



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

**ESTIMACION DE LA HUELLA DE CARBONO Y CAPTURA DE CO2 EN EL BST DE LA  
GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.**



**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria**

**CESAR MANUEL DURAN RUA  
YERALDIN VANESA MENDOZA CORTES**

**Director  
ING. Esp. HECTOR HELÍ SEGURA OROZCO**

**Co -Director -Asesor  
ING. ANDRY JOSÉ SALGADO RESTREPO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
VALLEDUPAR  
2020**



CO-SC-CER518726

**www.unicesar.edu.co**  
**Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217**  
**EXT. 1129**  
**E-mail: ambiental@unicesar.edu.co**



INDICE

INTRODUCCIÓN ..... 5

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 6

2. JUSTIFICACIÓN ..... 8

3. OBJETIVOS ..... 9

4. MARCO REFERENCIAL ..... 10

    4.1. ANTECEDENTES ..... 10

    4.2. MARCO TEÓRICO ..... 13

    4.3. MARCO CONTEXTUAL ..... 17

    4.4. MARCO CONCEPTUAL ..... 19

    4.5. MARCO LEGAL ..... 22

5. METODOLOGÍA ..... 26

POBLACIÓN ..... 26

MUESTRA ..... 26

DESARROLLO DEL MARCO METODOLOGICO ..... 27

    Fase 3: Cuantificar el balance de carbono a través de la metodología del Estándar Corporativo para Contabilidad e Informes Green Hause Gas Protocol para obtener el impacto económico-ambiental en el BST de la granja UPC. .... 30

    Volumen por especie. .... ¡Error! Marcador no definido.

DISEÑO EXPERIMENTAL ..... 31

    Diseño De Bloques Completamente Al Azar (Dbca) ..... 31

6. ANALISIS Y RESULTADOS ..... 35

    6.1 Realización del inventario forestal del BST de la granja UPC como línea base. .... 35

    6.2 Caracterización de las fuentes fijadoras de Carbono según las especies identificadas del BST. .... 40

    6.3 Cuantificación del balance de carbono a través de la metodología del Estándar Corporativo para Contabilidad e Informes Green Hause Gas Protocol para obtener el impacto económico-ambiental en el BST de la granja UPC. .... 48

    6.4 Estrategia de liderazgo ambiental que permite sostener el BST como medida de control a los GEI. .... 59

7. CONCLUSIONES ..... 66

8. RECOMENDACIONES ..... 68

BIBLIOGRAFÍA ..... 69

ANEXOS ..... 71



## INDICE DE IMÁGENES Y FIGURAS

<b>IMAGEN 1.</b> ENTRADA A LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR REFERENTE A LA VÍA NACIONAL DEPARTAMENTAL 13 KM APROXIMADAMENTE DE LA CIUDAD DE VALLEDUPAR .....	18
<b>IMAGEN 2</b> LOCALIZACIÓN DEL BST DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR ÁREA DESIGNADA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CO2.....	18
<b>IMAGEN 3</b> MEDICIÓN DAP .....	28
<b>IMAGEN 4.</b> TRANSECTO DE MUESTREO DE PLANTAS LEÑOSAS .....	29
<b>IMAGEN 5</b> AFECTACIONES AMBIENTALES POR INVASIÓN A PREDIOS DEL BST DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR <b>FUENTE:</b> AUTORES DEL PROYECTO .....	35
<b>IMAGEN 6</b> ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS METODOLOGÍA GENDRY INVENTARIO FORESTAL BST... ..	36
<b>IMAGEN 7</b> ESPECIE AROMO ACACIA MACRANTHA. ....	41
<b>IMAGEN 8</b> USOS ESPECÍFICOS DE ESPECIES MADERABLES A DISPONER. ....	41
<b>IMAGEN 9</b> CAÑAHUATE HANDROANTHUS CHRYSANTHUS .....	42
<b>IMAGEN 10</b> USO DE ESPECIE MADERABLE A DISPOSICIÓN .....	42
<b>IMAGEN 11</b> CHICHO PICTADENIA SPECIOSA .....	43
<b>IMAGEN 12</b> USO DE ESPECIES INVENTARIADAS .....	43
<b>IMAGEN 13</b> MACURUTU MUELLERA BROADWAYI .....	44
<b>IMAGEN 14</b> USO DE ESPECIE INVENTARIADA.....	44
<b>IMAGEN 15</b> TRUPILLO (PROSOPIS JULIFLORA). ....	45
<b>IMAGEN 16</b> USO DE ESPECIES MADERABLES INVENTARIADAS.....	45
<b>IMAGEN 17</b> UVITO CORDIA ALBA.....	46
<b>IMAGEN 20</b> ESPECIE YAGUARO CAESALPINIA MOLLIS.....	63
<b>IMAGEN 21</b> CARANGANITO - SENNA ATOMARIA .....	64
<b>ILUSTRACIÓN 1</b> MODELO DE PLANTACIÓN EN FAJAS.....	60
<b>ILUSTRACIÓN 2</b> MODELO DE PLANTACIÓN EN RONDAS .....	61

## INDICE DE TABLAS Y GRAFICOS.

<b>TABLA 1</b> CONVENIOS Y TRATADOS REFERENTES NORMATIVOS AL PROYECTO DE CAPTURA DE CO2 .....	23
<b>TABLA 2</b> NORMATIVIDAD SOBRE FLORA SILVESTRE Y BOSQUES.....	23
<b>TABLA 3</b> NORMATIVIDAD SOBRE RECURSO ATMOSFÉRICO. ....	24
<b>TABLA 4</b> NORMATIVIDAD AMBIENTAL SOBRE FAUNA SILVESTRE. ....	25
<b>TABLA 5.</b> NORMATIVIDAD SOBRE EL RECURSO SUELO.....	26
<b>TABLA 6.</b> ANOVA PARA UN DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR.....	32
<b>TABLA 9</b> COORDENADAS DE LOS TRANSEPTOS INVENTARIADOS DEL BST DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.....	36
<b>TABLA 10</b> INVENTARIO FORESTAL BST DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.....	37





**TABLA 11** CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES FIJADORAS DEL INVENTARIO FORESTAL DE BST GRANJA UPC ..... 40

**TABLA 12** TABULACIÓN DE DATOS DE INVENTARIO FORESTAL PARA CÁLCULO DE VOLUMEN POR TRANSEPTOS. .... 48

**TABLA 13** RESUMEN DE CÁLCULOS ESTADÍSTICOS PARA BST INTERVENIDO. .... 49

**TABLA 14.** ESPECIES, CANTIDADES Y VOLÚMENES A APROVECHAR POR ESPECIE EN 16 HECTÁREAS . 49

**TABLA 15** ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA Y CAPTURA DE CO2 EN BASE AL INVENTARIO FORESTAL DE BST ..... 50

**TABLA 16** CAPTURA DE CO2 ESTIMADA DE BST GRANJA UPC POR ESPECIES. .... 52

**TABLA 17** CONVERSIÓN DE BIOMASA (TNCO2/M3) A CO2 EQV CO2, CH4, N2O ..... 53

**TABLA 18** FUENTE DE EMISIÓN FIJA POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR..... 54

**TABLA 19** TABLA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES DE FACTORES DE EMISIÓN GASOLINA EN BASE A FECOC ..... 54

**TABLA 20** CALCULO DE EMISIÓN POR CONSUMO DE GASOLINA EN LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR. .... 55

**TABLA 21** FUENTE FIJA COMBUSTIÓN DE ELECTRICIDAD ..... 55

**TABLA 22** TABLA DE CÁLCULO DE FACTORES DE EMISIÓN POR CONSUMO ELÉCTRICO ..... 55

**TABLA 23** ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR. .... 56

**TABLA 25** PONDERACIÓN ECONÓMICA DE PAGO POR SERVICIO AMBIENTAL POR BONO O CRÉDITO DE CARBONO..... 59

**TABLA 7.** CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y CAPTURA DE CO2 EN EL BST DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR. .... 72

**TABLA 8** PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO DE ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y CAPTURA DE CO2 EN EL BST DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR. .... 73

**GRAFICO 1.** REPRESENTACIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO DE PLANTAS LEÑOSAS PROPUESTO POR EL MÉTODO DE GENTRY. .... 29

**GRAFICO 2** CANTIDAD DE INDIVIDUOS INVENTARIADOS DEL BST DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR ..... 39

**GRAFICO 3** % DE CAPTURA DE CO2 POR ESPECIES ..... 53





**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

## **INTRODUCCIÓN**

El Bosque Seco Tropical (BST) es un ecosistema localizado en tierras bajas (0-1000 msnm) y caracterizado por presentar largos periodos de sequía. El BST tiene una biodiversidad única de fauna y flora con características xerofíticas, por lo cual, en su mayoría son especies endémicas. Debido a estas características es uno de los ecosistemas más vulnerables.

Actualmente son pocos los remanentes de BST que se encuentran bien conservados y los que existen están a punto de desaparecer, por lo cual se considera una prioridad el estudio e implementación de acciones correctivas contra la problemática de índole nacional que se está presentando en estas zonas de Colombia (*Suárez F., et al, 2004*).

El presente proyecto expone algunas de los beneficios que brinda este ecosistema a reparar los impactos ambientales en diferentes componentes ambientales como el componente atmosférico como fauna y flora, los cuales se han evidenciado a lo largo del tiempo en la extensión de BST con una gran vulnerabilidad en la Granja de la UPC ubicada corregimiento de Valencia de Jesús, Cesar. Por medio de la estimación de la huella de carbono y captura de CO<sub>2</sub> determino un control operacional que conforma la estructura del BST de aporte al departamento del Cesar el de esta zona, de modo que estos tengan las condiciones necesarias que permitan una repoblación forestal, permitiendo así que este ecosistema vuelva a su estado natural y buscando la conservación del mismo.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia el departamento del Cesar es uno de los departamentos con gran variedad de riquezas aprovechables, que han permitido el desarrollo y sustento económico del mismo, en distintas áreas y/o actividades generadoras de ingresos. Pero, paradójicamente, estas grandes riquezas y su explotación han originado grandes daños en los recursos naturales de la región, situación a la que no es ajena el BST de la Granja de la Universidad Popular del Cesar. Este tipo de bosque es uno de los ecosistemas más amenazados en el planeta, y en Colombia tan solo una pequeña parte de las áreas que aún persisten se encuentran protegidas bajo alguna figura de conservación. Su importancia radica en que bosques tropicales, protegen la mayor diversidad biológica del planeta y brindan servicios ecosistémicos vitales. Se presenta en tierras bajas donde existe una fuerte estacionalidad de lluvias, marcada por una época seca (menos de 100 mm) de al menos 4 meses al año, y se caracteriza por una alta diversidad y altos niveles de endemismo. En Colombia, el bosque seco se distribuye en 6 regiones biogeográficas: el Caribe, los valles interandinos del Cauca y el Magdalena, el valle del Patía, la región Norandina, y la región de los Llanos.

Los estudios adelantados por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos (Humboldt, 2014) en el mapa de bosques secos mostraron que tan solo queda un 8% de la cobertura original de este ecosistema en el país. Aún más preocupante es que el 65% del territorio que solía ser bosque seco ha sido deforestado y tan degradado, que se encuentra bajo escenarios de desertificación. Es palpable, el paso de zonas con abundante vegetación a zonas parcialmente vegetativas o en el peor de los casos, totalmente inertes (incluyendo el daño a la fauna nativa y dependiente de dicha zona) resaltando que los procesos de deforestación generan emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por la descomposición de los organismos vivos. Mientras el bosque seco tropical disminuye su presencia en el planeta, las emisiones contaminantes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aumentan sus niveles de concentración en la atmósfera causada por el incremento de la población y de las actividades antropogénicas (como



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

las industrias, la minería, entre otros), favoreciendo así al cambio climático y sus consecuencias.

Según la (Organización Mundial de Meteorología, 2016) se registró la cifra más alta de concentración de CO<sub>2</sub>, comparada solamente con la atmosfera de hace 3 millones de años. El CO<sub>2</sub>, impide que los rayos solares salgan de la atmosfera favoreciendo al aumento de la temperatura y al desarrollo abrupto de fenómenos naturales.

A nivel departamental, el Cesar atiende a la dinámica global de crecimiento poblacional, como también industrial, incrementado significativamente el aporte de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, pero quienes tienen el poder de capturar ese CO<sub>2</sub>, aprovecharlo y disminuir las concentraciones en el ambiente, están siendo olvidados y subvalorados, en este caso, el BST de la granja de la UPC. Entonces, dimensionar y conocer el aporte que estos bosques hacen a la atmosfera, por medio de la captura de CO<sub>2</sub>, contribuye al cuidado y respeto que el ser humano debe tener hacia estos ecosistemas.

### **1.1 Formulación del problema.**

*¿Es posible determinar la importancia del BST de la granja de la UPC respecto a la captura de CO<sub>2</sub> referente al beneficio eco sistémico?*



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El departamento del cesar presenta grandes impactos ambientales en términos de deforestación y vulnerabilidad de ecosistemas provocando el incremento significativo del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmosfera.

Es por eso que se hizo necesario, la aplicación de técnicas y métodos que permitan definir a nivel local, el impacto favorable sobre la atmosfera del bosque seco tropical localizado en la Granja de la Universidad Popular del Cesar, situada a 15 km aproximadamente de la capital del Departamento, Valledupar, ya que tiene la mayor población y actividad industrial, es la productora de mayor cantidad de CO<sub>2</sub> de la zona.

