

Potencial De Bonos De Carbono En Sistemas Productivos Agroforestales De Cacao En El  
Departamento Del Caquetá

German Eduardo Leon Almeyda

Práctica empresarial para Optar al Título de Ingeniería Forestal

Director

Ronald Alfonso Montañez Valencia

Msc. Conservación Y Uso Sostenible De Sistemas Forestales

Codirector

Romario Guiza Pardo

Especialista En Gestión Ambiental

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED)

Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria**

Agradecerle a Dios primero que todo por permitirme lograr este objetivo de mi vida y darme la salud para poder desempeñar mis labores diarias.

A mi padre German Leon al cual le debo todo lo que soy y la persona que jamás dejara de creer en mí, gracias por todo y este logro es nuestro viejito

A mi madre Carmen Almeyda que de una u otra forma siempre se ha preocupado por mí, cuando he necesitado un consejo o apoyo ha estado para mí

A mi madrina Doris Oliva Leon, por enseñarme a ser una buena persona, porque gracias a los valores que me inculco desde pequeño he logrado crecer

A mi hermana Lorena Leon por estar siempre apoyándome y acompañándome en las decisiones de mi vida. Y escucharme cada vez que sentía que no podía más

A mis seres queridos por ser un apoyo emocional, académico y una motivación para cumplir las metas que me propongo en la vida.

### **Agradecimientos**

A la Universidad Industrial de Santander, por ayudar a afianzar mis conocimientos en un ámbito laboral y por estar dispuestos a colaborar en cualquier momento.

A mi director de grado, Ronald Alfonso Montañez Valencia por ser un gran apoyo académico, quien me brindó todos los recursos necesarios para poder despejar las dudas que se presentaron en el transcurso de la práctica empresarial.

A mi Codirector, Romario Guiza Pardo por estar dispuesto a ayudarme en las dudas que se presentaban durante la práctica empresarial.

A la empresa AGI AMBIENTAL S.A.S por permitirme realizar la práctica empresarial y brindar el apoyo y acompañamiento necesario para cumplir las actividades durante la duración de la misma.

A los profesores de la Universidad, por apoyarme y enseñarme las bases para poder desempeñar mi carrera profesional en un ámbito laboral.

A la profesora Sandra Milena Díaz López por apoyarme y escucharme en los momentos donde quería renunciar gracias.

## Contenido

Introducción .....	12
2. Objetivos .....	14
2.1 Objetivo General .....	14
2.2 Objetivos Específicos .....	14
3 Marco referencial .....	15
3.1 Marco Teórico .....	15
3.1.1 Misión .....	15
3.1.2 Visión .....	15
3.1.3 Estructura Empresarial .....	15
3.2 Marco Histórico .....	16
3.3 Marco Legal .....	18
4. Metodología .....	19
4.1 Pre – Procesamiento .....	19
4.1.1 Zona de Estudio .....	19
4.2 Adquisición de imágenes satelitales: USGS .....	20
4.3 Parámetros de corrección atmosférica, corrección geográfica, ajuste radiométrico. ....	20
4.4 Recopilación de formación predial: Consulta al IGAC .....	21
4.5 Procesamiento: .....	22
4.5.1 Combinación de Bandas .....	22
4.6 Delimitación sistemas productivos agroforestales .....	22
4.7 Áreas naturales: Deforestación histórica .....	22
5. Resultados .....	23
5. Conclusiones .....	32

6. Recomendaciones .....	32
Referencias Bibliográficas .....	33

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Propietarios con consulta catastral .....	23
Tabla 2 filtro de inicio de plantacion.....	25
Tabla 3 tenencia y tipo de sistema .....	26
Tabla 4 especies presentes en cada plantacion .....	28
Tabla 5 Inicio de plantación.....	29
Tabla 6 Participacion en los proyectos.....	30

**LISTA DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 Estructura Empresarial .....	16
Ilustración 2 Zona de Estudio .....	19
Ilustración 3 Ubicación de los 131 predios .....	23
Ilustración 4 Combinacion de Bandas .....	24
Ilustración 5 Predios final .....	27
Ilustración 6 Distribucion Predial por Area Plantada .....	28

## Glosario

**Agroforestal:** Es un grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo.

**Biomasa:** Es la materia orgánica de origen vegetal presente en los diferentes ecosistemas forestales ya sea formando parte de los árboles, matorrales y plantas herbáceas presentes o como materia orgánica muerta en proceso de descomposición.

**Bonos de Carbono:** Estrategia para contribuir con la mitigación de cambio y variabilidad climática.

**Carbono Neutralidad:** Es lograr que las emisiones emitidas por una empresa o proceso industrial en determinado territorio sean equivalentes a cero.

**Ecosistema:** Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes.

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**Huella de Carbono:** representa el volumen total de gases de efecto invernadero (GEI) que producen las actividades económicas y cotidianas del ser humano.

**IGAC:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi

**Índices De Vegetación:** Un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y que es particularmente sensible a la cubierta vegetal.

**Inventarios forestales:** Consiste en la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de una zona determinada. Permite la evaluación del estado actual y sienta las bases del análisis y la planificación, que constituyen el punto de partida de una gestión forestal sostenible.

**Imágenes de Satélite:** Son el producto obtenido por un sensor instalado a bordo de un satélite artificial, mediante la captación de la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo, que posteriormente se transmite a estaciones en tierra para su visualización, procesamiento y análisis.

**JSON:** Es un formato abierto utilizado como alternativa al XML para la transferencia de datos estructurados entre un servidor de Web y una aplicación Web

**Masa Forestal:** Conjunto de árboles en pie que ocupan una determinada área forestal.

**MDL:** Mecanismo de Desarrollo Limpio

**Protocolo de Mercado de Carbono:** Instrumento con el que se busca integrar dentro de las actividades productivas, el costo social y ambiental que se genera al emitir Gases de Efecto Invernadero

**Territorio:** Es la expresión espacial de relaciones de poder entre actores, dirigida a controlar, ocupar e influir en un espacio determinado.

**USCUSS:** Es la metodología para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero, generadas por los cambios en biomasa y otros *stocks* leñosos, la conversión de bosques y praderas, el abandono de tierras cultivadas, las emisiones y absorciones en el suelo y otros gases diferentes al CO<sub>2</sub>.

**REDD+:** Hace referencia a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la deforestación y degradación de los bosques, para la conservación y aumento de las reservas de carbono y el manejo forestal sostenible.

