



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

“ECAA”

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“Cuantificación de la biomasa subterránea (radicular) en el sector de Trapichuco aplicando el método destructivo en especies forestales de espino y guarango que permita fortalecer la propuesta de conservación y servicio ambiental”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 4. Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales

Sublínea: Ambiente y biodiversidad

AUTOR: MARCOS ALEJANDRO PINEDA CACHIGUANGO

ASESORA: Mgs. PAOLA ALEXANDRA CHÁVEZ GUERRERO

IBARRA, MARZO 2019



Ibarra, 13 de marzo de 2019

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero

ASESORA

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) _____

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero

C.C. 100274409-0



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): _____

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero (Asesora)

C.C. 100147457-4

(f): _____

PhD. César Alonso Zuleta Padilla (Lector)

C.C. 100103754-6

(f): _____

Mgs. María Fernanda López Flores (Lector)

C.C. 100250960-0



CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Marcos Alejandro Pineda Cachiguango, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 13 de marzo de 2019

f) _____

Marcos Alejandro Pineda Cachiguango

C.C.: 100321688-2



AUTORÍA

Yo, Marcos Alejandro Pineda Cachiguango, portador de la cédula de ciudadanía N° 100321688-2, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

(f) _____

Marcos Alejandro Pineda Cachiguango

C.C:100321688-2



DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Marcos Alejandro Pineda Cachiguango, con CC: 100321688-2, autor del trabajo de grado intitulado: *“Cuantificación de la biomasa subterránea (radicular) en el sector de Trapichuco aplicando el método destructivo en especies forestales de espino y guarango que permita fortalecer la propuesta de conservación y servicio ambiental”*, previo a la obtención del título profesional de “Ingeniero en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo”, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 13 de marzo de 2019

(f)

Marcos Alejandro Pineda Cachiguango

C.C. 100321688-2



**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del Proyecto de Titulación: **“CUANTIFICACIÓN DE LA BIOMASA SUBTERRÁNEA (RADICULAR) EN EL SECTOR DE TRAPICHUCO APLICANDO EL MÉTODO DESTRUCTIVO EN ESPECIES FORESTALES DE ESPINO Y GUARANGO QUE PERMITA FORTALECER LA PROPUESTA DE CONSERVACIÓN Y SERVICIO AMBIENTAL.”** lo propuesto en el Código de Ética de la Investigación y el Aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de enero de 2018.

Para constancia firma:

.....
Marcos Alejandro Pineda Cachiguango

C.C.: 100321688-2

Carrera: Ingeniería en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo

Ibarra, 13 de Marzo de 2019

DEDICATORIA

Con todo mi afecto este trabajo de investigación está dedicado a mi familia, por todo su apoyo incondicional y confianza, por siempre tener palabras de aliento en los momentos difíciles y nunca haber dudado de mí y si algún momento lo hicieron por nunca hacérmelo notar.

A mi padre, Segundo Pineda, quien con su bendición, enseñanza y dedicación ha sido un pilar importante en mi vida, brindándome su apoyo incondicional en lo bueno y lo malo en mi formación académica y principalmente en la etapa de mis estudios universitarios.

A mi madre, Blanca Cachiguango, quien con su carácter y personalidad estuvo en todo momento pendiente de mí y poniendo el hombro en el momento que parecía flaquear.

A mi prima, Ximena Maigua, quien se convirtió en un referente no solo para mí sino para todos quienes la conocemos, gracias por estar ahí siempre pendiente, por soportar las alegrías y frustraciones que en el algún momento fueron cansonas.

A todas las personas y amigos que durante este tiempo estuvieron presentes en estos vaivenes con un consejo y una palabra de ánimo, haciéndome sentir su aprecio y estima cada momento, cada día y seguir adelante en la culminación de mi trabajo de tesis.

¡Gracias totales!

Marcos Alejandro Pineda Cachiguango

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios que me ha dado la vida y por haber convertido mis debilidades en fortalezas en momentos tormentosos y difíciles que moldearon mi interior y así conseguir mis metas anheladas.

A la finca Agroecológica Trapichuco, de manera puntual al Sr. Galo Rivera por brindarme las facilidades para llevar a cabo la realización del tema de tesis a los técnicos y amigos quienes me han apoyado con su experiencia y conocimientos para ser aplicados en el desarrollo de la presente investigación.

A mis primos Jaime y Lina que en la fase de campo y laboratorio me brindaron de su tiempo, siendo de suma importancia su aporte para seguir avanzando en la finalización de esta tesis.

A mi asesora, Mgs. Paola Chávez, por su aporte, esfuerzo y dedicación que, con sus conocimientos, su experiencia, disponibilidad, su paciencia y su motivación ha brindado un importante aporte técnico en el transcurso de mi investigación para poder culminar con esta tesis.

Marcos Alejandro Pineda Cachiguango

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
1. Planteamiento del problema	4
1.1 Justificación.....	6
1.2 Objetivos	7
1.2.1 Objetivo general	7
1.2.2 Objetivos específicos.....	7
ESTADO DEL ARTE	8
2. El cambio climático.....	8
2.1 Manejo del cambio climático a nivel estatal.....	10
2.1.1 Sectores prioritarios para la adaptación al cambio climático en el Ecuador.....	10
2.2 Consecuencias del cambio climático	11
2.2.1 Aumento de la temperatura	11
2.2.2 Aumento del nivel del mar y su temperatura.....	12
2.2.3 Aumento de la frecuencia, intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos.....	13
2.2.4 Cambios en los ecosistemas	13
2.2.5 Peligro de extinción de numerosas especies vegetales y animales.....	13
2.2.6 Sequía	14
2.2.7 Efectos sobre la agricultura y el espacio forestal	14
2.2.8 Impactos sobre la salud humana.....	14
2.3 Gases de efecto invernadero	15
2.3.1 Dióxido de carbono (CO ₂).....	15
2.3.2 Carbono en ecosistemas forestales	15

2.4	Iniciativa REDD+.....	16
2.5	Servicios ambientales.....	17
2.5.1	Captura de carbono como servicio ambiental	18
2.5.2	Fijación de carbono	18
2.6	Biomasa.....	19
2.6.1	Relación entre la biomasa y la captura de carbono	19
	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.	Ubicación geográfica del área de estudio.....	20
3.1	Datos biofísicos.....	22
3.1.1	Factores climáticos	22
3.2	Descripción ecosistémica.....	22
3.2.1	Bosque seco andino	22
3.2.2	Bosque seco montano bajo	23
3.2.3	Bosque húmedo montano.....	23
3.3	Vegetación – flora.....	23
3.3.1	Fauna	25
3.4	Materiales, herramientas, equipos e insumos.....	25
3.4.1	Materiales de escritorio.....	25
3.4.2	Herramientas.....	25
3.4.3	Equipos	26
3.5	Metodología	26
3.5.1	Delimitación del área de estudio	26
3.5.2	Registro de datos	28
3.5.3	Preparación del material colectado.....	28
3.6	Metodología de cuantificación de carbono	29
3.6.1	Método directo o destructivo.....	29

3.6.2	Ecuaciones alométricas	29
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.	Especies potenciales para la cuantificación de carbono	32
4.1	Cuantificación de carbono.....	33
4.1.1	Biomasa subterránea.....	35
4.2	Socialización de los resultados de la investigación.....	37
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.	Conclusiones.....	41
5.1	Recomendaciones.....	42
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
	ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies de flora representativa.....	24
Tabla 2. Esquema de las 9 parcelas de 400 m ² cada una por parcelas.....	32
Tabla 3. Especies por parcelas	33
Tabla 4. Carbono fijado por parcelas	34
Tabla 5. Biomasa subterránea en la zona de Trapichuco.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datos de emisiones del CO ₂	9
Figura 2. Proyección de Calentamiento Global	12
Figura 3. Mapa Base Parroquia Ambuquí	20
Figura 4. Ubicación geográfica del área de Trapicucho	21
Figura 5. Mapa de delimitación zonas Trapicucho	27
Figura 6. Ecuación alométrica	30
Figura 7. Relevancia del tema de investigación	38
Figura 8. Perspectivas para estudios complementarios posteriores	38
Figura 9. Genera beneficio concreto para la sociedad	39
Figura 10. Los objetivos planteados en la investigación si se cumplieron	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de campo	48
Anexo 2. Cálculos biomasa subterránea espino y guarango zona alta	49
Anexo 3. Cálculos biomasa subterránea espino y guarango zona media	49
Anexo 4. Cálculos biomasa subterránea espino y guarango zona baja	50
Anexo 5. Espino (<i>Acacia macracantha</i>).....	50
Anexo 6. Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	51
Anexo 7. Georreferenciación puntos de muestreo.....	52
Anexo 8. Registro fotográfico en el campo y laboratorio	53
Anexo 9. Resultados zona alta especie espino y guarango.....	57
Anexo 10. Resultados zona media especie espino y guarango.....	58
Anexo 11. Resultados zona baja especie espino y guarango.....	59
Anexo 12. Registro de asistencia.....	60
Anexo 13. Formato encuesta socialización	61
Anexo 14. Registro fotográfico socialización	62

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sector de Trapichuco, barrio Lavandero, parroquia de Ambuquí, cantón Ibarra, el objetivo cuantificar la biomasa subterránea (radicular) en el sector de Trapichuco aplicando el método destructivo en especies forestales de espino y guarango que permita fortalecer la propuesta de conservación y servicio ambiental del área de estudio.

Para la estimación de carbono en la biomasa subterránea, en la fase de campo se recolectó datos sobre las especies muestreadas como: diámetro altura del pecho (DAP), altura del árbol, altitud, coordenadas; además se utilizó el método directo o destructivo, que consiste en la excavación y extracción del árbol con todas sus raíces, tanto de la raíz principal y secundarias. Fueron llevadas al laboratorio para su respectivo lavado, pesaje y secado. Con estos datos se realizó el cálculo y análisis, para esto se tomó como base la metodología de biomasa aérea, la ecuación de biomasa subterránea del Ministerio del Ambiente. El resultado obtenido de biomasa subterránea en la zona de estudio es de 14,38 t en un área de 24,22 hectáreas. Con esta investigación se destaca la importancia ecológica que tienen los ecosistemas xerofíticos debido al aporte de servicios ambientales y captura del carbono, su importancia de conservación ecosistémica relacionados con los ciclos hidrológicos, sumideros de carbono, etc., que requiere ser conservada por tratarse de un ecosistema intervenido con escasos remanentes de vegetación nativa, producto del asentamiento y actividad productiva de la población.

Palabras clave: biomasa subterránea, captura de carbono, radicular, xerofítico

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the sector of Trapichuco, Lavandero neighborhood, parish of Ambuquí, canton Ibarra, the objective to quantify the underground biomass (radicular) in the sector of Trapichuco in forest species of hawthorn and guarango, applying the destructive method to strengthen the conservation and environmental service proposal of the study area.

For the estimation of carbon in the underground biomass, in the field phase collected data on the species sampled as: diameter of the chest height, height of the tree, altitude, coordinates; In addition, the direct or destructive method was used, which consists in the excavation and extraction of the tree with all its roots, both the main and secondary roots. These were brought to the laboratory for their respective washing, weighing and drying. With this data was made the calculation and analysis, for this was taken as a basis the methodology of aerial biomass, the equation of obtaining underground biomass of the Ministry of the Environment. The result obtained from underground biomass in the study area is 14.38 t in an area of 24.22 hectares. This investigation highlights the ecological importance of xerophytic ecosystems due to the contribution of environmental services and carbon capture, its importance of ecosystem conservation related to hydrological cycles, carbon sinks, pollination of plants and dispersion of seeds, etc., which needs to be conserved because it is an ecosystem intervened with few remnants of native vegetation, product of settlement and productive activity of the population.

Keywords: underground biomass, carbon capture, radicular, ecosystem, xerophytic

INTRODUCCIÓN

La coyuntura actual nos presenta problemas ambientales que enfrenta la población como: contaminación del agua, suelo y aire; sobreexplotación de recursos petroleros, forestales, mineros, hídricos, etc., los cuales aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) siendo más notorio en ecosistemas que intervenidos, a merced de las variaciones en el ciclo climático que traen consigo consecuencias y desequilibrios irreversibles y de peligro para la supervivencia de las especies y de la humanidad. Es muy elevado el peligro de agotamiento de los recursos y alteración de los ecosistemas producto de la forma de vida actual, por tal motivo se busca alternativas de ahorro, medidas de protección, conservación (Vilches, 2009).

Ante esta realidad, ésta investigación sobre cuantificación de carbono en la biomasa subterránea (radicular) en especies forestales de espino y guarango, tiene como objetivo realizar una cuantificación del carbono almacenado por las especies forestales de espino y guarango para tomar medidas adecuadas como mitigar y reducir los gases de efecto invernadero, mediante el desarrollo de investigaciones locales y estudios enfocados hacia la recuperación y restauración de este ecosistema forestal que permitirá que la población valore y contribuya con la conservación de su flora y fauna, para mantener las condiciones naturales y repotenciar sus servicios ambientales que serán de beneficio a la zona y a la comunidad.

La información limitada sobre carbono en ecosistemas secos como en la parroquia de Ambuquí, no permite conocer con exactitud la afectación que sufre este ecosistema. Con la información obtenida en biomasa aérea de este mismo sector, se desarrolló el cálculo de carbono fijado en la biomasa subterránea, con esta información se busca determinar el potencial de almacenamiento de carbono de la zona de Trapichuco. Las especies a estudiar son las mismas empleadas en la biomasa aérea, el espino y guarango que predominan en este sector (Suárez, 2017).

