



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

VALOR DEL CARBONO COMO APOYO ECONÓMICO PARA  
PRODUCTORES DE CACAO CCN-51 EN CANTÓN PASAJE, PROVINCIA  
DE EL ORO

RIOS CARRION PAMELA MISHELLE  
ECONOMISTA AGROPECUARIA

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

VALOR DEL CARBONO COMO APOYO ECONÓMICO PARA  
PRODUCTORES DE CACAO CCN-51 EN CANTÓN PASAJE,  
PROVINCIA DE EL ORO

RIOS CARRION PAMELA MISHELLE  
ECONOMISTA AGROPECUARIA

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

TRABAJO TITULACIÓN  
ANÁLISIS DE CASOS

VALOR DEL CARBONO COMO APOYO ECONÓMICO PARA PRODUCTORES DE  
CACAO CCN-51 EN CANTÓN PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO

RIOS CARRION PAMELA MISHELLE  
ECONOMISTA AGROPECUARIA

BARREZUETA UNDA SALOMON ALEJANDRO

MACHALA, 12 DE FEBRERO DE 2019

MACHALA  
2019

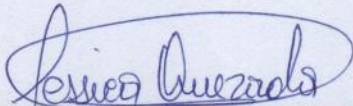
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado VALOR DEL CARBONO COMO APOYO ECONÓMICO PARA PRODUCTORES DE CACAO CCN-51 EN CANTÓN PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

BARREZUETA UNDA SALOMON ALEJANDRO  
0703397810  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

QUEZADA CAMPOVERDE JESSICA MARIBEL  
0703601633  
ESPECIALISTA 2



---

MALDONADO MORA TROSSKY STALIN  
0702800178  
ESPECIALISTA 3

Machala, 12 de febrero de 2019

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** TESIS TERMINADA.docx (D46769423)  
**Submitted:** 1/14/2019 2:50:00 PM  
**Submitted By:** sabarrezueta@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 3 %

### Sources included in the report:

ZUMBA YUNGA JAVIER ALEJANDRO\_PT-011017.pdf (D35677667)  
SUAREZ RAMIREZ WELLINGTON ANDRES.pdf (D21541034)  
TESIS\_CACAO\_CADENA.docx (D35310567)

### Instances where selected sources appear:

8



## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, RIOS CARRION PAMELA MISHELLE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado VALOR DEL CARBONO COMO APOYO ECONÓMICO PARA PRODUCTORES DE CACAO CCN-51 EN CANTÓN PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 12 de febrero de 2019



RIOS CARRION PAMELA MISHELLE  
0705785715

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por haberme guiado cada día, llenando de bendición con su palabra mi vida y la de mis seres queridos, por iluminar mi mente y corazón, para tomar decisiones que me permitan crecer en mi vida profesional.*

*A mi abuelita Clara Mercedes que me llenó de valores con amor incondicional y a mi padre José Ríos, por ser un ser humano íntegro y que con su apoyo y confianza me formó.*

*A mi hermano José Andrés por su afecto y ocurrencias que hizo de mi etapa de carrera mucho más llevadera.*

*A los catedráticos y profesionales quienes con sus enseñanzas y conocimientos me formaron como una excelente profesional.*

***Pamela Ríos Carrión***

## AGRADECIMIENTO

*Mi agradecimiento infinito a Dios por permitirme terminar la etapa de la carrera universitaria.*

*A mi papito y hermano por ser un pilar fundamental en mi vida.*

*A mi tutor de tesis Ing. Agr. Salomón Barrezueta Unda Mg. Sc. por haberme guiado durante el proceso y desarrollo del proyecto de titulación, por brindarme su tiempo, conocimiento, enseñanzas, recomendaciones y consejos en mi desarrollo personal y profesional.*

*A los docentes, profesionales, y personal que conformaron y aun son parte de la UTMACH mis más sinceros agradecimientos por su enseñanza, coordinación y afecto brindado.*

*A los compañeros y amigos durante estos años de carrera, por permitirme mejorar y aprender, por su apoyo, afecto, confianza y cariño, por compartir en los momentos difíciles y en las alegrías.*

*Fuera de la vida universitaria mi gratitud a conocidos, profesionales y amigos quienes me impulsaron a superarme.*

***Pamela Ríos Carrión***



## RESUMEN

### VALOR DEL CARBONO COMO APOYO ECONÓMICO PARA PRODUCTORES DE CACAO CCN-51 EN EL CANTÓN PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO

**Autora:**

Pamela Mishelle Ríos Carrión

**Tutor:**

Ing. Agr. Salomón Barrezueta Unda PhD.

La elevada concentración de dióxido de carbono como un gas de origen antrópico, ha alertado a la colectividad internacional, proporcionándose por ello una formalidad llamada “el protocolo de Kyoto” que ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global para estabilizar las concentraciones y emisiones de gases en comparación con países industrializados; es así que las negociaciones actuales con respecto al cambio climático formulan compromisos para la contracción y mitigación de los primordiales emisores de carbono entre los países en desarrollo. Aunque el ciclo del carbono es muy complejo y a su vez amplio, se pretende mediante el comercio de emisiones promover incentivos a la disminución eficiente de las mismas, ayudando no sólo al medio ambiente como un compromiso sino también al lugar o sector donde se promueva el estímulo. Dentro de los proyectos de captación que se estudian más adelante se encuentra el carbono del mantillo y árbol en pie estos de parcelas de cacao.

La presente investigación busca mediante recolección de información de las parcelas de cacao y posterior cálculos con fórmulas establecidas, juzgar de una mejor manera el carbono en la hojarasca y el árbol en pie encontrando su media, es por ello que entra en el protocolo ya mencionado, al encontrar el cálculo del valor que tiene el carbono a nivel mundial por la cantidad encontrada en las indicadas parcelas obteniendo un valor positivo para el productor, analizando los efectos económicos de la disminución de las emisiones de carbono bajo desiguales hipótesis de comercio de derechos de emisión. A través del flujo de caja se puede observar la diferencia de ingresos que obtiene el productor, como un incentivo considerable por este servicio ecosistémico, reduciendo a su vez las emisiones antes y después de obtener el valor económico extra como un flujo neto en aumentos efectivos que mejoran su ingreso.

En este sentido, la hipótesis económica propone diversas soluciones de política pública en donde enfatizan el uso de impuestos a las emisiones de CO<sub>2</sub>, la ordenación de un mercado de emisiones a través de la creación de un sistema de autorizaciones comercializables o el uso de ordenaciones específicas que restringe las emisiones de gases de efecto invernadero sin descartar que cada una de estas iniciativas tiene desde luego ventajas y desventajas para el sector. En el Ecuador deberían considerarse este tipo de políticas y acoger el protocolo de Kyoto en el país, para brindar una educación más amplia a los sectores más vulnerables como en este caso productores de cacao que se beneficien de estos servicios ecosistémicos y no se pase desapercibido como algunos otros puntos que también brindan bienes al medio ambiente, que ayudan a una mejora del entorno y a su vez al trabajador. Este valor económico extra para el productor de cacao requiere de manos que aporten al pensamiento de brindar leyes ambientales que ayuden al hábitat en el que vivimos para que sea mencionado y conoedor como un servicio ecosistémico y a su vez recibiendo una paga por el mismo.

**Palabras Clave:** servicios ecosistémicos, ingreso, carbono, emisión.

## **ABSTRACT**

### **VALUE OF CARBON AS ECONOMIC SUPPORT FOR COCOA PRODUCERS CCN-51 IN THE CANTON PASAJE, PROVINCE OF EL ORO**

**Author:**

Pamela Mishelle Ríos Carrión

**Tutor:**

Ing. Agr. Salomón Barrezueta Unda PhD.

The high concentration of carbon dioxide as anthropogenic gas has alerted the international community, thus providing a formality called "Kyoto Protocol" that helps reduce the greenhouse gas emissions that cause global warming. stabilize gas concentrations and emissions compared to industrialized countries; Therefore, the current negotiations on climate change make commitments for the contraction and mitigation of primary carbon emitters among developing countries. Although the carbon cycle is very complex and at the same time broad, it is intended that through emissions trading incentives be promoted to reduce them efficiently, helping not only the environment as a commitment, but also the place or sector where promotes the stimulus. Among the catchment projects that are studied next is the carbon of the cover and the standing tree, these of the cocoa plots.

The present research seeks to collect information from the cocoa plots and subsequent calculations with established formulas, to better evaluate the carbon in the trash and the standing tree that finds its average, so enter the protocol mentioned when finding the calculation. of the value of carbon in the world by the amount found in the indicated plots obtaining a positive value for the producer, analyzing the economic effects of the reduction of carbon emissions under the hypothesis of trade of unequal emissions. Through cash flow, one can observe the difference in income obtained by the producer, as a considerable incentive for this ecosystem service, while reducing emissions before and after obtaining the extra economic value as a net flow in increases. effective that improve your income.

In this sense, the economic hypothesis proposes various public policy solutions where they emphasize the use of taxes on CO2 emissions, the management of an emissions market

through the creation of a system of marketable authorizations or the use of specific ordinances that restricts the emissions of greenhouse gases without ruling out that each of these initiatives certainly has advantages and disadvantages for the sector. In Ecuador, this type of policy should be considered and the Kyoto protocol accepted in the country, to provide a broader education to the most vulnerable sectors, such as cocoa producers who benefit from these ecosystem services and not go unnoticed. Some other points that also provide goods to the environment, which help improve the environment and in turn the worker. This extra economic value for the cocoa producer requires hands that contribute to the thought of providing environmental laws that help the habitat in which we live to be mentioned and known as an ecosystem service and in turn receiving a payment for it.