## Resumen

**Título:** Potencial De Bonos De Carbono En Sistemas Productivos Agroforestales De Cacao En El Departamento Del Caquetá\*

**Autor:** German Eduardo Leon Almeyda\*\*

**Palabras Clave:** Mercado, Mitigación, Procesos

### Descripción:

AGI AMBIENTAL S.A.S es una empresa especializada en asesoría, consultoría e ingeniería ambiental para empresas y proyectos que requieran garantizar cumplimiento socio ambiental. Así mismo, es una empresa especializada en proyectos de mitigación de gases de efecto invernadero GEI y reducción de las emisiones por degradación y deforestación de los bosques. Estos proyectos generan recursos por la venta de bonos de carbono para las empresas con las cuales se trabaja. La práctica empresarial se realizó en el departamento de cambio climático realizando actividades para diferentes proyectos siendo en particular el proyecto del potencial de bonos de carbono en el Departamento de Caquetá, el cual conto con 232 posibles candidatos, con un área neta de 423 ha, de los cuales después de haber realizado el filtro de consulta catastral solo 131 propietarios contaron con este documento lo que nos da un área de 256,3 ha, para finalizar el filtro de temporalidad de inicio de plantación arrojó como resultado 103 propietarios con un área de 207,5 ha hábiles para comenzar la formulación de dicho proyecto. Adicional se realizaron actividades de apoyo tales como manejo de base de datos, creación de mapas, revisión de documentación y creación de documentación social a 8 diferentes proyectos, entre los cuales se encuentra AGROSAVIA, Manizales, La Juliana Y JUMI Costa Norte.

\*Trabajo de Grado

\*\*Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Ingeniería Forestal. Director: Ronald Alfonso Montañez Valencia, Ingeniero Forestal, Msc. Codirector: Romario Guiza Pardo, Ingeniero Forestal, Esp.

**Abstract**

**Title:** Potential Of Carbon Bonds In Cocoa Agroforest Production Systems In The Department Of Caquetá \*

**Author(s):** German Eduardo Leon Almeyda\*\*

**Key Words:** Market, Mitigation, Processes

**Description:**

AGI AMBIENTAL S.A.S. is a company specialized in advisory, consulting and environmental engineering for companies and projects that need to ensure socio-environmental compliance. It is also a company specialized in GEI mitigation projects and reduction of emissions from forest degradation and deforestation. These projects generate resources from the sale of carbon credits for the companies with which it works. The business practice was carried out in the department of climate change, carrying out activities for different projects, in particular the project of the potential of carbon bonds in the Department of Caquetá, which had 232 possible candidates, with a net area of 423 ha, of which after having made the filter of cadastral consultation only 131 owners had this document which gives us an area of 256.3 ha, to finalize the filter of temporality of planting start gave as a result 103 owners with an area of 207.5 hectares to begin the formulation of the project. In addition, support activities such as database management, creation of maps, review of documentation and creation of social documentation were carried out for 8 different projects, including AGROSAVIA, Manizales, La Juliana and JUMI Costa Norte.

\*Trabajo De Grado

\*\*Institute of Regional Projection and Distance Education. Forestry Engineering. Director: Ronald Alfonso Montañez Valencia, Forestry Engineer, Msc. Co-Director: Romario Guiza Pardo, Forestry Engineer, Esp.

## Introducción

El carbono es un elemento químico fundamental en el desarrollo biológico de los ecosistemas en la biosfera y la mayor concentración se presenta en la litosfera como carbono inorgánico, almacenado en rocas sedimentarias como calizas, (Andrade, L. R. 2023); Mientras que, el carbono orgánico presente en la litosfera está almacenado en almacenamientos naturales y reservorios de carbono (Halifa-Marín, 2019). Los ecosistemas terrestres del mundo contienen un estimado de 340 Pg de C ( $3,4 \cdot 10^{11}$  toneladas) en vegetación, y 620 Pg de C ( $6,2 \cdot 10^{11}$  toneladas) en suelo (Brown et al., 1996).

Los sistemas agroforestales funcionan como reservorios de carbono, logrando tasas promedio de 13,4 (t/ha) para asociación entre *Teobroma cacao* y árboles (Diaz A .2023). Los lineamientos para el estudio de mercado de carbono se delimitan a factores como: área de producción, densidades y manejo silvicultural de la plantación, tenencia del predio y estimaciones de biomasa (Rivera, 2020).

La participación nacional en la mitigación de emisiones de G.E.I se implementó en el marco institucional del protocolo de Kioto en el año 2005 e implementación de las metodologías para la reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD+). Por ende, facilitó la participación del país en mercado de carbono

Los sistemas agroforestales entre cacao y diferentes especies tales como *Cecropia obtusifolia Bertol*, *Cedrela odorata L* y *Tabebuia rosea* arrojaron estimaciones de biomasa y carbono almacenado de 115.91 y 54.46 (t/ha) respectivamente en México. Así mismo, las 13

plantaciones de cacao produjeron valores de en biomasa y carbono almacenado total de 1.507,57 y 708,56 (t/ha) respectivamente, dichos estudios fueron realizados por Morán Villa, V. L, (2022).

Los proyectos productivos descritos con la asociación entre *Teobroma cacao* (cacao) y especies arbóreas en Colombia se localizan en las regiones de Santander, Huila, Arauca, Tolima y Caquetá siendo esta última donde se realizó este estudio contando con 207,5 ha, 103 familias involucradas, contribuyen así a las actividades de transformación de la energía mediante recursos forestales (FAO, s.f.).

Finalmente, el presente estudio contribuye a la divulgación de servicios ecosistémicos y económicos desde el mercado de carbono en los sistemas agroforestales También, desglosa las actividades requeridas para la gestión de proyectos de bonos de carbono y da respuesta a los siguientes interrogantes ¿Qué métodos o actividades puede realizar las empresas para contribuir con la meta de la carbono neutralidad? ¿Cómo los estudiantes pueden influir de manera positiva y eficiente las actividades necesarias para mejorar los tiempos de desarrollo de un proyecto que involucre el mercado de carbono?

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Contribuir con las actividades establecidas en el protocolo de remoción de GEI en sistemas agroforestales con *Teobroma cacao* en la región amazónica, desde la empresa AGI Ambiental

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar los soportes de propiedad de los predios aspirantes al mercado de carbono con sistemas agroforestales e información suministrada por el líder comunitario de los SAF en el departamento del Caquetá, región amazónica
- Verificar el cumplimiento de los requisitos y condiciones de aplicabilidad metodológica para los mercados de carbono con SAF
- Realizar la delimitación del área de influencia del proyecto

### **3 Marco referencial**

#### **3.1 Marco Teórico**

La empresa AGI AMBIENTAL S.A.S se especializa en Asesoría, Consultoría e Ingeniería Ambiental para empresas y proyectos que requieran garantizar cumplimiento socio ambiental. Así mismo, es una empresa especializada en proyectos de mitigación de Gases de Efecto Invernadero GEI y reducción de las emisiones por degradación y deforestación de los bosques. Estos proyectos generan recursos por la venta de bonos de carbono para las empresas con las cuales trabajamos. (AGIAMBIENTAL, 2023)

Ahora bien los bonos de carbono son un mecanismo de lucha contra el cambio climático propuesto inicialmente en el Protocolo de Kyoto en 1997. Estos representan la remoción de una tonelada de dióxido de carbono (tnCO<sub>2</sub>eq) de la atmósfera terrestre. Su objetivo principal es contribuir a mitigar las causas que generan el cambio climático. (Rosa, 2022)

