, A. (2005). *Guía de cubicación de madera*. Maderas comerciales en el área Metropolitana del Valle de Aburrá.

# **ANEXOS**

### Anexo A. Matriz de consistencia

Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología	Estadística
<p><b>GENERAL</b></p> <p>¿Cómo es la captura de CO<sub>2</sub> en relación al DAP, de las especies <i>Polylepis sp</i>, <i>Cupressus spp</i> y <i>Eucaliptus globulus</i> en el Centro de Producción San Juan de Potojani?</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Estimar la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de keñua, ciprés y eucalipto, en el Centro de Producción San Juan de Potojani Puno, para mitigar el cambio climático.</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Las plantaciones de ciprés, eucalipto y keñua del Centro de Producción San Juan de Potojani capturan CO<sub>2</sub>.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</b></p> <p>DAP de las especies <i>Polylepis sp</i> “keñua”, <i>Cupressus spp</i> “ciprés” y <i>Eucaliptus globulus</i> “eucalipto”.</p>	<p>Enfoque cuantitativo</p> <p>Diseño experimental no</p> <p>Nivel de estudio descriptivo</p>	<p>Correlación Simple</p>
<p><b>ESPECÍFICO</b></p> <p>¿Cómo influye el DAP en la captura de CO<sub>2</sub> en las plantaciones de <i>Polylepis sp</i>, <i>Cupressus spp</i> y <i>Eucaliptus globulus</i> en el</p>	<p><b>ESPECÍFICO</b></p> <p>Calcular la biomasa y el carbono capturado en plantaciones</p>	<p><b>ESPECÍFICO</b></p> <p>Las plantaciones de keñua, ciprés y eucalipto con mayor DAP,</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</b></p> <p>Captura de dióxido de carbono</p>		

---

Centro de Producción San Juan de Potojani?	forestales de keñua, ciprés y eucalipto	capturan mejor el CO <sub>2</sub> .
¿La prueba estadística Correlación simple al comparar determinará, a que DAP una plantación captura mejor el CO <sub>2</sub> ?	Comparar la cantidad de captura de CO <sub>2</sub> entre plantaciones forestales de keñua, ciprés y eucalipto.	Al aplicar la prueba estadística Correlación Simple, determina que la captura de CO <sub>2</sub> depende del DAP y que plantación captura mejor.
¿Cómo es el modelo de la relación de DAP Y CO <sub>2</sub> en las plantaciones de keñua, ciprés y eucalipto?	Determinar en modelo del DAP y CO <sub>2</sub> en plantaciones forestales de keñua, ciprés y eucalipto.	Al determinar el modelo se verá que siempre va en progresión.

---

## Anexo B. Marco lógico

Resumen descriptivo	Indicadores	Medios de verificación	Condiciones para el éxito
<p><b>Justificación</b></p> <p>El uso de especies forestales constituye un gran potencial y una opción para mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> reduciendo así los gases de efecto invernadero; pero se debe conocer la variabilidad de captura entre especies; es por ello que se hace esta investigación.</p>	<p>Carencia de estudios a nivel Regional</p>	<p>Revisión de estudios anteriores sobre captura de carbono y CO<sub>2</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de una cultura que mitiga el cambio climático</li> <li>- Políticas de desarrollo y cultura ambiental</li> <li>- Compromiso de la administración institucional</li> </ul>
<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Estimar la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de keñua, ciprés y eucalipto en el Centro de Producción San Juan de Potojani – Puno, para mitigar el cambio climático.</p>	<p>Documento elaborado de la estimación de CO<sub>2</sub></p>	<p>Resolución de aprobación del proyecto de tesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyo político del gobierno de Puno</li> <li>- Apoyo y participación de la población lugareña</li> </ul>
<p><b>Objetivo específico 3</b></p> <p>Determinar el modelo del DAP Y CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de keñua, ciprés y eucalipto.</p>	<p>Distribución de datos obtenidos</p>	<p>Análisis de dispersión de los datos obtenidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyo de la población lugareña</li> </ul>

<p><b>Objetivo específico 2</b></p> <p>Comparar la cantidad de captura de CO<sub>2</sub> entre plantaciones forestales de keñua, ciprés y eucalipto.</p>	<p>Distribución de datos obtenidos</p>	<p>Análisis estadístico de los datos obtenidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyo político del gobierno de Puno</li> <li>- Apoyo de la población lugareña</li> </ul>
<p><b>Objetivo específico 1</b></p> <p>Calcular la biomasa y el carbono capturado en plantaciones forestales de keñua, ciprés y eucalipto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diámetro a la altura del pecho de cada árbol.</li> <li>- Altura total de cada árbol especie a medir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación por medio de ecuaciones</li> <li>- Fichas de observación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyo político del gobierno de Puno</li> <li>- Apoyo de la población lugareña</li> </ul>
<p><b>Recursos</b></p> <p>Recursos Humanos Asesor Coordinador Director del proyecto Personal voluntario Herramientas</p>	<p>Presupuesto</p>	<p>Balance general</p> <p>Documento sobre la ejecución del proyecto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyo político</li> <li>- Apoyo de la población</li> <li>- Materiales en buenas condiciones</li> <li>- Base de datos actualizados</li> <li>- Delimitación del territorio</li> </ul>
<p><b>Métodos</b></p> <p>Método de determinación del DAP</p> <p>Método de determinación de carbono</p> <p>Método de análisis estadístico de datos</p>			

## Anexo C. Ficha de observación de campo



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
FICHA DE OBSERVACIÓN

Especie: *Cupressus ssp* Medición: Observadores: Mery Mollocondo y Luzbenita Aguilar

### CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL

N° DE ÁRBOL	OBS	MEDIDA DE DAP	Coordenadas			ÁNGULO $\alpha$
			Este	Norte	Altitud	
001	n° de ramas 1	50.5 / 44.6	0405283	8237329	3861	60°/6.6m
002	" 2	40.3 / 44.3	0405269	8237331	3859	50°/5.2m
003	" 1	18.1	0405266	8237326	3852	50°/6.0m
004	" 2	18.19 / 15.1	0405269	8237326	3852	60°/7.0m
005	" 1	47.7	0405272	8237331	3853	50°/5.5m
006	" 1	21.2 / 17.4	0405269	8237331	3853	50°/5.7m
007	" 1	24.3	0405269	8237330	3853	50°/6.3m
008	" 1	35.2	0405266	8237330	3853	60°/6.7m
009	" 1	38.0	0405264	8237331	3856	60°/6.5m
010	" 1	35	0405263	8237330	3857	50°/7.0m
011	" 2	33.2 / 40.1	0405264	8237331	3857	40°/7.0m
012	" 1	33.1	0405263	8237331	3857	60°/6.5m
013	" 1	36.7 / 32	0405262	8237327	3857	50°/6.0m
014	" 1	29.3	0405262	8237325	3853	50°/5.5m
015	" 1	29 / 30	0405261	8237324	3858	50°/7.0m
016	" 2	29 / 29.5	0405260	8237325	3858	60°/6.5m
017	" 1	21.7	0405261	8237327	3859	50°/5.9m
018	" 1	19 / 16.7	0405260	8237329	3861	60°/7.0m



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
 FICHA DE OBSERVACIÓN

**Especie:** *Polylepis sp*      **Medición:**      **Observadores:** Mery Mollocondo y Luzbenita Aguilar

CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL

N° DE ÁRBOL	OBS	MEDIDA DE DAP	Coordenadas			ÁNGULO α
			Este	Norte	Altitud	
001	# de ramas 4	21.4 / 14.7 / 17.1 / 2.63	04 05 008	82 37 253	3906	4.63 m
002	" 7	9.8 / 15.2 / 12 / 16.4 / 15.1 / 7.4 / 3.3	04 05 009	82 37 255	3905	6.60 m
003	" 1	18.8	04 05 015	82 37 270	3904	6.15 m
004	" 2	25 / 21.6	04 05 010	82 37 280	3903	5.37 m
005	" 1	10.5	04 05 029	82 37 254	3904	5.70 m
006	" 2	17.5 / 18.8	04 05 030	82 37 257	3903	4.70 m
007	" 1	21.6	04 05 040	82 37 260	3904	6.20 m
008	" 2	22.4 / 13.6	04 05 042	82 37 261	3894	4.65 m
009	" 3	15.2 / 14.7 / 20.1	04 05 027	82 37 301	3894	6.14 m
010	" 2	7.7 / 8.9	04 05 025	82 37 303	3895	4.70 m
011	" 2	10.2 / 14.6	04 05 021	82 37 320	3895	4.60 m
012	" 2	13.2 / 12.4	04 05 016	82 37 335	3896	4.50 m
013	" 2	14.3 / 12.6	04 04 993	82 37 331	3897	5.80 m
014	" 6	12.5 / 11.6 / 7 / 6.5 / 10.6 / 2.7	04 05 994	82 37 330	3899	2.70 m
015	" 4	13.9 / 23.3 / 10.7 / 7.5	04 05 980	82 37 310	3899	3.60 m
016	" 3	12.4 / 8.7 / 9.6	04 05 980	82 37 20	3906	5.65 m



**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**FICHA DE OBSERVACIÓN**

**Especie:** *Eucaliptus globulus*      **Medición:**      **Observadores:** Mery Mollocondo y Luzbenita Aguilar

**CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL**

N° DE ÁRBOL	OBS	MEDIDA DE DAP	Coordenadas			ÁNGULO α
			Este	Norte	Altitud	
001	# de ramas ↑	37.7	04 05 269	82 37 316	3856	60°/6.5m
002	" 1	24 / 22.4	04 05 250	82 37 319	3857	50°/7m
003	" 1	28.3 / 30.3	04 05 242	82 37 321	3857	60°/6.0m
004	" 1	20.7 / 23.3	04 05 249	82 37 325	3855	60°/6.0m
005	" 1	23.1 / 28.3	04 05 259	82 37 291	3852	50°/7.0m
006	" 1	25.8	04 05 233	82 37 295	3853	50°/6.5m
007	" 1	22.4	04 05 253	82 37 279	3866	50°/6.5m
008	" 1	30.4	04 05 259	82 37 280	3863	60°/7.0m
009	" 1	22.4	04 05 294	82 37 316	3856	40°/7.5m
010	" 1	30.4	04 05 296	82 37 319	3857	50°/6.7m
011	" 1	35.5	04 05 306	82 37 274	3850	50°/6.9m
012	" 1	25.4 / 29.2	04 05 308	82 37 273	3855	60°/7.2m
013	" 1	25 / 23.2	04 05 297	82 37 258	3868	60°/7.6m
014	" 1	24.6	04 05 299	82 37 259	3869	50°/7.1m
015	" 1	30.2	04 05 277	82 37 265	3855	50°/7.3m
016	" 1	29	04 05 275	82 37 266	3856	50°/7.7m