**KEY WORDS:** ECOSYSTEM SERVICES, INCOME, CARBON, EMISSION.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	8
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	10
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	11
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	12
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>1. GENERALIDADES DEL OBJETO DE ESTUDIO</b> .....	15
<b>2. FUNDAMENTO TEÓRICO-EPISTEMOLÓGICO DEL ESTUDIO</b> .....	18
<b>2.1 Los problemas ambientales de la agricultura</b> .....	18
<b>2.2 Gases efecto invernadero</b> .....	19
<b>2.3 Ciclo del carbono</b> .....	19
<b>2.4 El carbono y su importancia</b> .....	20
<b>2.5 Los servicios ecosistémicos</b> .....	20
<b>2.6 Tipos de servicios ecosistémicos</b> .....	21
<b>2.7 Servicios Ambientales en Ecuador</b> .....	21
<b>2.9 El mercado del carbono</b> .....	22
<b>2.10 Regulación del mercado del carbón</b> .....	23
<b>3. PROCESO METODOLÓGICO</b> .....	24
<b>3.1 Ubicación del ensayo</b> .....	24
<b>3.2 Diseño del muestreo</b> .....	24
<b>3.3 Calculo de la biomasa</b> .....	25
<b>3.4 Estimación de CO<sub>2</sub></b> .....	26



<b>4. Estudio Financiero .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Costos Administrativos .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Costos de Producción .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Flujo de caja .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4 Estadística.....</b>	<b>27</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>38</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de gastos administrativo mensuales de una finca de cacao.....	27
Tabla 2. Costos de producción de cacao.....	27
Tabla 3. Estadística descriptiva y ANOVA del CO <sub>2</sub> almacenado en la hojarasca y árboles de cacao. ....	29
Tabla 4. Flujo de caja proyectado sin valor ecosistémico .....	33
Tabla 5. Flujo de caja proyectado con valor ecosistémico .....	34
Tabla 6. Prácticas recomendadas para el secuestro de C.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los ratios de carbono en los ecosistemas de la tierra .....	18
Figura 2. Gases de efecto invernadero.....	19
Figura 3. Ciclo del carbono, representación del C en diferentes ecosistemas.....	20
Figura 4. Servicios ambientales.....	22
Figura 5. Ubicación del proyecto .....	24
Figura 6. Representación del esquema de muestreo para recolectar la hojarasca .....	25
Figura 7. Comparación del almacenamiento de Carbono, en plantas de cacao.....	28
Figura 8. Diagrama de cajas y bigote: A) stock de CO <sub>2</sub> mantillo, B) Stock de CO <sub>2</sub> en árbol en pie.....	29
Figura 9. Media de árbol y mantillo. ....	30
Figura 10. Evolución de los precios de CO <sub>2</sub> en función de: A) Derechos de Emisión (EUAs), B) Créditos de Carbono (CERs).....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuadrado de 0,25m x 0,25m .....	44
Anexo 2. Recolectando la hojarasca que se halla dentro del cuadrante .....	44
Anexo 3. Tomando las medidas del DAP.....	45

## INTRODUCCIÓN

Los usos antropogénicos de la tierra entre ellos la agricultura, han degradado sustancialmente los recursos naturales del planeta, el cual ocurre por el crecimiento de la población que demanda de alimentos, fibra, y combustible (Barrezueta-Unda y Paz-González 2017a). Pero todo esto a un alto costo, debido a la pérdida de la biodiversidad endémica, la calidad de suelo y agua. Recursos ligados a los servicios del ecosistema necesarios para mantener la seguridad alimentaria de la población (Marcos-Martinez et al. 2017).

En este marco la investigación responde a la necesidad de realizar una caracterización del servicio ecosistémico que provee la captura, secuestro o almacena del carbono en las plantas de cacao, lo cual repercute en la disminución del dióxido de carbono atmosférico. Investigación que surge en el contexto del convenio para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+), del cual Ecuador es miembro desde el 2012, programa donde se incluye los mecanismos para el pago por el servicio ecosistémico para la reducción del CO<sub>2</sub> (Tubiello et al. 2015).

En este aspecto, en el Ecuador la mayoría de los productores de cacao, no reciben ningún beneficio o valor adicional por los servicios ecosistémicos que producen sus parcelas, reduciéndose su ingresos únicamente a la venta del grano, semilla y madera (Somarriba et al. 2013). Es por ello que encontrar un valor adicional para los cacaoteros es el objetivo de este proyecto siendo de interés para los productores ecuatorianos y a su vez recibir anualmente una parte monetaria por su hojarasca (Pocomucha y Alegre 2016).

Según Barrezueta-Unda, Prado-Carpio, y Jimbo-Sarmiento (2017) el cacao cultivado en las ciudades de Pasaje y Santa Rosa forma parte del 65% y 57% de la superficie en monocultivo y policultivo respectivamente, siendo un generador de empleo de estos cantones. Gran parte de la producción en seco del cacao es para exportación, lo que incide de forma directa en la economía de los pobladores de las ciudades citadas. En concreto la parroquia El Progreso es el principal nicho de producción de este cultivo siendo necesario realizar investigaciones sobre los servicios ecosistémicos que puede aportar como el secuestro de carbono. Por lo



tanto, lo expuesto en la tesis tiene como objetivos:

**Objetivo General:**

Determinar el valor económico del carbono almacenado en el cultivo de cacao tipo CCN-51 en la parroquia El Progreso, cantón Pasaje, Ecuador, mediante el cálculo de su biomasa aérea producida por las hojarascas (mantillo) y en el árbol en pie.

**Objetivo Específico:**

- Estimar en una parcela de cacao tipo CCN-51 los niveles de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el mantillo y en los árboles en pie.
- Analizar el aporte económico del CO<sub>2</sub> en función del valor de mercado.
- Recomendar políticas y programas para la implementación del servicio ecosistémico del CO<sub>2</sub> para el Ecuador

## 1. GENERALIDADES DEL OBJETO DE ESTUDIO

El aumento de la temperatura ocurrido en el planeta desde la revolución industrial en parte son a consecuencia del incremento de los gases efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dando origen a lo que se denomina cambio climático (Fonseca et al. 2008; Fujisaki et al. 2018). Esto es a consecuencia de las acciones antrópicas como la agricultura, en especial por la deforestación que da principio a los cambios en el uso del suelo, a los modelos de producción agrícolas y estos da origen a la sobre explotación, con el uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas (Dawoe, Quashie-Sam, y Oppong 2014).

En este marco los sistemas agrarios necesitan secuestra de carbono orgánico (CO), en el suelo y en la biomasa (Concha, Alegre, y Pocomucha 2007), debido a que se reduce la presión de los bosques naturales, optimizando la calidad de agua, el clima y la biodiversidad (Mithöfer et al. 2017). A su vez previene los desastres naturales como inundaciones y sequía, así como también protege a los animales y produce bienes de acceso público y servicios ecosistémicos, entre otros (Domínguez-Junco et al. 2017).

Tubiello et al., (2015) menciona que desde 1950 años hasta el año 2000 el CO<sub>2</sub> concentrado en la atmósfera aumento de 280 a 367 partes por millón, gran parte de estas emisiones se debe al cambio en el uso del suelo, que se consideran como la segunda fuente CO<sub>2</sub> después del sector industrial, siendo necesarios los estudios en el ámbito regional y nacional sobre la capacidad del suelo de almacenar C, en especial en el modelo agrícola agroforestal sin perder su capacidad productiva y garantizar la sostenibilidad, ejemplo de este modelo son los cultivos de cacao (Hernandez Jimenez et al. 2017; Barrezueta-Unda y Paz-González 2017).

En este contexto, el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene un alto valor social y económico, debido a que más del 95% de la producción proviene de pequeñas explotaciones en países de África, Latinoamérica y sureste asiático que no sobrepasan las 10 ha (Cerdeira et al. 2014). Por lo que juega un rol importante en la disminución de la pobreza de ciertas regiones deprimidas.

El cacao, aunque no es un alimento básico para la seguridad alimentaria, es el tercer commodities después del café y el azúcar en comercialización a nivel mundial. Cabe recalcar que oscilan de 5 a 6 millones de cultivadores de cacao en los principales países productores como Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Ecuador, Camerún, Indonesia, Brasil, Perú, Senegal, etc. (Kozicka, International, y Tacconi 2018).

En Ecuador los cultivares de cacao se desarrolló de forma adecuada debido a las bondades naturales del país, con periodos de precipitaciones convenientes, baja humedad, y con temperaturas entre 21-33 °C (Argüello et al. 2019). Por otra parte, las condiciones de suelos aluviales de textura franco arenosa y franco limosa suman características para obtener niveles óptimos de producción (Moreno et al. 2013).

Países como China, India y Rusia se han convertido en importantes consumidores de productos de cacao, la expansión de la demanda en estos países y otras economías emergentes ha generado una mayor preocupación de la industria sobre la oferta futura de cacao como lo menciona (Gaglio et al. 2017), sin dejar de lado que la superficie es apropiada para una producción sustentable con labores mínimas necesarias.

Dentro de su cadena de valor el cacao como tal y el chocolate mueve demasiada cantidad de dinero, proporcionando así dividendos para sus países agricultores y lógicamente para empresas destinadas al proceso de producción del mismo, a nivel nacional e internacional, aunque sucede el movimiento de dinero por este cultivo, no necesariamente el productor se lleva una gran cantidad de dinero, puesto que un agricultor promedio con educación primaria o secundaria cuenta con pequeñas parcelas de árboles de cacao (Beukering 2014).