Los datos obtenidos servirán de impulso a futuras investigaciones locales, propietarios de predios y ciudadanía en general que se interesen y puedan contribuir para la elaboración de planes o proyectos más amplios para la protección, restauración y conservación de la zona. El cuidado de los pocos remanentes de vegetación seca que existen es de vital importancia ya que encierra un gran potencial económico-ambiental y a futuro podría considerarse como alternativa para solventar las necesidades de las personas que viven en el sector.

1. Planteamiento del problema

El cambio climático es cualquier alteración, cambio de los fenómenos meteorológicos durante su ciclo normal, esto puede ser provocado por fenómenos naturales, en otros casos producto de los cambios solares, la actividad industrial ha contribuido en la alteración del clima. Se puede decir que el cambio climático de la actualidad es de origen antropogénico producto del desarrollo humano (López, 2012).

En la actualidad se está implementando la creación de reservorios y sumideros de carbono con especies forestales, sin embargo, la información que se puede obtener todavía sigue siendo poco significativa sobre cuantificación de carbono en biomasa, captura y emisión de CO₂ que ayude a proponer estrategias de conservación de estos ecosistemas (Fonseca, 2009).

La actividad antropogénica es la principal causa de la alteración en la composición de la capa de ozono, el efecto invernadero es el resultado de este fenómeno, producto de los gases de CO₂, NO₂ y otros gases que se emiten, debido a la actividad industrial como: explotación desmesurada de los combustibles fósiles, los cambios de uso del suelo, incendios forestales provocados, insumos químicos e industriales (Mintzer, 1992).

La información sistematizada que existe en el Ecuador resume que los principales gases de efecto invernadero son provocados por la agricultura y ganadería 51%, uso y cambio de uso del suelo 39%, energía 7%, residuos 2% y procesos industriales 0.7% (Ludeña y Wilk, 2013).

En promedio, se observa un incremento de la precipitación en la región Costa de un 33% y en la región Interandina de un 8% (Ministerio del Ambiente, 2011). Según (Taiz y Zeiger, 1998) una manera de disminuir la cantidad de CO₂ en la atmósfera es el secuestro de carbono, éste se efectúa en los ecosistemas forestales a través del intercambio de carbono con la atmósfera mediante la fotosíntesis, llevando al almacenamiento en la biomasa y en el suelo. Los ecosistemas forestales atrapan CO₂ de la atmósfera mientras ellos van adquiriendo masa.

En el tema de cambio climático hay que resaltar los estudios, investigaciones sobre absorción de CO₂ mediante especies forestales, plantaciones, durante su crecimiento tienen una relevancia mayor al convertirse en un servicio ambiental y a su vez poder sacar un rédito económico del mismo. Este procedimiento es nuevo en el Ecuador y los propietarios de grandes extensiones de bosques, plantaciones de especies nativas no tienen como prioridad en manejo forestal, en cambio en otros aspectos como evitar la deforestación hay involucramiento, ya que llegan a recibir un incentivo económico por la captura de carbono que evite esta problemática. La cuantificación de carbono va tomando importancia en especies forestales, esto permite un estudio del ecosistema, su capacidad de almacenamiento y el potencial que tiene de almacenar carbono, para la obtención de estos datos se requiere cuantificar la respectiva biomasa, debido a que el empleo de estas especies forestales y su manejo influye en la manera como absorbe y emite carbono (Jiménez y Landeta, 2009).

1.1 Justificación

La cuantificación y fijación de carbono en ecosistemas xerofíticos, en especies forestales cobra relevante importancia por su relación de captura y emisión de CO₂ y los efectos en el cambio climático. A pesar de lo importante que son estos ecosistemas forestales en la captura de carbono, las personas desconocen las funciones específicas que realizan en el ecosistema, por tal razón estas mismas personas no tienen como prioridad la conservación de estas áreas de bosque (Solano y Vega , 2014).

Quintana, (2017), menciona que en el callejón interandino los árboles de espino o acacias son talados y transformados en carbón orgánico, siendo 50 km² en promedio que se pierden de bosque seco al año para utilizarlos como pastos y cultivos (Riofrío, 2018).

La mayor concentración de este ecosistema xerofítico se encuentra en la parte sur y occidental del Ecuador, no está libre de amenazas como la deforestación y el cambio climático. En una investigación sobre estas dos problemáticas mediante información del Ministerio del Ambiente (MAE) y la Universidad Nacional de Loja, determino la reducción del bosque seco a causa de la deforestación es de 71 km² por año (7100 ha), en cambio la pérdida del bosque a causa del cambio climático es de 21 km² por año (2100 ha), con estos datos es determinante que la intervención del hombre en la pérdida del bosque en el ecosistema es mucho más significativa y dañina que el proceso natural del cambio climático (Manchego et al., 2017).

Los bosques secos cumplen funciones primordiales en el ecosistema, por tal motivo es importante su manejo y conservación que garantice los servicios ecosistémicos y ambientales a las personas que están en su área de influencia, en especial la conservación del suelo, recuperación de fuentes de agua, captación de carbono, prevención de la erosión y deslizamientos, disponibilidad de alimentos, recursos no maderables, etc. (Aguilar, 2008).

En esta zona de estudio no se cuenta con información verídica que permita constatar capacidad del ecosistema en la captación y flujo de carbono, con los resultados obtenidos de la investigación se puede tomar decisiones acordes a enfrentar la problemática ambiental actual, la manera de mitigar el cambio climático, como combatir el efecto invernadero recuperando las zonas de flora y fauna que ayude a mantener las condiciones naturales iniciales que serán de beneficio para las poblaciones de la zona (Suárez, 2017).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Cuantificar la biomasa subterránea (radicular) en el sector de Trapichuco aplicando el método destructivo en especies forestales de espino y guarango que permita fortalecer la propuesta de conservación y servicio ambiental.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las raíces de los árboles en estudio mediante la excavación y medición mediante cilindros de diámetros y profundidad que permita determinar la abundancia de las especies.
- Cuantificar la biomasa del carbono almacenado en la biomasa subterránea (radicular) mediante el método de medición destructivo para la cuantificación de existencia y flujo de carbono.
- Cuantificar la biomasa total de carbono en la zona de estudio con la información obtenida de la parte aérea y subterránea en las especies de guarango y espino que sirva de complemento en la siguiente investigación.
- Socializar los resultados de la investigación a los actores que se encuentra dentro del área de estudio mediante una guía metodológica de sistematización que contribuya en la toma de decisiones de las autoridades en temas ambientales.

ESTADO DEL ARTE

2. El cambio climático

El clima es un fenómeno complejo debido a la variedad de factores que están relacionados, el clima de la Tierra durante su evolución ha sufrido variaciones, cambios durante millones de años. El cambio climático es la variación o alteración del clima, producto de la actividad del hombre, alteración de los rangos de temperaturas, exceso de lluvias, nubosidad, etc. Por tal motivo, en la actualidad el clima está sufriendo un proceso acelerado de transformación causado por la explotación industrial de los países industrializados de primer mundo, provocando que los países en vías de desarrollo se vean afectados (Chivelet, 2014).

Cuando hay una mayor concentración de CO₂ de lo normal en la capa de ozono, el planeta tiende a eliminarlo, la concentración es tal que ha superado esa capacidad de deshacerse del CO₂. Ante este fenómeno la manera de reaccionar del planeta es la de huir a los cambios inestables, al igual que los seres vivientes, por lo tanto el momento de estabilidad será cuando la temperatura sea de 5 grados más cálida que en la actualidad (Lovelock, 2015).

Los científicos en sus múltiples investigaciones, estudios, proyecciones establecen que desde 1750 nuestro planeta se encuentra en un calentamiento neto y en este siglo XXI seguirá ese camino causado por la concentración de gases de efecto invernadero, resultado del consumo de los combustibles fósiles. Por lo tanto, el cambio climático es sin duda el problema ambiental más preocupante y estudiado en la actualidad afectando a la población en su mayoría (Rodríguez, 2015).

El planeta ha pasado por una serie de cambios climáticos a lo largo del tiempo, ha permitido la aparición de eras geológicas y especies de animales y vegetales, sin embargo la actividad humana ha contribuido que haya transformaciones producto de la explotación de los recursos no renovables como combustibles fósiles que emiten CO₂ en grandes cantidades, dando como resultado el calentamiento global (Suárez, 2017). (Ver Figura 1)

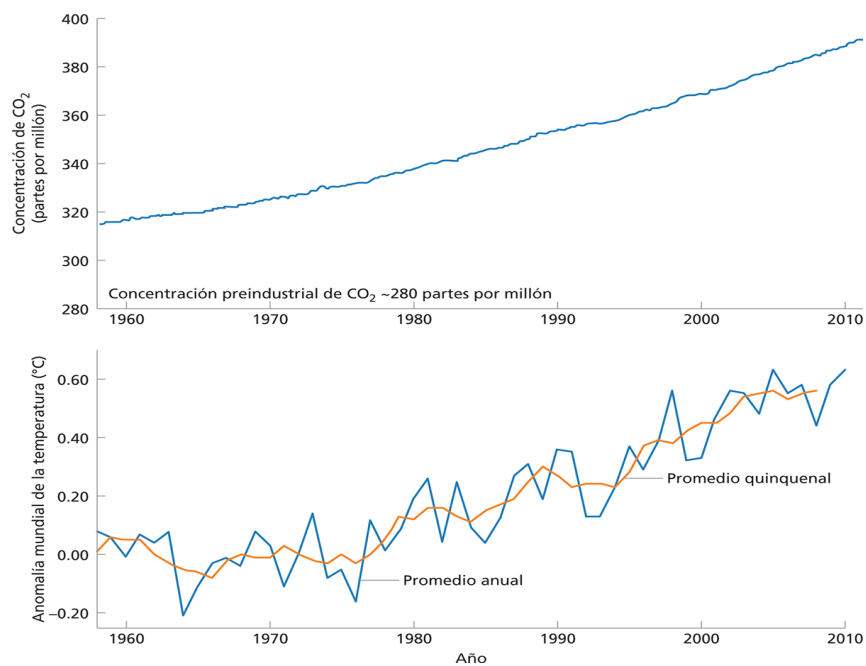


Figura 1. Datos de emisiones del CO₂. Fuente: Laboratorio de Investigación del Sistema Tierra de la NOAA (2012)

El impacto y las consecuencias del cambio climático son de grandes proporciones, afectando de manera directa al agua, recursos alimenticios, aumento de la temperatura, inundaciones elevando la mortalidad. En fin, el cambio climático no solo es una problemática ambiental, sino de afectación social, económica incluso política, siendo los más afectados los países en vías de desarrollo que son los menos preparados para enfrentar estos fenómenos (Villameriel, 2017).

2.1 Manejo del cambio climático a nivel estatal

El cambio climático es una problemática tratada a nivel mundial, para Ecuador este tema ha sido abordado desde estrategias para su mitigación y adaptación. El Ministerio del Ambiente a través de la Subsecretaría de Cambio Climático, es la institución encargada de liderar, ejecutar las estrategias de adaptación y mitigación a nivel nacional, implementando un plan de acción, mecanismo y recursos económicos, que permita contrarrestar los efectos provocados por este fenómeno natural y antropogénico (MAE, 2012).

El proceso climático desde los años cincuenta se ha mantenido en un único sentido, reflejando cambios en la atmósfera, elevación de la temperatura en los océanos, deshielo de los glaciares, aumento del nivel del mar y de las concentraciones de gases de efecto invernadero. El cambio climático se ha convertido en una problemática social a nivel mundial, debido a factores negativos relacionados con la pobreza, contaminación, áreas urbanas sobrepobladas que inciden de manera directa o indirecta (SENPLADES, 2014).

En la Constitución Política del Ecuador (2008), el artículo 414 afirma que el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

2.1.1 Sectores prioritarios para la adaptación al cambio climático en el Ecuador

El patrimonio natural abarca todos los ecosistemas naturales interrelacionados entre sí, propensos a cualquier cambio ajeno como el clima, que afecta su desarrollo y crecimiento. Hay dos factores que sobresalen en estos ecosistemas: la oferta de bienes y la oferta de servicios ambientales, por la gran biodiversidad existente, estos factores se encuentran relacionados con satisfacer las necesidades del hombre, siguiendo los lineamientos del Buen Vivir. Un exquisito patrimonio natural conlleva a tener un ecosistema natural bien conservado y por ende más servicios ambientales de beneficio como poder almacenar y capturar carbono, que ayude que los gases de efecto invernadero tengan una concentración regulada (MAE, 2012).

En el Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) el objetivo primordial es garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global; además de implementar medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental.

En el Ecuador una de las medidas implementadas para mitigar el cambio climático, reducción de emisiones es el programa Socio Bosque/Socio Paramo a cargo del Ministerio del Ambiente (MAE), siendo la principal función la conservación de los bosques y bajar el índice de deforestación a cambio de incentivos económicos, otra de las medidas es promover las energía renovables y así consumir cada vez menos los combustibles fósiles (MAE, 2009).

2.2 Consecuencias del cambio climático

Los procesos físicos y químicos de la atmósfera se ven alterados por los cambios climáticos, provocando consecuencias en las corrientes oceánicas, aumentos en el nivel del mar, tormentas más destructivas y de prolongada duración, sequías extremas, incendios y desaparición de ecosistemas y especies son las consecuencias del cambio climático que tienen más presencia, que están relacionadas entre sí, es decir un fenómeno es consecuencia para otro (Gallardo, 2001).