Por medio de la determinación de la captación de CO<sub>2</sub> de este bosque, es posible mostrar el verdadero valor y el papel indispensable que este tipo de ecosistemas desempeña para la conservación de la vida en el planeta. Solo así, podemos definir controles operacionales que brinden los beneficios que se le confieren si trabaja en aras de conservación de bosques que por muchos años fueron explotados pero que hoy en día y como siempre, son de vital importancia para el bienestar del planeta y sus habitantes.

Por lo cual, se propusieron estrategias que garanticen el cumplimiento de indicadores ambientales a la cual el departamento está suscrito siendo Valledupar ciudad resiliente al cambio climático.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General.**

Estimar la Huella de Carbono en el BST de la granja de la universidad popular del cesar.

#### **3.2. Objetivos Específicos.**

- ✓ Realizar el inventario forestal del BST de la granja UPC como línea base.
- ✓ Caracterizar las fuentes fijadoras de Carbono según las especies identificadas del BST.
- ✓ Cuantificar el balance de carbono a través de la metodología del Estándar Corporativo para Contabilidad e Informes Green House Gas Protocol para obtener el impacto económico-ambiental en el BST de la granja UPC.
- ✓ Definir la Estrategia de liderazgo ambiental que permite sostener el BST como medida de control a los GEI.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



### 4. MARCO REFERENCIAL

#### 4.1. ANTECEDENTES

Ante la preocupación a nivel mundial de la creciente concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, los gobiernos de 125 naciones asumieron en 1997 El Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático de la ONU (UNFCCC) el cual entro en vigor en el 2005; y donde se planteó el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 5.2% entre 2008 y 2012; para su implementación se creó el Mecanismo de desarrollo limpio (MDL), el cual permite a los países industrializados cumplir con la parte de los compromisos establecidos en el Protocolo de Kyoto a través de proyectos en países en vía de desarrollo, que reduzcan emisiones o fijen CO<sub>2</sub> a la atmósfera, cuantificados en los Certificados de Remoción de Emisiones (Fau, sf., p.4).

Según Lanni Nicol Suárez Santos y Stefanny Patiño Forero en el 2018 en su proyecto huella de carbono de los sistemas de producción del centro universitario regional del norte (curdn) de la universidad del Tolima, armero-guayabal, Tolima, Colombia en el cual tuvo como objetivo la estimación de la huella de carbono del Centro Universitario Regional del Norte (CURDN), Armero, Guayabal. La huella de carbono se estimó como la diferencia entre la fijación de carbono en biomasa y las emisiones de gases de efecto invernadero. Se establecieron 44 parcelas temporales de muestreo en los diferentes usos del suelo donde se midió todos los árboles con diámetro del tronco a la altura del pecho > 10 cm y plantas de cacao. Se emplearon modelos alométricos y factores de expansión de biomasa, la fracción de carbono (0,5) y se calculó el CO<sub>2</sub>e. Se estimó la fijación de los sistemas productivos en biomasa de leñosas perennes considerando el almacenamiento de carbono y la edad. Se indagó, mediante encuestas semi-estructuradas, las actividades de manejo en los sistemas productivos y del área administrativa que emiten gases de efecto invernadero. La huella de carbono del CURDN fue positiva (1575,7 t CO<sub>2</sub>e/año), es decir, la fijación es mayor que las emisiones de gases de efecto invernadero. Se encontró que los sistemas de producción agrícolas y pecuarios son emisores netos de éstos gases (1,1 y 2,8 t CO<sub>2</sub>e/ha/año, respectivamente); mientras que los





**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

sistemas forestales fijan netamente 14,0 t CO<sub>2</sub>e/ha/año. Los resultados muestran que el CURDN es carbono neutro y podría eventualmente vender créditos de carbono, adicionalmente se muestra la importancia de los componentes leñosos como sumideros de carbono para la mitigación del cambio climático.

Otro gran aporte que podemos distinguir fue el proyecto realizado por Marcela Daniela Quiroz Perez y Kesia Jiret Wolf guerra hecho en el 2018, en el cual se estimó de huella de carbono para un sistema agroforestal con café, en la estación experimenta de cenicafe en el municipio de Pueblo Bello-Cesar Este estudio se centró en la estación experimental de cenicafe en el municipio de Pueblo Bello-Cesar donde se evaluaron las fijaciones y emisiones de dióxido de carbono para un área total de 1Ha de café, la cual se dividió en dos parcelaciones de 50x50 metros; la primera correspondió a variedad colombiana expuesta a un 35% de sombra con una edad de 6 años y la segunda con variedad café comercial pueblo bello de 11-80% de sombrío con una edad de 8 años, se estimó las emisiones generadas por cada parcelación con la realización de una encuesta obteniendo así datos veraces de la utilización de insumos de actividades que emitían GEI. (Marcela Daniela Quiroz Perez- Kesia Jiret Wolf guerra 2018).

En Colombia, a partir del año 2000, el Ministerio del Medio Ambiente, el Programa Suizo de Actividades Implementadas conjuntamente, y el Banco

Mundial a través del “Global Carbón Initiative” entre otras instituciones, desarrollaron el Estudio de Estrategia Nacional para implementación del “Mecanismo de Desarrollo Limpio” en Colombia; con el objetivo de promover el mercado global de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero empezando con 10 proyectos pilotos en Áreas Protegidas Enfocados a el Manejo de los Bosques como Sumideros de Carbono. (MMA, 2000, p. 217).

Así mismo, en la Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena piapoco chiguirochatare



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

de barrancominas, departamento del Guainía. El objetivo de es estimar la capacidad de fijación de carbono de acuerdo a la cantidad de biomasa arbórea viva e Identificar los bienes y servicios ambientales asociados a especies forestales de interés ambiental y social. (Nubia Janeth Quiceno Urbina-Gloria Mónica Tangarife Marín 2013).

En el proyecto ESTIMACIONES DE CAPTURA DE LOS PARQUES Y EMISIONES DE CO2 VEHICULAR EN TIJUANA, B.C. Se estimo que la superficie forestal a nivel mundial tuvo pérdida neta de cerca de 5,3 millones de ha/año en el período 1990-2010 (D ´Annunzio et al., 2010), encontrando los niveles más altos de deforestación en los países suramericanos (MINAM, 2014). Colombia posee 114 millones de hectáreas de extensión continental de las cuales alrededor de 61 millones están cubiertas por bosques naturales y 350 mil son plantaciones forestales, ocupando respecto a cobertura forestal tropical el séptimo lugar, lo que representa el 6.42 % de la oferta total para América del Sur y el 1.5 % de los bosques del mundo (Ucros, 2008).

La estimación de la biomasa, resulta ser una herramienta eficaz para confirmar la importancia de los bosques en las emisiones evitadas, con montos de carbono potenciales que podrían ser liberados a la atmósfera (Gower, 2003).

De acuerdo a los anteriores principios y conceptos, se ha logrado la utilización de las especies forestales como mitigadoras del cambio climático global, a partir de la captura del CO2 atmosférico que ellas realizan, con el propósito de disminuir las concentraciones de este gas de efecto invernadero (GHI); por ende este trabajo va enfocado a vislumbrar el potencial de las especies forestales nativas como almacenadoras de carbono en un clima cambiante.

Los resultados de la investigación hacen parte de las acciones desarrolladas por la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM), siendo esta la primera publicación parcial de lo que se espera sea una gran base de conocimientos acerca del bosque seco montano, y su capacidad en la captación de CO2 y alternativa de mitigación del cambio climático en la sabana de Bogotá. (Velásques & Diaz, 2015).



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



## 4.2. MARCO TEÓRICO

### 4.2. Ciclo del carbono.

El ciclo del carbono se inicia con la fijación del dióxido de carbono atmosférico mediante la fotosíntesis que realizan las plantas y algunos microorganismos. En la fotosíntesis, el dióxido de carbono y las aguas reaccionan para formar carbohidratos y a la vez, liberar oxígeno, que va a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta y el dióxido de carbono que así se forma, se libera a través de sus hojas o de sus raíces. Otra parte la consumen los animales, que también liberan dióxido de carbono en sus procesos metabólicos. Las plantas y los animales muertos, en últimas, son descompuestos por los microorganismos del suelo y por ello el carbono de sus tejidos se oxida, forma dióxido de carbono y retorna a la atmósfera (Orellana et al. 2012).

Se considera que el ciclo global del carbono consiste de dos ciclos. Uno bioquímico a corto plazo y otro geoquímico a largo plazo. Las mediciones muestran que, anualmente, las actividades antropogénicas afectan los dos ciclos con la emisión de 8,6Pg de carbono, siendo que el pentagrama es igual a 1015 gramos o 1 billón de kilogramos. Se estima que, del carbono emitido, los absorbe la atmósfera y los absorben los océanos. De estas cifras se colige que en los últimos 150 años hubo un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de un 31 %. Vale señalar el rol que cumple el suelo en este contexto, a partir de dos reservas, una, la de carbono orgánico del suelo (COS) y, otra, la de carbono inorgánico del suelo (CIS) (Verhulst et al., 2015).

### 4.3 Cambio climático

El clima de la Tierra depende del equilibrio radiactivo de la atmósfera, el cual depende a su vez de la cantidad de la radiación solar que ingresa al sistema y de la concentración atmosférica de algunos gases variables que ejercen un efecto invernadero natural (gases traza con actividad radiactiva, nubes y aerosoles). Estos agentes de forzamiento radiactivo varían tanto de forma natural como por la actividad humana, produciendo alteraciones en el clima del planeta.





En general, las actividades humanas están emitiendo GEI que están aumentando las concentraciones naturales de estos en la atmósfera. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se emite principalmente, por el consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y sus derivados y gas natural) para generar energía, por la tala y quema de bosques y por algunos procesos industriales como la fabricación del cemento. El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el metano (CH<sub>4</sub>) son emitidos por actividades agrícolas (especialmente por la aplicación de fertilizantes y por cultivos de arroz bajo riego), cambios en el uso de la tierra y otras fuentes. Los CFCs son emitidos por procesos industriales y otros gases como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (que son precursores de ozono y de gases de efecto invernadero directo) son emitidos en un gran porcentaje por el sector transporte.

Las moléculas de los GEI tienen la capacidad de absorber y reemitir las radiaciones de onda larga (esta es la radiación infrarroja, la cual, es eminentemente térmica) que provienen del sol y la que refleja la superficie de la Tierra hacia el espacio, controlando el flujo de energía natural a través del sistema climático. El clima debe de algún modo ajustarse a los incrementos en las concentraciones de los GEI, que genera un aumento de la radiación infrarroja que es absorbida por los GEI en la capa inferior de la atmósfera (la troposfera), en orden a mantener el balance energético de la misma. Este ajuste generará un cambio climático que se manifestará en un aumento de la temperatura global (referido como calentamiento global) que generará un aumento en el nivel del mar, cambios en los regímenes de precipitación y en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (tales como tormentas, huracanes, fenómenos del Niño y la Niña), y se presentará una variedad de impactos sobre diferentes componentes, tales como la agricultura, los recursos hídricos, los ecosistemas, la salud humana, entre otros. (UNEP-WMO-UNITAR-UNFCCC Suiza. Enero de 1997)

#### 4.4 Huella de carbono.





La huella de carbono (HC) es una medida que trata de cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero expresada en equivalentes de CO<sub>2</sub>. La HC representa el 50% de la Huella Ecológica total de la humanidad y es el componente que crece más rápidamente y genera mayor preocupación por sus efectos potenciales sobre el cambio climático. (Viglizzo, 2010).

La huella de carbono se expresa en tres parámetros básicos: emisiones en toneladas de carbono, área de la superficie de la Tierra necesaria para secuestrar dichas emisiones e intensidad de carbono o emisiones de carbono por unidad de producción. La medición de la huella de carbono provee un estimado de la cantidad total de gases de efecto invernadero emitidos durante el ciclo de vida de un bien o servicio, por ejemplo, desde la extracción de materias primas, producción, transporte, almacenamiento y uso, hasta su disposición final (Plassmann, 2010).

#### 4.5 Gases de efecto invernadero

Son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero. Su concentración atmosférica es baja, pero tienen una importancia fundamental en el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo, haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el planeta (Camilloni, 2014).

#### 4.6 Inventario Forestal

El Inventario Forestal Nacional (IFN) es una iniciativa a gran escala, cuya puesta en marcha en campo se inició en el 2015. El Decreto No.1655 de 2017 define al IFN, como la operación estadística que, mediante procesos, metodologías, protocolos y herramientas, realiza el acopio, almacenamiento, análisis y difusión de datos cuantitativos y cualitativos que permiten conocer el estado actual y la composición de los bosques del país y sus cambios en el tiempo. (IDEAM)

Entre los objetivos del IFN, se encuentran:





- Proveer información periódica con enfoque multipropósito sobre la estructura, composición y diversidad florística, biomasa aérea, carbono en el suelo, los detritos de madera, volumen de madera, calidad y condiciones y dinámica principalmente de los bosques del país.
- Proporcionar estándares, procedimientos, metodologías y herramientas para el levantamiento de información orientada a la caracterización de bosques y otras coberturas.
- Brindar información confiable, consistente y continua que sirva de fundamento para la formulación de planes de ordenación forestal, la administración del recurso forestal, la definición de políticas, la planificación sectorial y la toma de decisiones orientadas al manejo sostenible y a la conservación del patrimonio forestal del país.

### Implementación

El desarrollo del IFN se basa en obtener información directamente de campo, a partir de la medición de atributos estructurales y florísticos de los bosques, así como el muestreo de suelos y de maderas en estado de descomposición en 1924 unidades de muestreo o conglomerados, cada una en un área de 0,35 ha, (70% ubicados en bosques y 30% en coberturas no boscosas) y 50 parcelas permanentes de una hectárea distribuidas sobre todo el territorio nacional.