##### **3.1.1 Misión**

Buscamos desarrollo sostenible a través de soluciones ambientales prácticas, estratégicas y responsables para la industria y el sector productivo. (AGIAMBIENTAL, 2023)

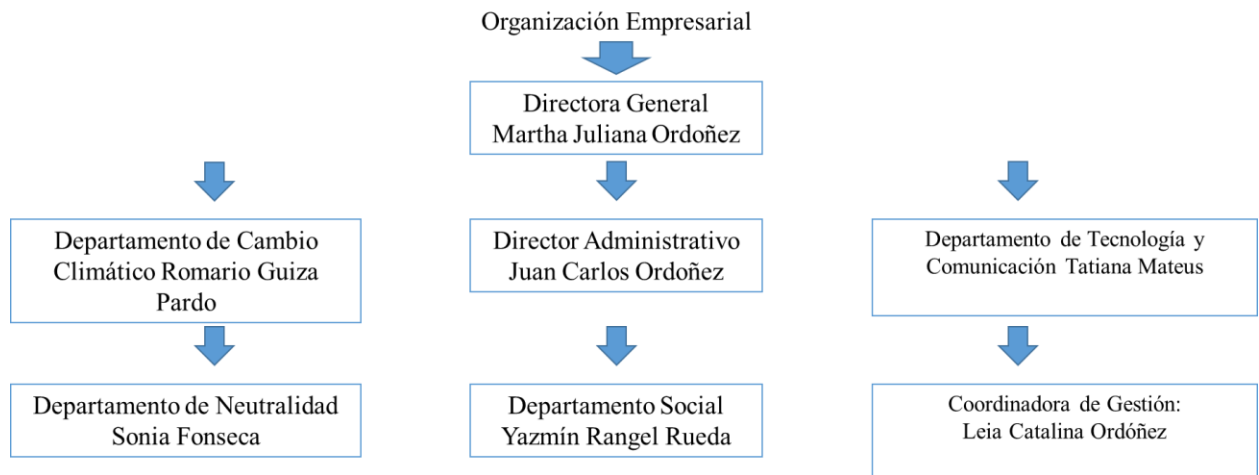
##### **3.1.2 Visión**

Para el 2025 seremos una empresa líder, reconocida nacionalmente e internacionalmente por nuestro trabajo en pro del medio ambiente y del cambio climático. (AGIAMBIENTAL, 2023)

##### **3.1.3 Estructura Empresarial**

A continuación se desglosa los miembros de la empresa AGI AMBIENTAL (AGIAMBIENTAL, 2023)

### Ilustración 1 Estructura Empresarial



Nota: los directivos de la empresa.

### 3.2 Marco Histórico

Para tener una idea de cómo y cuándo se creó el bono de carbono se debe ir al principio de un tema sumamente importante el cambio climático. A continuación se hará un viaje por las fechas y documentos más importantes que definieron la creación de los bonos de carbono

Una vez se detectó el problema del cambio climático mundial, la organización meteorológica mundial (OMM) y el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988 y desde entonces tiene como principales actividades evaluar periódicamente los conocimientos sobre el cambio climático. También fue la primera vez que se reconoció científicamente el problema del calentamiento global lo cual direcciono los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, consecuencias y como poder responder hacia este fenómeno (IPCC, 2020).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se celebró la Conferencia De Las Naciones Unidas Sobre Ambiente Y Desarrollo, celebrada en Rio

de Janeiro en junio de 1992 denominada como “Cumbre de la Tierra”. En esta todos los países se comprometieron a formular y gestionar planes nacionales sobre mitigación del cambio climático, como a realizar y presentar a la convención inventarios periódicos actualizados de sus fuentes de emisiones y de sus sumideros (mecanismos de remoción de GEI de la atmosfera). El convenio fue ratificado por Colombia mediante la Ley 164 de 1994 y entro en vigor en marzo de 1994 (Ambiente, [minambiente.gov.co](http://minambiente.gov.co), s.f.).

En 1995 se realizó la primera conferencia de las partes (COP1) en Berlín en la cual es evidente que la mayoría de países industrializados no han adoptado las medidas adecuadas para alcanzar los objetivos de la convención, en consecuencia se adopta el Mandato de Berlín, en el cual se estableció un proceso de negociación de un instrumento legal que asuma la responsabilidad concreta de limitación de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) ([canvclimatic.gencat.cat](http://canvclimatic.gencat.cat), 2010).

En 1997 se celebró la COP3 en Kioto, Japón. Ante el exceso de emisiones de gases de efecto invernadero, se realiza esta convención COP3 en la cual surge el protocolo de Kioto el 11 de diciembre de 1997, teniendo como objetivo reducir las emisiones de GEI, para eso se realizan tres mecanismos los cuales permiten incrementar la mitigación del cambio climático, estos son: Implementación conjunta, mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) y comercio de emisiones. Estos instrumentos se les conocen como “bonos de carbono” y se cuantifican en toneladas de dióxido de carbono. El mercado de bonos de carbonos comenzó a desarrollarse a partir de 2001 (Escobar, 2008)

El acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático, fue adoptado por 196 partes en la COP21 en París, se celebró el 12 de diciembre del 2015 y entro en vigor el 4 de noviembre de 2016. El objetivo de este es limitar el calentamiento mundial por debajo de 2 grados

Celsius, preferiblemente a 1.5 grados Celsius, para alcanzar este objetivo de temperatura a largo plazo, los países se proponen alcanzar el máximo de las emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible para lograr un planeta con clima neutro para mediados de siglo. Este acuerdo fue por primera vez la ocasión en la que todos los países se unan en una causa común para emprender un esfuerzo ambicioso en enfrentar el cambio climático (WWF, 2018).

El impuesto al carbono en Colombia se creó por medio de la ley 1819 de 2016 dando una alternativa para incentivar el cumplimiento de las metas de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), este impuesto consiste en el pago de una tarifa dada por la combustión de los combustibles lo cual genera gases de efecto invernadero (Garcia, 2019).

### **3.3 Marco Legal**

- Resolución 1447 de 2018 “Por la cual se reglamenta el sistema de monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional de qué trata el artículo 175 de la ley 1753 de 2015, y se dictan otras disposiciones”
- Ley 1931 de 2018 “Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático”
- ley 1819 de 2016 (Reforma Tributaria Estructural) y responde a la necesidad del país de contar con instrumentos económicos para incentivar el cumplimiento de las metas de mitigación de gases efecto invernadero (GEI) a nivel nacional.
- Política Nacional de Cambio Climático de Colombia (2017).
- Ley 1844 de 2017 por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”.
- Decreto 298 de 2016 “Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones”.
- Documento Conpes 3700 de 2011 (Estrategia Institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia).
- Ley 629 de 2000. Por medio de la cual se aprueba el “Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, hecho en Kioto el 11 de diciembre de 1997.