2.2.1 Aumento de la temperatura

Las consecuencias por el aumento de la temperatura afectan directamente a la economía y sin duda a la salud, producto de las olas de calor que ocasionan deshidratación y enfermedades en el ser humano. A este ritmo sufriremos climas más extremos y fenómenos naturales muy intensos. Este aumento de temperatura trae consigo disminución de la cantidad de agua que está disponible para consumo humano, agrícola e hidroeléctrico (Secretaría del Medio Ambiente, 2014). (Ver figura 2)

Proyecciones de Calentamiento Global

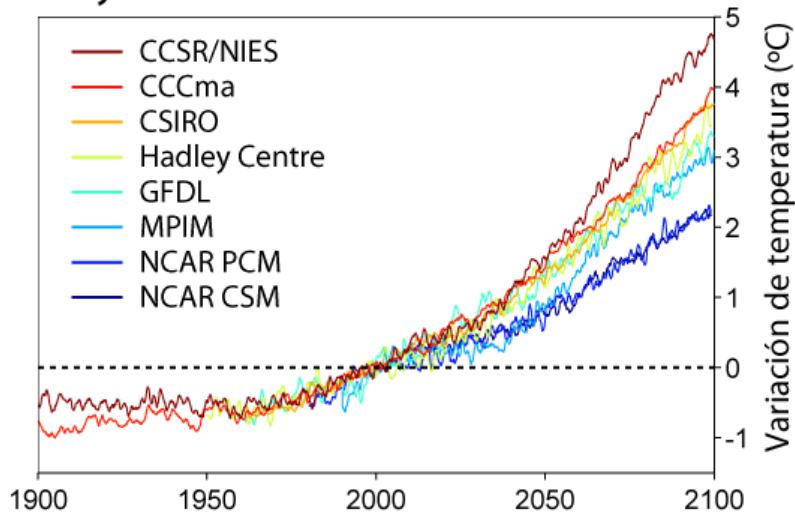


Figura 2. Proyección de Calentamiento Global. Fuente: Grupo Berkeley de Temperatura Superficial Terrestre (2011)

2.2.2 Aumento del nivel del mar y su temperatura

En el mar Caribe se ve reflejado este fenómeno, se calcula que hasta el año 2060 el nivel del mar subirá unos 40 cm, provocando que las aguas subterráneas afecten al agua dulce. Otra de las consecuencias es el deshielo de los glaciares, este fenómeno provocara que el nivel de agua ascienda unos 20 metros aproximadamente para el año 2100, afectando a ciudades costeras importantes como: Calcuta, Shanghái, Beijing, Bangladesh, sur de la Florida o la bahía de San Francisco. El aumento del nivel del mar y la temperatura pone en peligro las especies de vegetales y animales (Instituto de Hidrología, 2015).

2.2.3 Aumento de la frecuencia, intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos

El incremento de temperatura del agua de los océanos conlleva un ascenso del nivel de evaporación del agua y del índice de nubosidad, lo que provoca el aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas, tornados y huracanes, el aumento de CO₂ influye directamente en la circulación atmosférica que alteran las precipitaciones globales y tropicales. Las temperaturas y precipitaciones extremas, vientos extremos, inundaciones, sequías son fenómenos que se han duplicado en los últimos treinta años con mayor frecuencia y con mayor voracidad (Ríos et al., 2013).

2.2.4 Cambios en los ecosistemas

Los ecosistemas sufren cambios a nivel del ciclo hidrológico que altera las interacciones entre las especies, sus nutrientes, funcionamiento de los mismos. Los ecosistemas costeros son los más propensos a cambios por el aumento del nivel del mar, sus costas son inundadas afectando la biodiversidad, pérdida de bosques, erosión y merma de arena en las playas. Los ecosistemas son muy vulnerables a los cambios no solo ambientales sino a los cambios antrópicos (Nación, 2011).

2.2.5 Peligro de extinción de numerosas especies vegetales y animales

El cambio climático ha provocado una alta tasa de pérdida de especies vegetales y animales, según los científicos estamos próximos a una “sexta gran extinción”. En las Cumbres del Clima de Naciones Unidas se ha determinado que un aumento de 2 °C, las especies que estarían desaparecidas alcanzaría el 5,2% a nivel mundial. Un aumento de 3 °C este porcentaje se elevaría a 8,5%. Y en caso de llegar a un aumento de temperatura de 4.3 °C, un 16% de las especies se extinguirían, si las emisiones proyectadas siguen con su ritmo actual (Urban, 2015).

2.2.6 Sequía

La sequía es otro de los fenómenos climáticos causado por la escasez y anormalidad de las lluvias llegando a prolongarse a través del tiempo, provocando efectos en la actividad y necesidad humana y en los ecosistemas como la falta de disponibilidad del agua. Las causas se dan de manera natural por la alteración de los fenómenos climáticos como el Niño, variaciones solares y de manera antrópica producto de la degradación del ambiente (erosión del suelo, desertificación, deforestación) que influyen en los ciclos ecológicos normales (Ortega, 2013).

2.2.7 Efectos sobre la agricultura y el espacio forestal

El cambio climático tiene efectos sobre la agricultura en la variación de los fenómenos meteorológicos, voracidad de las plagas y enfermedades. Estos efectos inciden en el cambio del uso del suelo producto de la explotación agraria, resultando que los suelos sufran desertificación, con el aumento de la temperatura los cultivos disminuirán su producción, provocando carencia de alimentos. En el caso de los ecosistemas forestales se ven amenazados por los incendios forestales desapareciendo los sumideros de carbono y emitiendo más gases de efecto invernadero a la capa de ozono (Machín y López-Manzanares, 2012).

2.2.8 Impactos sobre la salud humana

Este fenómeno puede tener beneficios puntuales como menor mortalidad en las zonas templadas durante el invierno, la producción de alimentos sea mayor en zonas determinadas. Sin embargo, el cambio climático influye en la salud ambiental y de la sociedad, con un aumento de temperatura la aparición de enfermedades cardiovasculares y respiratorias sea mayor. Otro de los efectos, las enfermedades transmitidas por los insectos, animales de sangre fría, agua contaminada provocando que el suministro de agua sea escaso, relacionado con la alteración de las condiciones climáticas (Organización Mundial de la Salud, 2018).

2.3 Gases de efecto invernadero

Estos gases de origen natural y antropogénico absorben y emiten radiación por la Tierra hacia las nubes y la atmosfera y viceversa, causando el efecto invernadero. El dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (NO_2), vapor de agua (H_2O), metano (CH_4) y ozono (O_3) son los gases presentes en la atmosfera, además existen gases producidos de manera antrópica como los halocarbonos, sustancias con cloro y bromuro, hexafluoruro de azufre (SF_6), perfluorocarbonos (PFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC) (CIIFEN, 2011).

2.3.1 Dióxido de carbono (CO_2)

El CO_2 constituye más del 60 % del efecto invernadero y este mismo gas representa más del 80% de emisiones de gases de los países industrializados. En el planeta existe de forma limitada, este se desplaza entre la atmosfera, la biosfera terrestre y los océanos, lo que se denomina el ciclo del carbono. Tanto humanos, animales y plantas contienen carbono dentro de sus tejidos, este es liberado en forma de CO_2 al momento de respirar y cuando mueren y se descomponen. La capacidad de reciclaje de la tierra y los océanos puede hacer que el CO_2 permanezca entre 50 y 200 años en la atmósfera (Europea, 2003).

2.3.2 Carbono en ecosistemas forestales

El carbono secuestrado por un ecosistema forestal depende del contenido de carbono, la capacidad biológica del lugar, el crecimiento, la edad del rodal y los productos obtenidos de este ecosistema. La proporcionalidad de acumulación de carbono varía en el suelo y la vegetación de los ecosistemas y los distintos bosques, un ecosistema frío tiene una lenta descomposición de la materia orgánica, en los trópicos se acelera el proceso de descomposición por la elevada temperatura, quedando el carbono en partes iguales en suelo y vegetación. Los biomas también influyen en la distribución de carbono en suelo, vegetación y los tipos de bosque, los bosques tropicales son los biomas que mayor secuestro de carbono tienen a nivel de suelo y vegetación en comparación con otro tipos de bosque (Pardos, 2010).

2.4 Iniciativa REDD+

REDD+ es una iniciativa internacional que reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Además de aumentar y potenciar los lugares de sumideros de carbono, los cuales se derivan de los ecosistemas forestales almacenadores y secuestradores de carbono, dando beneficios sociales y ambientales adicionales. El enfoque REDD+ está dirigido a la mitigación del cambio climático, específicamente el combate a la deforestación, actividades de manejo y conservación de ecosistemas forestales que sean útiles como sumideros de carbono (MAE, 2016).

En el Ecuador se ha implementado el Plan de Acción REDD+ con el propósito de crear estrategias, lineamientos en pro del manejo, conservación y restauración de los ecosistemas forestales y sus servicios ambientales. Dentro de esta estrategia el Estado es un actor importante en el desarrollo del plan, mediante el programa Socio Bosque se busca concretar entendimientos con las comunidades que son propietarias de áreas forestales a cambio de un reconocimiento monetario en efectivo en favor de la conservación y protección de estos ecosistemas como secuestradores de carbono que reduzcan la emisiones de gases de efecto invernadero (Braulete, 2012).

Nuestra realidad refleja que la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales es muy compleja, este patrimonio ha sido sobreexplotado sin ningún manejo sostenible en los últimos años. A través del Ministerio del Ambiente, se está creando políticas, estrategias, lineamientos y renovando la información para que el país sea beneficiario de esta iniciativa REDD+ (MAE, 2016).

Aún se está debatiendo sobre la procedencia de este dinero – la financiación inicial provendrá de fondos asignados, pero a medio plazo podría requerir algún tipo de mecanismo de mercado vinculado a las compensaciones. En principio, los pagos financiarían a continuación acciones que permitan a países en desarrollo a conservar o utilizar sus bosques de manera sostenible, proporcionando a los bosques intactos un valor competitivo respecto de otros usos (Proforest, 2011).

El debate internacional acerca de las emisiones o conservar las existentes, tiene posiciones a favor y en contra por parte de los países que forman la REDD+ al momento de actuar sobre las causas de la desaparición del bosque, siendo demasiado complicado actuar sobre este aspecto porque la pérdida de bosque se produce por razones directas por la intervención del hombre que varían entre regiones o países; o causas indirectas como la mala gobernabilidad, instituciones con políticas débiles y una distribución inadecuada de la tenencia de las tierras. Por tanto, estas discusiones y la ideologización impiden el avance en la estrategia ambiental para la conservación de los bosques, mitigación de los gases de efecto invernadero, que a largo plazo representara un beneficio para la sociedad (Braulete, 2012).

El Plan de Acción REDD+ en el país está enfocado a la suma de esfuerzos en pro de disminuir la deforestación de los bosques, implementando estrategias puntuales de conservación forestal, reduciendo el impacto ambiental sobre los cambios en el uso del suelo en los bosques, dando como resultado una menor emisión de GEI. Existen países que superan los niveles de emisiones de CO₂ por lo tanto su compensación económica debe ser mayor, a los países en vías de desarrollo los cuales serán dirigidos a políticas de conservación de los bosques. Aunque esta estrategia no es novedosa, presenta gran consenso como instrumento para la conservación de los ecosistemas forestales; es una forma de financiar y tener rentabilidad esa conservación. Otra de las acciones puntuales está relacionada con la articulación de políticas nacionales en favor de la conservación, restauración, desarrollo sostenible, que permitan un manejo forestal adecuado y en el aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM), una prioridad del MAE como bioindustria (MAE, 2016).

2.5 Servicios ambientales

Los servicios ambientales o ecosistémicos son los beneficios intangibles que los ecosistemas brinda en forma natural o por medio de un manejo sustentable y están a disposición de las personas. En consecuencia, la base de los servicios ambientales se halla en los componentes y procesos que integran los ecosistemas (Guevara, 2003).

Las sociedades desde tiempo atrás se han beneficiado de estos servicios, sin siquiera tener conciencia de aquello. Ya en los actuales momentos estos servicios ambientales se han visto

deteriorados producto de la actividad antrópica, es por eso que se busca restaurar las funciones y beneficios de estos ecosistemas y de los servicios ambientales a largo plazo, con el propósito de llegar al desarrollo sustentable (Álvarez, 2003).

2.5.1 Captura de carbono como servicio ambiental

La captura de carbono como servicio ambiental se ha convertido en una oportunidad en el mercado, esto fijara un precio por fijación de carbono acorde a la oferta y demanda o de las estrategias implementadas por los gobiernos. El mercado y los mecanismos de desarrollo limpio han incidido en el pago por los servicios ambientales, es por eso que el pago por la fijación de carbono sea tonelada por hectárea para proyectos de carbono donde instituciones y comunidades son propietarias de áreas con vegetación, para que este requisito sea efectivo se necesita de un plan estructurado, evaluación, monitoreo, certificaciones de captura de carbono y proyectos a corto, mediano y largo plazo de inversión por este servicio ambiental. (Ordóñez Díaz, 2008).

2.5.2 Fijación de carbono

El carbono en los ecosistemas boscosos se acumula de varias formas, en los árboles vivos, árboles muertos en pie, árboles muertos caídos, suelo del bosque, biomasa caída (hojas y ramas) carbono orgánico en el suelo, y sotobosque. Este ingresa a las plantas en forma de dióxido de carbono en el proceso de la fotosíntesis (Díaz, 2010).