Como principales mercados internacionales de cacao se conocen los países de Costa de Marfil, Nigeria, Camerún y Ghana, en África occidental; Indonesia en el sudeste asiático; y Brasil, Ecuador, Perú, Colombia y República Dominicana en América Latina (Kozicka, International, y Tacconi 2018). En participación global, Ecuador cuenta con 3,9%, llevando una ventaja con referencia a estos países en su suelo. La demanda del chocolate está enfocada en Estados Unidos y Europa siendo unos de los principales consumidores. Sin dejar de lado

China, Rusia e India que pertenecen a un gran puesto como demandantes de cacao.

En Ecuador, el cacao representa el tercer rubro agrario con una participación del 6,7 % del producto interno bruto agrícola y el 12 % de la población económicamente activa en la generación de empleo, estimándose en 320 000 ha cultivadas hasta el 2016 (Molina-Barbotó, Chávez-Betancourt, y Dueñas-Alvarado, 2016), pero con márgenes de producción  $\leq 500$  kg ha<sup>-1</sup> de cacao seco en el sistema agroforestal (SAF), el cual es tipo en el cacao Nacional (Barrezueta-Unda, Prado-Carpio, y Jimbo-Sarmiento, 2017) versus el clon de cacao Colección Castro Naranjal 51 (CCN51) de alta productividad, pero con un manejo en monocultivo y con un índice  $\geq 500$  kg ha<sup>-1</sup>.

## 2. FUNDAMENTO TEÓRICO-EPISTEMOLÓGICO DEL ESTUDIO

### 2.1 Los problemas ambientales de la agricultura

Los suelos son tantos sumideros de carbono y fuentes de emisión de gases como el CO<sub>2</sub>. Las estimaciones globales indican que el suelo de hasta 1 m de profundidad contiene entre 1 206 a 1 550 PG (PG=1 000 000 kg) de carbono orgánico del suelo (COS) que es aproximadamente dos veces la cantidad de carbono atmosférico (730 PG) como lo reseña (Zdruli et al. 2017; Lorenz y Lal (2014), siendo los océanos los mayores sumidero de C con 38 000 PG (Fig.1). En contexto los cambios que son producidos en su manejo causan un desequilibrio en el ambiente, convirtiendo al suelo en el recurso más vulnerable del planeta y relaciona de forma directa con el cambio climático.

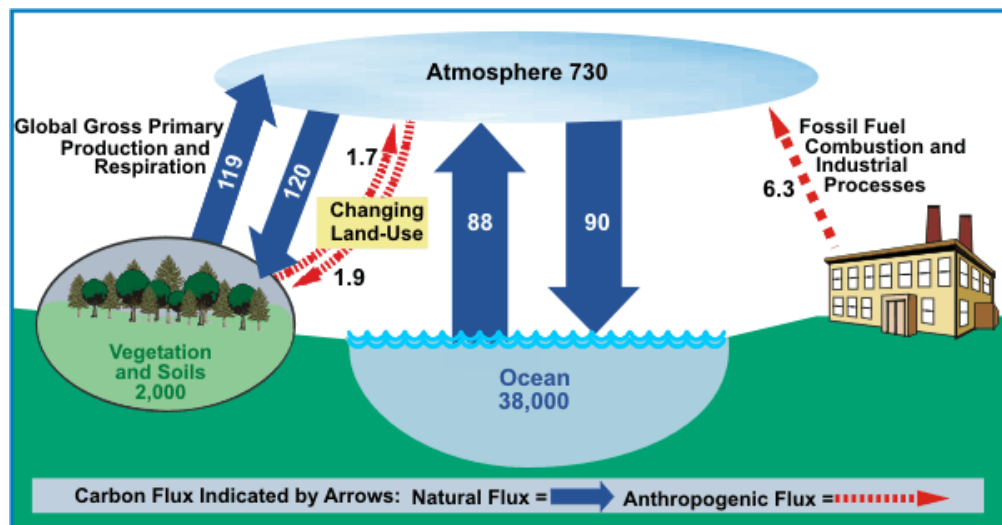


Figura 1. Distribución de los ratios de carbono en los ecosistemas de la tierra

Fuente: [www.lentech.es](http://www.lentech.es)

Las investigaciones sobre el crecimiento económico y sus consecuencias en la agricultura se han centrado en la dimensión social de seguridad alimentaria de la población, debido a que se duplicará para el 2050 (Spokas et al. 2012). Esto produjo un "mecanismos desencadenantes" que promueven el cambio de uso de la tierra en diferentes seres humanos, (Farley 2007; Barrezueta-Unda y Paz-González 2017b). Entre estos cambios tenemos los incrementos de los GEI producto de las actividades antrópicas como la agricultura.



## 2.2 Gases efecto invernadero

La atmósfera está constituida por varios tipos de gases entre los cuales el oxígeno, nitrógeno, ozono, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), entre otros, que cumple el rol de absorbentes de la radiación infrarroja proveniente del sol. Los intercambios gases entre la atmósfera y el suelo afectan significativamente en la adsorción de la radiación debido a que mayor emisiones de GEI en especial el  $\text{CO}_2$  hacia la atmósfera ocasiona el calentamiento de la superficie terrestre, debido a que la radiación solar se devuelve al suelo (Linares 2013) como se explica en la Fig. 2.

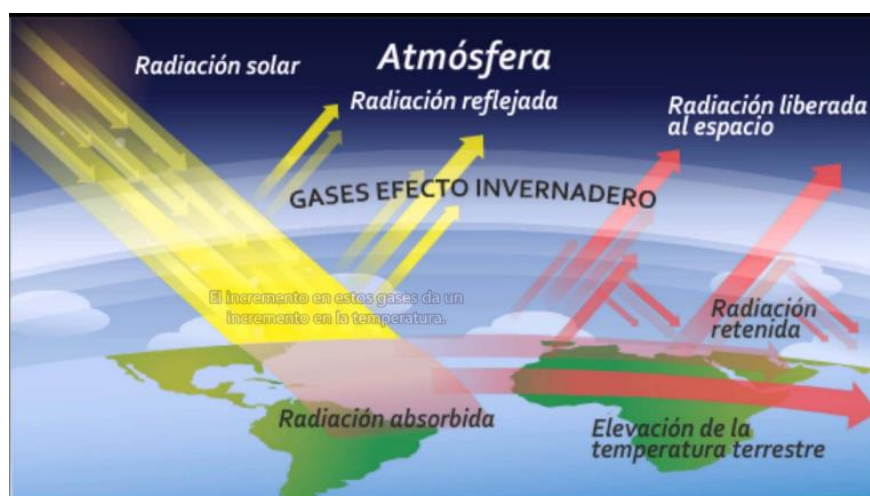


Figura 2. Gases de efecto invernadero

Fuente: [www.fisica.weebly.com](http://www.fisica.weebly.com)

## 2.3 Ciclo del carbono

El carbono se encuentra en todos los ecosistemas del planeta y en diferentes formas, en la atmósfera como  $\text{CO}_2$ , en la hidrosfera, en forma de  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua; en la litósfera, en las rocas y en depósitos de carbón, petróleo y gas natural; en la biosfera, en los carbohidratos; en la antropósfera, en varias maneras en los objetos creados por la sociedad, como se muestra en la Fig. 3 (Don, Schumacher, y Freibauer 2011).

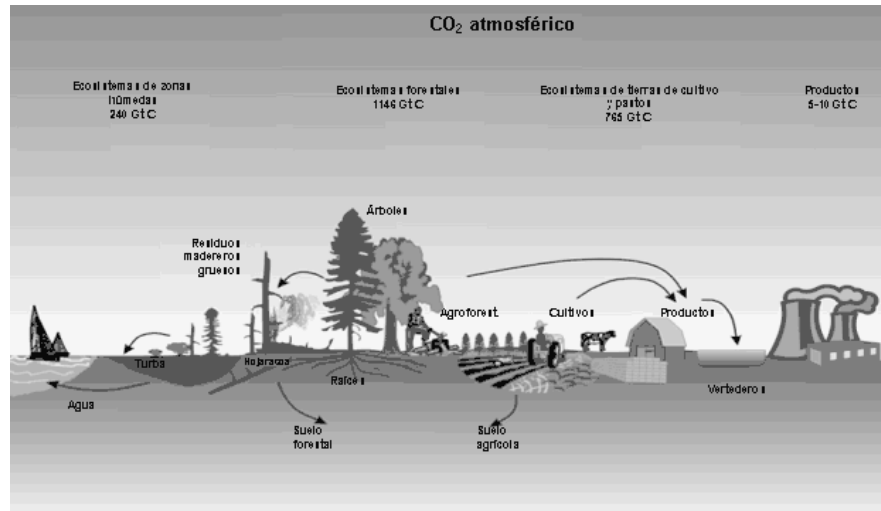


Figura 3. Ciclo del carbono, representación del C en diferentes ecosistemas

Fuente: (Dignac et al. 2017)

## 2.4 El carbono y su importancia

El 99,99% de los seres vivos están compuesto de C en diferentes combinación constituyendo con las moléculas de nitrógeno, fósforo, azufre, oxígeno e hidrógeno, el origen de la vida en el planeta (Jiménez y Lal 2006). Por otra parte, el C se encuentra entre la materia orgánica del suelo de forma uniforme y su disponibilidad no es infinita en el planeta. En este contexto, el CO<sub>2</sub>, tiene alta importancia para los procesos geoquímicos en plantas por lo que su equilibrio en la atmosfera y el suelo es de gran importancia, en especial para la agricultura (Natali, Bianchini, y Vittori Antisari 2018).