## Anexo D. Data de los arboles evaluados en la tres especies forestales

DATOS DE CAMPO											
IDENTIFICACIÓN					MEDICIÓN DIRECTA		ECUACIÓN ALOMETRICA				
N°	COORD. X	COORD. Y	z (m)	Especie	DAP	Altura Tot (m)	Biomasa fresca	Carbono capturado	CO <sub>2</sub> (kg)	CO <sub>2</sub> (tn)	
1	405283	8237329	3861	cupressus.spp	47.38	10.90	779.05	389.53	1428.27	1.43	
2	405264	8237331	3859	cupressus.spp	67.40	12.45	1678.65	839.32	3077.52	3.08	
3	405266	8237326	3852	cupressus.spp	18.10	5.50	71.44	35.72	130.97	0.13	
4	405269	8237326	3852	cupressus.spp	18.19	6.56	84.72	42.36	155.32	0.16	
5	405272	8237326	3853	cupressus.spp	46.75	8.34	594.99	297.49	1090.81	1.09	
6	405273	8237331	3858	cupressus.spp	14.65	7.30	62.85	31.42	115.22	0.12	
7	405272	8237331	3858	cupressus.spp	19.30	8.56	120.49	60.25	220.91	0.22	
8	405269	8237330	3858	cupressus.spp	34.30	10.54	418.08	209.04	766.48	0.77	
9	405269	8237331	3858	cupressus.spp	35.20	9.45	396.68	198.34	727.25	0.73	
10	405266	8237331	3856	cupressus.spp	38.00	7.50	369.32	184.66	677.08	0.68	
11	405264	8237330	3857	cupressus.spp	35.00	9.25	384.94	192.47	705.73	0.71	
12	405263	8237331	3857	cupressus.spp	36.65	10.46	468.76	234.38	859.40	0.86	
13	405264	8237331	3857	cupressus.spp	33.10	7.90	300.77	150.38	551.41	0.55	
14	405264	8237327	3857	cupressus.spp	54.35	10.46	964.84	482.42	1768.87	1.77	
15	405264	8237325	3858	cupressus.spp	29.30	8.48	256.68	128.34	470.58	0.47	
16	405263	8237324	3858	cupressus.spp	25.00	8.90	200.61	100.30	367.78	0.37	
17	405262	8237325	3858	cupressus.spp	29.25	7.67	233.40	116.70	427.89	0.43	
18	405262	8237327	3859	cupressus.spp	21.70	9.20	159.55	79.78	292.51	0.29	
19	405261	8237329	3861	cupressus.spp	17.85	6.40	80.01	40.00	146.68	0.15	
20	405260	8237329	3861	cupressus.spp	23.25	7.50	150.15	75.07	275.27	0.28	
21	405258	8237323	3860	cupressus.spp	37.65	8.67	414.67	207.34	760.23	0.76	
22	405253	8237321	3856	cupressus.spp	24.25	8.30	177.97	88.98	326.28	0.33	
23	405254	8237320	3855	cupressus.spp	27.85	7.45	207.73	103.86	380.83	0.38	
24	405253	8237322	3855	cupressus.spp	22.00	8.50	152.18	76.09	278.99	0.28	
25	405264	8237328	3865	cupressus.spp	17.47	10.20	117.84	58.92	216.04	0.22	
26	405259	8237335	3864	cupressus.spp	23.20	8.19	162.11	81.06	297.21	0.30	
27	405258	8237334	3861	cupressus.spp	21.50	14.50	237.97	118.98	436.28	0.44	
28	405255	8237334	3861	cupressus.spp	32.50	8.90	324.41	162.20	594.75	0.59	
29	405255	8237333	3861	cupressus.spp	48.90	7.90	614.78	307.39	1127.10	1.13	
30	405247	8237325	3859	cupressus.spp	21.75	9.45	164.21	82.11	301.05	0.30	
31	405247	8237324	3858	cupressus.spp	25.75	7.40	178.83	89.41	327.85	0.33	
32	405249	8237320	3856	cupressus.spp	39.57	9.67	501.88	250.94	920.12	0.92	
33	405245	8237323	3860	cupressus.spp	28.75	7.00	207.98	103.99	381.29	0.38	
34	405245	8237324	3861	cupressus.spp	19.30	7.85	111.31	55.65	204.06	0.20	
35	405243	8237323	3860	cupressus.spp	34.00	8.00	319.58	159.79	585.90	0.59	
36	405243	8237326	3861	cupressus.spp	31.40	7.40	257.20	128.60	471.53	0.47	
37	405241	8237327	3859	cupressus.spp	23.00	6.50	129.12	64.56	236.72	0.24	
38	405238	8237330	3857	cupressus.spp	29.05	7.00	211.97	105.98	388.61	0.39	
39	405235	8237330	3858	cupressus.spp	32.00	7.45	267.92	133.96	491.19	0.49	
40	405236	8237328	3858	cupressus.spp	33.25	7.56	291.29	145.65	534.03	0.53	
41	405236	8237325	3857	cupressus.spp	34.35	7.00	288.14	144.07	528.26	0.53	
42	405235	8237326	3857	cupressus.spp	33.80	8.00	316.14	158.07	579.60	0.58	
43	405236	8237322	3857	cupressus.spp	28.75	9.00	261.81	130.91	479.99	0.48	
44	405239	8237318	3857	cupressus.spp	41.25	8.70	491.74	245.87	901.52	0.90	
45	405237	8237319	3858	cupressus.spp	30.00	7.80	248.27	124.13	455.16	0.46	
46	405236	8237318	3859	cupressus.spp	54.50	10.50	973.12	486.56	1784.05	1.78	
47	405235	8237315	3858	cupressus.spp	36.40	7.90	357.97	178.98	656.27	0.66	
48	405230	8237315	3859	cupressus.spp	24.25	7.45	161.20	80.60	295.53	0.30	
49	405223	8237316	3858	cupressus.spp	53.00	7.97	718.27	359.14	1316.83	1.32	
50	405215	8237319	3864	cupressus.spp	19.85	6.80	102.74	51.37	188.36	0.19	
51	405220	8237320	3862	cupressus.spp	30.50	7.80	255.90	127.95	469.15	0.47	
52	405222	8237324	3860	cupressus.spp	52.00	8.50	735.77	367.89	1348.92	1.35	
53	405223	8237323	3859	cupressus.spp	27.00	6.45	171.99	85.99	315.31	0.32	

54	405225	8237321	3858	cupressus.spp	67.55	12.50	1691.70	845.85	3101.44	3.10
55	405226	8237323	3857	cupressus.spp	50.60	11.30	908.45	454.23	1665.50	1.67
56	405215	8237327	3851	cupressus.spp	73.20	11.20	1772.34	886.17	3249.29	3.25
57	405215	8237323	3853	cupressus.spp	47.00	9.56	680.87	340.43	1248.25	1.25
58	405213	8237323	3853	cupressus.spp	8.50	6.70	21.43	10.72	39.29	0.04
59	405210	8237326	3854	cupressus.spp	28.25	6.47	187.38	93.69	343.54	0.34
60	405211	8237323	3854	cupressus.spp	20.60	6.05	98.80	49.40	181.14	0.18
61	405210	8237325	3854	cupressus.spp	25.40	7.89	184.95	92.48	339.08	0.34
62	405210	8237326	3854	cupressus.spp	19.65	6.04	90.48	45.24	165.88	0.17
63	405209	8237327	3854	cupressus.spp	25.15	7.45	172.33	86.16	315.94	0.32
64	405210	8237330	3853	cupressus.spp	28.50	7.48	217.49	108.75	398.74	0.40
65	405211	8237331	3853	cupressus.spp	24.90	8.96	200.37	100.18	367.34	0.37
66	405215	8237331	3853	cupressus.spp	19.60	6.80	100.39	50.19	184.04	0.18
67	405215	8237332	3854	cupressus.spp	30.15	7.45	240.23	120.12	440.42	0.44
68	405209	8237333	3857	cupressus.spp	28.50	6.45	189.89	94.95	348.14	0.35
69	405210	8237332	3853	cupressus.spp	50.35	9.01	731.59	365.80	1341.25	1.34
70	405207	8237332	3857	cupressus.spp	23.30	8.01	160.10	80.05	293.52	0.29
71	405209	8237334	3834	cupressus.spp	24.25	7.00	152.26	76.13	279.14	0.28
72	405209	8237335	3855	cupressus.spp	23.65	7.30	151.13	75.56	277.07	0.28
73	405209	8237335	3855	cupressus.spp	37.75	8.45	407.00	203.50	746.16	0.75
74	405204	8237337	3855	cupressus.spp	19.50	7.34	106.66	53.33	195.54	0.20
75	405204	8237336	3854	cupressus.spp	24.50	7.89	173.12	86.56	317.39	0.32
76	405204	8237334	3854	cupressus.spp	41.95	9.10	528.45	264.23	968.83	0.97
77	405204	8237332	3855	cupressus.spp	29.30	7.38	226.01	113.00	414.34	0.41
78	405209	8237334	3856	cupressus.spp	33.80	7.90	312.52	156.26	572.96	0.57
79	405210	8237337	3868	cupressus.spp	26.50	6.80	174.44	87.22	319.80	0.32
80	405212	8237332	3861	cupressus.spp	36.35	7.56	342.96	171.48	628.77	0.63
81	405212	8237331	3860	cupressus.spp	33.25	6.70	260.79	130.39	478.11	0.48
82	405219	8237333	3858	cupressus.spp	37.75	8.34	402.14	201.07	737.26	0.74
83	405218	8237334	3858	cupressus.spp	33.85	6.45	260.25	130.12	477.12	0.48
84	405217	8237337	3857	cupressus.spp	21.70	7.40	130.70	65.35	239.62	0.24
85	405216	8237336	3857	cupressus.spp	24.85	6.89	156.94	78.47	287.72	0.29
86	405216	8237335	3857	cupressus.spp	19.30	6.46	93.11	46.55	170.70	0.17
87	405217	8237336	3857	cupressus.spp	25.40	7.50	176.56	88.28	323.69	0.32
88	405213	8237337	3857	cupressus.spp	15.80	6.89	68.46	34.23	125.51	0.13
89	405212	8237337	3857	cupressus.spp	17.65	6.78	82.63	41.31	151.48	0.15
90	405212	8237338	3858	cupressus.spp	19.30	6.90	98.90	49.45	181.32	0.18
91	405212	8237337	3858	cupressus.spp	30.25	8.50	272.72	136.36	499.98	0.50
92	405216	8237337	3858	cupressus.spp	26.40	8.47	211.84	105.92	388.36	0.39
93	405217	8237340	3857	cupressus.spp	18.00	7.35	92.23	46.11	169.08	0.17
94	405217	8237340	3856	cupressus.spp	18.90	6.26	87.06	43.53	159.61	0.16
95	405217	8237391	3856	cupressus.spp	29.10	7.89	237.28	118.64	435.01	0.44
96	405220	8237344	3857	cupressus.spp	27.95	7.35	206.52	103.26	378.63	0.38
97	405221	8237345	3855	cupressus.spp	29.75	6.78	215.04	107.52	394.23	0.39
98	405223	8237342	3857	cupressus.spp	34.60	6.93	289.32	144.66	530.42	0.53
99	405224	8237339	3857	cupressus.spp	26.20	6.36	160.68	80.34	294.59	0.29
100	405222	8237339	3855	cupressus.spp	61.30	9.45	1095.98	547.99	2009.29	2.01
101	405224	8237338	3856	cupressus.spp	33.00	7.40	281.72	140.86	516.48	0.52
102	405224	8237338	3856	cupressus.spp	30.80	6.45	218.91	109.45	401.33	0.40
103	405225	8237338	3856	cupressus.spp	54.35	6.78	648.59	324.30	1189.08	1.19
104	405225	8237330	3858	cupressus.spp	26.15	6.34	159.66	79.83	292.71	0.29
105	405228	8237329	3859	cupressus.spp	29.45	7.89	242.53	121.27	444.64	0.44
106	405227	8237329	3859	cupressus.spp	15.10	6.70	61.41	30.71	112.59	0.11
107	405225	8237329	3858	cupressus.spp	25.45	6.90	164.17	82.08	300.97	0.30
108	405245	8237330	3885	cupressus.spp	42.40	8.46	504.06	252.03	924.11	0.92
109	405240	8237330	3865	cupressus.spp	41.40	9.10	515.83	257.91	945.69	0.95
110	405236	8237337	3861	cupressus.spp	43.65	8.56	537.37	268.69	985.18	0.99
111	405236	8237340	3866	cupressus.spp	30.85	8.93	295.78	147.89	542.27	0.54
112	405236	8237341	3866	cupressus.spp	48.90	8.35	646.78	323.39	1185.77	1.19