En el proceso de fotosíntesis, los árboles capturan el CO₂. En este proceso químico entre CO₂, luz solar y agua, forman carbohidratos que la planta utilizará como fuente de energía y almacenará dentro de su estructura en forma de biomasa. Los bosques jóvenes capturan más dióxido de carbono para ayudarlos a crecer y madurar. Según la especie se puede medir cuanto carbono tiene fijado, midiendo el tronco regularmente. Mientras los arboles siguen su crecimiento, a su vez la biomasa que generan también crece, y así se puede correlacionar con datos de CO₂ secuestrado (Alvarado, 2018).

2.6 Biomasa

La biomasa es el recurso biológico de origen vegetal, animal o transformado para obtener biocombustibles. Esta se puede aprovechar de manera directa, cuando la materia orgánica está en su estado natural para convertirla en fuente de energía. La biomasa requiere energía de la luz solar, en el caso de las plantas para que esta energía sea aprovechada mediante la fotosíntesis o también se almacena en residuos orgánicos de animales producto de la digestión, incluso del ser humano y del proceso de descomposición. Hay dos maneras de aprovechar la biomasa: cultivos energéticos y residual, en el primer caso se debe planificar que tipo de cultivos son fuente de energía, mientras que la segunda son los subproductos de la industria agrícola, ganadera, silvícola, alimenticia y madera transformada (Arévalo, 2015).

2.6.1 Relación entre la biomasa y la captura de carbono

Los bosques tropicales, templados tienen el potencial para capturar, conservar carbono muy por encima que otros ecosistemas terrestres. Todo este proceso se deriva de la capacidad de producción de biomasa del ecosistema forestal (hojas, ramas, tallos, raíces, rizomas, tallos subterráneos), que se manifiesta mediante el peso de materia seca por unidad de área (árbol, hectárea, región). En estudios forestales, estos datos son fundamentales para determinar carbono en bosques, estimar los nutrientes presentes en el ecosistema, fijación de energía, determinar la proporción en los ecosistemas y fuentes de biomasa disponible. Como se menciona, los bosques tienen una gran capacidad de captura de carbono, un 90% se encuentra en el flujo anual de carbono entre atmósfera-suelo, producto de la biomasa del ecosistema forestal (Borrero, 2012).

Vallejo et al. (2005), indica que, en diferentes trabajos de investigación, el porcentaje de carbono en la materia vegetal es del 50%, las variables ambientales son un factor que incide en la capacidad que tienen los bosques para capturar carbono.

MATERIALES Y MÉTODOS

3. Ubicación geográfica del área de estudio

Esta investigación se realizó en el sector de Trapichuco, barrio Lavandero, correspondiente a la parroquia de Ambuquí, del cantón Ibarra en la provincia de Imbabura. (Ver Figura 3)

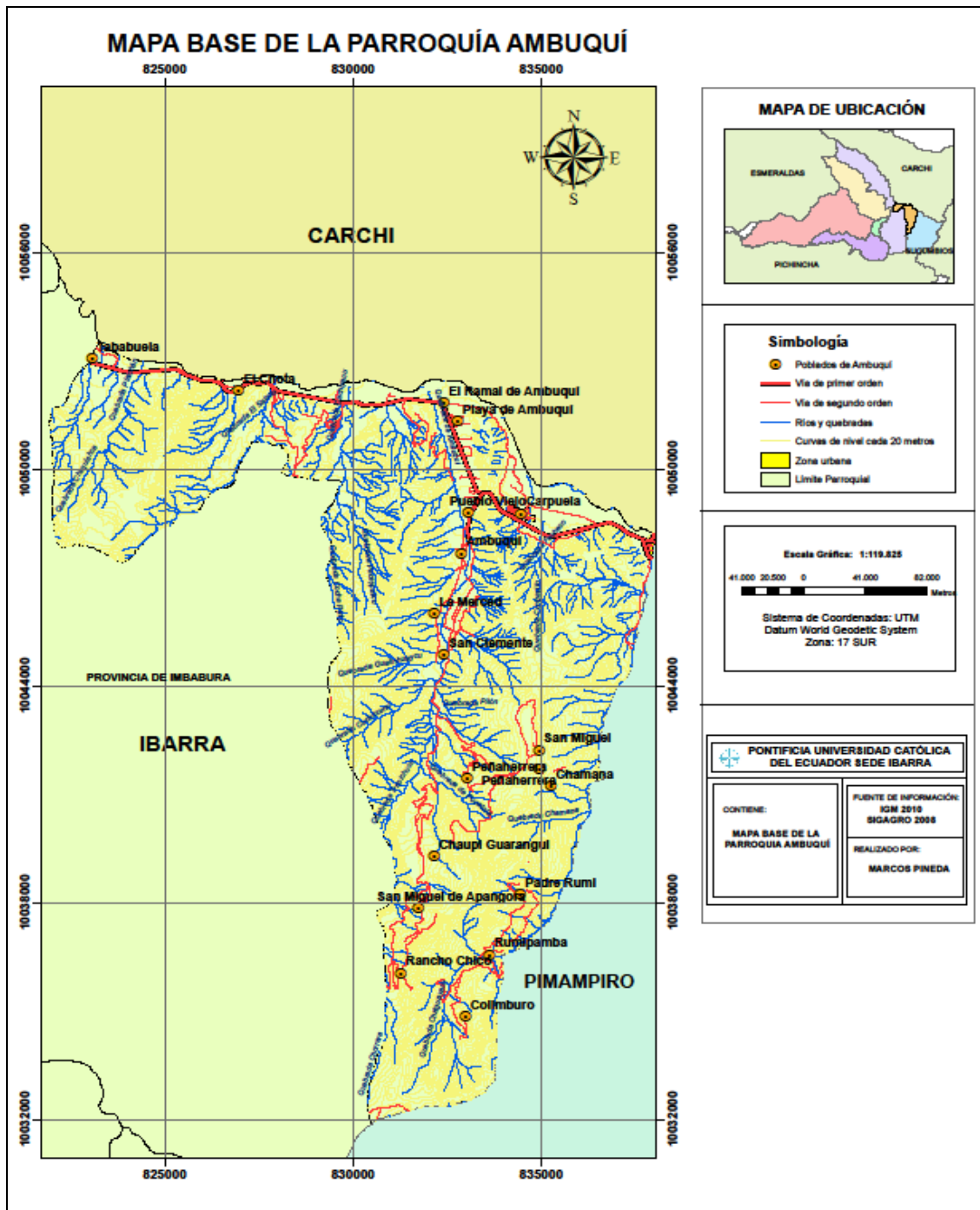


Figura 3. Mapa Base Parroquia Ambuquí

Fuente: Autor (2018)

El sector de Trapichuco se encuentra ubicado a unos 14 Km del parque principal de Ambuquí, vía a la comunidad de Peñaherrera, coordenadas geográficas: 0°22'31.159" N; 78°1'2.595" O, con una altitud de 2189 msnm, el área de estudio tiene una extensión de 24,22 hectáreas. (Ver Figura 4)

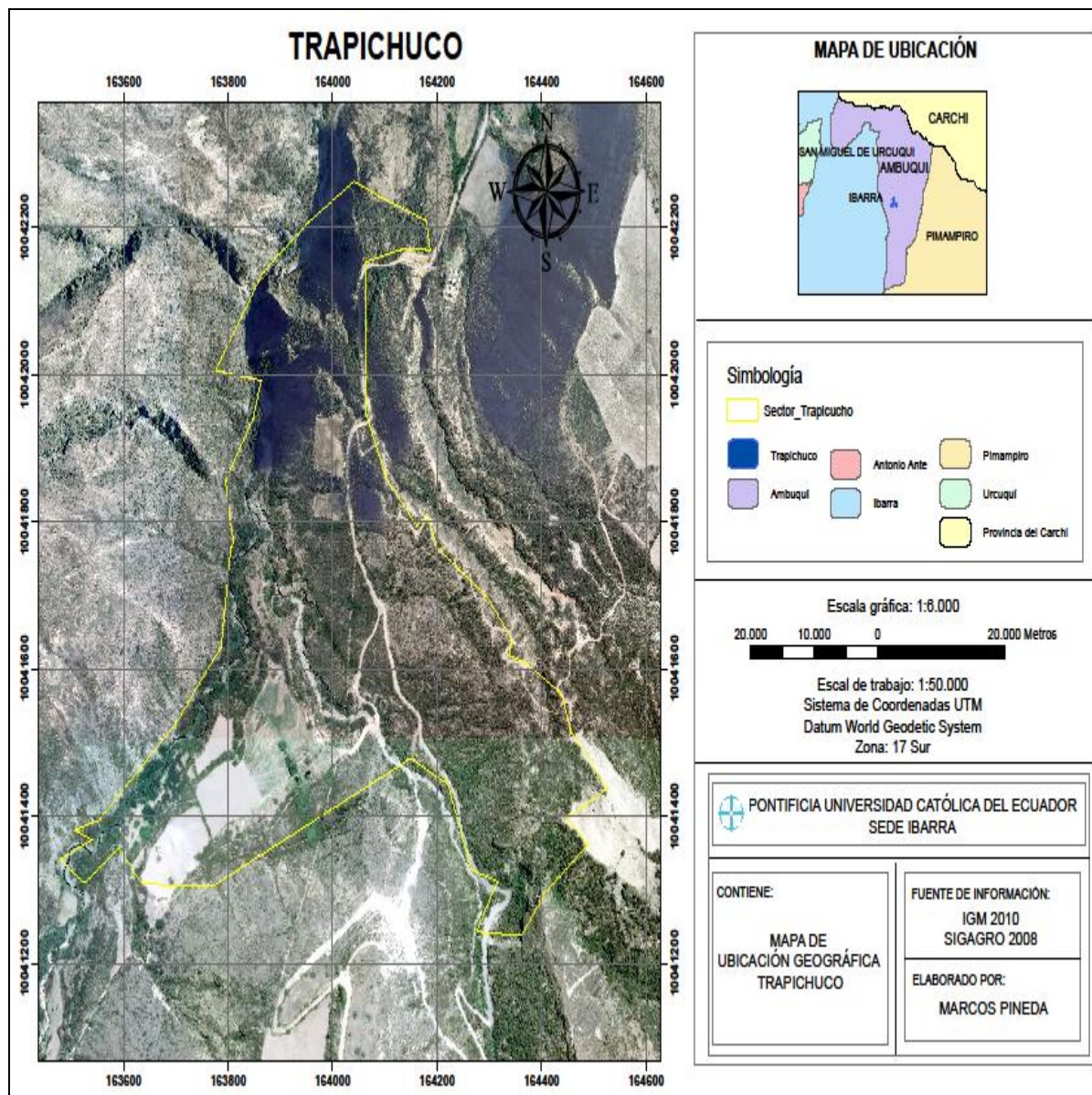


Figura 4. Ubicación geográfica del área de Trapichuco

Fuente: Autor (2018)

3.1 Datos biofísicos

3.1.1 Factores climáticos

Los factores climáticos o elementos del clima constituyen características relevantes que permiten la formación del clima de un sector específico, en el caso de la parroquia de Ambuquí tenemos una precipitación entre 500 – 2000 mm anuales, una temperatura de 8 – 24 °C y una humedad relativa alta promedio de 60%. Según la clasificación climática de Pierre Pourrut (1995), la parroquia de Ambuquí se encuentra en la región subtropical, presenta diversos climas que van desde la parte baja con un clima ecuatorial mesotérmico seco, seguido en la parte central de la parroquia con un clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo y finalmente en la parte alta con un clima ecuatorial de alta montaña. (PDOT-Ambuquí, 2015)

3.2 Descripción ecosistémica

De acuerdo a la descripción de los ecosistemas del Ecuador continental (MAE 2012), los ecosistemas que están en el área de estudio presentan las siguientes características:

3.2.1 Bosque seco andino

Los bosques secos se desarrollan de 0-1000 msnm en un ambiente extremo de 24,9 °C, con precipitaciones anuales de 400-600 mm, los suelos donde crecen estos bosques son arenosos, pedregosos y arcillosos, durante las lluvias se convierten en lodazales y en el verano vuelven grietas de tamaño considerable. Son ecosistemas frágiles debido a la actividad productiva humana, aprovechando los recursos forestales maderables y no maderables que les ofrece, siendo en ocasiones un suministro económico para los pobladores. La declaratoria de veda bajo los 1000 msnm de 1981 por parte de MAG ha logrado ser positiva, a pesar de la extracción ilegal de maderas duras del bosque (Ministerio del Ambiente, 2012)

3.2.2 Bosque seco montano bajo

Comprende las zonas de Peñaherrera y San Clemente, dentro de un rango altitudinal entre 2380 y los 2230 msnm, se puede divisar campos pequeños de cultivos como trigo, cebada, maíz, la vegetación arbustiva es escasa en pequeños remanentes y muy intervenida en los sitios de fuertes pendientes y quebradas. El tipo de suelo es Durustoll. De todo el territorio de la parroquia, 3398,34 hectáreas corresponden al 27% del ecosistema. (PDOT-Ambuquí, 2015)

3.2.3 Bosque húmedo montano

Las comunidades de Rumipamba, Apangora y Chaupi Guarangui se ubican en esta zona de vida que va desde los 2540 a 2380 msnm; de igual manera hay presencia de campos pequeños con cultivos de ciclo corto (arveja, fréjol, papas, maíz) y vegetación arbustiva intervenida debido al consumo de leña. La precipitación oscila 500-100 mm y la temperatura va desde los 6 °C hasta los 10 °C; no existen periodos secos, dando lugar a precipitaciones y heladas; el tipo de suelo es Durustoll con pendientes irregular. Las 1806,00 hectáreas de este ecosistema representa el 14,36% del territorio (PDOT-Ambuquí, 2015).