## 2.5 Los servicios ecosistémicos

Se conoce como servicios ecosistémicos a los bienes que se obtiene del medio ambiente. Estos son diversos dependiendo el sector o área en el que se enfoque el interés, se podría mencionar que son procesos naturales de los ecosistemas que influyen de manera directa e indirecta, un ejemplo relevante es el proceso de los desechos naturales (Rodríguez-Loinaz, Alday, y Onaindia 2015). Se conserva una gran relación entre la mano del hombre y su mantenimiento adecuado con los varios ecosistemas, como un caso más explícito está los

bosques tropicales que permiten una alta u elevada diversidad contribuyendo a la tierra como una regulación climática y así mismo hidrológica (Domínguez-Junco et al. 2017).

## **2.6 Tipos de servicios ecosistémicos**

Según Stolle-mcallister y Stolle-mcallister (2015), los servicios ecosistémicos se pueden valorar en la biodiversidad, su belleza escénica y el secuestro de carbono, y así mismo mantener un pago por estos servicios ambientales que a simple vista no se puede observar (Rodríguez-Loinaz, Alday, y Onaindia 2015). Esta forma de otorgar valor a los recursos naturales corrige en parte el agotamiento de recursos y el daño causado por acciones antrópica como la agricultura. Otra finalidad de los servicios ecosistémicos es preservar los patrimonios naturales ya que se están agotando y ha gran medida se vuelven insostenibles (Laban, Metternicht, y Davies 2018).

El uso del suelo está rigurosamente a fin con los servicios ecosistémicos, estos se ven afectados por patrones cambiantes, intensidad o práctica. La contribución que da los SE en el bienestar humano no se razona, tanto así que como seres humanos si se pueden ejercer pensiones o cambios con el único fin de maximizar la provisión de sistemas nuevos. En el Ecuador, un gran ejemplo son los Andes, que se definen por condiciones climáticas y topográficas distintivas, con paisajes llamativos en la que los humanos con sus establecimientos la afectan y dependen exclusivamente de ecosistemas naturales (Gaglio et al. 2017).

## **2.7 Servicios Ambientales en Ecuador**

En Ecuador los servicios ambientales no están definidos como tal, sin embargo algunas empresas no gubernamentales ya tienen sus expectativas puestas en estos sectores para valorarlos como un servicio ambiental con el único fin de explotarlos (Horstman, Ayón, y Griscom 2018). Para profesionales, se considera un beneficio para las personas estos sectores que brindan un servicio ambiental, ya sea por una protección de cuencas que es el recurso más utilizado por la civilización, tanto para su producción de alimentos como reproducción humana, imponiéndose un valor monetario. Su valor puede variar, pudiendo utilizarse en una organización no gubernamental, una empresa o individuos que perseveren la integridad y

mantengan el servicio ambiental que proporciona la naturaleza y así mismo también se pretende dar un pago para personas que no deterioren sus tierras. (Stolle-mcallister y Stolle-mcallister 2015).

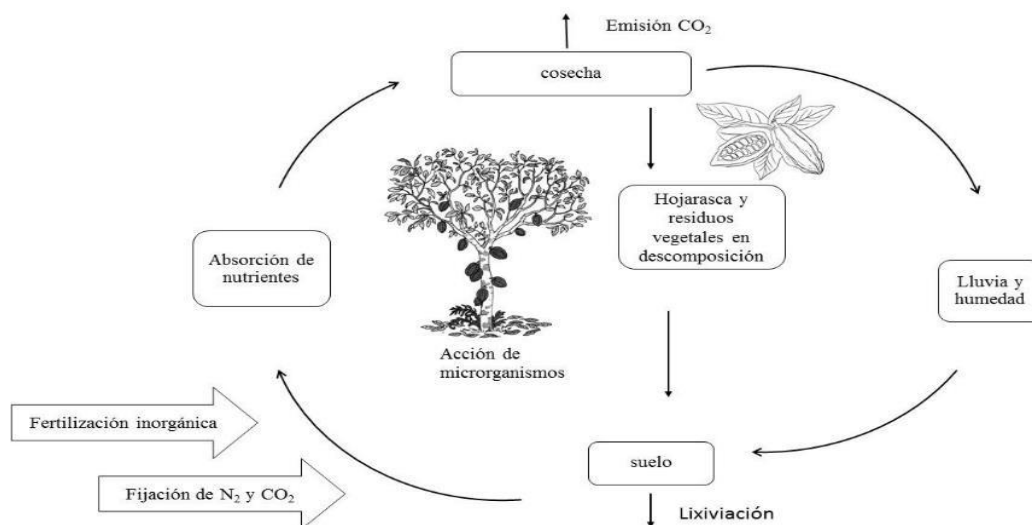


Figura 4. Servicios ambientales

Fuente: Barrezueta-Unda and Paz-González (2017), adaptada de Hartemink (2005)

## 2.8 El mercado de servicios ecosistémicos

En el mercado se halla una cantidad inigualable de servicios ecosistémicos, que se valoran cuando ya algunos lugares están degradados, aunque hay ciertos lugares que no son apreciados físicamente por ser cotidianos de igual forma también se lo toma como un servicio siendo un valor invisible del ecosistema sin embargo es un proceso evolutivo de la naturaleza que se transforma en un proceso complejo proviniendo servicios tan fundamentales para el ser humano que la sociedad completa depende de ellos (Costanza, Wilson, and Liu 2006). Al poseer un sin número de bienes no existen todos los servicios ecosistémicos valorados en el mercado, hay ciertos valores que no se cuantifican como un beneficio o utilidad hoy en día como el carbono de la hojarasca.

## 2.9 El mercado del carbono

Los pagos financiados para el clima y el mercado de carbono son necesarios para incitar el aplacamiento del CO<sub>2</sub> procedente del efecto ambiental provocado por el hombre, con la única intención de reducir las emisiones emitidas del uso de la tierra en varios lugares, los

ambientes marinos y los prados de tierras. Aunque, no se ha tomado tanta atención a la forma en que estos "estímulos monetarios del financiamiento del carbono" pueden aplicarse, a los que son pertenecen a un medio ambiente que tienen una cantidad formidable de carbono (Ward et al. 2016).

## **2.10 Regulación del mercado del carbón**

Para una regulación de mercado se presta atención a uno de los países más influyentes como es Kyoto según (Lauterbach y Lauterbach 2008), comenta que impulsa esta iniciativa en 1997, en el cual pasaron situaciones por diferentes países que conllevaban al mismo propósito el de reducir emisiones de GEI; es relevante mencionar que se solicitó en la iniciativa ya mencionada que los países industrializados reduzcan sus emisiones de gases conforme a sus objetivos de una mejor manera logrando el compromiso o a su vez reduciendo mediante la compra de emisiones a otros países, en este caso la compra de CO<sub>2</sub> en países del trópico.

Ecuador se ubica en el séptimo lugar a nivel mundial como mayor productor de cacao, es por esto que se estiman más de 100 000 familias involucradas en el sembrío. En su mayoría con agricultores con poco menos de 5 ha de cacao, pequeños propietarios que contribuyen con el 80 % y 90 % de la producción de cacao en el país.

Existen diversas provincias que se dedican a su producción entre ellas las principales son Manabí, Los Ríos y Guayas que llevan un 80% de producción total. Entre las variedades de cacao están el CCN-51 y el cacao fino de aroma, siendo el primero una variedad de alta rendimiento y muy resistentes a las enfermedades; sin embargo, se necesita una mejor calidad del producto como tal, como sus certificaciones, manejo, cuidados, tratamientos y fortalecimiento de agricultores. Es relevante mencionar que se considera entre los años de 1961 y 2016 un promedio de 0.28 t / ha. (Kozicka, International, y Tacconi 2018).

### 3. PROCESO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación del ensayo

El estudio de campo se realizó en la Finca del Sr. Jairo Celi Jaramillo, que cuenta con 2 ha de sembrío de cacao. La misma que está ubicada en el sector “Sal si puedes”, parroquia El Progreso, cantón Pasaje, provincia de El Oro en la costa del sur del Ecuador. La zona presenta un clima seco tropical con temperatura media anual de 23 °C. y con coordenadas geográficas de 3°19'52,3''S y 79°48'27,5''W (Fig.5).



Figura 5. Ubicación del proyecto

#### 3.2 Diseño del muestreo

La investigación fue de tipo transversal en la cual se empleó la metodología descriptiva y explicativa, que resulta de la observación directa y la toma de muestras de suelo y hojarasca. Las cuales se realizaron en el siguiente orden:

- Selección de una parcela de 1 ha, se subdividió en 3 subparcelas de 25 x 25 m, a continuación se delimitó un transecto de 30 de largo, demarco cada 10

metros un punto de muestreo, donde se recolectó hojarasca, con la ayuda de un doble marco de madera de 0,25 x 0,25 m (Fig. 6),

- El siguiente paso fue contar los Árboles con DAP (diámetro altura pecho) > 30 cm (con una circunferencia de 95 cm) dentro de las subparcela.