113	405235	8237342	3865	cupressus.spp	16.70	6.30	69.81	34.90	127.98	0.13
114	405236	8237343	3864	cupressus.spp	34.95	8.90	370.61	185.30	679.45	0.68
115	405239	8237343	3864	cupressus.spp	24.45	7.45	163.64	81.82	300.01	0.30
116	405242	8237350	3862	cupressus.spp	27.27	8.40	223.05	111.52	408.92	0.41
117	405240	8237357	3858	cupressus.spp	56.15	10.01	983.75	491.88	1803.54	1.80
118	405239	8237356	3856	cupressus.spp	43.75	9.30	582.21	291.11	1067.39	1.07
119	405228	8237359	3856	cupressus.spp	18.10	7.90	99.53	49.77	182.48	0.18
120	405226	8237356	3854	cupressus.spp	26.10	7.44	184.22	92.11	337.73	0.34
121	405226	8237357	3854	cupressus.spp	19.20	7.26	102.64	51.32	188.17	0.19
122	405227	8237351	3853	cupressus.spp	24.60	7.44	165.28	82.64	303.02	0.30
123	405227	8237351	3853	cupressus.spp	55.50	9.56	923.26	461.63	1692.64	1.69
124	405233	8237354	3852	cupressus.spp	56.45	9.26	925.00	462.50	1695.84	1.70
125	405236	8237356	3852	cupressus.spp	43.20	9.65	588.45	294.23	1078.83	1.08
126	405230	8237361	3851	cupressus.spp	47.30	8.49	617.88	308.94	1132.78	1.13
127	405228	8237366	3852	cupressus.spp	34.95	9.45	391.53	195.77	717.81	0.72
128	405233	8237367	3851	cupressus.spp	24.17	7.87	168.44	84.22	308.81	0.31
129	405233	8237367	3851	cupressus.spp	32.25	9.48	338.89	169.45	621.30	0.62
130	405233	8237365	3852	cupressus.spp	31.90	10.80	374.32	187.16	686.25	0.69
131	405236	8237365	3851	cupressus.spp	26.35	7.98	199.89	99.94	366.46	0.37
132	405236	8237368	3852	cupressus.spp	41.15	8.48	478.21	239.10	876.71	0.88
133	405235	8237370	3852	cupressus.spp	38.80	9.95	497.08	248.54	911.31	0.91
134	405236	8237373	3849	cupressus.spp	25.85	7.89	191.00	95.50	350.16	0.35
135	405237	8237371	3848	cupressus.spp	21.15	8.01	134.08	67.04	245.82	0.25
136	405236	8237371	3849	cupressus.spp	49.10	9.47	731.27	365.63	1340.66	1.34
137	405236	8237372	3849	cupressus.spp	25.20	7.34	170.62	85.31	312.80	0.31
138	405241	8237374	3849	cupressus.spp	45.55	8.04	548.59	274.29	1005.74	1.01
139	405241	8237369	3846	cupressus.spp	34.30	7.98	324.02	162.01	594.04	0.59
140	405243	8237369	3845	cupressus.spp	64.40	10.45	1315.43	657.72	2411.62	2.41
141	405248	8237369	3845	cupressus.spp	60.15	10.44	1159.76	579.88	2126.23	2.13
142	405247	8237368	3846	cupressus.spp	45.40	8.97	602.79	301.39	1105.11	1.11
143	405249	8237368	3846	cupressus.spp	34.85	8.10	338.19	169.10	620.02	0.62
144	405250	8237371	3846	cupressus.spp	40.70	7.98	443.29	221.65	812.70	0.81
145	405249	8237375	3846	cupressus.spp	36.00	7.44	332.04	166.02	608.73	0.61
146	405249	8237374	3845	cupressus.spp	25.00	6.57	151.91	75.96	278.51	0.28
147	405253	8237376	3845	cupressus.spp	27.35	7.01	190.05	95.02	348.42	0.35
148	405255	8237379	3846	cupressus.spp	44.25	9.06	580.39	290.20	1064.05	1.06
149	405254	8237374	3847	cupressus.spp	26.95	7.65	200.40	100.20	367.40	0.37
150	405254	8237371	3846	cupressus.spp	28.80	6.89	205.63	102.82	377.00	0.38
151	405255	8237372	3846	cupressus.spp	38.15	8.00	394.65	197.32	723.52	0.72
152	405255	8237371	3846	cupressus.spp	23.65	7.46	154.16	77.08	282.62	0.28
153	405262	8237368	3848	cupressus.spp	22.25	7.83	144.10	72.05	264.19	0.26
154	405262	8237365	3848	cupressus.spp	59.60	9.23	1018.72	509.36	1867.65	1.87
155	405264	8237369	3848	cupressus.spp	20.60	6.39	103.88	51.94	190.44	0.19
156	405260	8237366	3848	cupressus.spp	22.25	7.83	144.10	72.05	264.19	0.26
157	405260	8237366	3848	cupressus.spp	26.75	8.49	217.48	108.74	398.71	0.40
158	405255	8237364	3846	cupressus.spp	21.45	7.57	130.65	65.32	239.52	0.24
159	405254	8237364	3846	cupressus.spp	20.70	7.80	125.80	62.90	230.64	0.23
160	405254	8237364	3846	cupressus.spp	31.30	8.00	274.63	137.31	503.49	0.50
161	405268	8237370	3847	cupressus.spp	35.70	7.90	345.46	172.73	633.34	0.63
162	405268	8237370	3847	cupressus.spp	45.40	10.50	696.33	348.16	1276.60	1.28
163	405245	8237360	3849	cupressus.spp	63.90	9.90	1234.12	617.06	2262.56	2.26
164	405243	8237361	3850	cupressus.spp	44.70	8.90	581.68	290.84	1066.41	1.07
165	405244	8237361	3850	cupressus.spp	24.45	9.30	200.51	100.26	367.60	0.37
166	405241	8237358	3850	cupressus.spp	27.15	7.40	197.04	98.52	361.25	0.36
167	405244	8237357	3849	cupressus.spp	43.00	6.94	431.40	215.70	790.90	0.79
168	405244	8237351	3848	cupressus.spp	32.90	7.56	285.70	142.85	523.78	0.52
169	405244	8237352	3848	cupressus.spp	39.55	7.76	409.98	204.99	751.63	0.75
170	405244	8237348	3849	cupressus.spp	28.65	6.38	189.82	94.91	348.01	0.35
171	405248	8237346	3850	cupressus.spp	28.05	6.89	195.93	97.96	359.20	0.36

172	405248	8237345	3850	cupressus.spp	27.45	8.56	229.74	114.87	421.19	0.42
173	405251	8237345	3851	cupressus.spp	32.75	7.80	291.54	145.77	534.50	0.53
174	405253	8237342	3852	cupressus.spp	34.50	6.89	286.27	143.13	524.82	0.52
175	405252	8237342	3852	cupressus.spp	64.40	9.37	1190.34	595.17	2182.29	2.18
176	405248	8237351	3847	cupressus.spp	23.27	7.36	147.77	73.89	270.92	0.27
177	405252	8237353	3847	cupressus.spp	20.17	7.48	115.42	57.71	211.59	0.21
178	405252	8237357	3847	cupressus.spp	46.05	9.40	645.80	322.90	1183.97	1.18
179	405251	8237357	3847	cupressus.spp	31.55	7.45	261.06	130.53	478.61	0.48
180	405255	8237360	3843	cupressus.spp	48.95	8.48	657.23	328.61	1204.92	1.20
181	405253	8237352	3845	cupressus.spp	48.25	9.70	723.98	361.99	1327.30	1.33
182	405253	8237352	3845	cupressus.spp	34.97	7.90	332.57	166.28	609.71	0.61
183	405255	8237351	3847	cupressus.spp	30.90	6.05	207.67	103.83	380.73	0.38
184	405255	8237352	3847	cupressus.spp	24.60	7.87	174.01	87.01	319.03	0.32
185	405261	8237356	3846	cupressus.spp	39.75	7.05	378.97	189.49	694.78	0.69
186	405263	8237354	3845	cupressus.spp	46.20	8.67	603.29	301.65	1106.04	1.11
187	405267	8237354	3844	cupressus.spp	35.25	9.45	397.71	198.86	729.14	0.73
188	405266	8237356	3843	cupressus.spp	28.25	7.56	216.11	108.05	396.20	0.40
189	405266	8237355	3843	cupressus.spp	21.15	9.06	150.10	75.05	275.18	0.28
190	405266	8237357	3843	cupressus.spp	17.70	11.50	134.76	67.38	247.06	0.25
191	405266	8237356	3844	cupressus.spp	25.55	7.50	178.47	89.24	327.20	0.33
192	405267	8237356	3843	cupressus.spp	30.40	7.47	244.49	122.25	448.24	0.45
193	405268	8237359	3845	cupressus.spp	34.90	7.37	310.98	155.49	570.13	0.57
194	405269	8237363	3846	cupressus.spp	27.00	7.20	190.22	95.11	348.73	0.35
195	405268	8237363	3846	cupressus.spp	26.15	8.03	198.25	99.12	363.45	0.36
196	405275	8237360	3846	cupressus.spp	30.90	9.40	310.93	155.47	570.05	0.57
197	405276	8237361	3849	cupressus.spp	24.90	7.37	167.54	83.77	307.16	0.31
198	405277	8237359	3849	cupressus.spp	19.55	7.56	110.10	55.05	201.85	0.20
199	405277	8237357	3849	cupressus.spp	37.00	8.00	373.13	186.56	684.06	0.68
200	405274	8237353	3849	cupressus.spp	27.10	9.00	234.94	117.47	430.73	0.43
201	405274	8237351	3848	cupressus.spp	25.60	6.74	162.42	81.21	297.76	0.30
202	405274	8237352	3848	cupressus.spp	32.55	7.20	267.91	133.95	491.17	0.49
203	405274	8237351	3848	cupressus.spp	15.10	5.78	53.64	26.82	98.34	0.10
204	405277	8237350	3847	cupressus.spp	31.80	6.79	243.29	121.64	446.03	0.45
205	405274	8237347	3847	cupressus.spp	22.40	6.78	127.86	63.93	234.41	0.23
206	405271	8237346	3848	cupressus.spp	33.65	7.68	302.07	151.03	553.79	0.55
TOTAL								35586.58	130484.12	130.48

DATOS DE CAMPO										
IDENTIFICACIÓN					MEDICIÓN DIRECTA		ECUACIÓN ALOMETRICA			
N°	COORD. X	COORD. Y	z (m)	Especie	DAP	Altura Tot (m)	Biomasa fresca	Carbono capturado	CO <sub>2</sub> (kg)	CO <sub>2</sub> (tn)
1	405304	8237285	3876	Eucaliptus.globulus	37.70	13.5	550.90	275.45	1009.98	1.01
2	405294	8237285	3860	Eucaliptus.globulus	23.20	14.5	188.40	94.20	345.40	0.35
3	405299	8237277	3860	Eucaliptus.globulus	29.30	11.67	315.60	157.80	578.60	0.58
4	405301	8237275	3860	Eucaliptus.globulus	22.00	10.5	167.54	83.77	307.15	0.31
5	405299	8237277	3861	Eucaliptus.globulus	25.70	11.67	236.22	118.11	433.06	0.43
6	405297	8237277	3862	Eucaliptus.globulus	25.80	12.6	238.25	119.13	436.79	0.44
7	405297	8237277	3864	Eucaliptus.globulus	22.40	13.4	174.34	87.17	319.63	0.32
8	405297	8237277	3864	Eucaliptus.globulus	30.40	11.45	342.38	171.19	627.69	0.63
9	405296	8237282	3865	Eucaliptus.globulus	22.40	10.45	174.34	87.17	319.63	0.32
10	405293	8237280	3863	Eucaliptus.globulus	35.50	10.7	482.35	241.17	884.31	0.88
11	405291	8237271	3862	Eucaliptus.globulus	26.70	14.78	257.01	128.50	471.18	0.47
12	405286	8237272	3862	Eucaliptus.globulus	24.10	13.5	204.93	102.47	375.71	0.38
13	405284	8237270	3863	Eucaliptus.globulus	24.60	12.45	214.45	107.22	393.16	0.39
14	405281	8237273	3864	Eucaliptus.globulus	25.85	12	239.27	119.64	438.67	0.44
15	405285	8237268	3864	Eucaliptus.globulus	42.00	11.45	699.42	349.71	1282.27	1.28
16	405282	8237263	3865	Eucaliptus.globulus	30.20	13	337.42	168.71	618.60	0.62
17	405281	8237270	3867	Eucaliptus.globulus	29.00	14	308.50	154.25	565.58	0.57
18	405278	8237265	3874	Eucaliptus.globulus	33.00	14.3	410.46	205.23	752.51	0.75
19	405278	8237262	3873	Eucaliptus.globulus	26.70	13.78	257.01	128.50	471.18	0.47
20	405278	8237264	3873	Eucaliptus.globulus	36.40	14.5	509.79	254.89	934.61	0.93
21	405277	8237271	3874	Eucaliptus.globulus	26.80	11.45	259.14	129.57	475.09	0.48
22	405270	8237272	3871	Eucaliptus.globulus	25.80	12.56	238.25	119.13	436.79	0.44
23	405267	8237269	3870	Eucaliptus.globulus	20.80	12.56	148.01	74.00	271.34	0.27
24	405266	8237269	3869	Eucaliptus.globulus	33.50	12.56	424.33	212.17	777.94	0.78
25	405263	8237268	3870	Eucaliptus.globulus	23.10	12.56	186.61	93.31	342.12	0.34
26	405250	8237269	3870	Eucaliptus.globulus	37.60	12.67	547.67	273.84	1004.07	1.00
27	405253	8237265	3869	Eucaliptus.globulus	29.60	13.46	322.78	161.39	591.77	0.59
28	405296	8237286	3858	Eucaliptus.globulus	20.40	13.56	141.79	70.89	259.94	0.26
29	405295	8237285	3857	Eucaliptus.globulus	27.80	13.67	280.99	140.50	515.15	0.52
30	405292	8237287	3859	Eucaliptus.globulus	27.60	12.45	276.54	138.27	507.00	0.51
31	405293	8237291	3861	Eucaliptus.globulus	26.45	11.98	251.72	125.86	461.49	0.46
32	405282	8237288	3858	Eucaliptus.globulus	43.50	14.01	755.82	377.91	1385.67	1.39
33	405283	8237282	3855	Eucaliptus.globulus	26.70	11.78	257.01	128.50	471.18	0.47
34	405281	8237282	3854	Eucaliptus.globulus	24.30	13.5	208.71	104.36	382.64	0.38
35	405278	8237283	3855	Eucaliptus.globulus	25.10	12.6	224.20	112.10	411.03	0.41
36	405275	8237282	3855	Eucaliptus.globulus	17.00	10.98	94.77	47.38	173.74	0.17
37	405281	8237283	3857	Eucaliptus.globulus	29.60	10.78	322.78	161.39	591.77	0.59
38	405277	8237280	3856	Eucaliptus.globulus	24.60	10.56	214.45	107.22	393.16	0.39
39	405275	8237284	3855	Eucaliptus.globulus	17.00	13.56	94.77	47.38	173.74	0.17
40	405272	8237282	3856	Eucaliptus.globulus	25.10	12.78	224.20	112.10	411.03	0.41
41	405275	8237276	3852	Eucaliptus.globulus	26.25	13.76	247.53	123.77	453.81	0.45
42	405274	8237276	3859	Eucaliptus.globulus	31.20	14	362.61	181.30	664.78	0.66
43	405270	8237279	3859	Eucaliptus.globulus	25.50	13	232.17	116.09	425.65	0.43
44	405271	8237273	3861	Eucaliptus.globulus	21.00	13.45	151.17	75.58	277.14	0.28
45	405269	8237285	3859	Eucaliptus.globulus	22.75	12.56	180.42	90.21	330.77	0.33
46	405270	8237282	3859	Eucaliptus.globulus	31.00	13.46	357.49	178.75	655.40	0.66
47	405269	8237283	3859	Eucaliptus.globulus	30.20	11.76	337.42	168.71	618.60	0.62
48	405269	8237274	3859	Eucaliptus.globulus	37.00	16.44	528.55	264.27	969.00	0.97
49	405267	8237275	3860	Eucaliptus.globulus	25.60	13.67	234.19	117.09	429.35	0.43
50	405259	8237277	3860	Eucaliptus.globulus	44.20	13.56	782.96	391.48	1435.43	1.44
51	405257	8237276	3861	Eucaliptus.globulus	39.00	12.59	593.76	296.88	1088.56	1.09
52	405253	8237282	3862	Eucaliptus.globulus	28.90	11.48	306.15	153.08	561.28	0.56
53	405253	8237282	8361	Eucaliptus.globulus	30.30	15.4	339.89	169.95	623.14	0.62