3.3 Vegetación – flora

Según Suárez (2017), la flora representativa del área de estudio pertenece a las familias Fabaceae, Crassulaceae, Bromeliaceae, Asteraceae, Malvaceae, entre otras. (Ver Tabla 1)

Tabla 1.
Especies de flora representativa

<i>Especie</i>	<i>Familia</i>
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Bromeliaceae
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Cactaceae
<i>Echeveria quitensis</i> (Kunth) Lindl.	Crassulaceae
<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers.	Crassulaceae
<i>Caesalpinia spinosa</i> (Feuillée ex Molina) Kuntze	Fabaceae
<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Lamiaceae
<i>Setaria cernua</i> Kunth	Poaceae
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	Sapindaceae
<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl.	Solanaceae
<i>Agave americana</i> L.	Asparagaceae
<i>Viguiera quitensis</i> (Benth.) S.F. Blake	Asteraceae
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae
<i>Puya aequatorialis</i> André	Bromeliaceae
<i>Racinaea fraseri</i> (Baker) M.A. Spencer & L.B. Sm.	Bromeliaceae
<i>Tillandsia incarta</i> Kunth	Bromeliaceae
<i>Opuntia pubescens</i> J.C. Wendle. ex Pfeiff	Cactaceae
<i>Pelargonium peltatum</i> L'Hér	Geraniaceae
<i>Byttneria ovata</i> Lam.	Malvaceae
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae
<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	Amaranthaceae
<i>Onoseris hyssopifolia</i> Kunth	Asteraceae
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Bromeliaceae
<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae
<i>Mimosa quitensis</i> Benth.	Fabaceae
<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	Lamiaceae
<i>Abutilon ibarrense</i> Kunth	Malvaceae
<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	Phytolaccaceae
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Solanaceae

Fuente: Suárez (2017)

3.3.1 Fauna

Según Flores (1999), en la parroquia de Ambuquí se identificaron 13 especies de mamíferos y 68 especies de aves, al ser una zona con vegetación natural escasa, por la actividad humana, han destruido los hábitats causando la migración de las especies a otras áreas en busca de refugio y alimento.

3.4 Materiales, herramientas, equipos e insumos

3.4.1 Materiales de escritorio

- Libreta de campo
- Ficha de campo
- Esferos
- Marcadores
- Etiquetas
- Computadora
- Impresora

3.4.2 Herramientas

- Estacas de madera de 70 cm
- Piola
- Combo
- Spray rojo
- Machete
- Segueta
- Cinta métrica de 30 metros
- Cinta peligro
- Bolsas de plástico para muestras de raíces
- Masking
- Podadoras
- Pico
- Pala

- Barra
- Calibrador

3.4.3 Equipos

- GPS GARMIN 64S
- Cámara fotográfica
- Software ArcGIS 10.4
- Laptop
- Estufa
- Balanza analítica

3.5 Metodología

3.5.1 Delimitación del área de estudio

Se realizó la zonificación del área de estudio mediante georreferenciación tomado como criterio el relieve, se establecieron 9 parcelas de 400 m² en la zona alta, media y baja, con las coordenadas se elaboró un mapa de zonificación donde se combinó ortofotos utilizando el programa ArcGIS 10.4.1. Las áreas tienen las siguientes superficies: 11,68 ha la zona alta, 8,56 ha la zona media y 3,98 ha la zona baja. (Ver Figura 5)

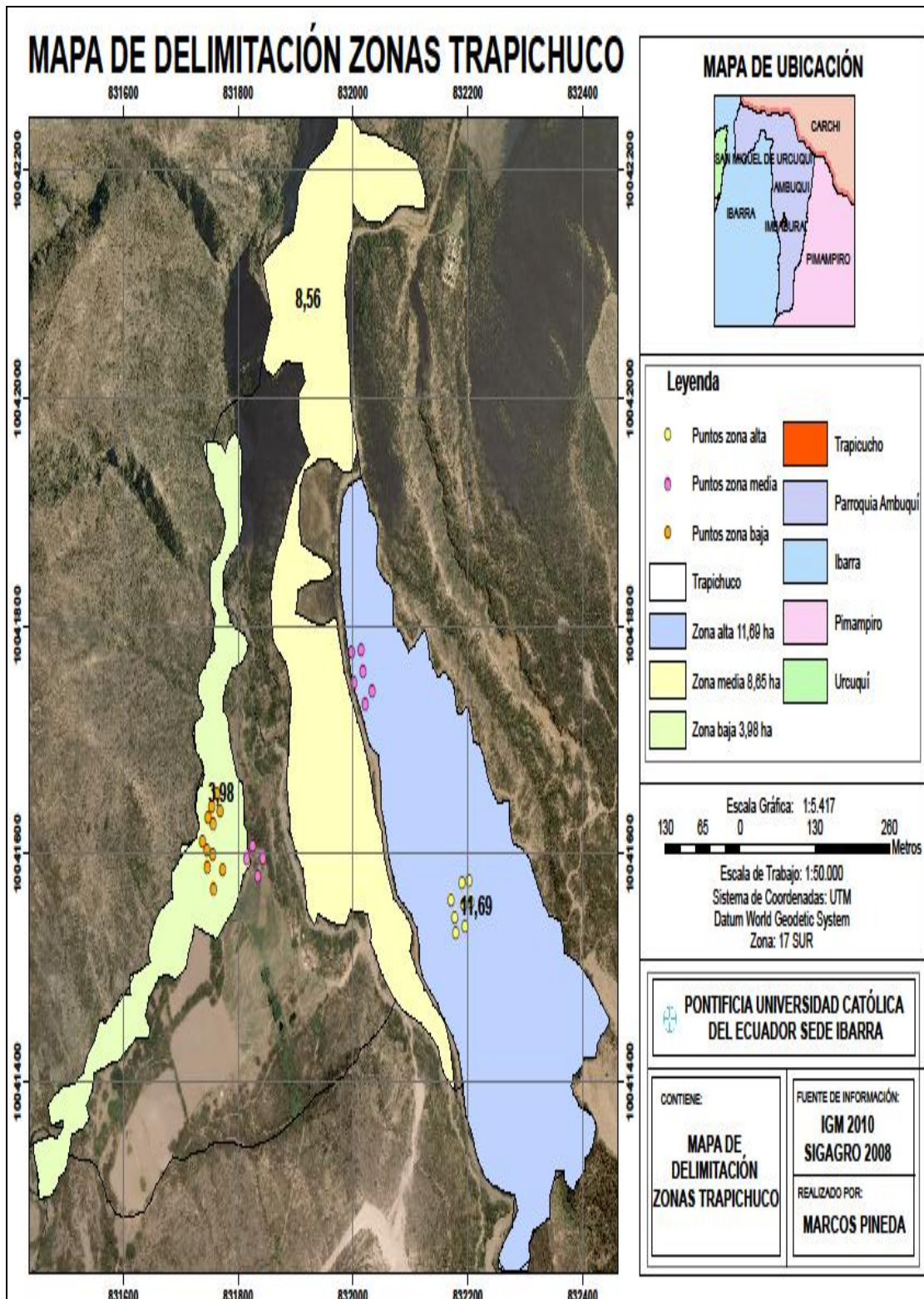


Figura 5. Mapa de delimitación zonas Trapichuco

Fuente: Autor (2018)

3.5.2 Registro de datos

Para la metodología de campo, se diseñó una ficha en la que se registró las características de la zona de estudio y de las especies forestales que se utilizaron en la investigación. La primera parte compuesta por los antecedentes generales donde indica nombre del lugar, las especies estudiadas, las personas que intervienen y la jornada de trabajo. La segunda parte está estructurada para la toma de los datos y mediciones de cada una de las especies, espino y guarango. Estos datos y mediciones hacen referencia al diámetro a la altura del pecho (DAP), altura del árbol, medición de la copa y para tener georreferenciado el lugar exacto se procedió a tomar los datos de altitud (msnm), coordenadas (latitud y longitud) mediante GPS. (Ver anexo 1)

3.5.3 Preparación del material colectado

Después de haber realizado la excavación y extracción de los árboles de espino y guarango, se colectaron las muestras de raíces tanto principal como secundarias y colocarlas en las bolsas plásticas con su respectiva identificación y etiquetado. En cada una de las bolsas plásticas etiquetadas, la información principal que contiene es la fecha de muestreo, el lugar y la profundidad a la que fueron tomadas las muestras de raíces, tanto principal como secundarias. A continuación, se realizó el siguiente procedimiento con las muestras de raíces en el laboratorio:

- **Lavado:** Se realizó el lavado de las muestras de raíces utilizando un tamiz, eliminando los residuos y tierra adherida.
- **Pesaje húmedo:** Una vez que las raíces fueron lavadas y secadas al ambiente se procedió al pesaje en húmedo en la balanza analítica para obtener un primer dato para la cuantificación de carbono
- **Secado:** Las muestras de raíces de espino y guarango son ingresadas a la estufa para su posterior secado a una temperatura de 37°C, por un tiempo de dos días, se las volteo una vez al día para que facilite el secado y realice un secado uniforme.
- **Pesaje seco:** Después de secar las raíces durante dos días en la estufa, se las dejo enfriar y a continuación realizar el pesaje en seco y obtener un segundo dato.

3.6 Metodología de cuantificación de carbono

3.6.1 Método directo o destructivo

González (2008), manifiesta que el método destructivo consiste en medir los parámetros básicos de un árbol, entre los más importantes, diámetro a la altura del pecho (DAP en centímetros), altura total (AT en metros), diámetro de copa (DC en metros), y longitud de copa (LC en metros); derribarlo y calcular la biomasa pesando cada uno de los componentes (fuste, ramas, raíces y follaje).

La metodología empleada en esta investigación se basa en la excavación y extracción del árbol con toda su raíz, la mayor concentración de raíces se encuentra en la capa superior del suelo, cada vez que se avanza en profundidad estas raíces van disminuyendo, por eso esta guía recomienda realizar el muestreo hasta los 40 cm, con profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm, cada muestra se etiquetó de acuerdo a la profundidad de cada estrato. En el laboratorio las muestras de raíces se tamizaron y lavaron para eliminar restos de suelo y piedras, a continuación, las mismas raíces fueron secadas en una estufa a 37 °C hasta conseguir un peso constante, con eso determinar la relación entre materia seca y húmeda y el cálculo de carbono. Por último las raíces fueron pesadas para obtener la biomasa por unidad de superficie, con estos datos y resultados se realizó el cálculo total en toneladas por hectárea. Esta guía metodológica se utiliza para determinar carbono en pequeñas propiedades rurales (Rügnitz et al., 2009).

3.6.2 Ecuaciones alométricas

Las ecuaciones son resultantes de un análisis de regresión estudiado de las relaciones entre la masa (generalmente en peso seco) de los árboles y sus datos dimensionales (altura, diámetro). Las variables independientes más importantes y utilizadas son el DAP y la altura total, otras ecuaciones toman como variables independientes la altura comercial, volumen, densidad de la madera, entre otras (Rügnitz et al., 2009).

En el cálculo de cuantificación de carbono en la biomasa subterránea (radicular), la biomasa aérea obtenida de estos árboles, se multiplica por un factor de 0,24 (Cairns et al. 1997), según las ecuaciones alométricas de Chave et al. (2005). En los tocones, se asumió que tienen raíces completas, con estos datos se realiza el cálculo de biomasa en pie y se aplica el factor 0,24 para estimar biomasa en las raíces (MAE, 2014).

Biomasa en raíces	$Braíces = Ba * (fer)$	<p>Braíces: biomasa en raíces (kg)</p> <p>Ba: biomasa aérea seca estimada por árbol según ecuación alométrica por Chave et al. (2005) (kg)</p> <p>fer: factor relación biomasa aérea biomasa raíces (0,24 utilizado para todas las especies)</p>
* Todos los valores fueron llevados a Mg ha ⁻¹		

Figura 6. Ecuación alométrica

Fuente: (MAE, 2014)

Se utilizó la metodología en cuantificación de carbono método no destructivo empleada por (Ravindranath y Ostwald, 2008), la cual toma datos de biomasa aérea, sin embargo fue de utilidad al adaptar y obtener los datos de biomasa subterránea. La estimación de biomasa aérea en especies de espino y guarango se basó en mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, coordenadas georreferenciadas dentro de las 9 parcelas delimitadas, obtenidos los datos y mediciones, se empleó la fórmula establecida en la metodología.

La fórmula que se empleó, fue:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot H$$

Dónde:

V = volumen del árbol en centímetros cúbicos.

r = radio del árbol en centímetros = DAP/2

H = altura del árbol en centímetros.