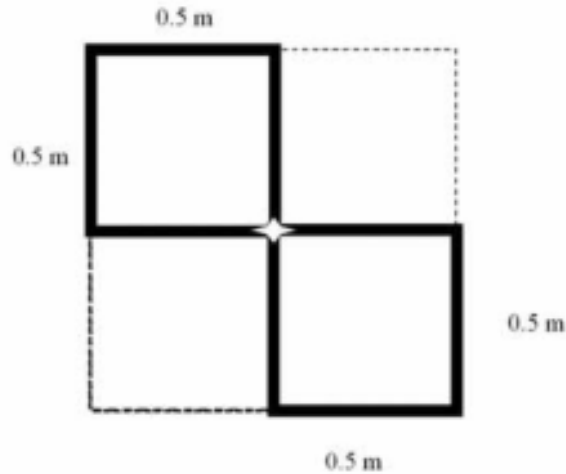


Figura 6. Representación del esquema de muestreo para recolectar la hojarasca

### 3.3 Calculo de la biomasa

Con las hojarascas recolectadas en funda de plástico con cierre de cremallera y etiquetadas, se llevaron al Laboratorio de suelos de la UTMACH, para constatar su peso en húmedo, luego se colocó en una estufa a 110 ° C por 48 horas en donde fue retirada al concluir este tiempo para posteriormente ser pesadas nuevamente. Luego por diferencia de peso se determinó la biomasa utilizando la ecuación (1).

(Ecuación 1)

$$biomasa = \left( \frac{Ph - Ps}{Ph} * 100 \right) * 0.04$$

Donde, Ph es peso húmedo de la hojarasca, Ps es peso seco de la hojarasca y multiplicado por 0,04 que es el factor de conversión.

Para estimar la biomasa en pie de los árboles se utilizó la ecuación (2), propuesta por (Díaz et al. 2016).

(Ecuación 2)

$$BA = 0.4849 (DAP)^{1.4}$$

Donde, DAP tomada a 0.30 m desde el piso, 0.4849 factor de corrección. Los valores son expresados en  $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ .

### **3.4 Estimación de CO<sub>2</sub>**

Los resultados de biomasa de la hojarasca fueron estimados para 1 hectárea por lo cual se multiplicó por 10 000  $\text{m}^2$  y luego para 3,67 que representa el peso molecular del CO<sub>2</sub>. Para los árboles el resultado de la biomasa también se multiplicó para el factor 3,67 pero el resultado final estuvo en función del número de árboles vivos por hectárea (Pocomucha, Alegre, y Abregú 2016).

## **4. Estudio Financiero**

Para el estudio financiero se tomó los datos del portal <https://www.sendeco2.com>, entre el periodo 2008 al 2018, promediando los valores de: Derechos de Emisión (EUAs) y Créditos de Carbono (CERs). Información con la cual se graficó una serie temporal que permitió apreciar la evolución del valor del carbono en los mercados internacionales.

En el presente estudio también se realizó una encuesta al propietario de la finca, para recabar información de los costos y gastos que se mantienen en la cacaotera y la rentabilidad de la misma. Se muestra a continuación los costos administrativos y de producción que hay en el inmueble.

### **4.1 Costos Administrativos**

Dentro de los gastos administrativos se expone todos los gastos directos e indirectos que se realizan en la finca, aquí se haya el personal para el cultivo de cacao, en el que se necesita dos personas para trabajar cuando se alcanza la cosecha laborando dos veces cada quince días transformándose en un gasto como salarios de \$20 el día de trabajo, para los trabajadores, calculándose en el año de sembrío (Tabla 1.)



Tabla 1. Descripción de gastos administrativo mensuales de una finca de cacao

N de Agricultores	Jornal	Costo mensual	Gasto anual (\$) por cosecha ( 5 meses)
		costo jornal (\$)	
2	8	160	800

#### 4.2 Costos de Producción

Dentro de los costos de producción que se muestran en la Tabla 2, se ubican todos los materiales que usualmente se emplean en la producción de cacao para el clon de CCN-51, en la parroquia El Progreso para el cultivo de cacao, como los fungicidas, el abono, combustible y algunos gastos varios extras que se pueden necesitar en las plantaciones.

Tabla 2. Costos de producción de cacao

Materiales	Frecuencia	Total (\$)
Fungicida foliar	3	180
Abono para la planta	3	180
Combustible	12	240
Gastos varios	1	50
<b>TOTAL</b>		<b>650</b>

#### 4.3 Flujo de caja

En la presente investigación, se utilizó los costos administrativos y de producción e ingresos netos de la producción de cacao, un préstamo bancario con la tasa de interés anual del Banco central del Ecuador periodo 2018. Se empleó como indicadores financieros del flujo de caja simple al valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

#### 4.4 Estadística

El proceso estadístico se realizó en Excel donde se elaboraron las tablas y gráficos, que luego fueron llevada al software SPSS versión 23 (SPSS 2013), en él se estimaron mediciones de tendencia central y desviación estándar. También se realizó un ANOVA de una vía, correlacione de Pearson y prueba de Tukey al 95 % de significancia.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Fig. 7, se presenta un estudio comparativo del almacenamiento de carbono (C) en plantas de cacao con un rango de 18 a 37 años, donde el árbol en pie aporta mayor cantidad de C (CATIE 2013), debido a que el 99% de la constitución del organismo están compuesto de C, y el CO<sub>2</sub> es producto del intercambio de gases con la atmosfera cuando el suelo está descubierto (Lal, Negassa, y Lorenz 2015).

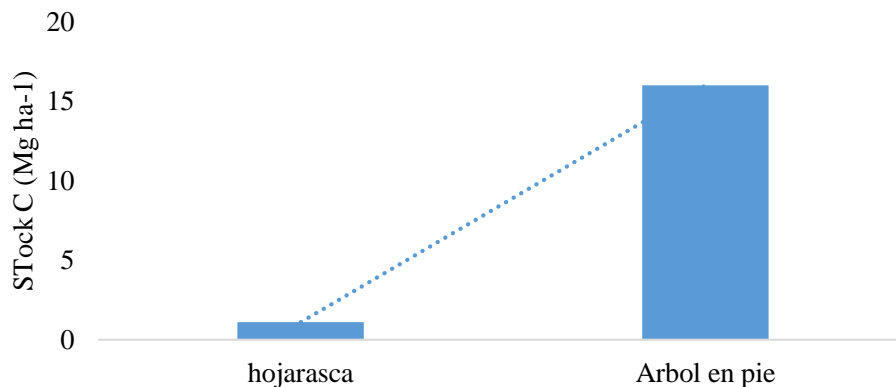


Figura 7. Comparación del almacenamiento de Carbono, en plantas de cacao

En la Fig. 8A y 8B de cajas y bigotes para mantillo (hojarasca) y de árboles en pie, respectivamente, se comparó el almacenamiento de CO<sub>2</sub> de las parcelas, la cual fue menor en la biomasa viva con 199,79 kg ha<sup>-1</sup>, mientras en el mantillo el incremento fue 436,96 kg ha<sup>-1</sup>. Producto de una mayor acumulación de carbono, debido a una lenta mineralización de este elemento en el suelo, mientras en la planta el C está en constante transformación por la fotosíntesis de la planta, la cual requiere del elemento C para su funcionamiento (Farquhar, Ehleringer, and Hubick 1989).

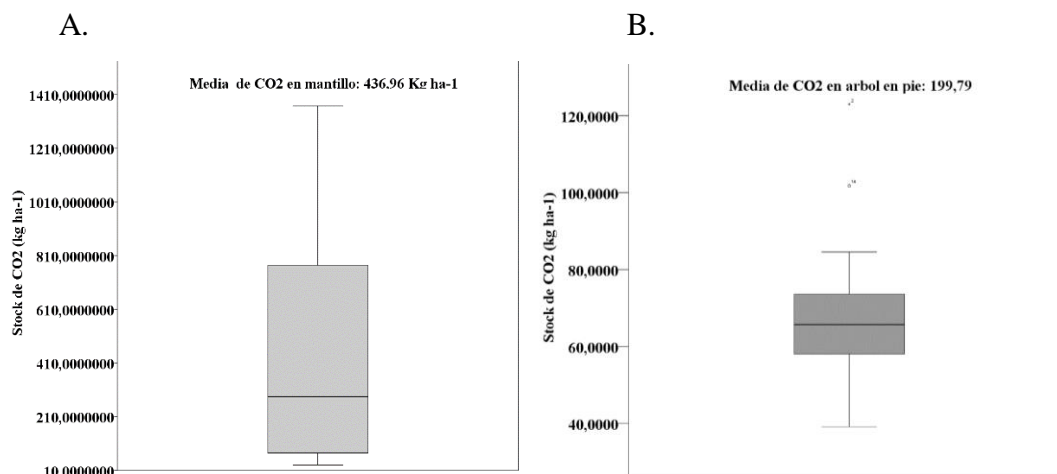


Figura 8. Diagrama de cajas y bigote: A) stock de CO<sub>2</sub> mantillo, B) Stock de CO<sub>2</sub> en árbol en pie.

En la Tabla 3, se muestra la estadística descriptiva por transeptos de la biomasa de cacao de hojarasca (mantillo) y de árboles en pie en 1 ha de cacao respectivamente y el análisis de varianza (ANOVA), que indicó diferencias estadísticas ( $P < 0.00$ ) entre la cantidad de CO<sub>2</sub> en el mantillo y los árboles en pie. La media de CO<sub>2</sub> en mantillo fue muy heterogénea obteniendo el mayor promedio el T1 con  $970.05 \text{ kg ha}^{-1} \pm 296.84$ , seguido de T3 con  $278.63 \text{ kg ha}^{-1} \pm 118.32$  y T2 con  $61.71 \text{ kg ha}^{-1} \pm 37.02$ , así como amplitud entre los rangos con alta acumulación de CO<sub>2</sub> en T1 con 1367,34-528,09 kg ha<sup>-1</sup> y 7764,24 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esto indica una densidad poblacional de las plantas de cacao no homogénea, así como una distancia de siembra irregular entre los tres transeptos.