54	405256	8237276	3876	E ucaliptus.globulus	28.95	16.7	307.33	153.66	563.43	0.56
55	405256	8237282	3875	E ucaliptus.globulus	27.75	14.3	279.88	139.94	513.11	0.51
56	405256	8237286	3880	E ucaliptus.globulus	23.50	12.4	193.83	96.91	355.35	0.36
57	405248	8237280	3870	E ucaliptus.globulus	35.90	15.22	494.44	247.22	906.48	0.91
58	405247	8237280	3866	E ucaliptus.globulus	24.60	14.33	214.45	107.22	393.16	0.39
59	405288	8237297	3857	E ucaliptus.globulus	36.70	13.56	519.12	259.56	951.72	0.95
60	405287	8237299	3857	E ucaliptus.globulus	33.80	14.56	432.78	216.39	793.42	0.79
61	405281	8237306	3853	E ucaliptus.globulus	25.80	12.45	238.25	119.13	436.79	0.44
62	405277	8237306	3855	E ucaliptus.globulus	16.30	11.35	86.36	43.18	158.32	0.16
63	405277	8237305	3855	E ucaliptus.globulus	25.70	10.6	236.22	118.11	433.06	0.43
64	405275	8237306	3855	E ucaliptus.globulus	25.10	10.6	224.20	112.10	411.03	0.41
65	405280	8237307	3856	E ucaliptus.globulus	26.30	14.33	248.58	124.29	455.72	0.46
66	405267	8237301	3856	E ucaliptus.globulus	24.50	12.67	212.53	106.26	389.63	0.39
67	405267	8237302	3857	E ucaliptus.globulus	16.15	14.65	84.61	42.30	155.12	0.16
68	405269	8237302	3858	E ucaliptus.globulus	25.00	13.65	222.23	111.12	407.42	0.41
69	405274	8237303	3858	E ucaliptus.globulus	20.30	13.46	140.26	70.13	257.14	0.26
70	405274	8237295	3860	E ucaliptus.globulus	14.30	11.78	64.66	32.33	118.55	0.12
71	405273	8237296	3860	E ucaliptus.globulus	22.00	9.56	167.54	83.77	307.15	0.31
72	405269	8237300	3859	E ucaliptus.globulus	15.10	14.5	72.93	36.46	133.70	0.13
73	405274	8237298	3860	E ucaliptus.globulus	26.60	14.9	254.89	127.44	467.29	0.47
74	405273	8237305	3856	E ucaliptus.globulus	19.30	14.7	125.44	62.72	229.97	0.23
75	405269	8237307	3856	E ucaliptus.globulus	32.00	15	383.48	191.74	703.04	0.70
76	405274	8237300	3859	E ucaliptus.globulus	24.15	15.6	205.87	102.94	377.44	0.38
77	405264	8237303	3855	E ucaliptus.globulus	18.10	13.4	108.85	54.42	199.56	0.20
78	405264	8237307	3854	E ucaliptus.globulus	26.20	12.56	246.49	123.25	451.90	0.45
79	405280	8237297	3849	E ucaliptus.globulus	33.80	15.4	432.78	216.39	793.42	0.79
80	405281	8237297	3857	E ucaliptus.globulus	35.70	14.78	488.37	244.19	895.35	0.90
81	405281	8237257	3848	E ucaliptus.globulus	19.60	13.45	129.79	64.90	237.95	0.24
82	405281	8237297	3848	E ucaliptus.globulus	33.80	13.46	432.78	216.39	793.42	0.79
83	405271	8237290	3855	E ucaliptus.globulus	22.20	15.67	170.92	85.46	313.36	0.31
84	405261	8237299	3855	E ucaliptus.globulus	35.10	11.9	470.42	235.21	862.44	0.86
85	405257	8237300	3855	E ucaliptus.globulus	32.00	10.26	383.48	191.74	703.04	0.70
86	405253	8237302	3856	E ucaliptus.globulus	23.50	14.56	193.83	96.91	355.35	0.36
87	405252	8237301	3858	E ucaliptus.globulus	17.20	12.38	97.25	48.62	178.29	0.18
88	405253	8237298	3858	E ucaliptus.globulus	30.00	13.47	332.50	166.25	609.59	0.61
89	405250	8237296	3856	E ucaliptus.globulus	27.60	11	276.54	138.27	507.00	0.51
90	405250	8237294	3861	E ucaliptus.globulus	47.00	15.6	896.79	448.40	1644.12	1.64
91	405240	8237286	3859	E ucaliptus.globulus	28.30	13.45	292.28	146.14	535.85	0.54
92	405240	8237289	3859	E ucaliptus.globulus	44.20	15.6	782.96	391.48	1435.43	1.44
93	405244	8237288	3862	E ucaliptus.globulus	45.00	14.02	814.62	407.31	1493.47	1.49
94	405244	8237291	8857	E ucaliptus.globulus	18.50	11.56	114.24	57.12	209.43	0.21
95	405244	8237290	3857	E ucaliptus.globulus	29.50	15.78	320.38	160.19	587.36	0.59
96	405245	8237290	3858	E ucaliptus.globulus	45.20	10.58	822.64	411.32	1508.18	1.51
97	405246	8237291	3859	E ucaliptus.globulus	27.70	13.47	278.76	139.38	511.07	0.51
98	405249	8237291	3859	E ucaliptus.globulus	43.10	10.98	740.54	370.27	1357.67	1.36
99	405251	8237294	3860	E ucaliptus.globulus	27.10	12.48	265.59	132.80	486.92	0.49
100	405251	8237293	3861	E ucaliptus.globulus	25.60	15.78	234.19	117.09	429.35	0.43
101	705251	8237292	3860	E ucaliptus.globulus	20.70	12.49	146.44	73.22	268.47	0.27
102	405248	8237293	3861	E ucaliptus.globulus	25.00	12.83	222.23	111.12	407.42	0.41
103	405246	8237292	3862	E ucaliptus.globulus	34.00	13.67	438.45	219.23	803.83	0.80
104	405245	8237291	3862	E ucaliptus.globulus	33.00	13.22	410.46	205.23	752.51	0.75
105	405245	8237290	3860	E ucaliptus.globulus	27.70	10.93	278.76	139.38	511.07	0.51
106	405245	8237291	3858	E ucaliptus.globulus	37.10	14.3	531.71	265.85	974.80	0.97
107	405245	8237292	3857	E ucaliptus.globulus	33.00	16.2	410.46	205.23	752.51	0.75
108	405246	8237294	3856	E ucaliptus.globulus	31.10	15	360.05	180.02	660.08	0.66
109	405248	8237296	3856	E ucaliptus.globulus	28.00	15.3	285.48	142.74	523.38	0.52
110	405246	8237295	3855	E ucaliptus.globulus	15.60	10.06	78.37	39.19	143.68	0.14
111	405245	8237296	3855	E ucaliptus.globulus	30.90	12.46	354.95	177.47	650.74	0.65
112	405244	8237294	3858	E ucaliptus.globulus	20.30	11.87	140.26	70.13	257.14	0.26

113	405245	8237297	3857	E ucaliptus .globulus	30.10	16.01	334.96	167.48	614.09	0.61
114	405248	8237298	3859	E ucaliptus .globulus	22.30	15.56	172.63	86.31	316.48	0.32
115	405250	8237299	3858	E ucaliptus .globulus	32.60	16.3	399.55	199.77	732.50	0.73
116	405253	8237305	3859	E ucaliptus .globulus	45.10	15.34	818.63	409.31	1500.82	1.50
117	405258	8237304	3857	E ucaliptus .globulus	28.00	14.5	285.48	142.74	523.38	0.52
118	405260	8237302	3857	E ucaliptus .globulus	30.70	13.6	349.89	174.95	641.47	0.64
119	405261	8237301	3857	E ucaliptus .globulus	21.63	14.56	161.43	80.71	295.95	0.30
120	405259	8237303	3855	E ucaliptus .globulus	22.00	12.5	167.54	83.77	307.15	0.31
121	405259	8237304	3856	E ucaliptus .globulus	26.00	13.63	242.35	121.18	444.31	0.44
122	405259	8237306	3857	E ucaliptus .globulus	29.30	14.52	315.60	157.80	578.60	0.58
123	405260	8237306	3857	E ucaliptus .globulus	42.30	14.52	710.51	355.25	1302.60	1.30
124	405261	8237305	3857	E ucaliptus .globulus	26.00	13.52	242.35	121.18	444.31	0.44
125	405262	8237305	3856	E ucaliptus .globulus	24.90	11.65	220.27	110.14	403.83	0.40
126	405261	8237306	3857	E ucaliptus .globulus	23.70	12.52	197.49	98.75	362.07	0.36
127	405261	8237308	3850	E ucaliptus .globulus	24.20	14	206.82	103.41	379.17	0.38
128	405261	8237309	3857	E ucaliptus .globulus	36.30	14.31	506.70	253.35	928.95	0.93
129	405261	8237311	3855	E ucaliptus .globulus	31.00	13.56	357.49	178.75	655.40	0.66
130	405275	8237310	3862	E ucaliptus .globulus	33.40	14.56	421.54	210.77	772.82	0.77
131	405272	8237319	3863	E ucaliptus .globulus	26.80	12.45	259.14	129.57	475.09	0.48
132	405272	8237317	3862	E ucaliptus .globulus	26.75	10.49	258.07	129.04	473.13	0.47
133	405273	8237317	3859	E ucaliptus .globulus	28.60	14.56	299.18	149.59	548.49	0.55
134	405272	8237311	3858	E ucaliptus .globulus	40.40	13.45	641.89	320.94	1176.79	1.18
135	405269	8237307	3858	E ucaliptus .globulus	29.20	12.45	313.22	156.61	574.24	0.57
136	405269	8237309	3856	E ucaliptus .globulus	37.00	15.45	528.55	264.27	969.00	0.97
137	405267	8237308	3856	E ucaliptus .globulus	29.15	14.67	312.04	156.02	572.07	0.57
138	405262	8237312	3856	E ucaliptus .globulus	30.00	10.45	332.50	166.25	609.59	0.61
139	405258	8237306	3855	E ucaliptus .globulus	43.30	15.67	748.16	374.08	1371.63	1.37
140	405253	8237306	3858	E ucaliptus .globulus	26.70	16.58	257.01	128.50	471.18	0.47
141	405254	8237306	3857	E ucaliptus .globulus	42.00	15.64	699.42	349.71	1282.27	1.28
142	405256	8237303	3860	E ucaliptus .globulus	28.30	12.34	292.28	146.14	535.85	0.54
143	405253	8237299	3862	E ucaliptus .globulus	24.60	14.3	214.45	107.22	393.16	0.39
144	405254	8237298	3862	E ucaliptus .globulus	39.00	15.4	593.76	296.88	1088.56	1.09
145	405250	8237304	3866	E ucaliptus .globulus	32.10	12.45	386.13	193.06	707.90	0.71
146	405248	8237304	3866	E ucaliptus .globulus	69.00	13.45	2095.14	1047.57	3841.09	3.84
147	405245	8237303	3867	E ucaliptus .globulus	22.80	11.23	181.30	90.65	332.38	0.33
148	405242	8237303	3867	E ucaliptus .globulus	57.40	10.34	1394.93	697.46	2557.37	2.56
149	405242	8237302	3868	E ucaliptus .globulus	41.00	12.47	663.15	331.57	1215.77	1.22
150	405240	8237302	3867	E ucaliptus .globulus	28.10	14	287.74	143.87	527.52	0.53
151	405240	8237302	3867	E ucaliptus .globulus	42.30	13.4	710.51	355.25	1302.60	1.30
152	405239	8237301	3867	E ucaliptus .globulus	36.20	15.3	503.62	251.81	923.30	0.92
153	405234	8237302	3868	E ucaliptus .globulus	34.10	12.04	441.31	220.65	809.07	0.81
154	405235	8237302	3868	E ucaliptus .globulus	41.10	14.89	666.73	333.36	1222.33	1.22
155	405236	8237302	3868	E ucaliptus .globulus	36.00	16.3	497.49	248.75	912.07	0.91
156	405240	8237301	3866	E ucaliptus .globulus	27.00	17.02	263.43	131.72	482.96	0.48
157	405239	8237299	3866	E ucaliptus .globulus	34.70	14.56	458.65	229.33	840.86	0.84
158	405238	8237298	3867	E ucaliptus .globulus	53.00	13.45	1169.52	584.76	2144.11	2.14
159	405237	8237298	3867	E ucaliptus .globulus	45.00	14.89	814.62	407.31	1493.47	1.49
160	405237	8237297	3867	E ucaliptus .globulus	30.00	15.4	332.50	166.25	609.59	0.61
161	405237	8237295	3866	E ucaliptus .globulus	38.70	13.56	583.71	291.86	1070.14	1.07
162	405233	8237301	3867	E ucaliptus .globulus	23.10	15.6	186.61	93.31	342.12	0.34
163	405264	8237301	3867	E ucaliptus .globulus	29.20	11.26	313.22	156.61	574.24	0.57
TOTAL								29321.54	107512.31	107.51