Con los datos obtenidos se calcularía la biomasa de cada árbol en base a la fórmula:

Biomasa (g) = Volumen del árbol (cm³) x densidad (g/cm³)

Carbono fijado = Biomasa X 0,47

A la cantidad de biomasa en gramos, se multiplica por un factor de conversión 0.47 que es un factor estándar bajo estudios realizados para métodos no destructivos (Suárez, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Especies potenciales para la cuantificación de carbono

Una vez realizado el inventario de flora, analizada y tabulada la información se deduce que dos especies son potenciales en la captura de carbono, así de acuerdo a Ordoñez y Masera (2001) el espino (*Acacia macracantha*) por sus características propias incorporan el CO₂ especialmente en el tronco debido a su volumen, es transformada en madera para fabricar leña, carbón, postes, es excelente para los sistemas agroforestales. Esta planta sirve como alimento para el ganado caprino, vacuno e insectos (Ministerio del Ambiente, 2012).

El guarango (*Caesalpinia spinosa*) cobra importancia en los cultivos, sus raíces profundas y pivotantes facilitan absorber el agua de los horizontes inferiores del suelo, lo que le convierte en una especie tolerante a la sequía en ecosistemas áridos. (Villanueva, 2007). En las parcelas se determinó mayor número de individuos de esta especie y fueron tomadas en cuenta para la determinación de carbono (Suárez, 2017).

Con la información obtenida en el laboratorio de las muestras de raíces colectada, pesadas y secadas, se realizó los cálculos respectivos de biomasa aérea y subterránea con la metodología mencionada anteriormente (Ver anexo 2, 3 y 4), que se mencionan en la Tabla 2 obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2.

Esquema de las 9 parcelas de 400 m² cada una por parcelas

<i>PARCELAS</i>	<i>SUBPARCELAS</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Alto (A)	1A	2A	3A
Medio (B)	1B	2B	3B
Bajo (C)	1C	2C	3C

Fuente: Autor (2018)

En la Tabla 2 se realizó un esquema para poder representar las 9 parcelas de 400 m² que se delimitaron en la zona de Trapichuco, se tomó como criterio el relieve y ubicación del sector, clasificándolos en parcelas alta, media y baja.

Tabla 3.
Especies por parcelas

<i>Número</i>	<i>Parcelas</i>	<i>Especies</i>		<i>TOTAL</i>
		<i>Espino</i>	<i>Guarango</i>	
1	1A	3	15	18
2	1B	11	10	21
3	1C	9	19	28
4	2A	10	109	119
5	2B	34	29	63
6	2C	36	63	99
7	3A	10	123	133
8	3B	98	93	191
9	3C	69	120	189
TOTAL		280	581	861

Fuente: Autor (2018)

En la Tabla 3 con el esquema realizado, se demuestra cómo fueron distribuidas las parcelas con sus respectivos individuos tanto de espino como de guarango, para esto se realizó un conteo de los individuos de las dos especies dentro del área de estudio, con estos datos se procedió a realizar un muestreo de 18 individuos de espino y guarango para la toma de datos, mediciones y cálculos respectivos.

4.1 Cuantificación de carbono

Los cálculos realizados con los datos e información recolectada en campo y en el laboratorio, nos da un resultado de carbono total de 29,97 t/año en el área de estudio de Trapichuco. (Ver Tabla 4)

Tabla 4.
Carbono fijado por parcelas

<i>SUBPARCELAS</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Carbono fijado (t)</i>
(A)	11,68	12,75
(B)	8,56	10,85
(C)	3,98	6,37
<i>Área Total</i>		24,22 (ha)
<i>Carbono total</i>		29,97 (t)

Fuente: Autor (2018)

Según los datos que se indican en la tabla de carbono fijado, hay variación entre las tres zonas clasificadas en el sector, en la subparcela A el guarango sobresale frente al espino, una característica es su reproducción rápida siendo una planta joven, incrementando el número de especies, por lo tanto, hay mayor capacidad en captación de los recursos nutritivos que requiere. Las dos especies forestales tienen una raíz pivotante y profunda característica en estos ecosistemas secos, esto les permite tener una fijación más firme y a su vez direccionan la raíz hacia la búsqueda de los nutrientes necesarios. En la zona media que corresponde a la subparcela B, se evidencia una equiparación en cuanto a especies de espino y guarango, sin embargo, disminuye la cantidad de carbono, específicamente por el cambio de uso del suelo hacia cultivos y el ecosistema intervenido influye en esta variación. La zona baja, la subparcela C tiene diversidad de especies con predominancia de espino y guarango, en su mayoría árboles de gran altura, con un suelo pobre, pedregoso, arenoso, incrustado en una quebrada donde el río fluye de manera estacionaria, es la zona con menor carbono fijado.

4.1.1 Biomasa subterránea

Para el cálculo de la biomasa subterránea se realizó el pesaje en húmedo y peso seco de las muestras de raíces extraídas de espino y guarango. A partir de las mediciones de DAP de los árboles, se obtuvo el volumen, seguidamente se calculó la biomasa aérea, empleando la densidad de cada especie forestal y los datos de volumen. Para la obtención de los datos de biomasa subterránea se empleó la fórmula del MAE propuesta en la Evaluación Forestal Nacional 2014. Con el análisis de los datos y cálculos obtenidos en el área de estudio de Trapichuco, se obtuvo un valor de biomasa subterránea de 14,38 t. (Ver Tabla 5) y (Anexo 2, 3 y 4)

Tabla 5.
Biomasa subterránea en la zona de Trapichuco

<i>Parcelas</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Biomasa aérea (t)</i>	<i>Biomasa subterránea (t)</i>	<i>Biomasa total (t)</i>
(A)	11,68	25,51	6,12	31,63
(B)	8,65	21,7	5,21	26,91
(C)	3,98	12,75	3,05	6,37
Total	24,31	59,96	14,38	74,34

Fuente: Autor (2018)

En la investigación realizada Suarez (2017) en el sector de Trapichuco se determinó la cantidad de carbono capturado de 57,64 t/ha en un área de 24,71 ha, por lo tanto, la fijación de carbono en la biomasa es de 122,75 t, mientras que en el presente estudio en la misma zona y especies se determinó una cantidad de carbono de 29,97 t, con una fijación de carbono en la biomasa subterránea de 14.34 t, se debe considerar otros aspectos por el cual existe diferencia entre la cuantificación de carbono en biomasa aérea y subterránea. Carrera (2010), menciona que un bosque secundario tiene un bajo incremento de biomasa debido al lento crecimiento; y, al empezar la etapa de madurez los valores de biomasa empiezan a incrementarse hasta que los valores se disparan cuando la planta está en plena etapa de madurez, de ahí paulatinamente llega a su periodo de senescencia en donde su crecimiento se estabiliza y por ende deja de ganar biomasa (Solano y Vega , 2014).

Según Ordoñez y Masera (2001) el CO₂ atmosférico es incorporado en diferentes procesos metabólicos de especies de flora, pero en especial de especies de arbóreas ya que se incorpora en la composición de la glucosa, el cual ayuda a su desarrollo de estructuras como hojas, ramas y especialmente en el tronco debido a su volumen, por lo que estas especies tienen gran número de individuos en las parcelas, en las cuales se va a realizar la cuantificación y flujo de carbono (Suárez, 2017).

En la investigación realizada por Aguirre y Erazo (2017), menciona una captura de carbono de 32,90 t, en un bosque seco pluviestacional, haciendo referencia a Estadísticas del Ministerio del Ambiente (2015), es menor a la captura de carbono de un bosque seco andino que tiene una captura de carbono de 47,9 t/hectárea. En relación con la zona de Trapichuco que está dentro del ecosistema de bosque seco andino, encontramos una menor cantidad de captura de carbono de 29,97 t , esta variación en la cantidad de carbono se puede entender en la influencia de los factores climáticos en la dinámica de la vegetación seca.

Estudios acerca de ecosistemas secos son muy escasos en el país, a nivel regional y mundial, sin embargo, en una investigación realizada por la FAO, establece que los bosques secos tienen un almacenamiento de carbono de 60 tCO₂/ha, en bosques primarios, para el caso de los bosques secundarios es de 25 t CO₂/ha (Knninen, 2000).

En los cálculos obtenidos existe una variación en la cantidad de carbono fijado en la zona alta, media y baja. Este resultado puede ser debido a la variación de altitud con la que clasificó las zonas, ya que en la zona alta existe vegetación seca del sector, tanto espino el espino como el guarango tienen una altura promedio entre 2 y 4 metros, son árboles jóvenes que siguen en crecimiento a pesar del suelo pobre en nutrientes. En la zona media encontramos árboles con las mismas dimensiones de altura, sin embargo, esta zona se encuentra intervenida por la actividad humana y la presencia de cultivos de aguacate, frutales, tomates, etc., provocando una menor capacidad de carbono fijado. En la zona baja es un remanente de bosque, hay presencia de musgos, líquenes, helechos; asimismo la presencia de árboles de espino y guarango varía en altura entre 4 y 7 metros; la cantidad de carbono fijado es menor a las anteriores a pesar de no ser intervenido, la competencia por los nutrientes es mayor por la presencia de más especies y vegetación, además esta zona sirve para pastoreo.

4.2 Socialización de los resultados de la investigación

La socialización de los resultados de la investigación se realizó el día 11 de febrero del 2019 en las instalaciones de la PUCESI, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales que contó con la presencia estudiantes, técnicos del MAE, docentes y público en general; para esta presentación, se empleó diapositivas como material pedagógico.

Una vez finalizada la socialización, tanto estudiantes como técnicos compartieron sus inquietudes y opiniones acerca del tema de investigación sobre cuantificación de la biomasa subterránea (radicular) en la zona de Trapichuco. Con el desarrollo de las preguntas planteadas en la encuesta, se obtuvo los siguientes resultados. (Ver anexo 13)

Resultados de la medición de impacto de la investigación son los siguientes:

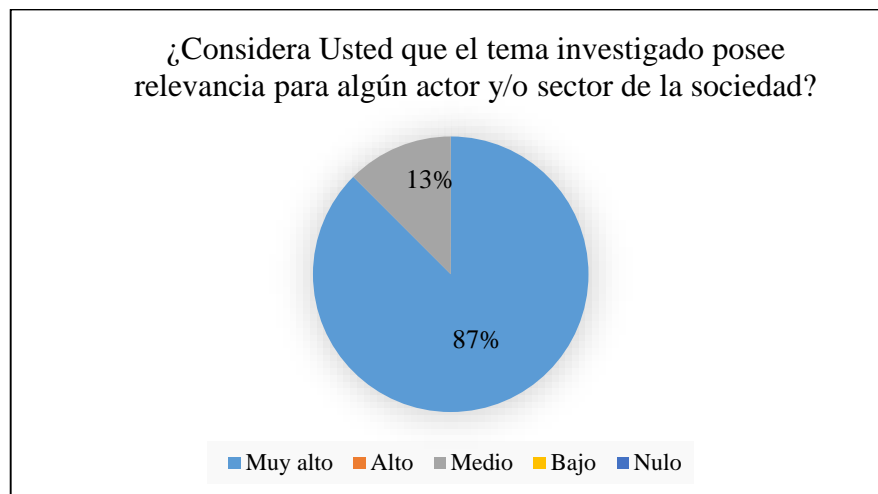


Figura 7. Relevancia del tema de investigación

Fuente: Autor (2019)

El 87% de las personas que respondieron la pregunta de la encuesta muestra que el tema de investigación tiene muy alta relevancia para los actores, mientras que el 13% restante considera como medio la relevancia del tema.



Figura 8. Perspectivas para estudios complementarios posteriores

Fuente: Autor (2019)

En relación con los estudios posteriores en la zona, el 87% de las personas asistentes manifiesta que se necesita estudios complementarios en el sector y sus alrededores, un 13% tiene perspectivas altas.



Figura 9. Genera beneficio concreto para la sociedad

Fuente: Autor (2019)

El 75% de las personas encuestadas manifiestan que el tema investigado genera un beneficio medio en la comunidad, el 12% considera que genera un beneficio alto, un 13% más opina que el beneficio concreto será medio para el sector.

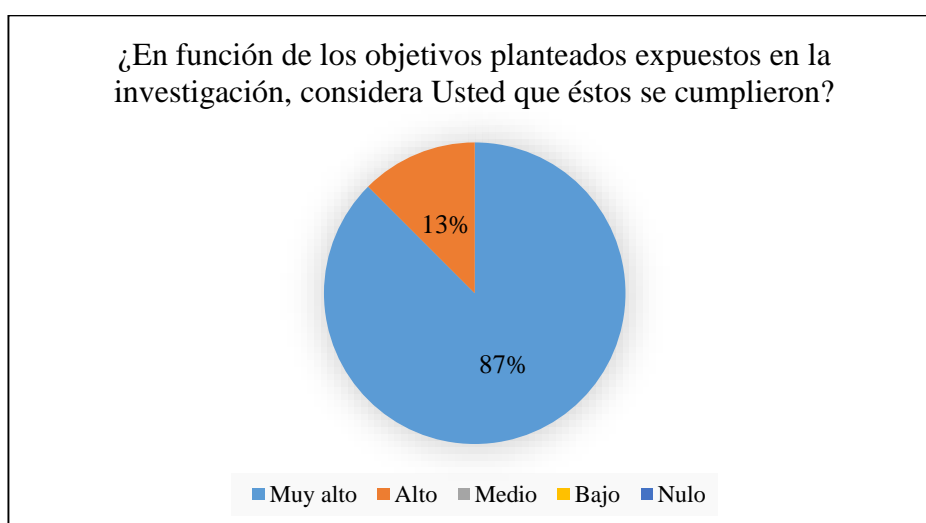


Figura 10. Los objetivos planteados en la investigación si se cumplieron

Fuente: El autor (2019)

En esta pregunta, el 87% de las personas presentes en la socialización calificó como muy alto el cumplimiento de los objetivos de la investigación, por lo cual se cumplió con este requisito, mientras que el 13% restante lo calificó como alto.