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ley 164 de 1994.

## **4. Metodología**

### **4.1 Pre – Procesamiento**

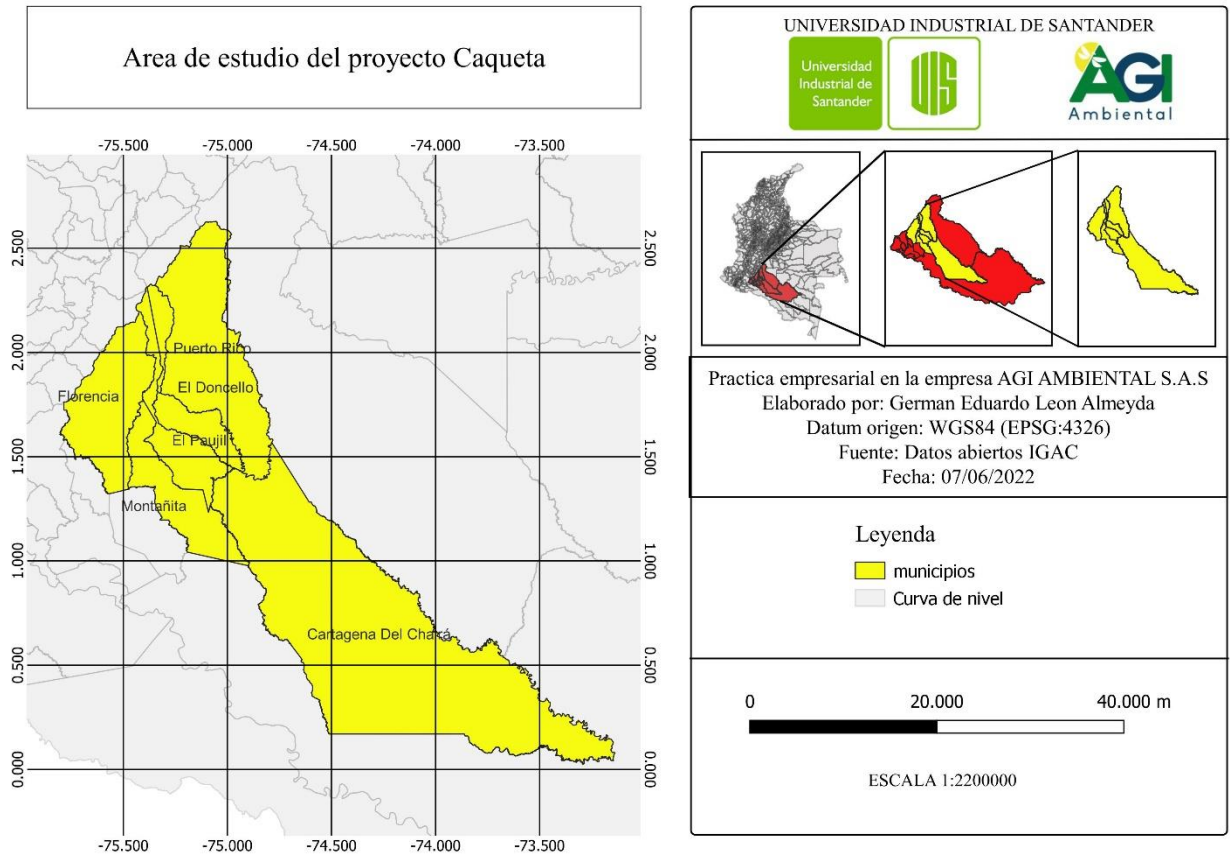
Se inició de una información base suministrada por el o los propietarios de los predios en la cual contempla: nombre del propietario, número de contacto, municipio, vereda, tipo de sistema, año de siembra, especie, densidad de siembra y coordenadas geográficas. En caso de que el propietario no cuente con toda la información requerida lo mínimo que se necesita para comenzar este proceso son las coordenadas del predio y municipio, y si el cliente no cuenta con ningún tipo de información se plantea una visita inicial en la que el profesional forestal se dirige al lugar del predio y realiza la toma de datos.

Luego se procedió a digitalizar la información en Excel dando un formato de celdas a los datos de letras el formato de texto y a los números el formato número, y luego se guardó en tipo CSV (delimitado por comas) para poder crear una capa shapefile en Qgis 3.24.1 se añadió una capa de texto delimitado, para con la ayuda de un traslape de la capa satelital de google y la capa creada se comprueba si espacialmente corresponde a las coordenadas del predio.

#### **4.1.1 Zona de Estudio**

Con la información suministrada se procedió a realizar una esquema general de los municipios en los que se ubican los predios a trabajar siendo este, conteniendo 6 municipios (El Doncello, El Paujil, Cartagena del Chaira, Florencia, Montañita y Puerto Rico) del departamento de Caquetá.

#### **Ilustración 2 Zona de Estudio**



Nota: municipios correspondientes a la zona donde se encuentran los predios elegibles.

#### 4.2 Adquisición de imágenes satelitales: USGS

Las Imágenes satelitales fueron descargadas del satélite Sentinel -2A mediante el visor Earth Explorer buscando imágenes dentro del año 2012 a 2022 con un % de nubosidad no mayor al 12% para su procesamiento.

#### 4.3 Parámetros de corrección atmosférica, corrección geográfica, ajuste radiométrico.

En el Qgis 3.24.1 luego de tener las imágenes ya descargadas se procedió a instalar el complemento de “semi- automatic classification plugin”, una vez instalado se seleccionó del menú SCP/Pre procesamiento/Sentinel-2. Una vez abierta la ventana, se selecciona la carpeta donde se

encuentran guardadas las bandas a corregir y en el apartado de “Select metadata file (MTD\_MSI)» el archivo .xml para finalizar se da clic en Run y se creó una carpeta donde se guardó los resultados obtenidos (Toribio, 2022).

Una corrección radiométrica fundamental en las imágenes satélites se encuentra en el ámbito de la corrección atmosférica. Las variaciones estacionales o la presencia de gases en la atmósfera harán que los valores de reflectividad del píxel se vean ligeramente alterados influyendo en los colores de la imagen resultante. Para poder llevar a cabo una corrección atmosférica será necesario disponer de las bandas de trabajo, pero el elemento clave para gestionar los parámetros de corrección se encontró en los archivos de metadatos vinculados a las imágenes. Dentro de ellos encontraremos los datos estadísticos de niveles de radiancia y reflectancia, altitud, azimuth o los parámetros de control del sensor que nos ayudarán a realizar la corrección (BEER, 2018).

#### **4.4 Recopilación de formación predial: Consulta al IGAC**

Con las coordenadas de cada predio, se procedió a realizar la consulta predial en el Geo portal del IGAC, para los predios que contaban con cédula catastral se podía descargar información en formato shapefile que su tabla de atributos contenía número predial, número predial anterior, municipio, dirección, área del terreno total, área de construcción y destino económico. Luego de tener toda esta información se subió los *shapefiles* de los predios en Qgis 3.24.1 para adjuntar la información en la tabla de atributos y luego agrupar en una sola capa todos los predios (IGAC, s.f.).