Dentro de estas unidades se desarrollaran acciones para obtener información acerca de:

- Estructura de la vegetación
- Composición, riqueza y diversidad florística
- Biomasa aérea
- Volúmenes de madera
- Carbono almacenado en los suelos y en los detritos de madera
- Dinámica de bosques

### Caracterización de las Plantas.

Al iniciar el estudio de la vegetación, los objetivos fundamentales son la elección del tipo muestreo (aleatorio o sistemático), la localización, el tamaño, la forma y cantidad de parcelas. Una vez obtenidos éstos se aplica la medición de los atributos de la vegetación que se quieren caracterizar: número de individuos en términos absolutos y relativos (frecuencia, densidad),





biotipos, estructura vertical, estructura horizontal (cobertura) y diámetro a la altura del pecho (DAP). La medición de estos atributos permite la obtención del Índice del Valor de Importancia (IVI) y de los índices de biodiversidad.

En relación con los atributos considerados se identifican las diferentes técnicas de inventario las cuales permitirán obtener la información acerca de la diversidad, la estructura, la caracterización florística, el aprovechamiento comercial o, en ocasiones, la combinación de algunos de los citados. (Cámara & Díaz, 2013)

### 4.6 Método Gentry

Para que la muestra sea representativa el método de Gentry establece la realización de 10 parcelas de 50x2 m para cubrir 0,1 has de superficie, al objeto de proporcionar una comparación entre formaciones diferentes. Este método considera todos los individuos de especies fanerófitas cuyo DAP es superior a 2,5 cm, localizadas dentro del perímetro definido por 1 m a cada lado de una línea de 50 m. El análisis de los datos permite estudiar la diversidad de una formación vegetal tomando como referencia las especies de tipo biológico arbóreo, así como su estructura vertical. No considera ningún tipo de cobertura horizontal. Su habitual aplicación en los medios tropicales ha dejado de lado el estudio de la vegetación del sotobosque y matorral, ya que no considera aquellos fanerófitos que no posean un DAP superior a 2,5 cm, por lo que su aplicación directa a las formaciones mediterráneas no es suficientemente efectiva

### 4.3. MARCO CONTEXTUAL

El BST de la Granja de La UPC, se encuentra ubicada a 15 km de la ciudad de Valledupar, la cual pertenece al corregimiento Valencia de Jesús – Cesar, posee 16 Ha, cuyas coordenadas geográficas son: E01081294 N01634311W, a una elevación media de 111 msnm (*Google earth*, 2017).





Universidad

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

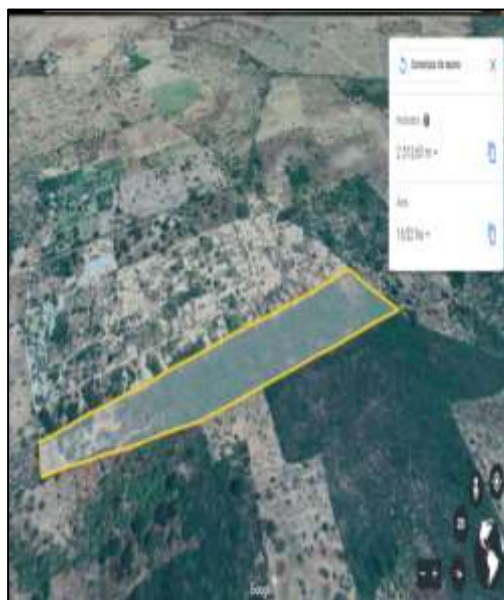
La región cuenta con un clima cálido, una temperatura promedio anual de 32°C y una precipitación pluvial de 145 mm (IDEAM, 2017). En este predio se presentan características de bosque seco tropical.



**Imagen 1.** Entrada a la Granja de la Universidad popular del cesar Referente a la vía nacional Departamental 13 km Aproximadamente de la ciudad de Valledupar  
**Fuente:** Tomada a partir de Google Earth, 2019.

**Área AB:** zona de impacto ambiental límite de UPM y granja UPC.

**Coordenadas:** 10° 19' 43" N / 73° 19' 59" W



**Imagen 2** Localización del BST de la Granja de La Universidad Popular del Cesar Área designada para la estimación de la Captura de CO2  
**Fuente:** Google Earth, 2019.



CO-SC-CER518726



www.unicesar.edu.co  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



### CLIMA

El área de estudio presenta las siguientes condiciones climatológicas:

-**Temperatura:** la temperatura promedio de la zona es 37°C, los meses más cálidos son enero y febrero y los menos cálidos son octubre y noviembre. A lo largo del año la temperatura varía entre unos 4°C.

-**humedad relativa:** la humedad relativa estimada en la mina es aproximadamente 87,5%, a lo largo del año se presentan valores máximos de 91% y mínimo de 62%. La estación meteorológica ubicada más cercana a la mina el cielo muestra que los meses en donde se presenta mayor humedad son septiembre, octubre, noviembre y los meses de menor húmedas son enero, febrero y marzo.

- **Precipitaciones:** la lluvia en el departamento del Cesar está determinada por los movimientos en la zona de confluencia intertropical a lo largo del año. En el primer semestre estas se desplazan de sur a norte y producen un aumento de precipitación para los meses de abril y mayo, en el segundo semestre las precipitaciones son más altas pues la zona de confluencia intertropical trae en su desplazamiento masas de aire cargadas de vapor.

### 4.4. MARCO CONCEPTUAL

**Gases de efecto invernadero GEI:** Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes (ISO 14064-2019).

**Fuente de gases de efecto invernadero:** Unidad o proceso físico que libera un GEI hacia la atmósfera (ISO 14064-2019).





**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

**Sumidero de gases de efecto invernadero:** Unidad o proceso físico que remueve un GEI de la atmósfera (ISO 14064-2019).

**Reservorio de gases de efecto invernadero:** Componente, distinto de la atmósfera, que tiene la capacidad de acumular GEI y de almacenar y liberarlos (ISO 14064-2019).

**Biomasa:** Material de origen biológico excluyendo el material incrustado en formaciones geológicas, el material transformado en material fosilizado, y la turba.

**Emisión de gases de efecto invernadero:** Son compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera (Ministerio Del Medio Ambiente)

**Emisiones directas de GEI:** Son las emisiones directas de gases de efecto invernadero que provienen de fuentes de propiedad o controladas por la empresa, por ejemplo, emisiones de combustión en calderas, hornos, vehículos, entre otras; emisiones de la producción química en equipos de procesos controlados o propiedad de la organización. (Resolución 1962 de 2017).

**Remoción de gases de efecto invernadero:** Factor que relaciona los datos de cualquier actividad con las emisiones o remociones de GEI. (Resolución 1962 de 2017).

**Reducción de emisiones de gases del efecto invernadero:** Disminución calculada de emisiones de GEI entre un escenario de la línea base y el proyecto aumento de remociones de gases de efecto invernadero Incremento calculado de remociones de GEI entre un escenario de la línea base proyecto (ISO 14064-2006).

**Factor de emisión o remoción de gases de efecto invernadero:** Factor que relaciona los datos de cualquier actividad con las emisiones o remociones de GEI. (Resolución 1962 de 2017).



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



Universidad

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

**Informe sobre gases de efecto invernadero:** Documento independiente destinado a comunicar información relacionada con los GEI de una organización o proyecto a su usuario previsto (ISO 14064-2006).

**Fuente, sumidero o reservorio de gases de efecto invernadero controlado**

Fuente, sumidero o reservorio de GEI cuya operación está bajo la dirección e influencia del proponente del proyecto a través de instrumentos financieros, políticos, de gestión u otros (ISO 14064-2006).

**Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e):** Es la unidad de medición que compara el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero con respecto al dióxido de carbono. (Resolución 1962 de 2017).

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Es según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) el gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en el uso de las tierras y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia frente al que se miden otros gases de efecto invernadero y, por lo tanto, tiene un potencial de calentamiento mundial de 1. (Resolución 1962 de 2017).

**Seguimiento:** Evaluación periódica o continua de las emisiones o remociones de GEI o de otros datos relacionados con los GEI (ISO 14064-2019).

**Validación:** Proceso sistemático, independiente y documentado para la evaluación de una declaración sobre GEI propuesta frente a los criterios de validación acordados (ISO 14064-2019).



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

**Validador:** Persona o personas competentes e independientes con la responsabilidad de llevar a cabo la validación e informar de sus resultados (ISO 14064-2019).

**Verificación:** Proceso sistemático, independiente y documentado para la evaluación de una declaración sobre GEI frente a los criterios de verificación acordados (ISO 14064-2019).

**Verificador:** Persona o personas competentes e independientes con la responsabilidad de llevar a cabo la verificación e informar sobre el proceso de verificación (ISO 14064-2019).

**Incertidumbre:** Parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que caracteriza la dispersión de los valores que se podría atribuir razonablemente a la cantidad cuantificada (ISO 14064-2019).

#### **4.5. MARCO LEGAL.**

A continuación, se describe las siguientes bases normativas para el Proyecto de estimación de la huella de carbono.

##### ***CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA.***

**Art. 8. Riquezas culturales y naturales de la Nación.** Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

**Art. 58. Función ecológica de la propiedad privada.** Establece que la propiedad es una función social que implica obligaciones y que, como tal, le es inherente una función ecológica.

**Art. 59. Ambiente sano.** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

**Art. 80. Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

**Art. 95. Protección de los recursos culturales y naturales del país.** Establece como deber de las personas, la protección de los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

**Tabla 1 Convenios y tratados referentes normativos al proyecto de captura de CO2**

Convenios y Tratados	
Convención de las naciones unidas sobre el cambio climático 1992	Permite, reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.
Protocolo de kyoto 1997	Fue creado para reducir las emisiones de gases de efecto (GEI) invernadero que causan el calentamiento global. Es un instrumento para poner en práctica lo acordado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

*Fuente: Autores, 2019.*

**Tabla 2 Normatividad sobre Flora Silvestre y Bosques.**

Normatividad sobre flora silvestre y bosques	
Ley 2 de 1959	Sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables.
Decreto 2811 de 1974 Libro II, Parte VIII	De los bosques, de las áreas de reserva forestal, de los aprovechamientos forestales, de la reforestación. Art. 194 Ámbito de



	aplicación; Art. 195-199 Definiciones; Art. 196, 197, 200 y 241 Medidas de protección y conservación; Art. 202 a 205 Áreas forestales Art. 206 a 210 Áreas de reserva forestal; Art. 211 a 224 Aprovechamiento forestal
Decreto 877 de 1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2787 de 1980	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974.
Resolución 868 de 1983	Por la cual se reglamenta el [Artículo cuarto del Acuerdo No. 0048 de diciembre 15 de 1982] ". El gerente General del INDRENA en ejercicio de sus facultades legales y estatutarias
Ley 139 de 1994	Por la cual se crea el Certificado de Incentivo Forestal y se dictan otras disposiciones
Ley 299 de 1995	Por la cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1791 de 1996	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
Documento Conpes 2834 de 1996	Política de bosques
Decreto 900 de 1997	Por el cual se reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal para Conservación.
Resoluciones del Ministerio del Medio Ambiente (INDERENA) y Corporaciones Autónomas Regionales	Establecen vedas de varias especies vegetales, a nivel nacional (INDERENA o Ministerio del Medio Ambiente), o regional (Corporaciones Autónomas Regionales).

*Fuente: Autores, 2019.*

**Tabla 3 Normatividad Sobre Recurso Atmosférico.**

<b>Normatividad sobre recurso atmosférico</b>	
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 09 de 1979	Código sanitario nacional
Decreto 02 de 1982	Reglamenta título I de la Ley 09-79 y el decreto 2811-74 Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas Art. 7 a 9 Definiciones y normas generales



	<p>Art.73 Obligación del Estado de mantener la calidad atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten los recursos naturales</p> <p>Art. 74 Prohibiciones y restricciones a la descarga de material particulado, gases y vapores a la atmósfera</p> <p>Art. 75 Prevención de la contaminación atmosférica</p>
Ley 99 de 1993	<p>Creación del SINA y se dictan disposiciones en materia ambiental</p> <p>Art.5 Funciones de Minambiente para establecer normas de prevención y control del deterioro ambiental</p> <p>Art. 31 Funciones de las CAR,s relacionadas con calidad y normatividad ambiental</p>
Decreto 948 de 1995	<p>Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73,</p> <p>74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y</p> <p>49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.</p>
Resolución 1351 de 1995	<p>Por medio de la cual se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones (IE-1).</p>

*Fuente: Autores, 2019.*

**Tabla 4 Normatividad ambiental sobre Fauna Silvestre.**

<b>Normatividad ambiental sobre fauna silvestre</b>	
Decreto-Ley 2811 de 1974 Parte IX	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. de la fauna silvestre y de la caza
Decreto-Ley 1608 de 1978	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre
Ley 13 de 1990	Estatuto general de pesca.





Ley 84 de 1989	Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia
----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Autores, 2019.

Tabla 5. Normatividad Sobre el Recurso Suelo.

Normatividad sobre el recurso suelo	
decreto 2811 de 1974 parte vii	de la tierra y los suelos
ley 388 de 1997, artículo 33	Por la cual se modifica la ley 9 de 1989, y la ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Autores, 2019.

## 5. METODOLOGÍA

### Tipo de investigación y Nivel de Investigación.

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se estableció el tipo de investigación descriptiva-longitudinal, debido a que en el proceso de investigación se pretende un estudio de las condiciones del BST referente a la captura de CO2 a través de seguimiento de campo analizando las variables en el tiempo para los procesos de estimación de CO2 en el BST. Así mismo su nivel es documental y de campo por el tipo de información que se recopilara en cada etapa.