Es importante destacar las opiniones y comentarios de estudiantes y técnicos presentes, en la cual se recomienda seguir con este tipo de investigación, con más profundidad en estos ecosistemas que ese encuentran en el sector, además de vincular a los habitantes de esta zona mediante charlas ambientales, capacitaciones que les permitan comprender de manera más sencilla los propósitos y beneficios de las investigaciones que se realizan.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones

- En la caracterización de las muestras de raíces de espino y guarango en campo y laboratorio, se determinó que son raíces pivotantes y profundas, con una longitud promedio entre 1,50 a 3 metros de profundidad, una biomasa de 14,38 t en la zona de estudio.
- En la textura y forma de las raíces de espino y guarango, se encontraron variaciones durante la excavación y extracción, en caso del espino tiene una raíz principal de gran grosor que va disminuyendo según avanza la profundidad, de ésta se derivan las raíces secundarias; en el guarango también se encuentra una raíz principal y raíces secundarias con la diferencia que están esparcidas en la zona superficial del suelo donde hay más concentración de las mismas, en los primeros 20 cm de excavación en el suelo.
- La cantidad de carbono total es de 29,97 t en la zona de estudio de Trapichuco en un área de 24,22 ha. El espino tiene una cantidad de carbono de 13,29 t y el guarango 16,68 t. En relación con los datos de biomasa aérea, este ecosistema se puede considerar como un sumidero de carbono en proyección para futuras investigaciones.
- La cantidad de biomasa total obtenida es de 74,34 t, en gran parte por el número de individuos de las dos especies, espino y guarango, siendo la segunda especie la que predomina en el sector, la biomasa subterránea es de 14,38 t, de la cual el espino tiene 4,67 t y el guarango 9,70 t.
- Del total la biomasa aérea y subterránea, el porcentaje de espino es de 32,50% y 67,47% de guarango en la biomasa aérea; en la biomasa subterránea se encuentra un porcentaje de 32,47% de espino y 67,45% de guarango.

5.1 Recomendaciones

- Debido a los pocos remanentes de vegetación natural, es importante emprender acciones de conservación para proteger los diferentes ecosistemas que se encuentran en todo el territorio en estudio como el matorral seco espinoso, la vegetación arbustiva y la vegetación riparia del río Chota.
- Realizar investigaciones sobre captura de carbono en otras especies del ecosistema seco espinoso, para determinar el aporte de las especies xerofíticas en esta función ecosistémica.
- Es necesario el desarrollo de futuras investigaciones acerca de conservación no solo la flora, sino en otros componentes de los recursos naturales, conservación de suelos que son temas de importancia que influyen en la actividad diaria de la población del sector.
- Se recomienda desarrollar actividades de vinculación con la comunidad sobre temáticas ambientales que sean de beneficio y provecho para la comunidad.
- Es recomendable realizar acercamientos entre moradores y autoridades, que permita determinar las necesidades que demandan en el tema ambiental, mediante charlas, capacitaciones, trabajo en equipo en temas de conservación, restauración del ecosistema.
- Las alternativas comerciales de bonos de carbono, es una opción para la población local que motivará a trabajar por el manejo y conservación de estos ecosistemas xerofíticos y a su vez los habitantes se verían beneficiados por el ingreso económico que percibirían, mejorando su estilo de vida y generando que los bosques sigan manteniendo su servicio ambiental; de igual manera los GADs locales promoviendo y desarrollando proyectos de conservación de bosques secos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, H. (2011). Biomasa sobre el suelo y carbono orgánico en el suelo en cuatro estadios de sucesión de bosques en la península de Osa, Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Aguirre, N., y Erazo, A. (2017). Valoración económica ambiental del comportamiento leñoso como una alternativa para conservar la biodiversidad del bosque seco de la provincia de Loja, Ecuador. Researchgate, 97-104.
- Alvarado, C. E. (2018). Centroamérica pondrá en órbita su primer satélite para medir fijación de carbono en bosque. Latinclima.
- Álvarez, P.-D. M. (2003). Introducción a los servicios ambientales. En A. Guevara, Introducción a los servicios ambientales. Ciudad de México.
- Arévalo, W. (2015). La Biomasa: Una alternativa energética proveniente de la misma. Nariño.
- Ávila, A. (2016). Ecuación alométrica para estimar la biomasa radicular en *Pinus oocarpa* del bosque natural de la microcuenca Santa Inés, Honduras. Zamorano, Honduras.
- Borrero, J. C. (2012). Biomasa aérea y contenido de carbono en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. Bogotá.
- Braulete, G. (2012). Análisis de las posiciones de Ecuador en relación a la iniciativa REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) después de Copenhague. Quito.
- Cárdenas, L. (2012). Biomasa y depósitos de carbono en bosque en regeneración del ecoparque Bataclán (Cali, Colombia). Cali.
- Chimbo, I. (2016). "Evaluación del carbono en la biomasa de dos especies forestales introducidas (*Eucalyptus* y *Pinus*) y una especie nativa (*Hesperomeles Ferruginea*) en el bosque Aguarongo". Cuenca.
- Chivelet, J. M. (2014). Universidad Complutense de Madrid.

- CIIFEN. (2011). Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. Obtenido de http://www.ciifen.org/index.php%3Fopcion%3Dcom_content%26view%3Dcategor y%26layout%3Dblog%26id%3D99%26Itemid%3D132%26lang%3Des
- Díaz, C. (2010). En Manglares de Cartagena de Indias: "Patrimonio Biológico y Fuente de Biodiversidad". Cartagena: Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.
- Europea, U. (2003). Comprender los gases de efecto invernadero.
- Flores, A. (1999). Diagnóstico ambiental y propuestas de manejo de la microcuenca quebrada de Ambuquí-Cochapamba.
- Fonseca, W. (1 de Enero de 2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. Obtenido de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v30n1/art06.pdf>
- Gallardo, M. (2001). Cambio climático global.
- Guevara, A. (2003). Introducción a los servicios ambientales. Ciudad de México.
- Instituto de Hidrología, M. y. (2015). 87.
- Jiménez y Landeta. (2009). "Producción de biomasa y fijación de carbono en plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn F.) Campus Prosperina-ESPOL". Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/E_Jimenez/publication/28795953_Produccion_De_Biomasa_Y_Fijacion_De_Carbono_En_Plantaciones_De_Teca_Tectona_Grandis_Linn_F_Campus_Prospalina_-_Espol/links/5567191908aefcb861d3807f.pdf?origin=publication_detail
- López, E. (2012). El cambio climático y las gestión de páramos.
- Lovelock, J. (2015). Econoticias.com: El periódico verde, pág. 7.
- Ludeña y Wilk. (2013). ECUADOR: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático.

- Machín y López-Manzanares. (2012). Agricultura y medio ambiente: Equilibrio territorial. Tenerife.
- MAE. (2009).
- MAE. (2012). Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador. Quito.
- MAE. (2014). Evaluación Nacional Forestal Resultados. Quito.
- MAE. (2016). Subsecretaría de Cambio Climático. Obtenido de http://suia.ambiente.gob.ec/web/suia//salvuardas_redd
- Manchego, C., Hildebrandt, P., Cueva, J., Espinosa, C., Stimm, B. y Günter, S. (2017). Climate change versus deforestation: Implications for tree species distribution in the dry forests of southern Ecuador.
- Medioambientum. (2014). Las 8 principales consecuencias del cambio climático.
- Ministerio del Ambiente. (Marzo de 2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Obtenido de https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/21/14042335632720/especies_forestales_bosques_secos_del_ecuador.pdf
- Nación, P. E. (2011). Cambio climático y ecosistemas.
- Nieto, C., & Hidrobo, G. (2011). La Cadena agro-productiva del guaranago (*Caesalpinia spinosa* Kuntze), elementos que resaltan su competitividad. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/137/1/La%20cadena%20agro-productiva%20del%20guarango.pdf>
- OIMT, O. I. (2012). Estimación del carbono almacenado en la biomasa del bosque de la comunidad nativa Ese'esja de Infierno - Madre de Dios, Perú. Puerto Maldonado - Madre de Dios.
- Ordóñez Díaz, J. A. (2008). Como entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago de servicios ambientales. Ciencias, pp. 36-42.

- Organización Mundial de la Salud. (1 de Febrero de 2018). Cambio climático y salud. Obtenido de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-clim%C3%A1tico-y-salud>
- Ortega, G. D. (2013). Sequía: causas y efectos de un fenómeno global. Ciencia UANL. Instituto del Agua de Nuevo León (IANL).
- Pardos, J. A. (2010). Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. Madrid.
- PDOT-Ambuquí. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.
- Ravindranath y Ostwald. (2008). Carbon Inventory Methods Handbook for Greenhouse Gas Inventory, Carbon Mitigation and Roundwood Production Projects. Springer.
- Riofrío, I. (2018). El bosque seco, una joya amenazada en el Ecuador. Mongabay.
- Ríos, D., Ceppi, C., Meléndez, K. y Molero, J. J. (2013). Cambio climático, fenómenos meteorológicos extremos y análisis de riesgos. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Rodríguez, B. M. (2015). Cambio climático: lo que está en juego. Foro Nacional Ambiental, 3.
- Rüginitz, M., Chacón, M. y Porro, R. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Obtenido de http://www.katoombagroup.org/documents/tools/ICRAF_GuiaDeterminacionCarbono_esp.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente. (2014). Cambio climático. Obtenido de Ecosistemas y especies: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/ecosistema_especies.html
- SENPLADES. (2014).

- Solano y Vega . (2014). "Generación de modelos alométricos para determinar biomasa aérea a nivel de especies mediante el método destructivo de baja intensidad para el estrato Bosque seco pluviestacional del Ecuador". Loja.
- Suárez, L. M. (2017). Cuantificación de la biomasa aérea en el sector de Trapichuco aplicando metodo de medicion in situ. Ibarra.
- Terán, K., & Cuamacás, D. (2012). Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sustentable de la Parroquia de Ambuquí, Cantón Ibarra. 2012-2025. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/10863>
- Urban, M. (2015). El cambio climático acelera la extinción de especies. Science.
- Vilches, A. G. (2009). Agotamiento y destrucción de los recursos naturales.
- Villameriel, I. (2017). El inquietante desafío del cambio climático.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de campo

Muestreo árboles para Biomasa Subterránea					
1. ANTECEDENTES GENERALES					
Nombre del predio		Edad		Especie	
Nº personas equipo					
2. TIEMPOS TRABAJO AÉREO					
Fecha	Hora de inicio	Hora de Final	muerto aproximado (minutos)	Tiempo total (minutos)	
3. MEDICIONES					
PARCELA Nº 1		PARCELA Nº 2		PARCELA Nº 3	
ÁRBOL ESPINO - ZONA ALTA		ÁRBOL ESPINO - ZONA MEDIA		ÁRBOL ESPINO - ZONA BAJA	
DAP 1 (2 - 5 cm)		DAP 1 (2 - 5 cm)		DAP 1 (2 - 5 cm)	
ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:	
RADIO COPA		RADIO COPA		RADIO COPA	
NORTE:		NORTE:		NORTE:	
ESTE:		ESTE:		ESTE:	
SUR:		SUR:		SUR:	
OESTE:		OESTE:		OESTE:	
ALTURA:		ALTURA:		ALTURA:	
COORDENADAS:		COORDENADAS:		COORDENADAS:	
Latitud:		Latitud:		Latitud:	
Longitud:		Longitud:		Longitud:	
DAP 2 (6 - 10 cm)		DAP 2 (6 - 10 cm)		DAP 2 (6 - 10 cm)	
ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:	
RADIO COPA		RADIO COPA		RADIO COPA	
NORTE:		NORTE:		NORTE:	
ESTE:		ESTE:		ESTE:	
SUR:		SUR:		SUR:	
OESTE:		OESTE:		OESTE:	
ALTURA:		ALTURA:		ALTURA:	
COORDENADAS:		COORDENADAS:		COORDENADAS:	
Latitud:		Latitud:		Latitud:	
Longitud:		Longitud:		Longitud:	
DAP 1 (2 - 5 cm)		DAP 1 (2 - 5 cm)		DAP 1 (2 - 5 cm)	
ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:	
RADIO COPA		RADIO COPA		RADIO COPA	
NORTE:		NORTE:		NORTE:	
ESTE:		ESTE:		ESTE:	
SUR:		SUR:		SUR:	
OESTE:		OESTE:		OESTE:	
ALTURA:		ALTURA:		ALTURA:	
COORDENADAS:		COORDENADAS:		COORDENADAS:	
Latitud:		Latitud:		Latitud:	
Longitud:		Longitud:		Longitud:	
DAP 2 (6 - 10 cm)		DAP 2 (6 - 10 cm)		DAP 2 (6 - 10 cm)	
ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:	
RADIO COPA		RADIO COPA		RADIO COPA	
NORTE:		NORTE:		NORTE:	
ESTE:		ESTE:		ESTE:	
SUR:		SUR:		SUR:	
OESTE:		OESTE:		OESTE:	
ALTURA:		ALTURA:		ALTURA:	
COORDENADAS:		COORDENADAS:		COORDENADAS:	
Latitud:		Latitud:		Latitud:	
Longitud:		Longitud:		Longitud:	
DAP 3 (> 11 cm)		DAP 3 (> 11 cm)		DAP 3 (> 11 cm)	
ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:		ALTURA ÁRBOL:	
RADIO COPA		RADIO COPA		RADIO COPA	