En el caso de los valores de CO<sub>2</sub> obtenido de los árboles varía mucho los cuales se presentaron de mayor a menor de la siguiente manera:  $75,13 \text{ kg ha}^{-1} \pm 23,00$ ;  $70,06 \text{ kg ha}^{-1} \pm 18,62$ ;  $56,39 \text{ kg ha}^{-1} \pm 10,07$  (Tabla 3). Los rangos obtenidos al igual que en mantillo fueron amplios, pero en esta ocasión en T3, pudiendo el fuste de los arboles está relacionado a una emisión de hojarasca en este transecto por el factor de siembra irregular y baja densidad de plantas como se mencionó en el párrafo anterior.

Tabla 3. Estadística descriptiva y ANOVA del CO<sub>2</sub> almacenado en la hojarasca y árboles de cacao.

Descriptivos estadísticos	Mantillo			Árbol en Pie			Sig 0.05
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
N	8	8	8	7	7	4	
Media	970,53	61,71	278,63	74,94	65,45	59,40	P< 0.00
Desviación estándar	296,84	37,02	118,32	123,00	101,75	65,68	
Máximo	1367,34	134,64	493,68	58,04	39,13	53,11	
Mínimo	528,09	29,92	104,72	21,30	19,43	8,88	
Suma	7764,24	493,68	2229,04	599,51	523,62	118,79	

La Fig. 9, presenta la comparación del stock de CO<sub>2</sub> entre el mantillo, árbol en pie y suelo, siendo el último valor obtenido de investigaciones previas al estudio y publicadas en revistas indexadas. El mayor resultado corresponde a 436,96 kg ha<sup>-1</sup> determinado en el mantillo, seguido de 123,78 kg ha<sup>-1</sup> en suelo y 69,00 kg ha<sup>-1</sup> en el árbol. Valores que indican que la hojarasca acumulada es un importante colchón de CO<sub>2</sub> y por lo tanto es donde radica el mayor valor ecosistémico del cacao.

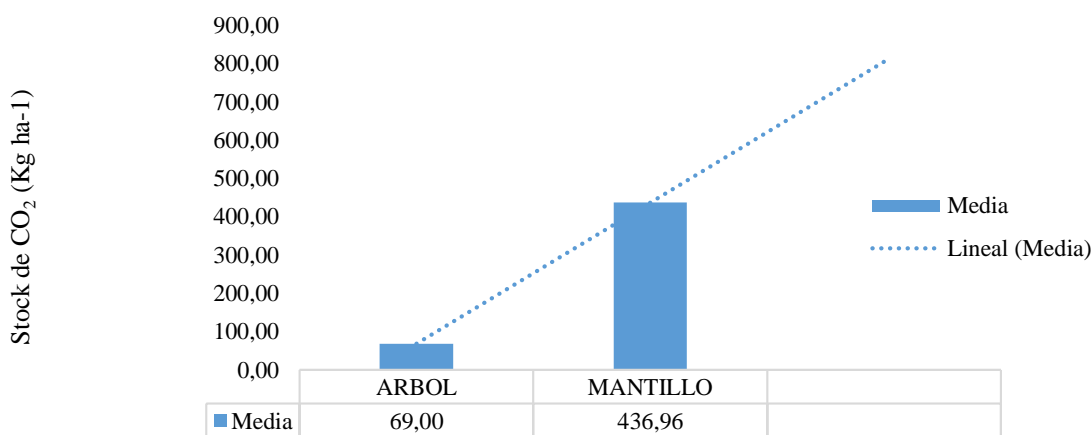
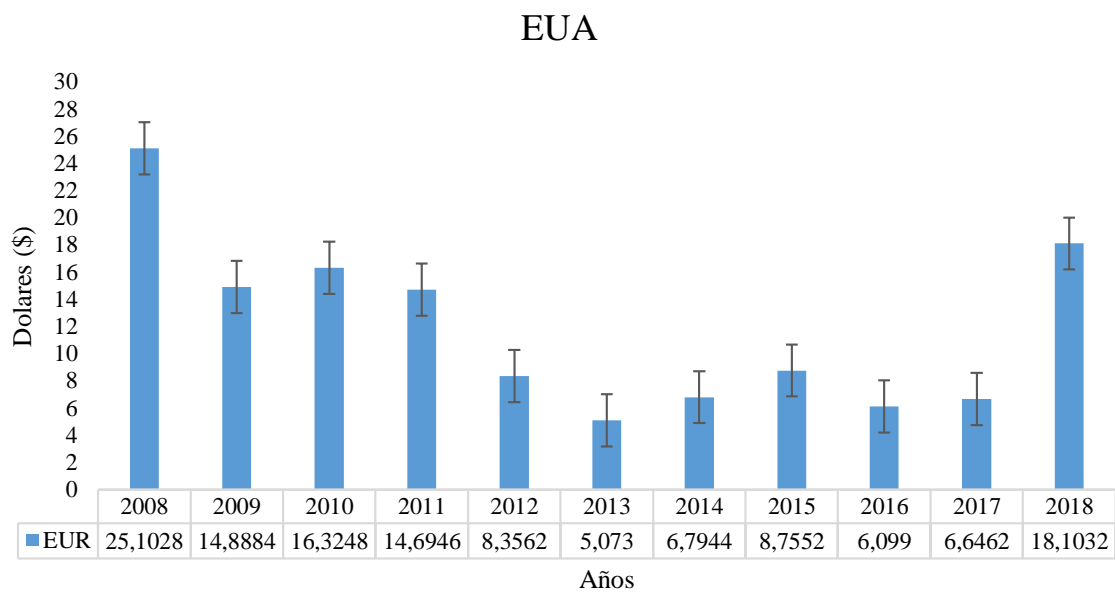


Figura 9. Media de árbol y mantillo.

La Fig. 10A-B muestra la evolución de los Derechos de Emisión (EUAs) con un alto precio en el 2008 de \$25,10 teniendo una variación de altos y bajos todos estos años hasta el 2018 que vuelve a tomar empuje con \$18,10 mientras que en Créditos de Carbono (CERs), ocurre una disminución significativa al ir de 2008 con un alto valor como \$19,92 y llegar al 2018 con \$0,27 cabe recalcar que estos dos gráficos están estimados en el mercado internacional durante los años 2008 a 2018. Los créditos resultan un elemento internacional de descontaminación para reducir las emisiones que contagian el medio ambiente causantes del calentamiento global, así mismo los derechos de emisión son situados para poner el precio al

carbono siendo la manera más rentable de reducir radicalmente las emisiones de efecto invernadero (Ibáñez 2010).



B.

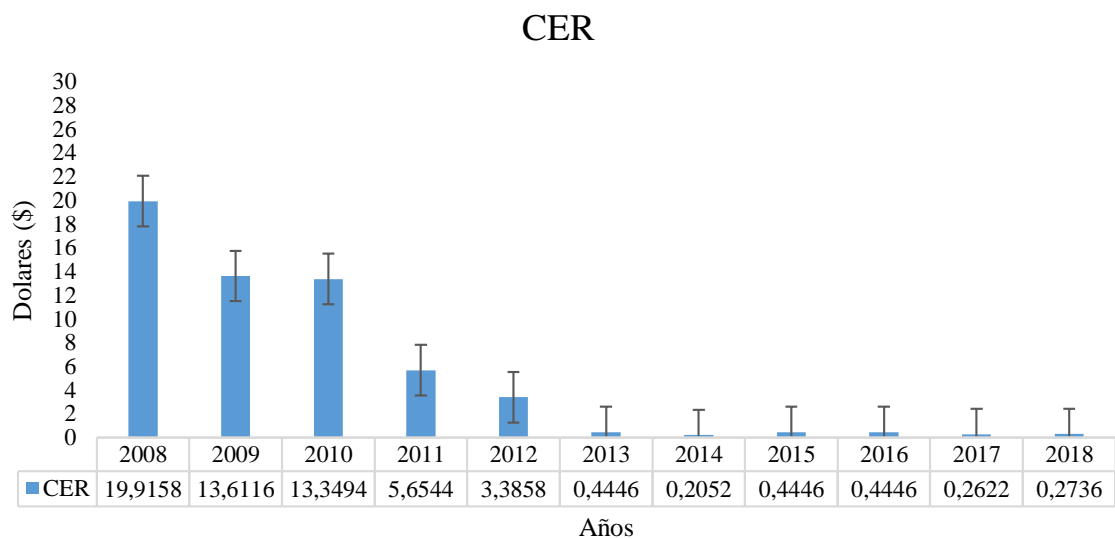


Figura 10. Evolución de los precios de CO<sub>2</sub> en función de: A) Derechos de Emisión (EUAs), B) Créditos de Carbono (CERs).

En el flujo de caja se aprecia la inversión inicial obtenida del préstamo que realizó el

agricultor para destinarla en la finca, las ventas son el resultado de la cantidad de latas que se venden por cosecha, la misma que se realizan cada quince días en un promedio de 30 latas. El valor ecosistémico se estimó en tonelada por el valor vigente en el sendeco en Enero de 2019, cabe recalcar que estos valores varían cada mes, sin embargo el total lo multiplicamos por las dos hectáreas de cacao, resultando un valor considerable para el productor, los gastos administrativos y costos de producción ya mencionados y detallados en la Tabla 4 y 5 respectivamente, utilidad bruta, utilidad antes y después de impuesto y por último se halla el flujo neto.