### POBLACIÓN

El proyecto se llevó a cabo en las especies forestales de la zona del BST de la Granja de la universidad popular del Cesar (vereda El Cielo) cuyo bosque está compuesto aproximadamente por 15 Ha.

### MUESTRA

La muestra a utilizada se representó por diez transeptos de (2X50) m, definida dentro de la zona del BST de la UPC seleccionadas para realizar la investigación.





### DESARROLLO DEL MARCO METODOLOGICO

Es importante utilizar metodologías rápidas y complementarias que suministren información representativa para el desarrollo de la investigación; se usó la técnica de observación no estructurada. La recolección de información se hizo directamente, tomando datos in situ. Teniendo en cuenta, información secundaria extraída de tesis, artículos de internet, libros, entre otras fuentes que contienen la temática de investigación, como los bosques secos tropicales y la capacidad de captación de CO<sub>2</sub> de las especies nativas encontradas en este.

En este orden de ideas, se hace necesaria la implementación de distintas herramientas que nos permitan recolectar, registrar y analizar los resultados arrojados, por medio de instrumentos técnicos y matemáticos, ya establecidos.

El material bibliográfico recopilado y la información obtenida en campo, sientan las bases que posibilitan el desarrollo de la investigación.

#### **Fase 1. Inventario forestal del BST de la granja UPC como línea base.**

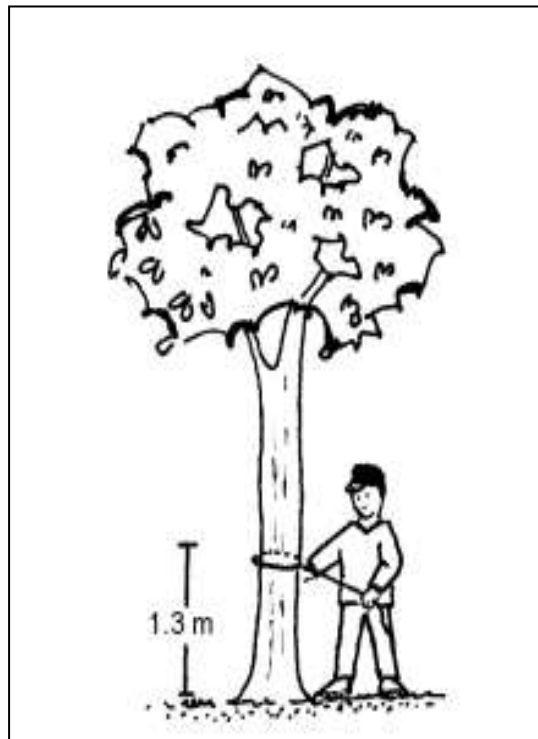
Teniendo en cuenta la diversidad de árboles que hacen parte del bosque seco tropical y la labor que individualmente cumplen dentro del proceso de captación de CO<sub>2</sub>, debe describirse cada uno de ellos y definir sus características básicas.

Para esto, se realizó un inventario Forestal del BST de la Granja UPC a través del método planteado por Gentry (1982), que propone un método de muestreo en plantas leñosas.

La realización de método de muestreo en plantas leñosas consiste en lo siguiente:

- Censar, en un área de 15 ha, todos los individuos cuyo tallo tenga un diámetro a la altura del pecho (DAP medido a 1.3 m desde la superficie del suelo) mayor o igual a 2.5 cm.





*Imagen 3 Medición DAP*

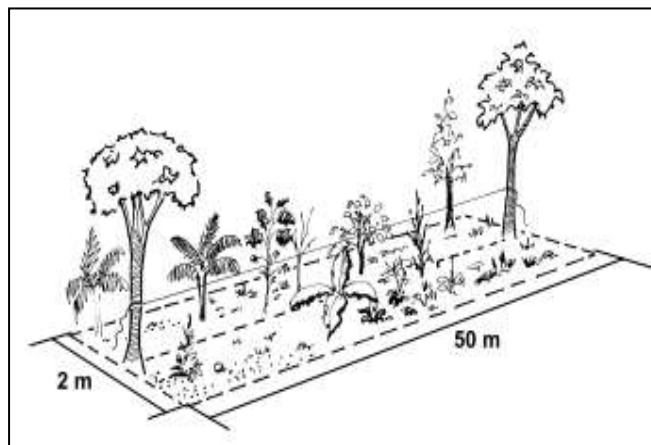
Fuente: (Álvarez, y otros, 2006)

- Se realizaron 15 transeptos de 50x2 m los cuales se pueden distribuyeron al azar u ordenadamente, deben estar distanciados uno del otro máximo por 20 m, no se pueden interceptar.



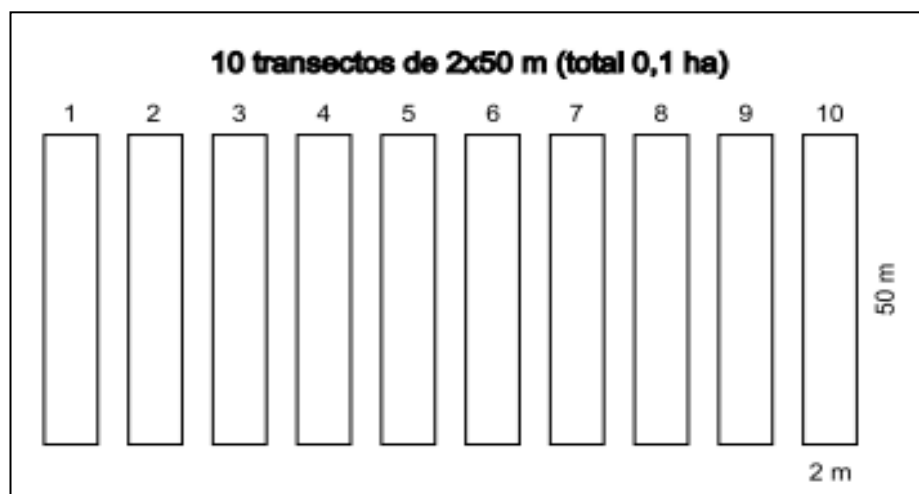
CO-SC-CER518726





**Imagen 4.** Transecto de muestreo de plantas leñosas  
Fuente: (Álvarez, y otros, 2006)

- Cada transecto de 50x2 m se trazó con una cuerda, y con una varita de 1 m se estableció la distancia a cada lado de la cuerda. Se censaron todos los individuos con DAP mayor o igual a 2.5 cm que se encontraron dentro del área de muestreo, se colectaron, se midió su DAP, se estimó su altura, se registró su hábito de crecimiento y todas las características que permitan reconocerlos posteriormente (se identifican en campo). (Álvarez, y otros, 2006).



**Grafico 1.** Representación del método de muestreo de plantas leñosas propuesto por el método de Gentry.  
Fuente: (Álvarez, y otros, 2006)





**Fase 2: Caracterizar las fuentes fijadoras de Carbono según las especies identificadas del BST.**

Se realizó una ficha técnica de identificación de las especies forestales con mayor aporte en cobertura vegetal

Para la identificación de las especies nativas del BST de la granja UPC, se seleccionaron 10 especies de cada transecto (10 en total de 5x20m) teniendo en cuenta las características morfológicas y organolépticas de cada árbol,

Seguido a esto se realizó una ficha técnica que permitió tener un orden alfabético de acuerdo al nombre común o vernáculo, dado por los pobladores de la zona.

Dentro de los parámetros de identificación para la ficha técnica, se tuvo en cuenta:

- Nombre científico.
- Nombre común o vernáculo.
- Taxonomía.
- Cantidad.

**Fase 3: Cuantificar el balance de carbono a través de la metodología del Estándar Corporativo para Contabilidad e Informes Green House Gas Protocol para obtener el impacto económico-ambiental en el BST de la granja UPC.**

Se realizó la estimación a través de métodos Estadísticos en Carbono equivalente a partir de la biomasa.

El dióxido de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO<sub>2</sub> regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación). (Textos Científicos, 2007)





Existe un método destructivo que permite medir la cantidad de carbono retenida o captada por los bosques. Sin embargo, en este caso, considerando los posibles daños que causaría al ambiente, se decide, descartarlo.

Con base al inventario previamente levantado, se prosiguió al uso de ecuaciones matemáticas, teniendo en cuenta las variables dependientes a partir de la medición del diámetro a la altura del pecho del árbol (DAP) y la altura total del mismo que permitirán calcular el volumen por especie y el Área Basal (AB).

La cuantificación volumétrica de la cobertura vegetal se realizó con base en los siguientes parámetros:

1. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).
2. Altura Comercial del fuste (HC).
3. Altura Total del fuste (HT).

Para el cálculo de volumen se utilizó la fórmula:

$$Vol = \frac{\pi \times (DAPm)^2 \times ff \times Altura(m)}{4} = \frac{m^3}{Ha}$$

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño De Bloques Completamente Al Azar (Dbca)

Cuando se quieren comparar ciertos tratamientos o estudiar el efecto de un factor, es deseable que las posibles diferencias se deban principalmente al factor de interés y no a otros factores que no se consideran en el estudio.

Cuando esto no ocurre y existen otros factores que no se controlan o nulifican para hacer la comparación, las conclusiones podrían ser afectadas sensiblemente. (Gutierrez & De la Vara , 2008)





Primero se calculó el esquema de análisis de varianza (ANOVA), como el que se muestra en la Tabla 6. En general, los cálculos se pueden realizar de forma manual, pero en esta investigación se realizó con software estadístico ya que este resulta más práctico.

Las fórmulas de cálculo son las siguientes:

**Tabla 6.** ANOVA para un diseño de bloques completamente al azar

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	$F_0$	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT}$	$k - 1$	$CM_{TRAT}$	$F_0 = \frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Bloques	$SC_B$	$b - 1$	$CM_B$	$F_0 = \frac{CM_B}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E$	$(k - 1)(b - 1)$	$CM_E$		
Total	$SC_T$	$N - 1$			

Fuente: (Gutierrez & De la Vara , 2008)

**Ecuación 1.** Suma de Cuadrados Totales

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y^2}{N}$$

**Ecuación 2.** Suma de Cuadrado de los Tratamientos





$$SS_{TRAT} = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^a \frac{y_i^2}{b} - \frac{y^2}{N}$$

Ecuación 3. Suma de Cuadrados de los bloques

$$SS_{BLOQ} = \frac{1}{b} \sum_{j=1}^a \frac{y_j^2}{k} - \frac{y^2}{N}$$

Ecuación 4. Suma de Cuadrado del Error

$$SS_E = SS_T - SS_{TRAT} - SS_{BLOQ}$$

Una vez calculado el volumen y realizadas las operaciones estadísticas se calculó el AB, y luego se prosiguió a determinar la biomasa, a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Calculo de Biomasa

$$Y = AB \times H \times D$$

Ecuación 6. Calculo del Área Basal

$$AB = 0,785 \times DAP^2$$

Dónde:

*DAP: es el diámetro a la altura del pecho*

*Y: se refiere a la Biomasa (Kilogramos)*

*AB: es el área basal (metros cuadrados)*

*H: es la altura total del árbol (metros)*

*D: es la densidad de la madera (mg/m3)*

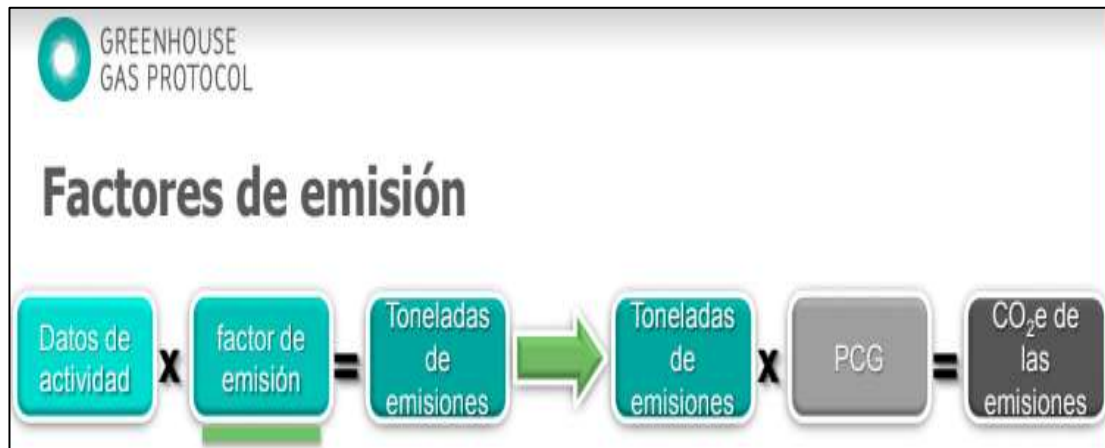
Para calcular el coeficiente de carbono se estimó acorde al inventario realizado), a la altura de 1,30 m (DAP).

*Estimación de Captura de CO2=0.5 × Y*





**CÁLCULOS DE CARBONO EQUIVALENTE EN BASE A LA METODOLOGÍA ESTÁNDAR CORPORATIVO PARA CONTABILIDAD E INFORMES GREEN HAUSE GAS PROTOCOL**



**Fase 4. Definición de la Estrategia de liderazgo ambiental que permite sostener el BST como medida de control a los GEI.**

En esta fase se realizó un programa de Reforestación de Especies Forestales nativas de BST que contribuyan al mayor aporte de captura de CO<sub>2</sub> de tal manera que la biodiversidad del bosque Aumente generando medida de control a los GEI que se manifiestan en la Región.