Fuente: Autor (2018)

Anexo 2. Cálculos biomasa subterránea espino y guarango zona alta

Parroquia Ambuquí																					
Sector Trapichuco - Barrio Lavandero																					
Zona Alta																					
Espino y Guarango																					
Rango Altitudinal: 2260 - 2292 msnm																					
Nº parcela	Clases	Individuos			Longitud raíz principal (cm)	Peso seco raíz principal (g)	Peso seco raíz secundaria (g)	Peso total (g)	Altura árbol (cm)	Diámetro altura pecho (DAP) (cm)	Diámetro cuello raíz (cm)	Radio (D/2) (cm²)	Volumen (cm³)	Densidad de madera (g/cm³)	Biomasa (g)	Biomasa aérea (kg)	Factor de conversión	Carbono fijado	Fer (Factor relación biomasa aérea/raíces)	Biomasa subterránea (kg)	Biomasa total (kg)
		Espino	Guarango	Total																	
1A	2 - 5 cm	1	5	6	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	6483,87	6,48	0,5	3,24	0,24	1,56	8,04
	6 - 10 cm	1	4	5	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	25644,64	25,64	0,5	12,82	0,24	6,15	31,80
	11 >	1	6	7	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	223961,26	229,96	0,5	114,98	0,24	55,19	285,15
2A	2 - 5 cm	3	36	39	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	42145,16	42,15	0,5	21,07	0,24	10,11	52,26
	6 - 10 cm	4	37	41	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	210286,08	210,29	0,5	105,14	0,24	50,47	260,75
	11 >	3	36	39	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	1281212,76	1281,21	0,5	640,61	0,24	307,49	1588,70
3A	2 - 5 cm	4	42	46	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	49709,67	49,71	0,5	24,85	0,24	11,93	61,64
	6 - 10 cm	3	40	43	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	220543,94	220,54	0,5	110,27	0,24	52,93	273,47
	11 >	3	41	44	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	1445470,81	1445,47	0,5	722,74	0,24	346,91	1792,38
Total:															262089,78	262,09		131,04		62,90	324,99
		23	247	270																	

Fuente: Autor (2018)

Anexo 3. Cálculos biomasa subterránea espino y guarango zona media

Parroquia Ambuquí																					
Sector Trapichuco - Barrio Lavandero																					
Zona Media																					
Espino y Guarango																					
Rango Altitudinal: 2260 - 2292 msnm																					
Nº parcela	Clases	Individuos			Longitud raíz principal (cm)	Peso seco raíz principal (g)	Peso seco raíz secundaria (g)	Peso total (g)	Altura árbol (cm)	Diámetro altura pecho (DAP) (cm)	Diámetro cuello raíz (cm)	Radio (D/2) (cm²)	Volumen (cm³)	Densidad de madera (g/cm³)	Biomasa (g)	Biomasa aérea (kg)	Factor de conversión	Carbono fijado	Fer (Factor relación biomasa aérea/raíces)	Biomasa subterránea (kg)	Biomasa total (kg)
		Espino	Guarango	Total																	
1B	2 - 5 cm	4	3	7	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	7564,52	7,56	0,5	3,78	0,24	1,82	9,38
	6 - 10 cm	3	3	6	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	30773,57	30,77	0,5	15,39	0,24	7,39	38,16
	11 >	4	4	8	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	262812,87	262,81	0,5	131,41	0,24	63,08	325,89
2B	2 - 5 cm	11	10	21	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	22693,55	22,69	0,5	11,35	0,24	5,45	28,14
	6 - 10 cm	11	9	20	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	102578,58	102,58	0,5	51,29	0,24	24,62	127,20
	11 >	12	10	22	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	722735,40	722,74	0,5	361,37	0,24	173,46	896,19
3B	2 - 5 cm	32	32	64	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	69161,28	69,16	0,5	34,58	0,24	16,60	85,76
	6 - 10 cm	33	30	63	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	323122,52	323,12	0,5	161,56	0,24	77,55	400,67
	11 >	33	31	64	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	2102502,39	2102,50	0,5	1051,25	0,24	504,60	2607,10
Total:															301150,96	301,15		150,58		72,28	373,43
		143	132	275																	

Fuente: Autor (2018)

Anexo 4. Cálculos biomasa subterránea espino y guarango zona baja

Parroquia Ambuquí																					
Sector Trapichuco - Barrio Lavandero																					
Zona Baja																					
Espino y Guarango																					
Rango Altitudinal: 2260 - 2292 msnm																					
Nº parcela	Clases	Individuos			Longitud raíz principal (cm)	Peso seco raíz principal (g)	Peso seco raíz secundaria (g)	Peso total (g)	Altura árbol (cm)	Diámetro altura pecho (DAP) (cm)	Diámetro cuello raíz (cm)	Radio (D/2) (cm²)	Volumen (cm³)	Densidad de madera (g/cm³)	Biomasa (g)	Biomasa aérea (kg)	Factor de conversión	Carbono fijado	Fer (Factor relación biomasa aérea/raíces)	Biomasa subterránea (kg)	Biomasa total (kg)
		Espino	Guarango	Total																	
1C	2 - 5 cm	3	6	9	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	9725,61	9,73	0,5	4,86	0,24	2,33	12,06
	6 - 10 cm	3	6	9	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	46160,36	46,16	0,5	23,08	0,24	11,08	57,24
	11 >	3	7	10	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	328516,09	328,52	0,5	164,26	0,24	78,84	407,36
2C	2 - 5 cm	12	21	33	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	35661,29	35,66	0,5	17,83	0,24	8,56	44,22
	6 - 10 cm	11	20	31	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	158996,79	159,00	0,5	79,50	0,24	38,16	197,16
	11 >	13	22	35	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	1149806,32	1149,81	0,5	574,90	0,24	275,95	1425,76
3C	2 - 5 cm	23	40	63	295	4038	1946	5984	150	2,8	9,6	1,4	923,63	1,17	68080,64	68,08	0,5	34,04	0,24	16,34	84,42
	6 - 10 cm	22	41	63	295	2218	290	2508	150	6,1	7,5	3,05	4383,70	1,17	323122,52	323,12	0,5	161,56	0,24	77,55	400,67
	11 >	24	39	63	250	3775	2446	6221	285	11,2	9,5	5,6	28078,30	1,17	2069651,38	2069,65	0,5	1034,83	0,24	496,72	2566,37
Total:															384402,26	384,40		192,20		92,26	476,66

Fuente: Autor (2018)

Anexo 5. Espino (*Acacia macracantha*)



Fuente: Autor (2018)

Anexo 6. Guarango (*Caesalpinia spinosa*)



Fuente: Autor (2018)

Anexo 7. Georreferenciación puntos de muestreo

Punto	X	Y	Altura (msnm)
1	832193	41556	2269
2	832205	41558	2274
3	832202	41576	2277
4	832190	41574	2267
5	832193	41556	2269
6	832177	41545	2255
7	832171	41560	2255
8	832190	41574	2267
9	832193	41556	2269
10	832195	41536	2272
11	832179	41530	2249
12	832177	41545	2255

Punto	X	Y	Altura (msnm)
1	832014	41780	2202
2	831998	41777	2199
3	832017	41760	2208
4	832001	41749	2199
5	832017	41760	2208
6	832027	41750	2214
7	832021	41732	2204
8	832001	41749	2199
9	831834	41580	2182
10	831843	41596	2183
11	831825	41607	2178
12	831821	41592	2181

Punto	X	Y	Altura (msnm)
1	831746	41589	2150
2	831750	41601	2151
3	831766	41592	2158
4	831757	41570	2162
5	831754	41641	2144
6	831763	41653	2145
7	831769	41638	2150
8	831747	41632	2139
9	831747	41632	2139
10	831738	41610	2149
11	831749	41608	2141
12	831769	41638	2150

Fuente: Autor (2018)

Anexo 8. Registro fotográfico en el campo y laboratorio



Foto 1. Recolección de datos y muestras de raíces de espino y guarango

Fuente: Autor (2018)

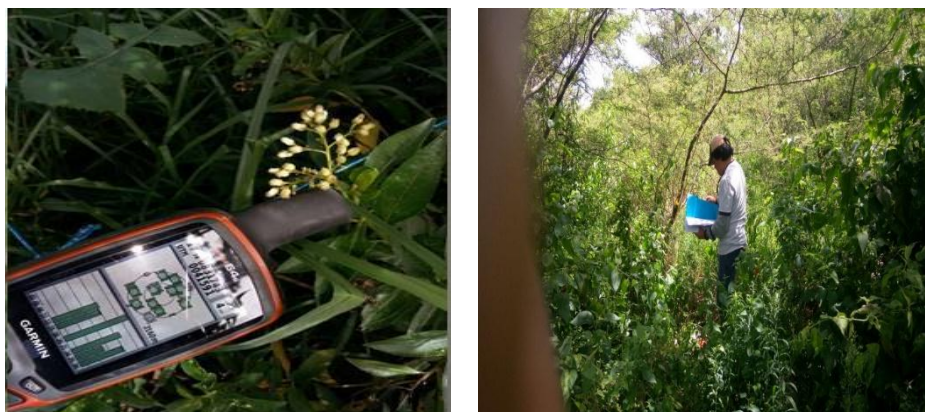


Foto 2. Toma de puntos de georreferencia

Fuente: Autor (2018)



Foto 3. Muestras de raíces de espino y guarango lavadas

Fuente: Autor (2018)



Foto 4. Pesaje raíces húmedas

Fuente: Autor (2018)



Foto 5. Secado de raíces de espino y guarango

Fuente: Autor (2018)



Foto 6: Pesaje raíces secas

Fuente: Autor (2018)

Anexo 9. Resultados zona alta especie espino y guarango

Biomasa (g)	Biomasa aérea (kg)	Factor de conversión	Carbono fijado	Fer (Factor relación biomasa aérea/raíces)	Biomasa subterránea (kg)	Biomasa total (kg)
6483,87	6,48	0,5	3,24	0,24	1,56	8,04
25644,64	25,64	0,5	12,82	0,24	6,15	31,80
229961,26	229,96	0,5	114,98	0,24	55,19	285,15
42145,16	42,15	0,5	21,07	0,24	10,11	52,26
210286,08	210,29	0,5	105,14	0,24	50,47	260,75
1281212,76	1281,21	0,5	640,61	0,24	307,49	1588,70
49709,67	49,71	0,5	24,85	0,24	11,93	61,64
220543,94	220,54	0,5	110,27	0,24	52,93	273,47
1445470,81	1445,47	0,5	722,74	0,24	346,91	1792,38
$\Sigma=262089,78$	262,09		131,04		62,90	324,99

Fuente: Autor (2018)

Anexo 11. Resultados zona baja especie espino y guarango

Biomasa (g)	Biomasa aérea (kg)	Factor de conversión	Carbono fijado	Fer (Factor relación biomasa aérea/raíces)	Biomasa subterránea (kg)	Biomasa total (kg)
9725,81	9,73	0,5	4,86	0,24	2,33	12,06
46160,36	46,16	0,5	23,08	0,24	11,08	57,24
328516,09	328,52	0,5	164,26	0,24	78,84	407,36
35661,29	35,66	0,5	17,83	0,24	8,56	44,22
158996,79	159,00	0,5	79,50	0,24	38,16	197,16
1149806,32	1149,81	0,5	574,90	0,24	275,95	1425,76
68080,64	68,08	0,5	34,04	0,24	16,34	84,42
323122,52	323,12	0,5	161,56	0,24	77,55	400,67
2069651,38	2069,65	0,5	1034,83	0,24	496,72	2566,37
$\Sigma=384402,26$	384,40		192,20		92,26	476,66

Fuente: Autor (2018)

Anexo 12. Registro de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: Marcos Pineda
CARRERA: Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo
FECHA: 11/02/2019

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Carolina Velastegui	100314341-7	Externo	
Verónica Pozo	0401535638	Ministerio de Ambient	
BLANCA CACHIGUANGO V.	100099332-7		
Lina Cachoquango	100458366-0	P	
Nixon Acero	100433957-4		
Angel Acero	100419883-9	PUCE-SI	
Sofía Maiguasha R.	1002911696	PUCE-SI	
Paola Chavez	100274409-0	PUCE-SI	

Fuente: Autor (2019)

Anexo 13. Formato encuesta socialización



PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación, por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

FECHA	11/02/2019		
EXPOSITOR	Marcos Pineda		
LUGAR	DENTRO PUCESI	X	FUERA PUCESI

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					X
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?				X	
EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?				X	
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?				X	
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?				X	
MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:					
6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?			X		
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					X
8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?					No Socío
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?				X	
REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO					
MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD					
Servicios ambientales de áreas protegidas (provisión de agua y mecanismos de retribución para mantener los recursos naturales)					
Efectos de disturbios antropicos a la fauna silvestre					
INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO					
Ministerio del Ambiente					

Fuente: Autor (2019)

Anexo 14. Registro fotográfico socialización



Foto 7. Presentación del tema de investigación

Fuente: Autor (2019)



Foto 8. Socialización resultados

Fuente: Autor (2019)



Foto 9. Desarrollo de la encuesta

Fuente: Autor (2019)



Foto 10. Finalización socialización de resultados

Fuente: Autor (2019)



Foto 11. Ronda de preguntas de los asistentes

Fuente: Autor (2019)