DATOS DE CAMPO											
IDENTIFICACIÓN					MEDICIÓN DIRECTA		ECUACIÓN ALOMETRICA				
N°	COORD. X	COORD. Y	z (m)	Especie	DAP	Altura Tot (m)	Biomasa fresca	Carbono capturado	CO <sub>2</sub> (kg)	CO <sub>2</sub> (tn)	
1	404983	8237320	3896	Polylepis.sp	15.75	4.63	46.45	20.90	76.64	0.08	
2	404984	8237322	3895	Polylepis.sp	12.65	5.87	27.69	12.46	45.69	0.05	
3	404987	8237323	3894	Polylepis.sp	18.80	6.10	70.53	31.74	116.38	0.12	
4	404989	8237324	3893	Polylepis.sp	23.30	5.70	117.04	52.67	193.12	0.19	
5	405001	8237331	3892	Polylepis.sp	9.60	4.70	14.44	6.50	23.83	0.02	
6	405004	8237332	3891	Polylepis.sp	18.15	6.20	64.91	29.21	107.11	0.11	
7	405007	8237332	3890	Polylepis.sp	8.35	4.65	10.39	4.68	17.14	0.02	
8	405010	8237334	3889	Polylepis.sp	9.10	4.71	12.73	5.73	21.00	0.02	
9	405014	8237335	3888	Polylepis.sp	19.53	6.14	77.20	34.74	127.38	0.13	
10	404990	8237323	3887	Polylepis.sp	12.25	5.73	25.67	11.55	42.35	0.04	
11	404993	8237322	3886	Polylepis.sp	18.00	6.17	63.65	28.64	105.03	0.11	
12	404994	8237324	3885	Polylepis.sp	11.25	4.70	20.99	9.45	34.64	0.03	
13	404997	8237323	3884	Polylepis.sp	9.23	4.64	13.17	5.93	21.73	0.02	
14	404998	8237325	3883	Polylepis.sp	8.30	4.60	10.24	4.61	16.90	0.02	
15	405004	8237324	3896	Polylepis.sp	16.67	4.87	53.08	23.89	87.58	0.09	
16	405003	8237327	3895	Polylepis.sp	8.25	4.53	10.10	4.54	16.66	0.02	
17	405000	8237327	3894	Polylepis.sp	9.60	4.94	14.44	6.50	23.83	0.02	
18	404996	8237325	3893	Polylepis.sp	8.30	4.30	10.24	4.61	16.90	0.02	
19	405007	8237328	3892	Polylepis.sp	13.40	5.82	31.72	14.27	52.34	0.05	
20	405008	8237331	3891	Polylepis.sp	9.20	4.75	13.06	5.88	21.55	0.02	
21	405010	8237329	3890	Polylepis.sp	9.80	4.72	15.16	6.82	25.01	0.03	
22	405011	8237332	3889	Polylepis.sp	12.80	4.98	28.47	12.81	46.98	0.05	
23	405014	8237333	3888	Polylepis.sp	13.45	5.97	32.00	14.40	52.80	0.05	
24	405016	8237333	3887	Polylepis.sp	9.13	4.50	12.84	5.78	21.18	0.02	
25	404987	8237316	3886	Polylepis.sp	8.00	4.42	9.39	4.23	15.49	0.02	
26	404987	8237319	3885	Polylepis.sp	9.64	4.70	14.58	6.56	24.06	0.02	
27	404992	8237316	3884	Polylepis.sp	10.00	5.10	15.90	7.15	26.23	0.03	
28	404992	8237319	3904	Polylepis.sp	15.75	4.65	46.45	20.90	76.64	0.08	
29	404990	8237318	3906	Polylepis.sp	10.40	5.23	17.44	7.85	28.78	0.03	
30	405000	8237323	3899	Polylepis.sp	14.20	4.84	36.37	16.37	60.02	0.06	
31	405002	8237321	3906	Polylepis.sp	8.90	4.56	12.08	5.43	19.93	0.02	
32	405006	8237322	3899	Polylepis.sp	7.50	4.16	8.06	3.63	13.31	0.01	
33	405006	8237326	3900	Polylepis.sp	8.10	4.37	9.67	4.35	15.96	0.02	
34	405009	8237325	3899	Polylepis.sp	10.10	4.60	16.28	7.32	26.86	0.03	
35	405013	8237326	3898	Polylepis.sp	6.60	4.12	5.96	2.68	9.84	0.01	
36	405013	8237327	3897	Polylepis.sp	16.10	5.60	48.92	22.01	80.72	0.08	
37	405019	8237324	3896	Polylepis.sp	14.30	4.85	36.98	16.64	61.02	0.06	
38	405016	8237324	3895	Polylepis.sp	11.50	4.65	22.11	9.95	36.49	0.04	
39	405013	8237323	3894	Polylepis.sp	13.30	4.70	31.17	14.02	51.42	0.05	
40	405010	8237322	3893	Polylepis.sp	7.50	4.39	8.06	3.63	13.31	0.01	
41	405006	8237322	3892	Polylepis.sp	11.00	4.80	19.91	8.96	32.85	0.03	
42	405006	8237319	3891	Polylepis.sp	8.25	3.90	10.10	4.54	16.66	0.02	
43	405004	8237319	3890	Polylepis.sp	13.30	5.10	31.17	14.02	51.42	0.05	
44	405001	8237317	3889	Polylepis.sp	10.55	4.85	18.04	8.12	29.77	0.03	
45	404997	8237316	3888	Polylepis.sp	7.70	4.21	8.58	3.86	14.16	0.01	
46	404994	8237315	3887	Polylepis.sp	9.80	4.77	15.16	6.82	25.01	0.03	
47	404991	8237313	3886	Polylepis.sp	6.70	3.80	6.18	2.78	10.20	0.01	
48	404990	8237315	3885	Polylepis.sp	6.587	3.94	5.75	2.59	9.49	0.01	
49	404996	8237312	3884	Polylepis.sp	12.90	4.86	29.00	13.05	47.85	0.05	
50	404999	8237315	3883	Polylepis.sp	9.30	4.97	13.40	6.03	22.11	0.02	
51	404997	8237315	3882	Polylepis.sp	8.00	4.34	9.39	4.23	15.49	0.02	
52	404994	8237311	3881	Polylepis.sp	12.60	4.80	27.43	12.34	45.26	0.05	
53	404996	8237310	3904	Polylepis.sp	10.40	4.90	17.44	7.85	28.78	0.03	

54	405000	8237311	3906	Polylepis.sp	12.00	4.69	24.45	11.00	40.34	0.04
55	405004	8237315	3899	Polylepis.sp	7.40	3.97	7.81	3.52	12.89	0.01
56	405001	8237313	3906	Polylepis.sp	10.80	4.70	19.07	8.58	31.46	0.03
57	404999	8237315	3899	Polylepis.sp	13.40	4.60	31.72	14.27	52.34	0.05
58	405007	8237315	3900	Polylepis.sp	9.00	4.40	12.40	5.58	20.46	0.02
59	405009	8237316	3899	Polylepis.sp	16.85	5.15	54.47	24.51	89.88	0.09
60	405009	8237319	3898	Polylepis.sp	16.70	4.60	53.33	24.00	88.00	0.09
61	405015	8237320	3897	Polylepis.sp	14.20	4.20	36.37	16.37	60.02	0.06
62	405019	8237321	3896	Polylepis.sp	10.65	4.90	18.45	8.30	30.44	0.03
63	405021	8237323	3895	Polylepis.sp	24.20	6.30	127.99	57.60	211.18	0.21
64	405020	8237327	3894	Polylepis.sp	9.00	4.60	12.40	5.58	20.46	0.02
65	405017	8237326	3893	Polylepis.sp	9.60	4.34	14.44	6.50	23.83	0.02
66	404997	8237306	3892	Polylepis.sp	7.20	4.15	7.32	3.30	12.08	0.01
67	404993	8237308	3891	Polylepis.sp	16.97	4.70	55.36	24.91	91.35	0.09
68	404991	8237311	3890	Polylepis.sp	12.60	4.70	27.43	12.34	45.26	0.05
69	404990	8237308	3889	Polylepis.sp	18.70	6.12	69.65	31.34	114.92	0.11
70	404991	8237306	3888	Polylepis.sp	9.40	4.23	13.74	6.18	22.67	0.02
71	404994	8237306	3887	Polylepis.sp	13.95	4.70	34.88	15.70	57.55	0.06
72	404993	8237302	3886	Polylepis.sp	10.37	4.85	17.31	7.79	28.56	0.03
73	404996	8237301	3885	Polylepis.sp	8.50	4.55	10.83	4.88	17.88	0.02
74	404994	8237303	3884	Polylepis.sp	9.40	4.20	13.74	6.18	22.67	0.02
75	405002	8237302	3883	Polylepis.sp	7.90	4.30	9.12	4.10	15.04	0.02
76	405000	8237306	3882	Polylepis.sp	7.45	4.20	7.94	3.57	13.10	0.01
77	405001	8237310	3881	Polylepis.sp	20.10	6.10	82.59	37.16	136.27	0.14
78	405003	8237306	3880	Polylepis.sp	10.30	4.80	17.05	7.67	28.13	0.03
79	405005	8237304	3879	Polylepis.sp	9.95	4.40	15.71	7.07	25.93	0.03
80	405005	8237308	3878	Polylepis.sp	9.25	4.30	13.23	5.95	21.83	0.02
81	405004	8237312	3877	Polylepis.sp	7.25	4.10	7.44	3.35	12.28	0.01
82	405004	8237309	3876	Polylepis.sp	8.40	4.50	10.54	4.74	17.38	0.02
83	405006	8237306	3875	Polylepis.sp	13.65	4.70	33.14	14.91	54.67	0.05
84	405008	8237308	3874	Polylepis.sp	6.70	3.95	6.18	2.78	10.20	0.01
85	405012	8237311	3873	Polylepis.sp	12.00	4.41	24.45	11.00	40.34	0.04
86	405012	8237317	3872	Polylepis.sp	10.30	4.40	17.05	7.67	28.13	0.03
87	405011	8237314	3871	Polylepis.sp	13.90	4.40	34.59	15.56	57.07	0.06
88	405010	8237311	3904	Polylepis.sp	13.50	4.39	32.28	14.53	53.27	0.05
89	405014	8237312	3906	Polylepis.sp	10.20	4.38	16.66	7.50	27.49	0.03
90	405012	8237317	3899	Polylepis.sp	10.00	4.85	15.90	7.15	26.23	0.03
91	405012	8237314	3906	Polylepis.sp	8.90	4.36	12.08	5.43	19.93	0.02
92	405015	8237316	3899	Polylepis.sp	6.27	4.25	5.28	2.37	8.71	0.01
93	405015	8237318	3900	Polylepis.sp	12.60	4.80	27.43	12.34	45.26	0.05
94	405017	8237317	3899	Polylepis.sp	18.30	5.90	66.19	29.78	109.21	0.11
95	405017	8237315	3898	Polylepis.sp	8.97	4.30	12.29	5.53	20.28	0.02
96	405019	8237314	3897	Polylepis.sp	15.93	5.50	47.73	21.48	78.76	0.08
97	405022	8237316	3896	Polylepis.sp	16.05	5.60	48.56	21.85	80.13	0.08
98	405020	8237319	3895	Polylepis.sp	12.60	4.50	27.43	12.34	45.26	0.05
99	405017	8237320	3894	Polylepis.sp	9.50	4.20	14.09	6.34	23.24	0.02
100	405022	8237320	3893	Polylepis.sp	19.55	5.30	77.35	34.81	127.63	0.13
101	405018	8237312	3892	Polylepis.sp	6.75	4.20	6.29	2.83	10.38	0.01
102	405015	8237309	3891	Polylepis.sp	15.70	5.40	46.10	20.75	76.07	0.08
103	405013	8237311	3890	Polylepis.sp	11.90	5.10	23.97	10.79	39.55	0.04
104	405013	8237308	3889	Polylepis.sp	11.55	5.20	22.34	10.05	36.86	0.04
105	405011	8237308	3888	Polylepis.sp	10.90	4.95	19.49	8.77	32.15	0.03
106	405010	8237305	3887	Polylepis.sp	13.87	5.15	34.39	15.48	56.74	0.06
107	405005	8237302	3886	Polylepis.sp	10.65	4.96	18.45	8.30	30.44	0.03
108	405003	8237304	3885	Polylepis.sp	8.30	4.25	10.24	4.61	16.90	0.02
109	405004	8237298	3884	Polylepis.sp	7.50	4.20	8.06	3.63	13.31	0.01
110	405010	8237301	3883	Polylepis.sp	8.00	4.30	9.39	4.23	15.49	0.02
111	405016	8237304	3882	Polylepis.sp	8.50	4.30	10.83	4.88	17.88	0.02
112	405012	8237306	3881	Polylepis.sp	7.35	3.92	7.69	3.46	12.69	0.01