El VAN (valor actual neto) tiene un valor negativo de -2103,13\$ y por ende su TIR (tasa interna de retorno) es de 0 resultados que se dieron sin valor ecosistémico mientras que el flujo de caja con valor ecosistémico tiene un VAN positivo de 21081,57\$ y un TIR del 88% visiblemente alto al agregar este adicional como una fuente de ingresos extra al productor de cacao mejorando así su rentabilidad.

Tabla 4. Flujo de caja proyectado sin valor ecosistémico

<b>FLUJO DE CAJA</b>						
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Inversión Inicial</b>	8000.00					
<b>Ventas</b>		4500.00	4950.00	5445.00	5989.50	6588.45
<b>Sin valor ecosistémico (CO2 kg ha-1)</b>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Costos de producción</b>		650.00	682.50	716.63	752.46	790.08
<b>Gastos en Ventas</b>		20.00	21.00	22.05	23.15	24.31
<b>Gastos Administrativo</b>		800.00	840.00	882.00	926.10	972.41
<b>Gastos Financieros</b>		1792.00	1792.00	1792.00	1792.00	1792.00
<b>Utilidad antes de impuestos</b>		1238.00	1614.50	2032.33	2495.79	3009.66
<b>Utilidad después de impuestos</b>		272.36	355.19	447.11	549.07	662.12
<b>utilidad bruta</b>		965.64	1259.31	1585.21	1946.72	2347.53
<b>FUJO NETO</b>	-8000.00	965.64	1259.31	1585.21	1946.72	2347.53
<b>VAN</b>						<b>-2103.13</b>
<b>TIR</b>						0.00

Tabla 5. Flujo de caja proyectado con valor ecosistémico

<b>FLUJO DE CAJA</b>						
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Inversión Inicial</b>	8000.00					
<b>Ventas</b>		4500.00	4950.00	5445.00	5989.50	6588.45
<b>Valor ecosistémico (CO2 kg ha-1)</b>		7841.11	7841.11	7841.11	7841.11	7841.11
<b>Costos de producción</b>		650.00	682.50	716.63	752.46	790.08
<b>Gastos en Ventas</b>		20.00	21.00	22.05	23.15	24.31
<b>Gastos Administrativos</b>		800.00	840.00	882.00	926.10	972.41
<b>Gastos Financieros</b>		1792.00	1792.00	1792.00	1792.00	1792.00
<b>Utilidad antes de impuestos</b>		9079.11	9455.61	9873.44	10336.90	10850.77
<b>Utilidad después de impuestos</b>		1997.40	2080.23	2172.16	2274.12	2387.17
<b>utilidad bruta</b>		7081.71	7375.38	7701.28	8062.78	8463.60
<b>FUJO NETO</b>	-8000.00	7081.71	7375.38	7701.28	8062.78	8463.60
<b>VAN</b>						21081.57
<b>TIR</b>						88%



En la Tabla 6, se presenta algunas alternativas para aumentar la tasa de secuestro de carbono en la agricultura, información tomada de una revisión bibliográfica. En el caso del cacao se recomendaría aumentar el aporte de la biomasa forestal incentivando un modelo agroforestal, para que los árboles con sus hojarascas aumente la cantidad de CO<sub>2</sub> captura y el valor sea mayor.

Tabla 6. Prácticas recomendadas para el secuestro de C

Practica	Tasa potencial de secuestro de Carbono ( Mg ha-1)
Mínima labranza	0,1-0,5
Compost y abonos orgánicos	0,05-0,5
Agricultura de presión	0,1-0,4
Reforestación	0,08-0,4
Biomasa forestal	0,8-0,3

## 6. CONCLUSIONES

- Se obtuvo la media del mantillo y árbol en pie, que significaron una cantidad de carbono considerable, en este caso el árbol en pie representó una mayor cantidad de almacenamiento de carbono por su tamaño y que este seguirá en aumento por su crecimiento con el pasar del tiempo.
- El aporte que brinda el CO<sub>2</sub> es un adicional desmedido en cuanto a un ingreso económico extra para el productor, este modifica su flujo de caja en valores positivos a futuro, sin embargo como un mercado cualquiera tiene sus altos y bajos, aunque ya se conoce los errores que se pudieron cometer en el pasado en cuando al mercado de carbono se lo toma para no volver a realizar esas falencias y el Ecuador se mantenga en compromiso con el mismo.
- Las políticas o programas que se pueden impulsar en el país para llegar a una apropiada gestión ambiental y estar en igualdad con los países europeos es modificar una correcta educación hacia este tema, acordamiento entre sectores, innovación en el área, adaptación de leyes ambientales y el compromiso con la mitigación ambiental todo esto beneficia a un mejoramiento de control en el tema de implementación del servicio ecosistémico del CO<sub>2</sub> en el país.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que según los datos obtenidos en la investigación se permita el Ecuador acceder al mercado de carbono para que su aporte y a la vez política beneficie tanto económico, social y ambientalmente.
- Realizar una evaluación profunda sobre el enfoque a futuro del mercado de carbono en el país, conocer la conveniencia que tendría este en el mediano y largo plazo y a su vez la repercusión para los pequeños y medianos productores.
- Contar con la participación y unión de las empresas públicas y privadas para encontrar la solución a problemas ambientales siendo una clara oportunidad para el Ecuador ya que en los últimos cinco años el Mercado ha crecido rápidamente.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Argüello, David, Eduardo Chavez, Florian Laurysen, Ruth Vanderschueren, Erik Smolders, and Daniela Montalvo. 2019. "Soil Properties and Agronomic Factors Affecting Cadmium Concentrations in Cacao Beans: A Nationwide Survey in Ecuador." *Science of the Total Environment* 649: 120–27.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.292>.
- Barrezueta-Unda, Salomón, and António Paz-González. 2017a. "Caracterización de La Sostenibilidad En Función de Aspectos So- Cioeconómicos Del Sistema Agrario Cacao En La Provincia de El Oro, Ecuador." *Revista Científica Agroecosistemas* 5 (1): 6–16.
- . 2017b. "Estudio Comparativo de La Estructura Elemental de Materia Orgánica de Suelo y Mantillo Cultivados de Cacao En El Oro, Ecuador." *Revista Agroecosistemas* 5 (1): 2–9.
- . 2017c. "Indicadores de Sostenibilidad Para La Producción de Cacao Nacional y CCN51 En La Provincia El Oro-Ecuador." *Educatconciencia* 13 (14): 16–26.
- Barrezueta-Unda, Salomón, Eveligh Prado-Carpio, and Rodrigo Jimbo-Sarmiento. 2017a. "Características Del Comercio De Cacao A Nivel Intermediario En La Provincia De El Oro-Ecuador." *European Scientific Journal* 13 (16): 273–82.  
<https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n16p273>.
- . 2017b. "Características Del Comercio de Cacao a Nivel Intermediario En La Provinica de El Oro-Ecuador." *European Scientific Journal* 13 (16): 273–82.  
<https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n16p273>.
- Beukering, Pieter Van. 2014. "IVM Institute for Environmental Studies Valuing Economic Costs and Benefits of the Supply Chain of Soy , Palm Oil and Cocoa," no. July.
- CATIE. 2013. *Servicios Ambientales de Los Cacaotales Centroamericanos*. Turrialba, Costa Rica: Real Embajada de Noruega.
- Cerda, Rolando, Olivier Deheuvels, David Calvache, Lourdes Niehaus, Yara Saenz, Justine Kent, Sergio Vilchez, Alejandra Villota, Carlos Martinez, and Eduardo Somarriba. 2014. "Contribution of Cocoa Agroforestry Systems to Family Income and Domestic

- Consumption: Looking toward Intensification.” *Agroforestry Systems* 88 (6): 957–81.  
<https://doi.org/10.1007/s10457-014-9691-8>.
- Concha, Juanita Y, Julio C Alegre, and Vicente Pocomucha. 2007. “Determinación de Las Reservas de Carbono En La Biomasa Aérea de Sistemas Agroforestales de Theobroma Cacao l. En El Departamento de San Martín, Perú.” *Ecología Aplicada* 6: 75–82.  
<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.08.047>.
- Costanza, Robert, Matthew A Wilson, and Shang Liu. 2006. “PDXScholar The Value of New Jersey ’ s Ecosystem Services and Natural Capital.”
- Dawoe, Evans K., James S. Quashie-Sam, and Samuel K. Opong. 2014. “Effect of Land-Use Conversion from Forest to Cocoa Agroforest on Soil Characteristics and Quality of a Ferric Lixisol in Lowland Humid Ghana.” *Agroforestry Systems* 88 (1): 87–99.  
<https://doi.org/10.1007/s10457-013-9658-1>.
- Díaz, Percy, Grecia Ruiz, Cheryl Tello, and Luis Arévalo. 2016. “Carbono Almacenado En Cinco Sistemas de Uso de Tierra , En La Región San Martín Perú.” *Revista Intenacional de Desarrollo Regional Sustentable* 1 (2): 57–67.
- Dignac, Marie-France, Delphine Derrien, Pierre Barré, Sébastien Barot, Lauric Cécillon, Claire Chenu, Tiphaine Chevallier, et al. 2017. “Increasing Soil Carbon Storage: Mechanisms, Effects of Agricultural Practices and Proxies. A Review.” *Agronomy for Sustainable Development* 37 (2): 14. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0421-2>.
- Domínguez-Junco, Osvaldo, Dairon Rojas-Hernández, Joel Gómez-Hernández, and Rolando Medina-Peña. 2017. “Metodología Para Gestión Contable de Los Servicios Ecosistémicos Forestales Con Enfoque de Cadena de Valor.” *Revista Científica Agroecosistemas* 51: 71–78.
- Don, Axel, Jens Schumacher, and Annette Freibauer. 2011. “Impact of Tropical Land-Use Change on Soil Organic Carbon Stocks - a Meta-Analysis.” *Global Change Biology* 17 (4): 1658–70. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02336.x>.
- Farley, Kathleen A. 2007. “Grasslands to Tree Plantations: Forest Transition in the Andes of Ecuador.” *Annals of the Association of American Geographers* 97 (4): 755–71.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2007.00581.x>.