## 6. ANALISIS Y RESULTADOS

### 6.1 Realización del inventario forestal del BST de la granja UPC como línea base.

Se identificaron diferentes áreas del BST de la Granja de La universidad Popular del Cesar afectadas por la comunidad vecina y las actividades económicas de las UPM unidades de producción minera, las cuales degradan el potencial del servicio eco sistémico que ofrece el bosque, ya que estos impactos son de carácter significativo como se muestra a continuación:



*Imagen 5 Afectaciones Ambientales por Invasión a predios del BST de la Granja de la Universidad Popular del Cesar*

*Fuente: autores del proyecto*

El área del BST sobre el cual realizamos el inventario forestal está ubicado en la vereda El cielo, Valencia de Jesús, corregimiento de Valledupar, dentro de los límites de la Granja UPC. Coordenada inicial: E01081294 N01634311. La superficie total del área a inventariar es de aproximadamente 16,52 Ha.

Este inventario se realizó por medio de parcelamientos escogidos aleatoriamente dentro del área de BST; se realizaron 15 parcelas de 50mx2m, como se evidencia en la siguiente imagen.



*Imagen 6 Establecimiento de Parcelas Metodología Gendry Inventario Forestal BST.*

*Fuente: Tomado a Partir de Google Earth.*

En la siguiente tabla se evidencia las coordenadas correspondientes a la ubicación de cada transepto (B1, B2, B3...B15) tomado en el BST de la granja de la UPC.

*Tabla 7 Coordenadas de Los transeptos Inventariados del BST de la Granja de la Universidad Popular del Cesar.*

COORDENADAS DE LOS TRANSEPTOS INVENTARIADOS								
Transepto	Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales		Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m2)	Area (Ha)
B1	1081375	1634210	1081428	1634211	53	2	106	0,011
B2	1081354	1634170	1081397	1634168	43	2	86	0,009
B3	1081469	1634128	1081420	1634129	49	2	98	0,010
B4	1081384	1634087	1081435	1634093	51	2	102	0,010
B5	1081531	1634050	1081482	1634050	49	2	98	0,010
B6	1081506	1634000	1081449	1634000	57	2	114	0,011
B7	1081530	1633960	1081580	1633960	50	2	100	0,010
B8	1081502	1633920	1081557	1633920	55	2	110	0,011
B9	1081626	1633880	1081571	1633880	55	2	110	0,011
B10	1081707	1633790	1081656	1633790	51	2	102	0,010
B11	1081664	1633750	1081615	1633750	49	2	98	0,010



CO-SC-CER518726





<b>B12</b>	<b>1081750</b>	<b>1633710</b>	<b>1081704</b>	<b>1633711</b>	46	2	92	0,009
<b>B13</b>	<b>1081715</b>	<b>1633670</b>	<b>1081668</b>	<b>1633670</b>	47	2	94	0,009
<b>B14</b>	<b>1081740</b>	<b>1633577</b>	<b>1081740</b>	<b>1633530</b>	47	2	94	0,009
<b>B15</b>	<b>1081792</b>	<b>1633625</b>	<b>1081746</b>	<b>1633625</b>	46	2	92	0,009
<b>TOTAL</b>					702	30	1.404	0,140

*Fuente: Autores, 2020*

### 6.1.1 Inventario Forestal por individuos del BST de La Granja de La Universidad Popular Del Cesar

Entre las especies inventariadas se identificaron 64 en base al método de Gentry y se encontraron 7 diferentes: Aromo, Cañahuate, Chicho, Macurutu, Trupillo, Uvito, y Zajarito, se puede observar más detalles en la siguiente tabla 10 y grafico 2, así mismo se describe la circunferencia a la altura del pecho (CAP), diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, altura comercial, área basal, volumen y rango de cada individuo.

**Tabla 8. Inventario Forestal por individuos del BST de La Granja de La Universidad Popular Del Cesar**

TRANSECTO	No.	NOMBRE ESPECIE	CAP cm	DAP cm	ALTURA TOTAL (M)	ALTURA COMERCIAL (M)	AREA BASAL M2	VOLUMEN M3	RANGO
<b>B1</b>	1	trupillo	78	25	8	6	0,0484	0,2754	21 - 30 cm
<b>B1</b>	2	aromo	95	30	10	7	0,0718	0,5106	21 - 30 cm
<b>B1</b>	3	aromo	43	14	8	6	0,0147	0,0837	10 - 20 cm
<b>B1</b>	4	aromo	56	18	12	8	0,0250	0,2129	10 - 20 cm
<b>B1</b>	5	aromo	43	14	8	5	0,0147	0,0837	10 - 20 cm
<b>B1</b>	6	macurutu	60	19	8	5	0,0286	0,1629	10 - 20 cm
<b>B2</b>	1	uvito	31	10	7	4	0,0076	0,0381	0
<b>B2</b>	2	uvito	31	10	6	3	0,0076	0,0326	0
<b>B3</b>	1	aromo	38	12	9	6	0,0115	0,0735	10 - 20 cm
<b>B3</b>	2	aromo	63	20	9	6	0,0316	0,2021	10 - 20 cm
<b>B3</b>	3	sajarito	68	22	8	5	0,0368	0,2093	21 - 30 cm
<b>B3</b>	4	sajarito	38	12	7	5	0,0115	0,0572	10 - 20 cm
<b>B4</b>	1	trupillo	43	14	7	4	0,0147	0,0732	10 - 20 cm
<b>B4</b>	2	aromo	55	18	9	7	0,0241	0,1540	10 - 20 cm
<b>B4</b>	3	aromo	50	16	8	6	0,0199	0,1132	10 - 20 cm
<b>B4</b>	4	aromo	116	37	10	6	0,1071	0,7613	31 - 40 cm
<b>B4</b>	5	aromo	60	19	9	6	0,0286	0,1833	10 - 20 cm





TRANSECTO	No.	NOMBRE ESPECIE	CAP cm	DAP cm	ALTURA TOTAL (M)	ALTURA COMERCIAL (M)	AREA BASAL M2	VOLUMEN M3	RANGO
B4	6	aromo	54	17	9	6	0,0232	0,1485	10 - 20 cm
B4	7	aromo	40	13	8	5	0,0127	0,0724	10 - 20 cm
B4	8	aromo	32	10	7	4	0,0081	0,0406	10 - 20 cm
B4	9	aromo	31	10	7	4	0,0076	0,0381	0
B4	10	trupillo	40	13	8	5	0,0127	0,0724	10 - 20 cm
B5	1	aromo	43	14	9	6	0,0147	0,0942	10 - 20 cm
B5	2	aromo	38	12	7	4	0,0115	0,0572	10 - 20 cm
B5	3	aromo	45	14	5	4	0,0161	0,0573	10 - 20 cm
B5	4	trupillo	32	10	3	1	0,0081	0,0174	10 - 20 cm
B6	1	aromo	49	16	7	4	0,0191	0,0951	10 - 20 cm
B6	2	aromo	33	11	6	4	0,0087	0,0370	10 - 20 cm
B6	3	macurutu	38	12	7	4	0,0115	0,0572	10 - 20 cm
B6	4	macurutu	48	15	7	5	0,0183	0,0913	10 - 20 cm
B6	5	macurutu	42	13	6	4	0,0140	0,0599	10 - 20 cm
B6	6	macurutu	49	16	7	5	0,0191	0,0951	10 - 20 cm
B6	7	trupillo	46	15	8	5	0,0168	0,0958	10 - 20 cm
B7	1	aromo	36	11	7	5	0,0103	0,0513	10 - 20 cm
B7	2	aromo	31	10	6	4	0,0076	0,0326	0
B7	3	aromo	31	10	5	3	0,0076	0,0272	0
B8	1	uvito	46	15	6	4	0,0168	0,0718	10 - 20 cm
B8	2	uvito	42	13	6	4	0,0140	0,0599	10 - 20 cm
B8	3	aromo	42	13	7	5	0,0140	0,0699	10 - 20 cm
B9	1	aromo	46	15	7	4	0,0168	0,0838	10 - 20 cm
B9	2	aromo	43	14	7	5	0,0147	0,0732	10 - 20 cm
B9	3	aromo	33	11	6	4	0,0087	0,0370	10 - 20 cm
B9	4	aromo	41	13	7	5	0,0134	0,0666	10 - 20 cm
B9	5	aromo	37	12	7	5	0,0109	0,0542	10 - 20 cm
B9	6	aromo	46	15	7	4	0,0168	0,0838	10 - 20 cm
B9	7	aromo	31	10	7	4	0,0076	0,0381	0
B10	1	aromo	34	11	7	4	0,0092	0,0458	10 - 20 cm
B11	1	aromo	34	11	6	4	0,0092	0,0392	10 - 20 cm
B12	1	aromo	31	10	6	4	0,0076	0,0326	0
B12	2	aromo	37	12	7	4	0,0109	0,0542	10 - 20 cm
B12	3	aromo	36	11	7	4	0,0103	0,0513	10 - 20 cm





TRANSECTO	No.	NOMBRE ESPECIE	CAP cm	DAP cm	ALTURA TOTAL (M)	ALTURA COMERCIAL (M)	AREA BASAL M2	VOLUMEN M3	RANGO
B13	1	chicho	32	10	7	5	0,0081	0,0406	10 - 20 cm
B13	2	chicho	42	13	6	3	0,0140	0,0599	10 - 20 cm
B13	3	chicho	32	10	6	3	0,0081	0,0348	10 - 20 cm
B13	4	aromo	32	10	5	3	0,0081	0,0290	10 - 20 cm
B14	1	sajarito	60	19	9	6	0,0286	0,1833	10 - 20 cm
B14	2	sajarito	80	25	10	8	0,0509	0,3621	21 - 30 cm
B14	3	sajarito	48	15	9	6	0,0183	0,1173	10 - 20 cm
B14	4	sajarito	83	26	10	7	0,0548	0,3898	21 - 30 cm
B14	5	uvito	50	16	6	4	0,0199	0,0849	10 - 20 cm
B14	6	uvito	37	12	6	4	0,0109	0,0465	10 - 20 cm
B14	7	uvito	45	14	8	6	0,0161	0,0917	10 - 20 cm
B14	8	trupillo	41	13	7	4	0,0134	0,0666	10 - 20 cm
B15	1	cañahuate	75	24	8	6	0,0448	0,2546	21 - 30 cm

Fuente: Autores, 2019

Dentro del inventario se evidencia que el aromo es la especie más representativa del BST de la granja de la UPC siendo el que mayor número de repeticiones de individuos presenta, al igual se establece que el bosque pertenece a un rango medio alto.

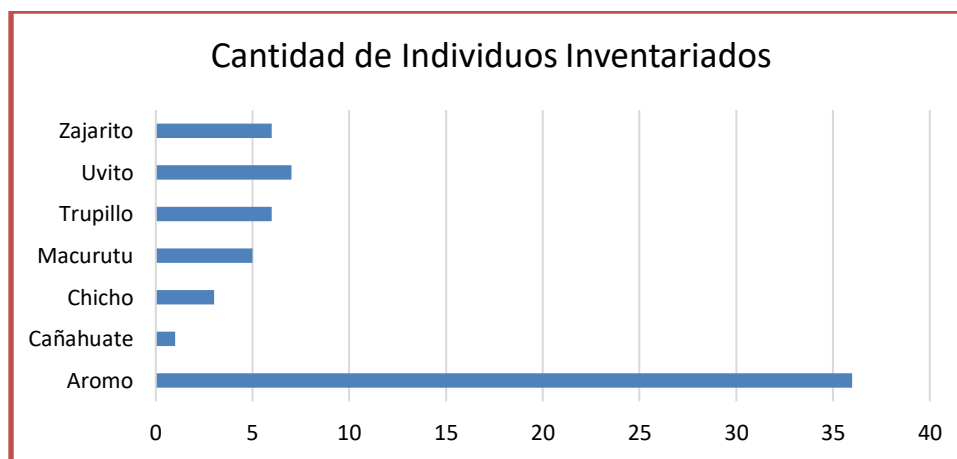


Gráfico 2 Cantidad De Individuos Inventariados del BST de La Granja de la Universidad popular del Cesar

Fuente: Autores, 2020.



CO-SC-CER518726



## 6.2 Caracterización de las fuentes fijadoras de Carbono según las especies identificadas del BST.

Se determinaron los volúmenes por especies inventariadas, se describió su taxonomía y nombre científico acorde a la siguiente tabla de referencia, así mismo se describe los volúmenes por especie y porcentajes de especies fijadoras de Carbono cuyo valor inventariado fue de 7.090 m<sup>3</sup> siendo el Aromo la especie dominante en dicho inventario, con un volumen de 3.88 m<sup>3</sup> y la especie menos dominante fue el Cañahuate el cual en los parcelamientos se presentó una sola vez como individuo, pero superando el volumen del Chicho el cual fue el que menor aporte en m<sup>3</sup> con un valor de 0.135 m<sup>3</sup>.

*Tabla 9 Caracterización de Especies Fijadoras del inventario Forestal de BST Granja UPC*

Nombre	Nombre Científico	Familia	Cantidad de Individuos	Volumen m <sup>3</sup>	% Volumen
Aromo	<i>Acacia macrantha</i>	FABACEAE	36	3,888	54,85%
Cañahuate	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	BIGNONIACEAE	1	0,255	3,59%
Chicho	<i>Pictadenia speciosa</i>	FABACEAE	3	0,135	1,91%
Macurutu	<i>Muelleria broadwayi</i>	FABACEAE	5	0,466	6,58%
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	FABACEAE	6	0,601	8,47%
Uvito	<i>Cordia alba</i>	BORAGINACEAE	7	0,425	6,00%
Zajarito	<i>Bouyeria cumanensis</i>	BORAGINACEAE	6	1,319	18,60%
<b>TOTAL</b>			64	7,090	100%



### Aromo ( *Acacia macrantha* )



*Imagen 7* Especie Aromo *Acacia macrantha*.  
Fuente: Autores del proyecto.