113	405012	8237303	3880	P oylepis .sp	13.65	5.20	33.14	14.91	54.67	0.05
114	405007	8237303	3879	P oylepis .sp	7.50	4.10	8.06	3.63	13.31	0.01
115	405007	8237300	3878	P oylepis .sp	8.00	4.30	9.39	4.23	15.49	0.02
116	405019	8237306	3877	P oylepis .sp	6.30	4.10	5.34	2.40	8.82	0.01
117	405016	8237307	3876	P oylepis .sp	7.00	4.20	6.85	3.08	11.31	0.01
118	405018	8237309	3875	P oylepis .sp	9.10	4.45	12.73	5.73	21.00	0.02
119	405022	8237308	3874	P oylepis .sp	9.80	4.45	15.16	6.82	25.01	0.03
120	405022	8237310	3873	P oylepis .sp	8.40	4.25	10.54	4.74	17.38	0.02
121	405020	8237308	3872	P oylepis .sp	6.05	4.10	4.86	2.19	8.01	0.01
122	405026	8237311	3871	P oylepis .sp	12.30	5.10	25.92	11.66	42.76	0.04
123	405024	8237313	3870	P oylepis .sp	8.10	4.37	9.67	4.35	15.96	0.02
124	405022	8237310	3869	P oylepis .sp	10.10	4.90	16.28	7.32	26.86	0.03
125	405025	8237310	3868	P oylepis .sp	12.70	5.30	27.95	12.58	46.12	0.05
126	405028	8237308	3867	P oylepis .sp	12.60	5.25	27.43	12.34	45.26	0.05
127	405028	8237306	3866	P oylepis .sp	9.70	4.40	14.80	6.66	24.41	0.02
128	405026	8237306	3865	P oylepis .sp	8.30	4.30	10.24	4.61	16.90	0.02
129	405023	8237306	3864	P oylepis .sp	10.90	5.20	19.49	8.77	32.15	0.03
130	405026	8237309	3863	P oylepis .sp	6.60	3.90	5.96	2.68	9.84	0.01
131	405026	8237306	3862	P oylepis .sp	9.70	4.50	14.80	6.66	24.41	0.02
132	405025	8237303	3861	P oylepis .sp	7.50	4.30	8.06	3.63	13.31	0.01
133	405021	8237304	3860	P oylepis .sp	8.00	4.15	9.39	4.23	15.49	0.02
134	405022	8237308	3859	P oylepis .sp	6.80	4.10	6.40	2.88	10.56	0.01
135	405021	8237306	3858	P oylepis .sp	10.30	5.10	17.05	7.67	28.13	0.03
136	405019	8237303	3857	P oylepis .sp	14.30	5.35	36.98	16.64	61.02	0.06
137	405019	8237300	3856	P oylepis .sp	9.83	4.45	15.25	6.86	25.16	0.03
138	405016	8237301	3855	P oylepis .sp	20.50	6.15	86.52	38.93	142.76	0.14
139	405017	8237303	3854	P oylepis .sp	7.00	4.10	6.85	3.08	11.31	0.01
140	405011	8237298	3853	P oylepis .sp	8.00	4.15	9.39	4.23	15.49	0.02
141	405012	8237301	3852	P oylepis .sp	29.10	6.35	197.77	89.00	326.32	0.33
142	405014	8237298	3851	P oylepis .sp	11.65	5.40	22.80	10.26	37.62	0.04
143	405017	8237298	3850	P oylepis .sp	17.45	5.67	59.16	26.62	97.61	0.10
144	405012	8237303	3904	P oylepis .sp	17.70	5.75	61.18	27.53	100.94	0.10
145	405007	8237297	3906	P oylepis .sp	16.40	5.50	51.10	22.99	84.31	0.08
146	404999	8237293	3899	P oylepis .sp	13.95	5.47	34.88	15.70	57.55	0.06
147	404998	8237296	3906	P oylepis .sp	11.77	5.30	23.34	10.50	38.51	0.04
148	404995	8237296	3899	P oylepis .sp	17.90	5.70	62.82	28.27	103.66	0.10
149	404992	8237300	3900	P oylepis .sp	15.65	5.40	45.75	20.59	75.50	0.08
150	404990	8237303	3899	P oylepis .sp	6.00	3.94	4.76	2.14	7.86	0.01
151	404992	8237304	3898	P oylepis .sp	9.00	4.19	12.40	5.58	20.46	0.02
152	404997	8237292	3897	P oylepis .sp	8.80	4.15	11.76	5.29	19.40	0.02
153	405002	8237291	3896	P oylepis .sp	8.55	4.10	10.99	4.94	18.13	0.02
154	405004	8237292	3895	P oylepis .sp	9.80	4.20	15.16	6.82	25.01	0.03
155	405007	8237291	3894	P oylepis .sp	7.45	4.10	7.94	3.57	13.10	0.01
156	405009	8237295	3893	P oylepis .sp	11.80	5.10	23.50	10.57	38.77	0.04
157	405013	8237295	3892	P oylepis .sp	9.90	4.40	15.53	6.99	25.62	0.03
158	405017	8237296	3891	P oylepis .sp	7.85	4.15	8.98	4.04	14.82	0.01
159	405016	8237295	3890	P oylepis .sp	7.20	3.90	7.32	3.30	12.08	0.01
160	405021	8237297	3889	P oylepis .sp	9.38	4.20	13.65	6.14	22.53	0.02
161	405021	8237300	3888	P oylepis .sp	9.60	4.25	14.44	6.50	23.83	0.02
162	405024	8237299	3887	P oylepis .sp	6.97	3.80	6.78	3.05	11.18	0.01
163	405028	8237300	3886	P oylepis .sp	6.33	3.90	5.41	2.43	8.93	0.01
164	405028	8237304	3885	P oylepis .sp	8.15	4.23	9.81	4.42	16.19	0.02
165	405025	8237301	3884	P oylepis .sp	6.40	3.80	5.55	2.50	9.15	0.01
166	405025	8237295	3883	P oylepis .sp	12.00	5.00	24.45	11.00	40.34	0.04
167	405016	8237291	3882	P oylepis .sp	10.50	4.90	17.84	8.03	29.44	0.03
168	405005	8237290	3881	P oylepis .sp	10.30	4.86	17.05	7.67	28.13	0.03
169	405000	8237287	3880	P oylepis .sp	7.23	3.97	7.40	3.33	12.22	0.01
170	405004	8237284	3879	P oylepis .sp	6.50	3.85	5.75	2.59	9.49	0.01
171	405015	8237286	3878	P oylepis .sp	6.70	3.90	6.18	2.78	10.20	0.01

172	405008	8237288	3877	P oylepis .sp	10.75	4.90	18.86	8.49	31.12	0.03
173	405005	8237287	3876	P oylepis .sp	6.55	3.80	5.86	2.64	9.67	0.01
174	405010	8237290	3875	P oylepis .sp	9.30	4.50	13.40	6.03	22.11	0.02
175	405011	8237288	3874	P oylepis .sp	9.30	4.50	13.40	6.03	22.11	0.02
176	405010	8237283	3873	P oylepis .sp	6.60	4.10	5.96	2.68	9.84	0.01
177	405003	8237277	3872	P oylepis .sp	11.00	4.90	19.91	8.96	32.85	0.03
178	405008	8237274	3871	P oylepis .sp	8.70	4.30	11.45	5.15	18.89	0.02
179	405015	8237278	3870	P oylepis .sp	17.60	5.55	60.37	27.16	99.60	0.10
180	405023	8237285	3869	P oylepis .sp	13.80	5.10	34.00	15.30	56.10	0.06
181	405022	8237291	3868	P oylepis .sp	11.60	4.95	22.57	10.16	37.24	0.04
182	405018	8237284	3867	P oylepis .sp	8.70	4.56	11.45	5.15	18.89	0.02
183	405013	8237282	3866	P oylepis .sp	10.00	4.80	15.90	7.15	26.23	0.03
184	405009	8237280	3865	P oylepis .sp	9.30	4.75	13.40	6.03	22.11	0.02
185	405011	8237274	3864	P oylepis .sp	17.35	5.30	58.36	26.26	96.30	0.10
186	405011	8237269	3863	P oylepis .sp	10.90	4.95	19.49	8.77	32.15	0.03
187	405008	8237265	3862	P oylepis .sp	11.80	4.97	23.50	10.57	38.77	0.04
188	405009	8237262	3861	P oylepis .sp	10.40	4.80	17.44	7.85	28.78	0.03
189	405017	8237264	3860	P oylepis .sp	6.55	3.90	5.86	2.64	9.67	0.01
190	405015	8237270	3859	P oylepis .sp	11.85	4.80	23.73	10.68	39.16	0.04
191	405008	8237269	3904	P oylepis .sp	12.70	4.90	27.95	12.58	46.12	0.05
192	405010	8237272	3906	P oylepis .sp	9.17	4.10	12.95	5.83	21.36	0.02
193	405008	8237274	3899	P oylepis .sp	8.25	3.90	10.10	4.54	16.66	0.02
194	405006	8237277	3906	P oylepis .sp	13.40	4.75	31.72	14.27	52.34	0.05
195	405003	8237280	3899	P oylepis .sp	12.70	4.28	27.95	12.58	46.12	0.05
196	405007	8237280	3900	P oylepis .sp	14.10	4.46	35.77	16.10	59.02	0.06
197	405002	8237283	3899	P oylepis .sp	7.20	3.87	7.32	3.30	12.08	0.01
198	405003	8237287	3898	P oylepis .sp	10.20	4.10	16.66	7.50	27.49	0.03
199	405020	8237265	3897	P oylepis .sp	6.85	3.84	6.51	2.93	10.74	0.01
200	405021	8237274	3896	P oylepis .sp	12.60	4.38	27.43	12.34	45.26	0.05
201	405017	8237271	3895	P oylepis .sp	6.50	3.87	5.75	2.59	9.49	0.01
202	405024	8237269	3894	P oylepis .sp	6.78	3.80	6.34	2.85	10.47	0.01
203	405019	8237269	3893	P oylepis .sp	12.00	4.28	24.45	11.00	40.34	0.04
204	405015	8237267	3892	P oylepis .sp	10.60	4.16	18.24	8.21	30.10	0.03
205	405011	8237266	3891	P oylepis .sp	9.50	3.87	14.09	6.34	23.24	0.02
206	405011	8237264	3890	P oylepis .sp	9.30	3.97	13.40	6.03	22.11	0.02
207	405015	8237263	3889	P oylepis .sp	13.90	4.47	34.59	15.56	57.07	0.06
208	405013	8237261	3888	P oylepis .sp	8.33	3.90	10.34	4.65	17.06	0.02
209	405011	8237260	3887	P oylepis .sp	6.37	3.85	5.48	2.47	9.04	0.01
210	405011	8237258	3886	P oylepis .sp	7.23	3.90	7.38	3.32	12.18	0.01
211	405016	8237258	3885	P oylepis .sp	6.70	3.85	6.18	2.78	10.20	0.01
212	405019	8237262	3884	P oylepis .sp	6.58	3.80	5.92	2.66	9.77	0.01
213	405020	8237272	3883	P oylepis .sp	9.40	4.10	13.74	6.18	22.67	0.02
214	405024	8237266	3882	P oylepis .sp	6.33	3.80	5.39	2.43	8.90	0.01
215	405022	8237268	3881	P oylepis .sp	7.50	3.94	8.06	3.63	13.31	0.01
216	405023	8237271	3880	P oylepis .sp	7.15	3.97	7.20	3.24	11.89	0.01
217	405023	8237275	3879	P oylepis .sp	9.07	4.00	12.62	5.68	20.82	0.02
218	405018	8237275	3878	P oylepis .sp	6.87	3.90	6.56	2.95	10.83	0.01
219	405014	8237273	3877	P oylepis .sp	8.20	3.85	9.95	4.48	16.42	0.02
220	405013	8237270	3876	P oylepis .sp	7.01	3.90	6.88	3.10	11.35	0.01
221	405013	8237267	3875	P oylepis .sp	10.20	4.50	16.66	7.50	27.49	0.03
222	405012	8237278	3874	P oylepis .sp	17.05	4.80	55.97	25.19	92.35	0.09
223	405017	8237280	3873	P oylepis .sp	10.62	4.09	18.33	8.25	30.25	0.03
224	405023	8237278	3872	P oylepis .sp	11.62	4.16	22.66	10.20	37.39	0.04
225	405025	8237277	3871	P oylepis .sp	7.93	3.95	9.19	4.14	15.17	0.02
226	405027	8237283	3870	P oylepis .sp	14.07	4.45	35.57	16.01	58.69	0.06
227	405028	8237287	3869	P oylepis .sp	12.30	4.30	25.92	11.66	42.76	0.04
228	405029	8237292	3868	P oylepis .sp	9.69	3.96	14.75	6.64	24.33	0.02
229	405030	8237297	3867	P oylepis .sp	17.80	4.56	62.00	27.90	102.29	0.10
230	405030	8237302	3866	P oylepis .sp	13.23	4.20	30.80	13.86	50.82	0.05