## **4.5 Procesamiento:**

### **4.5.1 Combinación de Bandas**

Para realizar la combinación de bandas se dirigió al apartado SCP opción juego de bandas se desplego una ventana en la cual se observó la lista de las bandas que están cargadas a continuación en las band set se aplicó las combinaciones que se requieran en este caso se usaron la combinación de bandas color natural (4,3,2) y Falso color infrarrojo (8,4,3), a continuación se activa la opción “ crear raster de juego de bandas” y luego darle “Run” y luego de unos minutos se tendrá la imagen con la combinación requerida. (Alonso, 2019)

### **4.6 Delimitación sistemas productivos agroforestales**

La definición de los límites del área de interés a nivel predial de cada uno de los participantes fue delimitado por las condiciones de aplicabilidad y requerimientos normativos de cumplimiento metodológico, dichas condiciones se definieron a titularidad del área, fechas de inicio del sistema productivo, línea base del área de producción, registros sanitarios, planes de establecimiento y manejo forestal entre otras. Las áreas que cumplan con el umbral mínimo del análisis multi-criterio fueron definidas como área de interés para el proyecto.

### **4.7 Áreas naturales: Deforestación histórica.**

Las áreas naturales de interés para el proyecto se delimitaron por el riesgo de deforestación y/o degradación como consecuencia de las actividades antrópicas, la condición principal de exclusión son los bosques que permanecen como bosques; La identificación de los límites de las zonas de recuperación por restauración activa y pasiva se estableció por análisis multitemporal en deforestación y/o degradación en retroactivo mínimo a 10 años.

## 5. Resultados

Se inicia con un listado de 232 propietarios suministrado por el vocero el cual se encargó de recopilar la información preliminar de los propietarios tales como Nombre, Teléfono, Municipio, Vereda, Tipo De Sistema, Año De Siembra, ha plantadas y Densidad de Siembra. Para luego realizar un filtro mediante la consulta catastral con ayuda de las coordenadas del predio. (Revisar anexo I enviado junto con el documento)

**Tabla 1. Propietarios con consulta catastral**

Cantidad de propietarios que cuentan con la consulta catastral

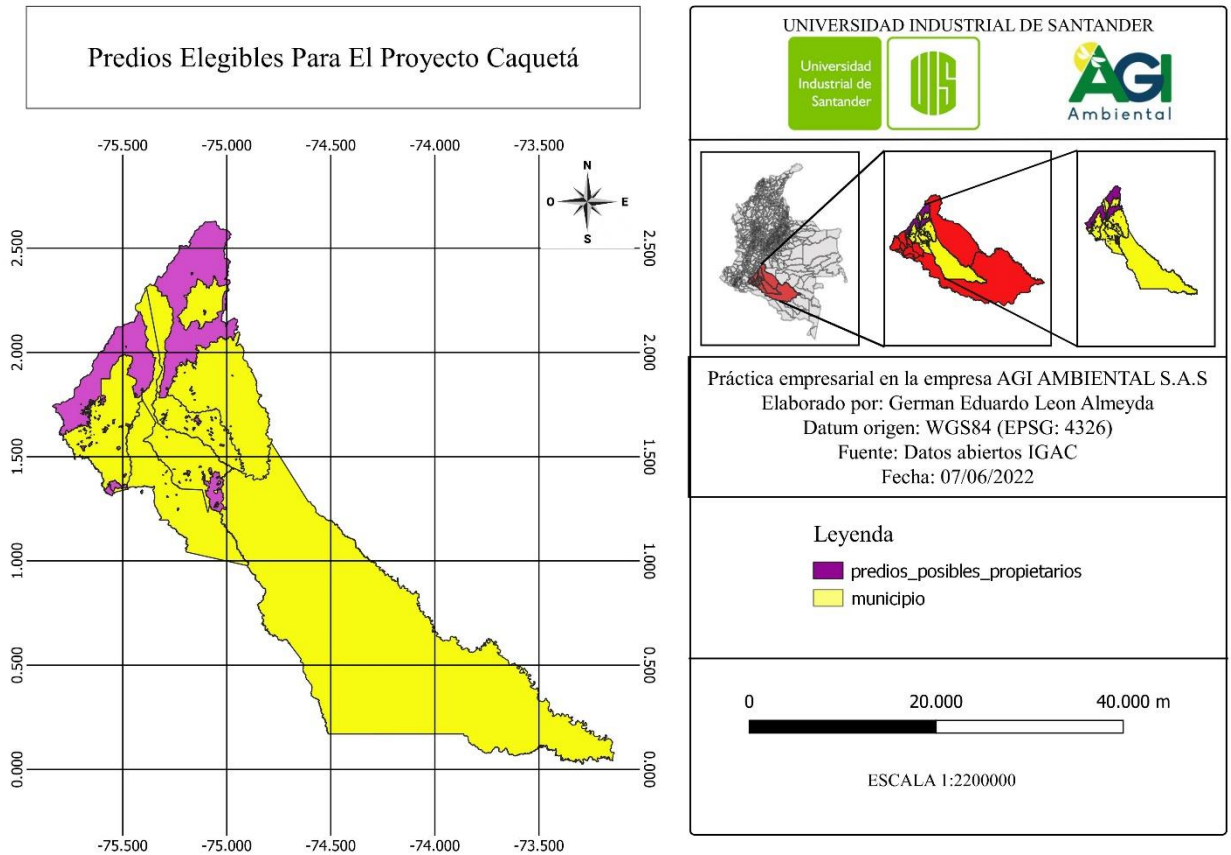
Cantidad de propietarios	Departamento	Área Predio (ha)	Área Plantada (ha)
131	Caquetá	7180,29	256,3

Nota: Muestreo de la cantidad de ha totales hábiles para el proyecto

De esta manera se redujo a 131 predios (Figura .1) que cuentan con un número catastral y es posible verificar el lugar y del cual se pudo obtener un archivo .JSON con el cual se combinó para formar la primera capa en el software Qgis.