- Farquhar, G D, J R. Ehleringer, and K T Hubick. 1989. "Carbon Isotope Discrimination and Photosynthesis." *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 40 (1): 503–37. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.40.060189.002443>.
- Fonseca, William, Federico Alice, Johan Montero, Henry Toruño, and Humberto Leblanc. 2008. "Acumulación de Biomasa y Carbono En Bosques Secundarios y Plantaciones Forestales de *Vochysia Guatemalensis* e *Hieronyma Alchorneoides* En El Caribe de Costa Rica." *Agroforestería En Las Américas* 46 (Mdl): 57–64.
- Fujisaki, Kenji, Tiphaine Chevallier, Lydie Chapuis-Lardy, Alain Albrecht, Tantely Razafimbelo, Dominique Masse, Yacine Badiane Ndour, and Jean Luc Chotte. 2018. "Soil Carbon Stock Changes in Tropical Croplands Are Mainly Driven by Carbon Inputs: A Synthesis." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 259: 147–58. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.008>.
- Gaglio, Mattias, Vassilis George Aschonitis, Marta Maria Mancuso, Juan Pablo, Reyes Puig, Francisco Moscoso, Giuseppe Castaldelli, et al. 2017. "Changes in Land Use and Ecosystem Services in Tropical Forest Areas : A Case Study in Andes Mountains of Ecuador." *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13 (1): 264–79. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1345980>.
- Hartemink, Alfred E. 2005. *Nutrient Stocks, Nutrient Cycling, and Soil Changes in Cocoa Ecosystems: A Review*. Wageningen, The Netherlands: Advances in Agronomy.
- Hernandez Jimenez, A, L Vera Macias, C A Naveda Basurto, A M Guzman Cedeno, M Vivar Arrieta, T R Zambrano, F Mesias Gallo, K Ormanza, R V Leon Aguilar, and G A Lopez Alava. 2017. "Variations in Some Soil Properties Because of the Land Use Change in the Middle and Low Parts of the Membrillo Micro-Watershed, Manabi, Ecuador." *Cultivos Tropicales* 38 (1): 50–56.
- Horstman, Eric, Jhony Ayón, and Heather Griscom. 2018. "Growth , Survival , Carbon Rates for Some Dry Tropical Forest Trees Used in Enrichment Planting in the Cerro Blanco Protected Forest on the Ecuadorian Coast." *Journal of Sustainable Forestry* 37 (2): 82–96. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1387153>.
- Ibáñez, Jesús Abadía. 2010. "Las Políticas Climáticas," 98–115.

- Jiménez, J. J., and R. Lal. 2006. "Mechanisms of C Sequestration in Soils of Latin America." *Critical Reviews in Plant Sciences* 25 (4): 337–65.  
<https://doi.org/10.1080/0735268060094240>.
- Kozicka, Marta, Bioersivity International, and Francesco Tacconi. 2018. *Forecasting Cocoa Yields for 2050*.
- Laban, Peter, Graciela Metternicht, and Jonathan Davies. 2018. *Soil Biodiversity and Soil Organic Carbon : Keeping Drylands Alive*.  
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.03.en>.
- Lal, Rattan, Wakene Negassa, and Klaus Lorenz. 2015. "Carbon Sequestration in Soil." *Current Opinion in Environmental Sustainability* 15 (030): 79–86.  
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.09.002>.
- Lauterbach, Sandra, and Sandra Lauterbach. 2008. "An Assessment of Existing Demand for Carbon Sequestration Services An Assessment of Existing Demand for Carbon Sequestration Services" 9811. <https://doi.org/10.1300/J091v25n01>.
- Linares, Pedro. 2013. "Los Efectos Económicos Del Sistema Europeo de Comercio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero."
- Lorenz, Klaus, and Rattan Lal. 2014. "Soil Organic Carbon Sequestration in Agroforestry Systems. A Review." *Agronomy for Sustainable Development* 34 (2): 443–54.  
<https://doi.org/10.1007/s13593-014-0212-y>.
- Marcos-Martinez, Raymundo, Brett A. Bryan, Jeffery D. Connor, and Darran King. 2017. "Agricultural Land-Use Dynamics: Assessing the Relative Importance of Socioeconomic and Biophysical Drivers for More Targeted Policy." *Land Use Policy* 63 (April): 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.01.011>.
- Mithöfer, Dagmar, James M. Roshetko, Jason A. Donovan, Ewane Nathalie, Valentina Robiglio, Duman Wau, Denis J. Sonwa, and Trent Blare. 2017. "Unpacking 'Sustainable' Cocoa: Do Sustainability Standards, Development Projects and Policies Address Producer Concerns in Indonesia, Cameroon and Peru?" *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13 (1): 444–69.  
<https://doi.org/10.1080/21513732.2018.1432691>.

- Molina-Barbotó, Victor, Ricardo Chávez-Betancourt, and Darío Dueñas-Alvarado. 2016. “Fases Lunares En La Reproducción Vegetativa de Cacao (*Theobroma Cacao* L.), Babahoyo, Ecuador.” *European Scientific Journal* 12 (21): 240–53.  
<https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n21p240>.
- Moreno, M, H Pirela, M Medina, N Molina, V Polo, and M Urdaneta. 2013. “Evaluación de Las Propiedades Físicas , Químicas y Biológicas de Los Suelos Cultivados Con Cacao ( *Theobroma Cacao* L .) En La Sierra de Perijá.” *Revista Luz* 4 (8): 8–28.
- Natali, C., G. Bianchini, and L. Vittori Antisari. 2018. “Thermal Separation Coupled with Elemental and Isotopic Analysis: A Method for Soil Carbon Characterisation.” *Catena* 164 (May 2017): 150–57. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.02.022>.
- Pocomucha, Vicente S., Julio Alegre, and Luís Abregú. 2016. “ANÁLISIS SOCIO ECONÓMICO Y CARBONO ALMACENADO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO (*Theobroma Cacao* L.) EN HUÁNUCO.” *Ecología Aplicada* 15 (2): 107. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.750>.
- Rodríguez-Loinaz, Gloria, Josu G Alday, and Miren Onaindia. 2015. “Multiple Ecosystem Services Landscape Index: A Tool for Multifunctional Landscapes Conservation.” *Journal of Environmental Management* 147: 152–63.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.09.001>.
- Somarriba, Eduardo, Rolando Cerda, Luis Orozco, Miguel Cifuentes, Héctor Dávila, Tania Espin, Henry Mavisoy, et al. 2013. “Carbon Stocks and Cocoa Yields in Agroforestry Systems of Central America.” *Agriculture, Ecosystems & Environment* 173: 46–57.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.013>.
- Spokas, Kurt A., Keri B. Cantrell, Jeffrey M. Novak, David W. Archer, James A. Ippolito, Harold P. Collins, Akwasi A. Boateng, et al. 2012. “Biochar: A Synthesis of Its Agronomic Impact beyond Carbon Sequestration.” *Journal of Environment Quality* 41 (4): 973. <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0069>.
- SPSS, Inc. 2013. “SPSS Statistics for Windows.” Chicago, IL, USA: IBM Corp.
- Stolle-mcallister, John, and John Stolle-mcallister. 2015. “Environmental Services in Ecuador : Extractive Development versus Intercultural Intervention Environmental



Services in Ecuador : Extractive Development versus Intercultural Intervention.”

*Capitalism Nature Socialism* 26 (2): 8–26.

<https://doi.org/10.1080/10455752.2015.1016542>.

Tubiello, Francesco, Mirella Córdor-Golec, Rocío Salvatore, Angel Piersante, Sandro Federici, Alessandro Ferrara, Simone Rossi, Paola Flammini, Alessandro Cardenas, et al. 2015. *Estimación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero En La Agricultura Un Manual Para Abordar Los Requisitos de Los Datos Para Los Países En Desarrollo*. <https://doi.org/978-92-5-308674-0>.

Ward, Adrian, Paul Dargusch, Giorgio Grussu, Rosalaura Romeo, Adrian Ward, Paul Dargusch, Giorgio Grussu, et al. 2016. “Using Carbon Finance to Support Climate Policy Objectives in High Mountain Ecosystems Using Carbon Finance to Support Climate Policy Objectives in High Mountain Ecosystems.” *Climate Policy* 16 (6): 732–51. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1046413>.

Zdruli, Pandi, Rattan Lal, M Cherlet, European Commission, and Selim Kapur. 2017. “New World Atlas of Desertification and Issues of Carbon Sequestration, Organic Carbon Stocks, Nutrient Depletion and Implications for Food Security.” In *Carbon Management, Technologies, and Trends in Mediterranean Ecosystems*, edited by Sabit Erşahin, Selim Kapur, Erhan Akça, Ayten Namlı, and Hakkı Emrah Erdoğan, 13–25. *The Anthropocene: Politik—Economics—Society—Science*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45035-3>.

## 9. ANEXOS



Anexo 1. Cuadrado de 0,25m x 0,25m



Anexo 2. Recolectando la hojarasca que se halla dentro del cuadrante



Anexo 3. Tomando las medidas del DAP