231	405034	8237293	3865	P oylepis .sp	15.90	4.30	47.50	21.37	78.37	0.08
232	405034	8237293	3864	P oylepis .sp	6.60	3.80	5.96	2.68	9.84	0.01
233	405038	8237283	3863	P oylepis .sp	11.26	4.24	21.04	9.47	34.71	0.03
234	405038	8237277	3862	P oylepis .sp	6.00	3.80	4.76	2.14	7.86	0.01
235	405039	8237273	3861	P oylepis .sp	10.67	4.18	18.52	8.33	30.55	0.03
236	405021	8237258	3860	P oylepis .sp	6.45	3.97	5.65	2.54	9.32	0.01
237	405011	8237256	3859	P oylepis .sp	9.30	3.96	13.40	6.03	22.11	0.02
238	405012	8237254	3858	P oylepis .sp	7.95	3.90	9.25	4.16	15.27	0.02
239	405015	8237251	3857	P oylepis .sp	6.13	3.89	5.02	2.26	8.28	0.01
240	405020	8237256	3856	P oylepis .sp	6.60	3.97	5.96	2.68	9.84	0.01
241	405030	8237257	3855	P oylepis .sp	6.20	3.95	5.15	2.32	8.49	0.01
242	405022	8237253	3854	P oylepis .sp	6.30	3.94	5.34	2.40	8.82	0.01
243	405018	8237253	3853	P oylepis .sp	6.50	3.97	5.75	2.59	9.49	0.01
244	405014	8237256	3852	P oylepis .sp	6.37	3.94	5.48	2.47	9.04	0.01
245	405026	8237253	3851	P oylepis .sp	8.80	3.97	11.76	5.29	19.40	0.02
246	405026	8237258	3850	P oylepis .sp	8.13	3.80	9.74	4.38	16.07	0.02
247	405034	8237257	3849	P oylepis .sp	8.60	3.94	11.14	5.01	18.38	0.02
248	405038	8237261	3848	P oylepis .sp	7.80	3.98	8.85	3.98	14.60	0.01
249	405042	8237262	3904	P oylepis .sp	9.05	4.00	12.56	5.65	20.73	0.02
250	405043	8237266	3906	P oylepis .sp	6.75	3.90	6.29	2.83	10.38	0.01
251	405043	8237269	3899	P oylepis .sp	7.30	3.93	7.57	3.40	12.48	0.01
252	405041	8237278	3906	P oylepis .sp	7.10	3.92	7.09	3.19	11.69	0.01
253	405038	8237287	3899	P oylepis .sp	7.20	3.95	7.32	3.30	12.08	0.01
254	405035	8237289	3900	P oylepis .sp	7.27	4.00	7.48	3.37	12.35	0.01
255	405030	8237281	3899	P oylepis .sp	7.67	3.98	8.49	3.82	14.01	0.01
256	405029	8237277	3898	P oylepis .sp	6.05	3.93	4.86	2.19	8.01	0.01
257	405035	8237274	3897	P oylepis .sp	20.78	6.25	89.28	40.18	147.32	0.15
258	405037	8237274	3896	P oylepis .sp	12.03	4.31	24.57	11.06	40.54	0.04
259	405033	8237271	3895	P oylepis .sp	8.10	3.97	9.67	4.35	15.96	0.02
260	405027	8237263	3894	P oylepis .sp	9.00	4.10	12.40	5.58	20.46	0.02
261	405031	8237272	3893	P oylepis .sp	6.92	3.95	6.66	3.00	10.99	0.01
262	405031	8237278	3892	P oylepis .sp	7.87	3.80	9.03	4.06	14.89	0.01
263	405036	8237280	3891	P oylepis .sp	7.70	3.90	8.58	3.86	14.16	0.01
264	405035	8237284	3890	P oylepis .sp	8.77	3.95	11.65	5.24	19.23	0.02
265	405031	8237287	3889	P oylepis .sp	8.35	3.95	10.39	4.68	17.14	0.02
266	405024	8237283	3888	P oylepis .sp	7.20	3.90	7.32	3.30	12.08	0.01
267	405027	8237278	3887	P oylepis .sp	9.50	4.00	14.09	6.34	23.24	0.02
268	405023	8237280	3886	P oylepis .sp	10.00	4.13	15.90	7.15	26.23	0.03
269	405021	8237282	3885	P oylepis .sp	7.65	3.89	8.46	3.81	13.96	0.01
270	405021	8237276	3884	P oylepis .sp	4.95	3.75	3.02	1.36	4.99	0.00
271	405020	8237279	3883	P oylepis .sp	7.80	3.90	8.85	3.98	14.60	0.01
272	405018	8237286	3882	P oylepis .sp	7.10	3.86	7.09	3.19	11.69	0.01
273	405013	8237290	3881	P oylepis .sp	7.15	3.90	7.20	3.24	11.89	0.01
274	405017	8237292	3880	P oylepis .sp	18.20	5.90	65.34	29.40	107.80	0.11
275	405021	8237287	3879	P oylepis .sp	6.95	3.80	6.74	3.03	11.12	0.01
276	405026	8237288	3878	P oylepis .sp	7.00	3.87	6.85	3.08	11.31	0.01
277	405022	8237294	3877	P oylepis .sp	7.32	3.85	7.61	3.42	12.55	0.01
278	405018	8237290	3876	P oylepis .sp	11.71	4.40	23.08	10.39	38.09	0.04
279	405022	8237289	3875	P oylepis .sp	6.90	3.89	6.62	2.98	10.93	0.01
280	405027	8237290	3874	P oylepis .sp	6.48	3.85	5.70	2.57	9.41	0.01
281	405025	8237293	3873	P oylepis .sp	8.65	4.00	11.29	5.08	18.63	0.02
282	405027	8237294	3872	P oylepis .sp	7.20	3.90	7.32	3.30	12.08	0.01
283	405028	8237300	3871	P oylepis .sp	12.65	4.20	27.69	12.46	45.69	0.05
284	405031	8237294	3870	P oylepis .sp	9.70	4.10	14.80	6.66	24.41	0.02
285	405031	8237300	3869	P oylepis .sp	8.90	3.90	12.08	5.43	19.93	0.02
286	405027	8237298	3868	P oylepis .sp	16.00	4.60	48.21	21.69	79.54	0.08
287	405031	8237294	3867	P oylepis .sp	16.60	4.70	52.58	23.66	86.76	0.09
288	405033	8237290	3866	P oylepis .sp	12.20	4.35	25.42	11.44	41.94	0.04
289	405029	8237289	3865	P oylepis .sp	11.70	4.36	23.03	10.36	38.00	0.04