### **Ilustración 3 Ubicación de los 131 predios**

*Mapa ubicación espacial de los 131 predios*

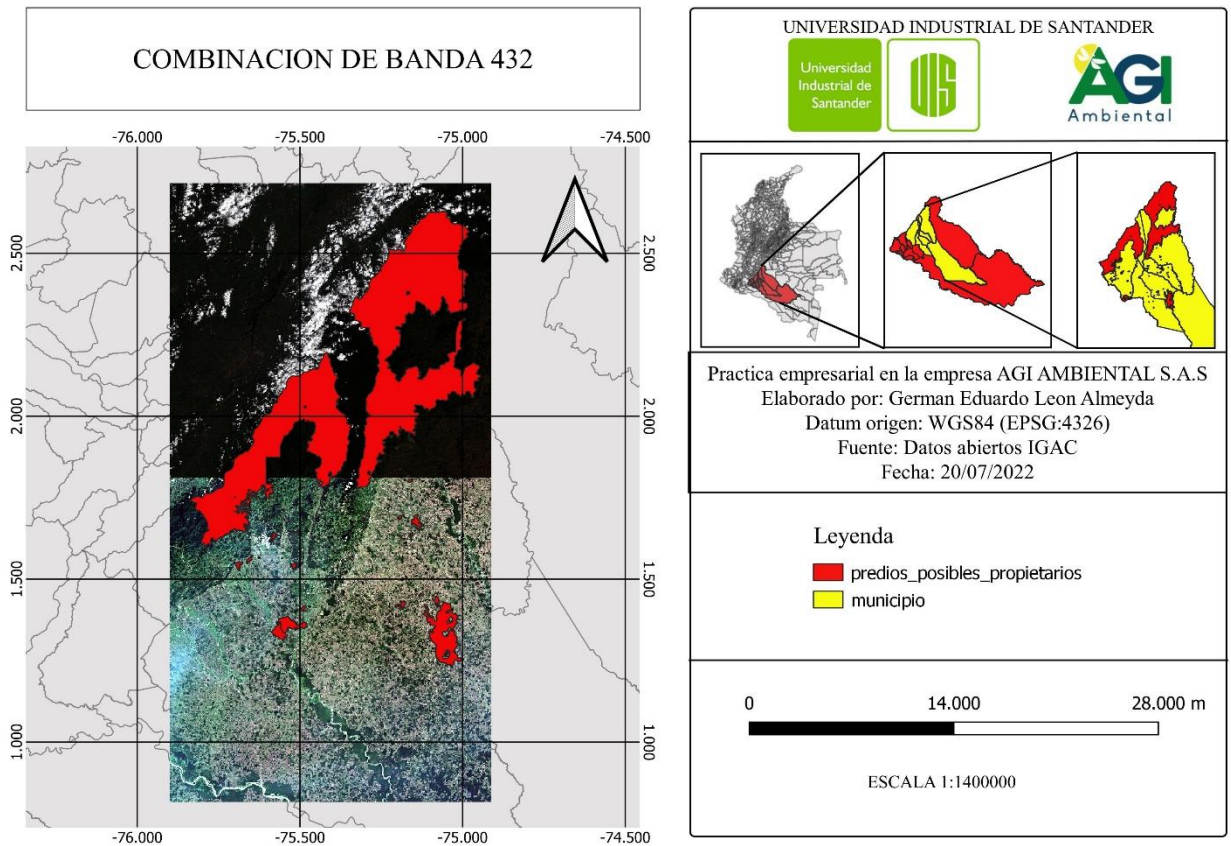


Nota: Confirmación de los predios ubicados en Caquetá. Colombia

Se procede una vez tenemos la capa de predios ya definida se descargan las imágenes satelitales y se procede a realizar las combinaciones de bandas color natural (4, 3,2) y con el apoyo de la calculadora de bandas se crea la capa Color natural para superponer con la capa de predios (Figura 2) y observar de esta manera si el predio está ubicado correctamente para confirmar que el archivo .JSON corresponda al predio a evaluar.

#### Ilustración 4 Combinación de Bandas

*Combinación de bandas 432 partiendo de las 3 imágenes satelitales donde están ubicados los predios*



Nota: ubicación de las capas de color natural con la capa de predios

Se clasifican los 131 predios de acuerdo al año en el que se realizaron las plantaciones dando un número total de 256.3 ha plantadas (Tabla 2). Estas se clasifican en base al año en el que se plantaron dado que para ser elegibles para bonos de carbono es necesario que no superen los 10 años de antigüedad de haberse iniciado la plantación.

**Tabla 2 filtro de inicio de plantacion.**

*Filtro de requisito de menor a 10 años de iniciada la plantación*

<b>propietarios</b>	<b>N. de propietario s &gt;10 años</b>	<b>N. de propietarios &lt;10 años</b>	<b>plantaciones</b>	<b>N. ha &gt;10 AÑOS</b>	<b>N. ha &lt;10 AÑOS</b>
131	28	103	256,3	48,8	207,5

Nota: Predios menores a 10 años dado que es necesario para ser elegibles para el proyecto

El tipo de tenencia, hectáreas y tipo de sistema de plantación, se conformó, por 103 personas, como propietarios; distribuidos en 207,5 ha, dentro del tipo de sistema SAF-CACAO Y Limón, en qué estado se encuentra el predio; así como solicitarle el tipo de sistema.

### **Tabla 3 tenencia y tipo de sistema**

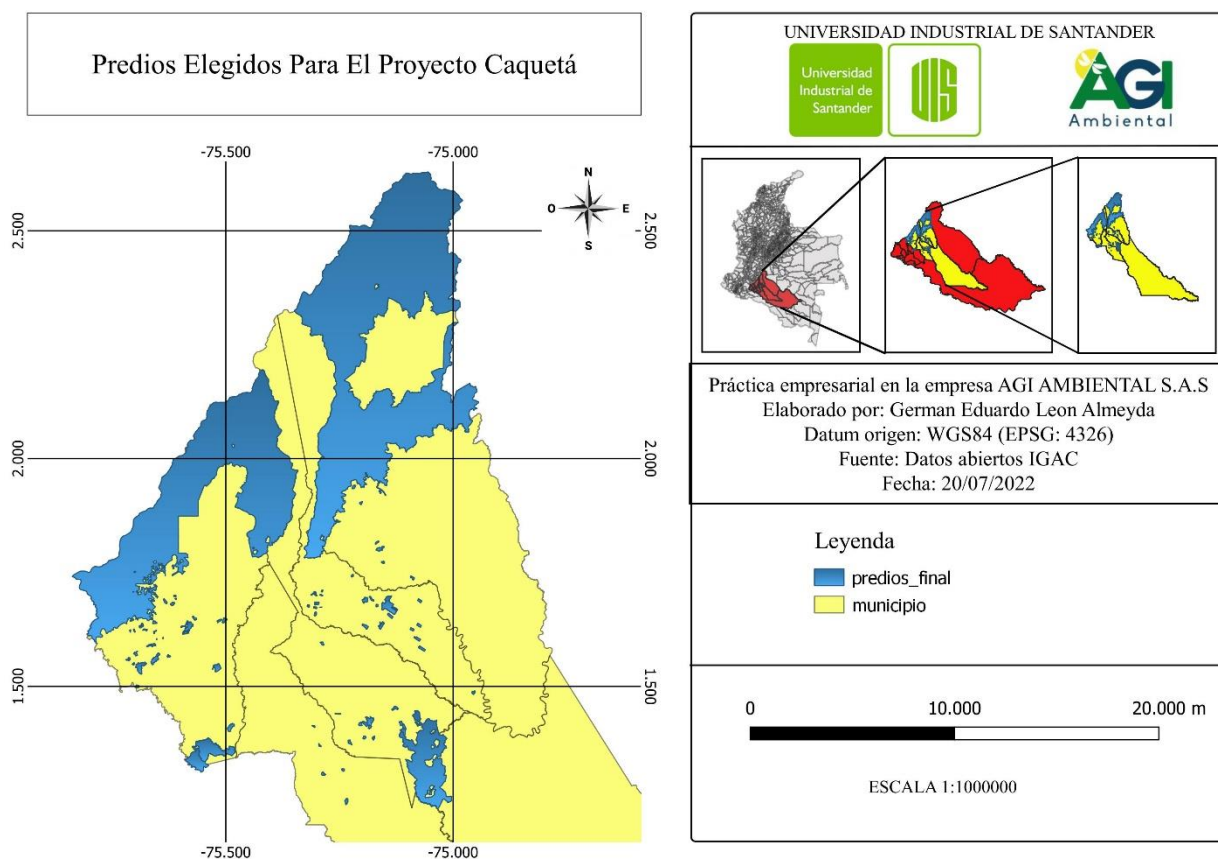
*Muestra de tenencia y tipos de sistemas de los 103 propietarios elegibles para el proyecto*