#### Características generales:

Árbol espinoso de 3 a 5 m de altura, con ramificación basal, tronco de corteza oscura y ramaje en zigzag, hojas bipinnadas con dos espinas blancas y rectas de 2 – 3 cm de longitud en la base de las mismas, flores en glomérulos axilares de color amarillo, fragantes. El fruto es una legumbre indehisciente, cilíndrica o curvada, de color pardo oscuro.

#### Usos:

Las flores, hojas y frutos son consumidos por ovinos y caprinos, y además son usados para abono. Su tronco se utiliza para leña y cerca.



*Imagen 8* Usos específicos de especies maderables a disponer.  
Fuente: Datos de inspección de campo granja UPC



### Cañahuate (*Handroanthus chrysanthus*)



*Imagen 9* Cañahuate *Handroanthus chrysanthus*  
*Fuente:* Autores del proyecto

#### Características generales:

Es un árbol que alcanza hasta 5 m de alto o más; el tronco puede llegar a tener un diámetro de hasta 60 cm, es caducifolio (que pierde las hojas en condiciones de sequía), sus ramas son escasas, gruesas y ascendentes; de fuste recto. La corteza es áspera de color gris a café oscuro, tiene grietas verticales, profundas y forman placas anchas de color café oscuro. Hojas opuestas, con 5 hojuelas. Sus flores son campanuladas (forma de campana), grandes, en grupos de inflorescencias de color amarillo claro, muy vistoso con líneas rojas en el cuello. Los frutos son cápsulas cilíndricas, angostas, dehiscentes (que se abre espontáneamente a la madurez). Semillas aladas, aplanadas, de color gris plateado.

**Usos:** La madera se emplea para postes, varetas para construcción de techo, ebanistería.



*Imagen 10* Uso de especie maderable a disposición  
*Fuente:* Autores del proyecto





**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

### ***Chicho (Pictadenia speciosa)***



**Imagen 11** Chicho *Pictadenia speciosa*

**Fuente:** Plant Net Reconocimiento de Especies Forestales 2020

#### **Características generales:**

Piptadenia es un género de arbustos y árboles tropicales de la familia de leguminosas Fabacea crece de 3 a 5 metro de altura.

**Usos:** La madera se emplea para cercas, varetas para techo, leña, carbón y sus hojas son usadas para abono.



**Imagen 12** uso de especies inventariadas

**Fuente:** Datos de inspección de campo granja UPC



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



Universidad

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

### Macurutu (*Muelleria broadwayi*)



*Imagen 13* Macurutu *Muelleria broadwayi*

*Fuente:* Plant Net Reconocimiento de Especies Forestales 2020

#### Características generales:

Árbol que alcanza de 12 a 30 metros de altura. Corteza grisácea; ramas torcidas, colgantes. Hojas alternas, compuestas; con 5 a 9 folíolos, membranosos, glabros, ovados u oblongos. Cáliz rojo intenso a lila o morado, veloso, cilíndrico-cupuliforme. Fruto de color verde, con manchas amarillas donde están entre una y cuatro semillas

#### Usos:

La madera se emplea para muebles y para cercos.



*Imagen 14* uso de especie inventariada

*Fuente:* Datos de inspección de campo granja UPC



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

### **Trupillo (*Prosopis juliflora*)**



*Imagen 15 Trupillo (Prosopis juliflora).*

*Fuente: autores del proyecto*

#### **Características generales:**

Es un árbol espinoso, de comportamiento caducifolio, bajo condiciones favorables de suelo crece hasta alcanzar una altura de 20 metros, con DAP de 50 cm; Copa irregular de follaje ralo extendido, hojas compuestas, alternas, pinnadas, bipinadas, fuste irregular bifurcado desde la base con espinas en sus ramas jóvenes, inflorescencia de color amarillo dispuesta en racimo cilíndrico espigado, pétalos libres lineal elípticos frutos leguminosos fibrosos e indehiscentes amarillos violáceos, con estrías rojizas longitudinales semillas aplanadas, rodeadas por una membrana dulce.

**Usos:** Es un árbol que proporciona buena sombra, su madera es utilizada para postes, cercas y carbón. Sus frutos son consumidos por el ganado.



*Imagen 16 Uso de especies maderables inventariadas*

*Fuente: Datos de inspección de campo granja UPC*



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



### Uvito (*Cordia alba*)



*Imagen 17* Uvito *Cordia alba*  
*Fuente:* autores del proyecto

#### Características generales:

Es un árbol caducifolio, crece hasta 10m de altura, es de troco corto, poseen pequeños dientes en el borde de sus hojas las cuales son una continuación de los nervios secundarios, de color amarilla y a veces blanca. El fruto es ovoide de color blanco casi transparente cuando se encuentra maduro.

**Usos:** Su uso es aplicado mayormente en el oficio de la carpintería, siendo usada su madera para la creación de postes y leña, trojas, baranda/tapesco de carretas, vigas y otros objetos



*Imagen 18* Uso de especie maderable a disposición  
*Fuente:* autores del proyecto



Universidad

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

### Zajarito (*Bouyeria cumanensis*)



Imagen 19 Zajarito *Bouyeria cumanensis*.

Fuente: Plant Net Reconocimiento de Especies Forestales 2020.

**Características generales:** Hojas alternas o fasciculadas, flores bisexuales, frecuentemente fragantes,

**Usos:** La madera se emplea para cercas, leña, varetas para corrales y techos.



Imagen 20 Uso de especies maderables inventariadas

Fuente: Datos de inspección de campo granja UPC



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



### 6.3 Cuantificación del balance de carbono a través de la metodología del Estándar

Corporativo para Contabilidad e Informes Green House Gas Protocol para obtener el impacto económico-ambiental en el BST de la granja UPC.

#### 6.3.1 cálculo del volumen por transeptos

En base a los datos recopilados en el inventario se tabulan en la siguiente tabla para determinar los cálculos y obtener el balance de carbono.

La cuantificación volumétrica de la cobertura vegetal se realizó con base en los siguientes parámetros:

- Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).
- Altura Comercial del fuste (HC).
- Altura Total del fuste (HT).

*Tabla 10 Tabulación de datos de inventario forestal para cálculo de volumen por transeptos.*

Transepto	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (Ha)	Volumen (m3)	HA X VOL	VOL/HA	(HA)2	(VOL)2
B1	53	2	0,0106	1,33	0,014	125,403	0,000112	1,767
B2	43	2	0,0086	0,07	0,001	8,219	0,000074	0,005
B3	49	2	0,0098	0,54	0,005	55,319	0,000096	0,294
B4	51	2	0,0102	1,66	0,017	162,454	0,000104	2,746
B5	49	2	0,0098	0,23	0,002	23,063	0,000096	0,051
B6	57	2	0,0114	0,53	0,006	46,602	0,000130	0,282
B7	50	2	0,01	0,11	0,001	11,114	0,000100	0,012
B8	55	2	0,011	0,20	0,002	18,326	0,000121	0,041
B9	55	2	0,011	0,44	0,005	39,697	0,000121	0,191
B10	51	2	0,0102	0,05	0,000	4,489	0,000104	0,002
B11	49	2	0,0098	0,04	0,000	4,004	0,000096	0,002
B12	46	2	0,0092	0,14	0,001	15,019	0,000085	0,019
B13	47	2	0,0094	0,16	0,002	17,465	0,000088	0,027
B14	47	2	0,0094	1,34	0,013	142,778	0,000088	1,801
B15	46	2	0,0092	0,04	0,000	4,865	0,000085	0,002
Sumatoria	748,00	30,00	0,15	6,84	0,07	673,95	0,001500	7,24
Promedio	49,867	2,000	0,010	0,488	0,005	48,139	0,000100	0,517

*Fuente: Autores, 2020.*



CO-SC-CER518726





### 6.3.2 Volumen total área de bosque Seco Tropical de las 16 hectáreas de la granja de la universidad.

Una vez tabulados los volúmenes por transeptos **tabla 12** se prosiguió con el diseño estadístico empleado para el registro de los individuos el cual fue al azar, con transeptos de diferente longitudes y ancho de 2m

**Tabla 11** Resumen de Cálculos estadísticos para BST intervenido.

<b>TRANSEPTOS</b>	15,00
<b>n</b>	0,15
<b>N</b>	16,50
<b>f=n/N</b>	0,01
<b>VPH</b>	48,95
$\sum X^2=$	0,00
<b>PromedioX^2=</b>	0,00
$\sum Y^2=$	7,24
<b>PromedioY^2=</b>	0,517
$\sum X*Y=$	0,07
<b>Promdio X*Y</b>	0,005

*Fuente: Autores, 2020.*

Con base a el promedio de la madera en pie establecido por Hectárea en el inventario forestal se hace una proyección a 16 Ha y se obtienen los siguientes volúmenes a remover con una probabilidad del **95 %**.

**Tabla 12.** Especies, cantidades y volúmenes a aprovechar por especie en 16 hectáreas

Nombre	Nombre Científico	Volumen m3	Cantidad de Individuos	Volumen /Ha	volumen Proyectado a 16 Ha
Aromo	<i>Acacia macrantha</i>	3,888	36	27,696	443,134
Cañahuate	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0,255	1	1,813	29,015
Chicho	<i>Pictadenia speciosa</i>	0,135	3	0,963	15,408
Macurutu	<i>Muelleria broadwayi</i>	0,466	5	3,322	53,148
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,601	6	4,279	68,464
Uvito	<i>Cordia alba</i>	0,425	7	3,030	48,479
Zajarito	<i>Bourreria cumanensis</i>	1,319	6	9,395	150,316
<b>Total</b>		<b>7,090</b>	<b>64</b>	<b>50,498</b>	<b>807,963</b>

*Fuente: Autores, 2020.*



CO-SC-CER518726



### 6.3.3 Cálculo de la biomasa por especies y captura de CO<sub>2</sub>

Con base al inventario levantado y la ubicación de cada transecto B1, B2, B3...B15, se procede al uso de ecuaciones matemáticas, teniendo en cuenta las variables dependientes a partir de la medición del diámetro a la altura del pecho del árbol (DAP) y la altura total del mismo que permitirán calcular el Área Basal (AB).

Una vez calculada el AB, se procede a determinar la biomasa.

*Tabla 13 Estimación de la Biomasa y Captura de CO<sub>2</sub> en Base al Inventario Forestal de BST*

TRANSECTO	No.	NOMBRE ESPECIE	CAP	DAP	ALTURA TOTAL	ALTURA COMERCIAL	AREA BASAL	VOLUMEN	RANGO	BIOMASA	Captura de CO <sub>2</sub>
B1	1	trupillo	78	25	8	6	0,0484	0,2754	21 - 30 cm	174,294	87,14708443
B1	2	aromo	95	30	10	7	0,0718	0,5106	21 - 30 cm	301,639	150,8195556
B1	3	aromo	43	14	8	6	0,0147	0,0837	10 - 20 cm	52,970	26,48503601
B1	4	aromo	56	18	12	8	0,0250	0,2129	10 - 20 cm	119,787	59,89332824
B1	5	aromo	43	14	8	5	0,0147	0,0837	10 - 20 cm	44,142	22,07086334
B1	6	macurutu	60	19	8	5	0,0286	0,1629	10 - 20 cm	85,944	42,97193512
B2	7	uvito	31	10	7	4	0,0076	0,0381	0	18,354	9,176895478
B2	8	uvito	31	10	6	3	0,0076	0,0326	0	13,765	6,882671609
B3	9	aromo	38	12	9	6	0,0115	0,0735	10 - 20 cm	41,368	20,68382477
B3	10	aromo	63	20	9	6	0,0316	0,2021	10 - 20 cm	113,704	56,85187017
B3	11	sajarito	68	22	8	5	0,0368	0,2093	21 - 30 cm	110,390	55,19506333
B3	12	sajarito	38	12	7	5	0,0115	0,0572	10 - 20 cm	34,473	17,23652064
B4	13	trupillo	43	14	7	4	0,0147	0,0732	10 - 20 cm	35,313	17,65669068
B4	14	aromo	55	18	9	7	0,0241	0,1540	10 - 20 cm	101,103	50,55170701
B4	15	aromo	50	16	8	6	0,0199	0,1132	10 - 20 cm	71,620	35,80994593
B4	16	aromo	116	37	10	6	0,1071	0,7613	31 - 40 cm	385,487	192,743453
B4	17	aromo	60	19	9	6	0,0286	0,1833	10 - 20 cm	103,133	51,56632215
B4	18	aromo	54	17	9	6	0,0232	0,1485	10 - 20 cm	83,537	41,76872094
B4	19	aromo	40	13	8	5	0,0127	0,0724	10 - 20 cm	38,197	19,09863783
B4	20	aromo	32	10	7	4	0,0081	0,0406	10 - 20 cm	19,557	9,77850257
B4	21	aromo	31	10	7	4	0,0076	0,0381	0	18,354	9,176895478