290	405029	8237284	3864	P oylepis .sp	12.75	4.50	28.21	12.69	46.54	0.05
291	405033	8237283	3863	P oylepis .sp	10.22	4.30	16.72	7.53	27.60	0.03
292	405033	8237279	3862	P oylepis .sp	10.70	4.34	18.65	8.39	30.78	0.03
293	405033	8237277	3861	P oylepis .sp	9.33	4.10	13.48	6.07	22.25	0.02
294	405032	8237276	3904	P oylepis .sp	7.00	4.00	6.85	3.08	11.31	0.01
295	405038	8237271	3906	P oylepis .sp	12.85	4.45	28.73	12.93	47.41	0.05
296	405044	8237270	3899	P oylepis .sp	15.55	4.68	45.07	20.28	74.36	0.07
297	405043	8237274	3906	P oylepis .sp	12.72	4.35	28.04	12.62	46.26	0.05
298	405040	8237275	3899	P oylepis .sp	7.80	3.92	8.85	3.98	14.60	0.01
299	405039	8237278	3900	P oylepis .sp	8.40	4.07	10.54	4.74	17.38	0.02
300	405036	8237287	3899	P oylepis .sp	9.77	4.10	15.04	6.77	24.81	0.02
301	405034	8237287	3898	P oylepis .sp	11.75	6.39	23.26	10.47	38.38	0.04
302	405031	8237290	3897	P oylepis .sp	22.35	6.19	106.09	47.74	175.05	0.18
303	405032	8237292	3896	P oylepis .sp	17.20	5.00	57.18	25.73	94.34	0.09
304	405033	8237295	3895	P oylepis .sp	11.25	4.38	20.99	9.45	34.64	0.03
305	405032	8237298	3894	P oylepis .sp	14.30	4.56	36.98	16.64	61.02	0.06
306	405031	8237270	3893	P oylepis .sp	6.75	3.90	6.29	2.83	10.38	0.01
307	405032	8237264	3892	P oylepis .sp	11.20	4.35	20.77	9.35	34.28	0.03
308	405036	8237269	3891	P oylepis .sp	13.67	4.68	33.23	14.95	54.83	0.05
309	405035	8237272	3890	P oylepis .sp	14.30	4.82	36.98	16.64	61.02	0.06
310	405031	8237272	3889	P oylepis .sp	10.50	4.54	17.84	8.03	29.44	0.03
311	405041	8237271	3888	P oylepis .sp	10.35	4.36	17.24	7.76	28.45	0.03
312	405042	8237271	3887	P oylepis .sp	13.25	4.54	30.89	13.90	50.97	0.05
313	405043	8237269	3886	P oylepis .sp	6.10	3.95	4.95	2.23	8.17	0.01
314	405041	8237268	3885	P oylepis .sp	6.75	3.98	6.29	2.83	10.38	0.01
315	405015	8237283	3884	P oylepis .sp	9.90	4.10	15.53	6.99	25.62	0.03
316	405021	8237290	3883	P oylepis .sp	7.10	3.96	7.09	3.19	11.69	0.01
317	405021	8237293	3882	P oylepis .sp	15.00	4.60	41.40	18.63	68.30	0.07
318	405024	8237288	3881	P oylepis .sp	6.10	3.94	4.95	2.23	8.17	0.01
319	405027	8237285	3880	P oylepis .sp	8.00	4.00	9.39	4.23	15.49	0.02
320	405028	8237280	3879	P oylepis .sp	6.10	3.90	4.95	2.23	8.17	0.01
321	405026	8237280	3878	P oylepis .sp	6.17	3.90	5.08	2.29	8.38	0.01
322	405012	8237283	3877	P oylepis .sp	6.25	3.95	5.24	2.36	8.65	0.01
323	405030	8237262	3876	P oylepis .sp	5.20	3.80	3.40	1.53	5.61	0.01
324	405032	8237259	3875	P oylepis .sp	11.50	4.30	22.11	9.95	36.49	0.04
325	405036	8237262	3874	P oylepis .sp	8.20	4.00	9.95	4.48	16.42	0.02
326	405042	8237262	3873	P oylepis .sp	6.90	3.95	6.62	2.98	10.93	0.01
327	405045	8237263	3872	P oylepis .sp	6.40	3.97	5.55	2.50	9.15	0.01
328	405033	8237282	3871	P oylepis .sp	7.55	3.98	8.19	3.69	13.52	0.01
329	405036	8237282	3870	P oylepis .sp	12.00	4.57	24.45	11.00	40.34	0.04
330	405039	8237281	3904	P oylepis .sp	11.00	4.30	19.91	8.96	32.85	0.03
331	405038	8237263	3906	P oylepis .sp	10.00	4.10	15.90	7.15	26.23	0.03
332	405042	8237264	3899	P oylepis .sp	7.50	4.13	8.06	3.63	13.31	0.01
333	405040	8237262	3906	P oylepis .sp	6.35	3.94	5.44	2.45	8.98	0.01
334	405039	8237260	3899	P oylepis .sp	10.70	4.12	18.65	8.39	30.78	0.03
335	405037	8237258	3900	P oylepis .sp	7.80	3.95	8.85	3.98	14.60	0.01
336	405043	8237260	3899	P oylepis .sp	10.30	4.30	17.05	7.67	28.13	0.03
337	405045	8237265	3898	P oylepis .sp	12.70	4.59	27.95	12.58	46.12	0.05
338	405020	8237285	3897	P oylepis .sp	8.10	3.95	9.67	4.35	15.96	0.02
339	405025	8237293	3896	P oylepis .sp	10.40	4.15	17.44	7.85	28.78	0.03
340	405047	8237264	3895	P oylepis .sp	6.00	3.90	4.76	2.14	7.86	0.01
341	405048	8237257	3894	P oylepis .sp	7.50	3.90	8.06	3.63	13.31	0.01
342	405041	8237255	3893	P oylepis .sp	8.17	3.89	9.86	4.44	16.27	0.02
343	405036	8237255	3892	P oylepis .sp	9.00	4.10	12.40	5.58	20.46	0.02
344	405032	8237254	3891	P oylepis .sp	7.60	3.92	8.32	3.74	13.73	0.01
345	405031	8237252	3890	P oylepis .sp	7.33	3.90	7.65	3.44	12.62	0.01
346	405045	8237253	3904	P oylepis .sp	10.95	4.30	19.70	8.86	32.50	0.03
347	405048	8237261	3906	P oylepis .sp	7.30	3.95	7.57	3.40	12.48	0.01
348	405048	8237255	3899	P oylepis .sp	8.00	3.95	9.39	4.23	15.49	0.02

349	405051	8237254	3906	Polylepis.sp	7.75	3.97	8.71	3.92	14.38	0.01
350	405049	8237251	3899	Polylepis.sp	6.20	3.84	5.15	2.32	8.49	0.01
351	405049	8237251	3900	Polylepis.sp	7.73	3.83	8.67	3.90	14.30	0.01
352	405049	8237253	3899	Polylepis.sp	8.10	3.90	9.67	4.35	15.96	0.02
353	405047	8237251	3898	Polylepis.sp	8.72	3.96	11.50	5.17	18.97	0.02
354	405051	8237252	3897	Polylepis.sp	6.55	3.90	5.86	2.64	9.67	0.01
355	405043	8237253	3896	Polylepis.sp	9.00	4.20	12.40	5.58	20.46	0.02
356	405036	8237269	3895	Polylepis.sp	7.13	3.90	7.16	3.22	11.82	0.01
357	405029	8237270	3894	Polylepis.sp	8.30	4.10	10.24	4.61	16.90	0.02
TOTAL								3284.55	12043.33	12.04

## Anexo E. Panel fotográfico



*Figura 1.* Medición de altura de árbol inclinado de *Polylepis sp.*



*Figura 2.* Ramas de *Polylepis sp.* para medir DAP y altura



Figura 3. Medición de altura de *Eucalyptus globulus*



Figura 6. Medición de DAP en *Cupressus spp.*

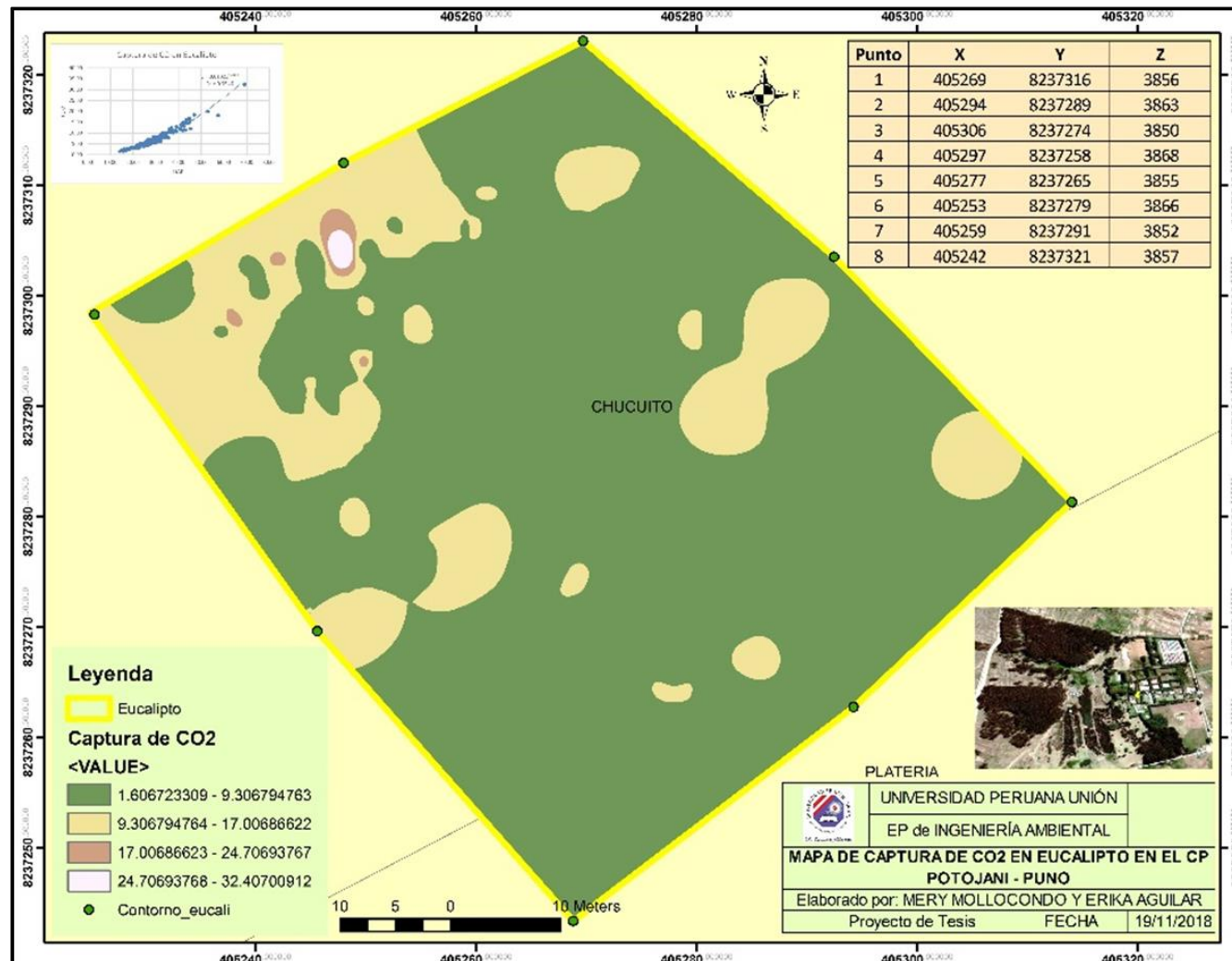


*Figura 7. Delimitación de terreno*

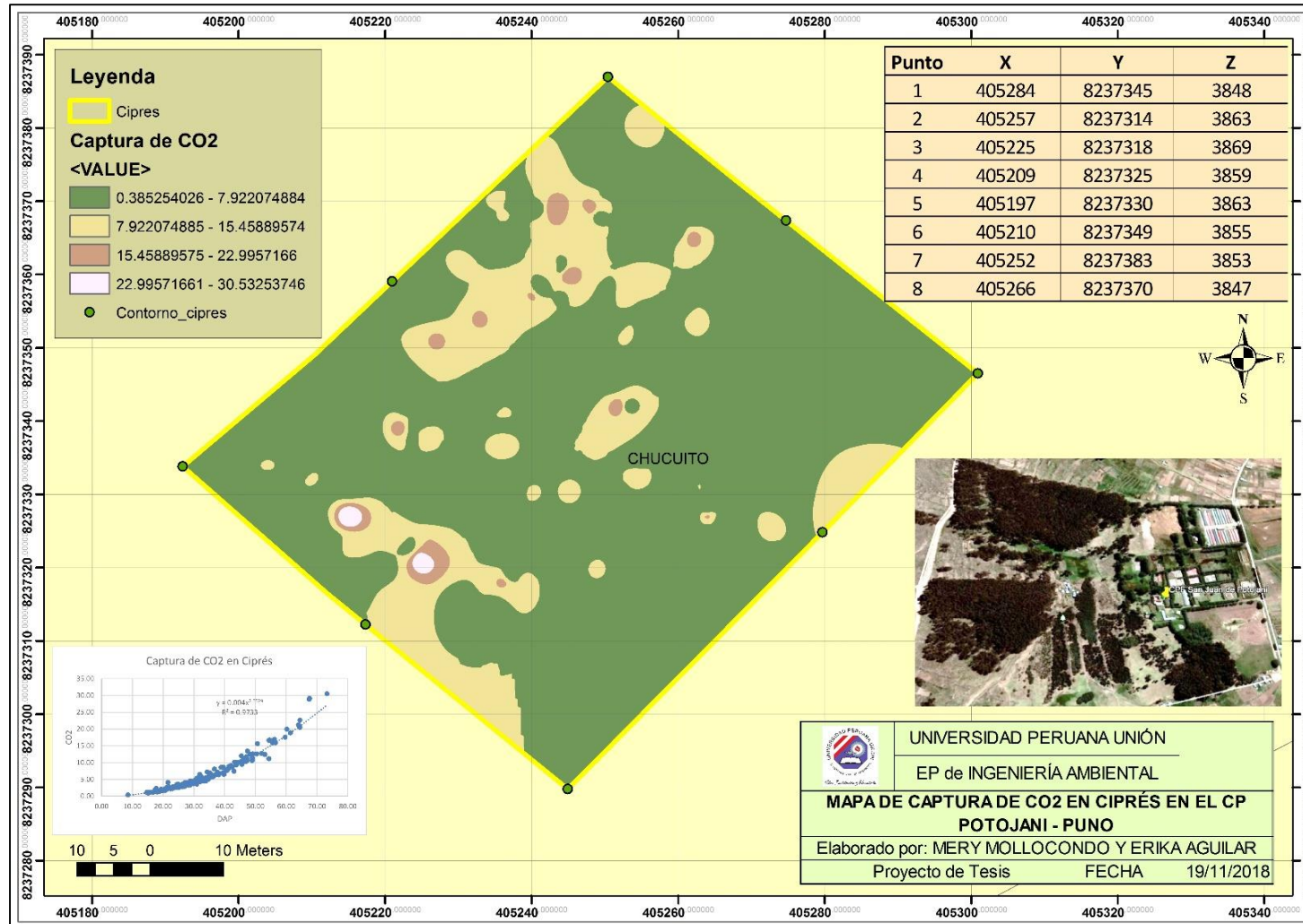


*Figura 6. Área de *Eucaliptus globulus*, *Polylepis* sp. y *Cupressus* spp.*

## Anexo F. Mapa de captura de CO<sub>2</sub> en *Eucaliptus globulus*



Anexo G. Mapa de captura de CO<sub>2</sub> en Cupressus spp.



## Anexo H. Mapa de captura de CO<sub>2</sub> en *Polylepis* sp.