<b>103 propietarios</b>	<b>Tenencia</b>	<b>Tipo de sistema</b>	<b>No. ha</b>
<b>Sana posesión</b>	62		114,5
<b>Escritura</b>	17		36
<b>Compra venta</b>	7		14,5
<b>Propietario</b>	17		42,5
<b>Total</b>	103		207,5
<b>SAF-CACAO</b>		102	206.5
<b>Limón</b>		1	1
<b>Total</b>		103	207,5

Nota: Documentación de propietarios sobre el estado legal del predio

Teniendo ya los predios elegidos se procede a crear la salida grafica final conteniendo los 103 predios en la ilustración 5

### Ilustración 5 Predios final



Nota: visualización final de los proyectos en los que se trabajara

Como se observa en la Tabla 4 en las 207,5 ha a trabajar cuenta con 206,5 ha de cacao aunque en algunas ha nos informa los propietarios que hay presencia de otras especies, como lo son: el Café, Castaño, Copoazu y ASAI adicional a los predios que solo cuentan con presencia de Cacao y Cacao-Forestales.

**Tabla 4 especies presentes en cada plantacion**

*Muestreo de información de la presencia de las diferentes especies presentes en las 207,5 ha*

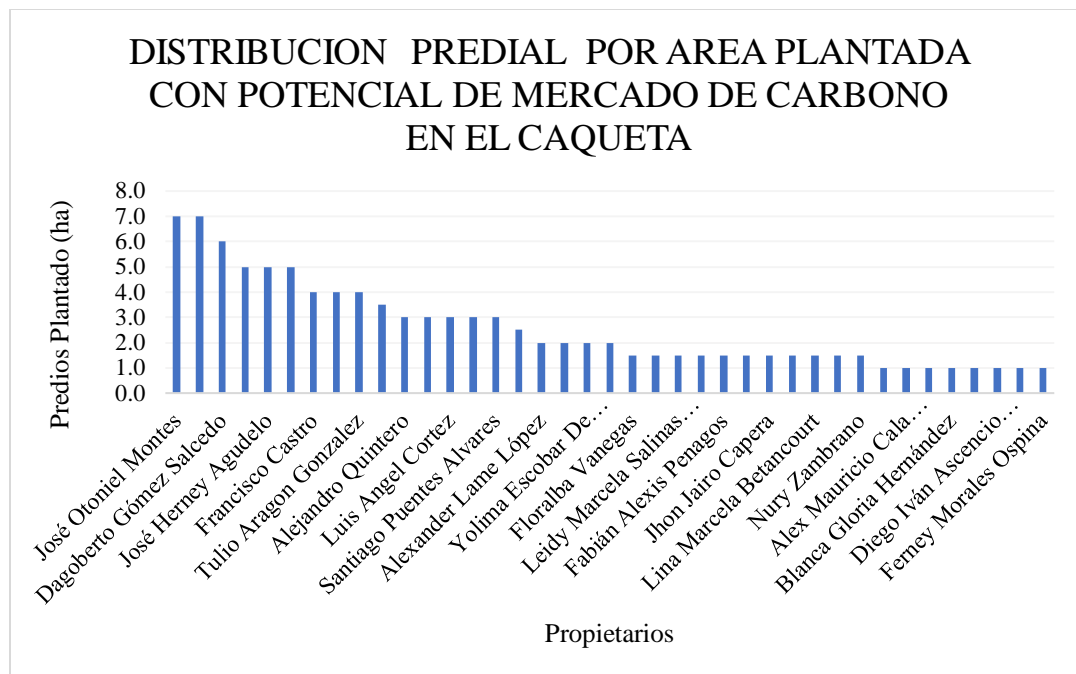
<b>Especie Plantada</b>	<b>Propietarios</b>	<b>N. ha</b>
<b>ASAI</b>	1	5
<b>Cacao</b>	5	16
<b>Cacao-Forestales</b>	87	167
<b>Café</b>	1	2
<b>Castaño</b>	6	13,5
<b>Copoazu</b>	2	3
<b>Limón</b>	1	1
<b>Total</b>	103	207,5

Nota: Especies encontradas dentro de los predios.

Es importante conocer el número de ha, que cada propietario plantó (Figura 3), para de esta manera poder agrupar de manera más sencilla por cercanía de predio y propietario, así mismo la tabla 5 muestra los años de inicio de cada plantación

**Ilustración 6 Distribucion Predial por Area Plantada**

*Numero de hectáreas plantadas por cada propietario*



Nota: las hectáreas plantadas de cada propietario

**Tabla 5 Inicio de plantación**

Año de inicio de Plantación

<b>AÑO</b>	<b># De propietarios</b>	<b>No. ha</b>
<b>2013</b>	5	10
<b>2014</b>	27	56
<b>2015</b>	9	22
<b>2016</b>	14	21,5
<b>2017</b>	21	47
<b>2018</b>	9	18
<b>2019</b>	12	24,5
<b>2020</b>	1	1

<b>2021</b>	4	6
<b>2022</b>	1	1,5
<b>Total</b>	103	207,5

Nota: Se muestra el año de plantación de cada una de las plantaciones elegibles

Habiendo filtrado la cantidad de predios que se pueden agrupar en dicho proyecto, se procede a agendar las visitas presenciales a las diferentes plantaciones a disposición de los propietarios y el personal de AGI Ambiental S.A.S.

En la tabla 6 se da a conocer las actividades realizadas en los diferentes proyectos en los que se tuvo alguna participación durante la duración de la práctica empresarial.

#### **Tabla 6 Participacion en los proyectos**

Actividades realizadas en los diferentes proyectos durante la duración de la práctica empresarial.