TRANSECTO	No.	NOMBRE ESPECIE	CAP	DAP	ALTURA TOTAL	ALTURA COMERCIAL	AREA BASAL	VOLUMEN	RANGO	BIOMASA	Captura de CO2
B4	22	trupillo	40	13	8	5	0,0127	0,0724	10 - 20 cm	38,197	19,09863783
B5	23	aromo	43	14	9	6	0,0147	0,0942	10 - 20 cm	52,970	26,48503601
B5	24	aromo	38	12	7	4	0,0115	0,0572	10 - 20 cm	27,578	13,78921651
B5	25	aromo	45	14	5	4	0,0161	0,0573	10 - 20 cm	38,675	19,3373708
B5	26	trupillo	32	10	3	1	0,0081	0,0174	10 - 20 cm	4,889	2,444625642
B6	27	aromo	49	16	7	4	0,0191	0,0951	10 - 20 cm	45,856	22,92791472
B6	28	aromo	33	11	6	4	0,0087	0,0370	10 - 20 cm	20,798	10,3992083
B6	29	macurutu	38	12	7	4	0,0115	0,0572	10 - 20 cm	27,578	13,78921651
B6	30	macurutu	48	15	7	5	0,0183	0,0913	10 - 20 cm	55,004	27,50203848
B6	31	macurutu	42	13	6	4	0,0140	0,0599	10 - 20 cm	33,690	16,84499857
B6	32	macurutu	49	16	7	5	0,0191	0,0951	10 - 20 cm	57,320	28,6598934
B6	33	trupillo	46	15	8	5	0,0168	0,0958	10 - 20 cm	50,516	25,25794853
B7	34	aromo	36	11	7	5	0,0103	0,0513	10 - 20 cm	30,940	15,46989664
B7	35	aromo	31	10	6	4	0,0076	0,0326	0	18,354	9,176895478
B7	36	aromo	31	10	5	3	0,0076	0,0272	0	13,765	6,882671609
B8	37	uvito	46	15	6	4	0,0168	0,0718	10 - 20 cm	40,413	20,20635883
B8	38	uvito	42	13	6	4	0,0140	0,0599	10 - 20 cm	33,690	16,84499857
B8	39	aromo	42	13	7	5	0,0140	0,0699	10 - 20 cm	42,112	21,05624821
B9	40	aromo	46	15	7	4	0,0168	0,0838	10 - 20 cm	40,413	20,20635883
B9	41	aromo	43	14	7	5	0,0147	0,0732	10 - 20 cm	44,142	22,07086334
B9	42	aromo	33	11	6	4	0,0087	0,0370	10 - 20 cm	20,798	10,3992083
B9	43	aromo	41	13	7	5	0,0134	0,0666	10 - 20 cm	40,131	20,06550637
B9	44	aromo	37	12	7	5	0,0109	0,0542	10 - 20 cm	32,683	16,34127199
B9	45	aromo	46	15	7	4	0,0168	0,0838	10 - 20 cm	40,413	20,20635883
B9	46	aromo	31	10	7	4	0,0076	0,0381	0	18,354	9,176895478
B10	47	aromo	34	11	7	4	0,0092	0,0458	10 - 20 cm	22,078	11,03901267
B11	48	aromo	34	11	6	4	0,0092	0,0392	10 - 20 cm	22,078	11,03901267
B12	49	aromo	31	10	6	4	0,0076	0,0326	0	18,354	9,176895478
B12	50	aromo	37	12	7	4	0,0109	0,0542	10 - 20 cm	26,146	13,0730176
B12	51	aromo	36	11	7	4	0,0103	0,0513	10 - 20 cm	24,752	12,37591732



TRANSECTO	No.	NOMBRE ESPECIE	CAP	DAP	ALTURA TOTAL	ALTURA COMERCIAL	AREA BASAL	VOLUMEN	RANGO	BIOMASA	Captura de CO2
B13	52	chicho	32	10	7	5	0,0081	0,0406	10 - 20 cm	24,446	12,22312821
B13	53	chicho	42	13	6	3	0,0140	0,0599	10 - 20 cm	25,267	12,63374893
B13	54	chicho	32	10	6	3	0,0081	0,0348	10 - 20 cm	14,668	7,333876927
B13	55	aromo	32	10	5	3	0,0081	0,0290	10 - 20 cm	14,668	7,333876927
B14	56	sajarito	60	19	9	6	0,0286	0,1833	10 - 20 cm	103,133	51,56632215
B14	57	sajarito	80	25	10	8	0,0509	0,3621	21 - 30 cm	244,463	122,2312821
B14	58	sajarito	48	15	9	6	0,0183	0,1173	10 - 20 cm	66,005	33,00244617
B14	59	sajarito	83	26	10	7	0,0548	0,3898	21 - 30 cm	230,248	115,1242015
B14	60	uvito	50	16	6	4	0,0199	0,0849	10 - 20 cm	47,747	23,87329729
B14	61	uvito	37	12	6	4	0,0109	0,0465	10 - 20 cm	26,146	13,0730176
B14	62	uvito	45	14	8	6	0,0161	0,0917	10 - 20 cm	58,012	29,00605621
B14	63	trupillo	41	13	7	4	0,0134	0,0666	10 - 20 cm	32,105	16,0524051
B15	64	cañahuate	75	24	8	6	0,0448	0,2546	21 - 30 cm	161,145	80,57237835

Fuente: Autores, 2020.

A continuación, se definen las relaciones de las cantidades obtenidas en las tablas anteriores permitiendo estimar con base al volumen maderable la biomasa y por ende la estimación de captura.

Tabla 14 Captura de CO2 Estimada de BST Granja UPC por especies.

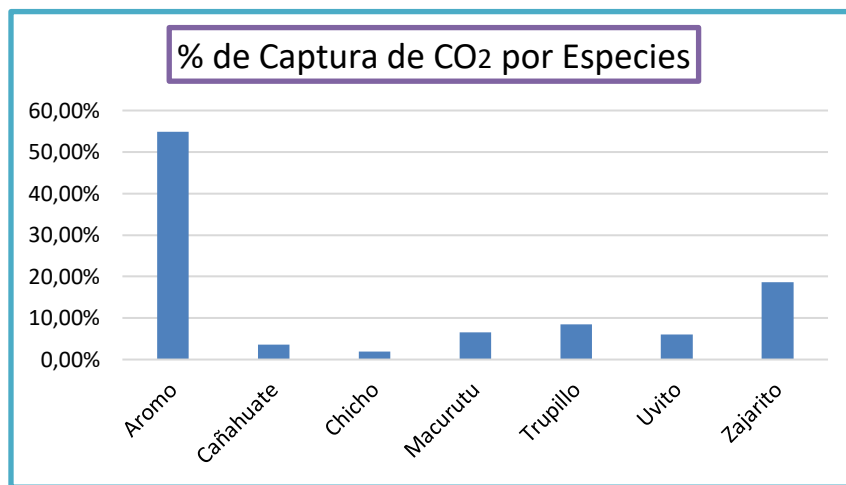
Nombre	Nombre Científico	Volumen m3	Cantidad de Individuos	Volumen /Ha	volumen Proyectado a 16 Ha	Biomasa Estimada del inventario	Biomasa Estimada Proyectada a 16 Ha (Kg/m3)	Biomasa Estimada Proyectada a 16 Ha (Tn/m3)	Captura de CO2 es Aproximadamente el 50% de la Biomasa (TnCO2/m3)
Aromo	<i>Acacia macrantha</i>	3,888	36	27,696	443,134	3997,87011	63965,9218	63,9659218	31,98296089
Cañahuate	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0,255	1	1,813	29,015				
Chicho	<i>Pictadenia speciosa</i>	0,135	3	0,963	15,408				
Macurutu	<i>Muelleria broadwayi</i>	0,466	5	3,322	53,148				
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,601	6	4,279	68,464				
Uvito	<i>Cordia alba</i>	0,425	7	3,030	48,479				
Zajarito	<i>Bourreria cumanensis</i>	1,319	6	9,395	150,316				



Nombre	Nombre Científico	Volumen m3	Cantidad de Individuos	Volumen /Ha	volumen Proyectado a 16 Ha	Biomasa Estimada del inventario	Biomasa Estimada Proyectada a 16 Ha (Kg/m3)	Biomasa Estimada Proyectada a 16 Ha (Tn/m3)	Captura de CO <sub>2</sub> es Aproximadamente el 50% de la Biomasa (TnCO <sub>2</sub> /m3)
<b>Total</b>		7,090	64	50,498	807,963	3997,87011	63965,9218	63,9659218	31,98296089

*Fuente: Autores, 2020.*

**Tabla 15** Conversión de Biomasa (TnCo<sub>2</sub>/m3) a Co<sub>2</sub> Eqv CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O



**Grafico 3** % de Captura de CO<sub>2</sub> por Especies

*Fuente: Autores, 2020.*

Se identifica en el *gráfico 3* que el aromo es la especie forestal modal en el inventario y por consiguiente representa a más del 50% de la captura de CO<sub>2</sub> de BST de la granja de la universidad Popular del Cesar.

#### 6.3.4 Determinación de emisión de CO<sub>2</sub> por las actividades de fuentes en la granja de la Universidad Popular del Cesar.

A continuación, se describen los datos de consumo de combustibles, tipos de fuentes y los cálculos procedentes contemplando los factores de emisión correspondientes. Ver tablas 18, 19 y 20.





### 6.3.4.1 Consumo de combustible por el uso de maquinaria

Conociendo el consumo en litros por horas de la motobomba y el uso promedio diario de esta, se calculó el consumo anual en m<sup>3</sup>, como se puede apreciar en la siguiente *tabla 18*.

*Tabla 16 Fuente de emisión Fija por consumo de combustible en la Granja de la universidad Popular del Cesar*

Fuente Fija o Estacionaria: Motobomba WT40 X 10,7 HP		Combustible usado: Gasolina			
Capacidad máxima del tanque Lt	consumo en litros/Hr	Promedio de horas por día en uso	Consumo LT/Día	Consumo anual LT	Consumo anual m3
6.1	3.1	2	6.2	2263	2,263

*Fuente: Autores, 2020.*

### Fuentes de Factores de Emisión: Datos de FECOC - IPCC:

*Tabla 17 Tabla de Conversión de unidades de Factores de Emisión Gasolina en Base a FECOC*

GASOLINA	CO <sub>2</sub>	8,808	kgCO <sub>2</sub> /Gal	2.134,5	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	2,13451	TnCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
	CH <sub>4</sub>	0,293	KgCH <sub>4</sub> /Gal	0,077	kgCH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup>	0,000077	TnCH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup>
	N <sub>2</sub> O	0,028	KgN <sub>2</sub> O/Gal	0,0073	kgN <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup>	0,0000073	TnN <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup>

*Fuente: Autores, 2020.*

Se estimaron los cálculos de Carbono equivalente en base a la metodología Estándar Corporativo para Contabilidad e Informes Green House Gas Protocol con los datos de la actividad y el factor de emisión se obtuvo un valor de 4,830 TonCO<sub>2</sub> eqv de emisiones, como se muestra en la siguiente tabla, teniendo en cuenta que se estimó un uso promedio de 2 horas diarias para el riego de plantas y llenado de tanques de almacenamiento de agua.



CO-SC-CER518726





**Tabla 18** Calculo de emisión por consumo de gasolina en la granja de la Universidad Popular del Cesar.

Consumo de gasolina por la motobomba anual/m3	Emisión	Factor de emisión Ton/m3	Unidades	Ton	PCG	Ton CO <sub>2</sub> Eqv de Emisiones	% CO <sub>2</sub> Eqv de Emisiones
2,263	CO <sub>2</sub>	2,13451	TnCO <sub>2</sub> /m3	4,83039613	1	4,830	99,80%
	CH <sub>4</sub>	0,000077	TnCH <sub>4</sub> /m3	0,00017425	28	0,005	0,10%
	N <sub>2</sub> O	0,0000073	TnN <sub>2</sub> O/m3	1,652E-05	298	0,005	0,10%
<b>Total de emisiones de CO<sub>2</sub> Equivalente anual Gasolina</b>						4,840	100%

*Fuente: Autores, 2020.*

### 6.3.4.2 Cálculo del consumo energía eléctrica

A continuación, se describe el factor de emisión por consumo eléctrico según resolución 000642 diciembre 2019 ver tabla 21 y el cálculo por la actividad de consumo eléctrico, Ver tabla 22

**Tabla 19** Fuente Fija Combustión de electricidad

Consumo de Energía Eléctrica	Factor de Emisiones por electricidad KgCO <sub>2</sub> /kWh
	0,346

*Fuente: UPME resolución 000642 diciembre 2019.*

**Tabla 20** Tabla de Cálculo de Factores de Emisión Por Consumo Eléctrico

Potencia en vatios	Numero de Bombillas	KW	Hora de Trabajo día	Consumo KWh/Día	Consumo KWh/Año	Factor de Emisiones por electricidad KgCO <sub>2</sub> /kWh	Kg CO <sub>2</sub> Eqv de Emisiones	Ton CO <sub>2</sub> Eqv de Emisiones
100	3	0,3	6	1,8	657	0,346	227,32	0,227

*Fuente: Autores, 2020.*



CO-SC-CER518726



La granja de la UPC actualmente dentro de su inventario, cuenta con 3 bombillas y cuyo cálculo del factor de emisión es de 0,227 Ton CO2 eqv.

### 6.3.5 Estimación de la Huella de Carbono de la actividad de consumo energético y combustión de la Granja de la universidad popular del Cesar.

A continuación se realiza el resumen de las tabulaciones de las emisiones de CO2 referentes a los factores de emisión con base a la actividad presentada en la granja de la universidad popular del cesar.