Proyecto	Actividades desarrolladas
Agrosavia	Recopilación de información de los propietarios del departamento de Santander y Boyacá, adicional a la descarga de imágenes satelitales.
Cimitarra	Entregable de la delimitación final del predio en Cimitarra.
Corpoguajira	Revisión de predios ubicados en resguardos indígenas de alta y media guajira de la comunidad Wayúu.
Jumi costa norte	Apoyo al Plan para el Permiso de Aprovechamiento de la servidumbre de la Red de interconexión del Parque Fotovoltaico JUMI con la Subestación Juan Mina, Galapa, Atlántico.

---

La Juliana	Análisis de restricciones ambientales en el predio La Juliana municipio clemencia del departamento de Bolívar y posterior realización de la metodología social.
Manglares	Diligenciamiento de la información suministrada por el cliente y revisión de estado de protección y áreas totales de dichos lugares.
Manizales	Diligenciar información pertinente a los predios y su posterior consulta catastral, una vez realizada realizar un entregable con la información en formato shapefile.
OLD_T (toluviejo, sucre)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión del documento final del Plan de Aprovechamiento Forestal RED DE MEDIA TENSION OLD-T caracterización ambiental del sitio (suelos, hidrología, ecosistemas y fauna).</li><li>• Identificación de especies forestales (guazuma ulmifolia, tabebuia rosea, inga vera, ficus sp, anacardium excelsum, etc).</li></ul>

---

Nota: Actividades realizadas en los diferentes proyectos donde tuve participación

## **5. Conclusiones**

Está claro que los proyectos de bonos de carbono cuentan con un gran inconveniente que es el tiempo necesario desde que se inicia hasta cuando se aprueban los bonos, por esto mismo es indispensable automatizar la forma en la que se recolecta la información, y poder capacitar al practicante lo mejor posible para que sea este el acompañe al vocero durante la toma de datos de los predios correspondientes.

Así mismo para que una empresa se pueda especializar en bonos de carbono es necesario aumentar la capacidad laboral para así poder realizar más proyectos al mismo tiempo y de manera eficiente.

Los bonos de carbono son una excelente medida de control para combatir el cambio climático, por eso la importancia de los profesionales forestales, que se interesen por certificar mediante estos proyectos una cantidad mayor de bonos. Ya que ni el 50% de los bonos solicitados en Colombia son suficientes para lograr suplir las necesidades nacionales.

## **6. Recomendaciones**

En las recomendaciones al proyecto podemos observar problemas relacionados con la comunidad de dicho proyecto ya que no se ha logrado agendar una visita técnica a dichos predios lo que puede indicar inquietudes sin las debidas respuestas a los propietarios para que tengan claro los procesos que se van a realizar.

También mejorar los tiempos de respuesta del vocero hacia el personal de AGI Ambiental debido a que entre menos tiempo tarde la información en llegar antes será evaluada el potencial de dichos predios para realizar el proyecto

### Referencias Bibliográficas

- Aldana Amaya, C. D., & Silva Rosas, A. F. (2023). Metodología para la cuantificación de captura de carbono en plantaciones forestales, sistemas agroforestales y cultivos frutales, para su aplicación en el mercado de bonos de carbono y mitigación del cambio climático.*
- Alonso, D. (15 de mayo de 2019). Mappinggis. Obtenido de <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>*
- Ambiente, M. D. (2019). Mercados de carbono. Bogotá.*
- Ambiente, m. D. (2021). 2021, un gran año para el sector ambiental. Bogotá.*
- Ambiente, M.D. (s.f.). Minambiente.gov.co. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-internacionales/convenio-sobre-cambio-climatico/>*
- Avellán Rivera, A. R., Barreto Dolin, E., & Peralta Tercero, E. de J. (2020). Carbono en biomasa aérea, sistema agroforestal de Theobroma cacao L. laboratorio natural, los laureles 2018. Revista Universitaria Del Caribe, 24(01), 98–106. <https://doi.org/10.5377/ruc.v24i01.9914>*
- BEER, G. Y. (6 de Febrero de 2018). Gisandbeers. Obtenido de <http://www.gisandbeers.com/correccion-radiometrica-imagenes-satelite/>*
- Canviclimatic.gencat.cat. (31 de marzo de 2010). Obtenido de [https://canviclimatic.gencat.cat/es/oficina/actuacio\\_internacional/participacio\\_cop/cop1\\_berlin\\_1995/](https://canviclimatic.gencat.cat/es/oficina/actuacio_internacional/participacio_cop/cop1_berlin_1995/)*
- Clemente Arenas, E. R. (2022, July). Carbono almacenado en la biomasa aérea y su valoración económica en los sistemas agroforestales de la EEA San Bernardo, Madre de Dios-Perú. In Revista Forestal del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.*

*COP26. (31 - 12 de Octubre - Noviembre de 2021). La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Obtenido de Naciones Unidas:*

<https://www.un.org/es/climatechange/cop26>

*Escobar, D. I. (2008). MERCADO DE BONOS DE CARBONO. Political Science.*

*EROS. (16 de julio de 2018). Usgs.gov. Obtenido de*

<https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-sentinel-2#overview>

*FAO. (s.f.). Fao.org. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x5600s/x5600s05.htm>*

*Guirnard, A. (2009).*

*Halifa-Marín, A. P.-C.-M.-F. (2019). Dinámica geomorfológica fluvial y cambios de usos del suelo: impacto en los reservorios de carbono de suelos y sedimentos. Scielo Analytics, 14.*

*Hernández García, E. A. (2019). Impuesto al carbono en Colombia: un mecanismo tributario contra el cambio climático. Refworks.*

*Houghton et al. (2001). Cambio Climático 2001: La Base Científica.*

*IGAC. (s.f.). Geoportal.igac.gov. Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-catastral>*

*IPCC. (28 de febrero de 2022). IPCC.CH. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>*

*IPCC. (s.f.). Archive.ipcc.ch. Obtenido de <https://archive.ipcc.ch/organization/organization.shtml>*

*Morán Villa, V. L. (2022). Contribución al estudio de captura y emisión de gases de efecto invernadero (C y N) en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) En México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Chapingo)*

*Rivera, A. R. A., Dolin, E. B., & Tercero, E. D. J. P. (2020). Carbono en biomasa aérea, sistema agroforestal de *Theobroma cacao* L. Laboratorio natural, los laureles 2018. *Revista Universitaria del Caribe*, 24(01), 98-106.*

*Rojas, R. Z. (2021). ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE COBERTURA DE LA TIERRA. IGAC.*

*Seeberg-Elverfeldt, c. (2010). Carbón financie possibilities for agriculture, forestry and other land use projects in a smallholder context. Roma: FAO.*

*Toribio, G. (13 de enero de 2022). Cursosteledeteccion. Obtenido de <https://www.cursosteledeteccion.com/correccion-atmosferica-de-imagenes-sentinel-2-con-qgis/>*

*WWF. (18 de septiembre de 2018). Wwf.org.co. Obtenido de <https://acortar.link/iajaez>*