*Tabla 21 Estimación de la Huella de Carbono de La Granja de la Universidad Popular del Cesar.*

<b>combustible Líquido</b>	4,840	Ton CO2 Eqv de Emisiones
<b>Consumo Energético</b>	0,227	Ton CO2 Eqv de Emisiones
<b>Total</b>	5,067	Ton CO2 Eqv de Emisiones

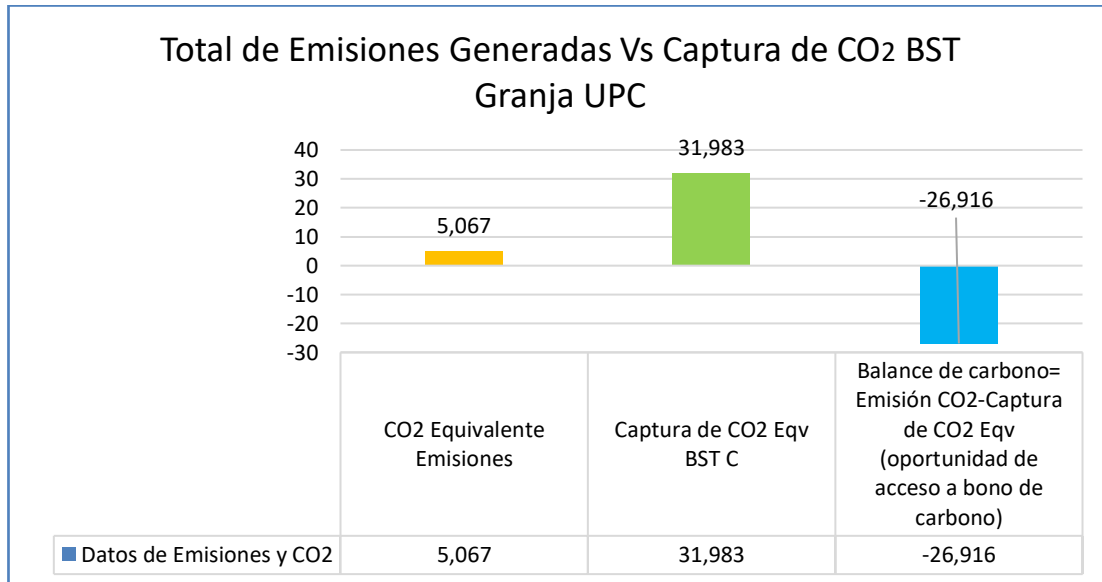
*Fuente: Autores, 2020.*

Las emisiones generadas en la granja de la UPC por fuentes fijas como lo es el consumo de combustible por parte de la motobomba y consumo energético equivalen a 5,067 TonCO<sub>2</sub> eqv, este resultado es bajo debido a la poca presencia de aparatos electrónicos y las pocas horas de uso.

### 6.3.6 Calculo balance de carbono BST zona granja universidad popular del cesar

Para el balance de carbono del BST de la Zona Granja UPC se recopilan los datos de la Biomasa para captura de CO2 y las emisiones totales de las actividades que se presentan en la universidad mostrando como resultado la siguiente gráfica:





**Grafico 4** Total de Emisiones generadas de Co<sub>2</sub> Eqv VS Captación de Co<sub>2</sub> Eqv BST Granja UPC  
Fuente: Autores, 2020

Se Hace énfasis en que el BST de la granja es un bosque intervenido el cual interfiere en el beneficio eco sistémico que este puede brindar en cuanto a las compensaciones de Emisiones de Carbono Equivalente, siendo del 84.16% de Potencial de Servicio Ambiental con una captura de -26,916 TonCO<sub>2</sub>Eqv, teniendo en cuenta que se compara con el 15.84% de las Emisiones totales de la Granja de la Universidad Popular del Cesar las cuales corresponden a 5,067 TonCO<sub>2</sub>Eqv.

#### **Impacto económico-ambiental en el BST de la granja UPC en base a la Captura de CO<sub>2</sub>**

En base a la Resolución número 000009 expedida el 31 de enero de 2020 Por la cual se ajustan las tarifas del Impuesto Nacional a la Gasolina y al ACPM, y del Impuesto Nacional al carbono.

*“El artículo 222 de la Ley 1819 de 2016, teniendo en cuenta las excepciones previstas en los parágrafos 3, 4, 5 y 6 ibídem, estableció una tarifa específica considerando el actor de emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para cada combustible determinado, expresado en unidad de*





Universidad

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

*volumen (kilogramo de CO<sub>2</sub>) por unidad energética (Terajouls) de acuerdo con el volumen o peso del combustible; así: \$15.000 por tonelada de CO<sub>2</sub>” –*

*“Artículo 2º Base gravable y tarifa del Impuesto al carbono. El Impuesto al carbono se liquidará a partir del 1 de febrero de 2020, sobre las bases gravables y conforme con las tarifas relacionadas a continuación: La tarifa corresponderá a diecisiete mil doscientos once pesos (\$17.211) por tonelada de CO<sub>2</sub>”*

**Crédito o bono de Carbono:** Un crédito o bono de carbono es un término comúnmente utilizado para referirse de manera genérica a la unidad de intercambio principal en el mercado de carbono. Cada bono de carbono equivale a una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e) que ha sido reducida o capturada mediante un proyecto de reducción de emisiones o de secuestro/captura de carbono (Finanzas Carbono, noviembre 2010). A los bonos de carbono también se les denomina como reducciones de carbono verificadas.

**Mercado de Carbono:** Los mercados de carbono se crearon en el año 2005 luego de la entrada en vigencia del Protocolo de Kyoto. Un mercado de carbono es el ámbito donde se acuerdan la compra y venta de Derechos de Emisión de GEI y Certificados de Reducción de Emisiones de GEI (Créditos de Carbono). La compra y venta de uno de estos Créditos representan la reducción, captura o emisión evitada de una tonelada métrica (t) de Dióxido de Carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e) (Seeberg Elverfeldt, 2010). Estos mercados hacen parte de los mecanismos para reducir las emisiones de GEI y su principal beneficio es el de compensar las emisiones de GEI producidas por personas, empresas y países (Seeberg Elverfeldt, 2010). La unidad de medida común de los mercados de carbono es el Dióxido de Carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq), para la cual cada Gas de Efecto Invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> o N<sub>2</sub>O, entre otros) tiene un potencial de calentamiento global asignado para que pueda ser convertido a CO<sub>2</sub>e.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



*Tabla 22 Ponderación Económica de pago por servicio ambiental por Bono o Crédito de carbono*

Captura de CO2 Restante	Ton CO2	\$ Peso Ton de CO2	US\$ Dólar Ton de CO2	€\$ Euro Ton CO2
<b>Total de captura de CO2-captura de CO2 (oportunidad de acceso a bono de carbono)</b>	-26,916	17'200	11.1	22.13
<b>Total pago por servicio ambiental bono CO2 o crédito CO2</b>		\$ 465.724 (Pesos Colombianos Año)	US\$ 300,55 (\$ 1.125.710 – Pesos Colombianos Año)	€ 599,21 (\$ 2.672.752,10 – Pesos Colombianos Año)

*Fuente: Autores en base a En base a la Resolución número 000009 expedida el 31 de enero de 2020 - Protocolo No. 1 Mercado de Carbono - Sistema europeo de negociación de CO2*

La importancia del impacto económico ambiental es significativa a pesar de ser un bosque frágil cumple con la función de prestar el servicio ambiental pertinentes teniendo un máximo económico para Colombia de \$ 465.724 pesos anuales

#### **6.4 Estrategia de liderazgo ambiental que permite sostener el BST como medida de control a los GEI.**

La estrategia de liderazgo Ambiental como medida a de control a los GEI se sitúa sobre las siguientes premisas.

#### **Programa de Siembra de Especies Forestales restauración pasiva y Activa**

#### **REPOBLACIONES DE ENRIQUECIMIENTO**

**CONCEPTO:** Introducción de plantas de especies valiosas en bosques naturales.

**TIPOS:** En fajas y En bosquetes

**VENTAJAS:** ambientales (suelo, biodiversidad), especies tolerantes o semi-tolerantes

**INCONVENIENTES:** costos (establecimiento y mantenimiento), uso de fajas por fitófagos silvestres y ganado, problemas de luz.

#### **CONDICIONES DE UTILIZACIÓN**

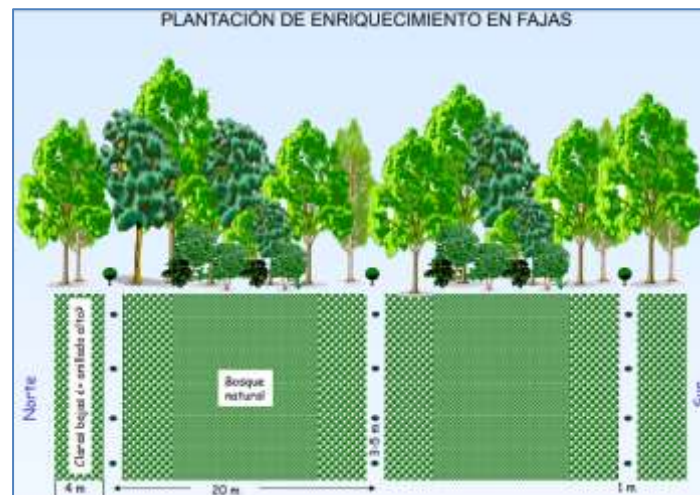




- Del sistema, en general
- De la plantación en fajas
- De la plantación en bosquetes

## PLANTACIÓN DE ENRIQUECIMIENTO EN FAJAS

La plantación de enriquecimiento en fajas consiste en la plantación de árboles de especies comercialmente valiosas procedentes de un vivero forestal o en la siembra directa de sus semillas siguiendo una distribución sistemática, regular y ordenada, en líneas, fajas o grupos dentro del bosque. Dentro del bosque aprovechado se abren fajas, cortando toda la vegetación en un ancho de unos 4m y longitud variable, para plantar allí individuos de especies valiosas.



*Ilustración 1* Modelo de plantación en fajas

*Fuente:* manejo de siembra UPM, Dep. Sistemas y Recursos Naturales 2016

## PLANTACIÓN DE ENRIQUECIMIENTO EN BOSQUETES

Este método consiste en plantar especies en los espacios claros del bosque, donde estos han sido intervenidos y perdido su capacidad y calidad productiva, como consecuencia de las





explotaciones en que fue sometido. La práctica del enriquecimiento en bosque es de bajo costo, fácil implementación y apropiable.



*Ilustración 2 Modelo de plantación en rondas*

*Fuente: manejo de siembra UPM, Dep. Sistemas y Recursos Naturales 2016*

## PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN (SIEMBRA) DE ARBOLES

### Complemento de bosques naturales:

- leña y madera de crecimiento rápido
- madera de calidad

Producen mucho más que los bosques naturales por unidad de superficie. A pesar de ello, deben ser respetuosas tanto con el medio natural como con las poblaciones locales.

Recuperación de terrenos deforestados. Es difícil, tanto por cuestión de suelo y nutrientes como por la fuerte competencia de la vegetación herbácea, los fuegos y las poblaciones locales.

Agrobosques (producción y biodiversidad)





### ASPECTOS A TENER EN CUENTA

- Elección de especie o especies (procedencias). Material de Reproducción Forestal (genética). Adecuación ecológica, temperamento, producción, plagas y enfermedades. Generalmente especies intolerantes.
- Estudio de plantaciones ya existentes.
- Material de Reproducción Forestal (tipo): ¿semilla (dureza), planta raíz desnuda (repicado), planta en envase (tipo de envase), cepitas, estacas o estacones; estacas o estacones defoliados? Micorrizas (pinos).
- Generalmente auto-abastecimiento (viveros locales)
- Sistema de preparación del terreno. Variable, según finalidad.
- Normalmente hoyos. Hormigas corta-hojas (*Atta* sp.)
- Tratamiento de la vegetación pre-existente
- Plantación (inicio época de lluvias)
  - Escardas, quemas controladas

### OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA

- Densidad, espaciamiento: variable. Generalmente 1000-1500 p/ha.
- Turno: variable según especies, normalmente (7) 10-20 años.
- Madera: corta final de unos 45-90 m/ha de diámetro comercial
- Tratamientos (madera):
  - escardas (3 años),
  - relevos cada 5 años, para mantener AB 15-20 m<sup>2</sup> /ha





**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

## ESPECIES PROPUESTA PARA LA SIEMBRA EN PRO A LA REDUCCIÓN DE LOS GEI

### Yaguaro - *Caesalpinia mollis*



*Imagen 18* Especie Yaguaro *Caesalpinia mollis*  
*Fuente: Corpoguajira, 2016*

#### **Características generales:**

Árbol de porte erecto, de especie caducifolia, con una altura de hasta 15 m, hojas bipinnadas de entre 20 y 30cm, con 2 a 3 pinnas de 12 a 16 foliolos ovados por cada una, inflorescencias de 10 a 15 cm de largo, con flores amarilla, el fruto es aplanado, de color café.

#### **Distribución:**

Tiene una distribución discontinua, se le encuentra en Venezuela, Colombia y en la península de Yucatán, México. Crece muy bien en suelos calcáreos.

#### **Usos:**

Los tallos se les utilizan como postes en cercas de potreros y como vigas de techo en construcciones rurales.

#### **Rol en la rehabilitación de tierras:**

Árbol pionero, fijador de nitrógeno, voluntario o inducido, con un periodo de vida entre 15 y 20 años, aportante de residuos leñosos sobre la superficie del suelo.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



Ejerce el papel de tutor para otras especies maderables. Muy valioso como aportante precoz de residuos leñosos sobre la superficie del suelo, habilitando así el terreno para la colonización temprana de organismos solubilizadoras de celulosa y lignina.

### Caranganito - *Senna atomaria*



*Imagen 19 Caranganito - Senna atomaria*  
*Fuente: Corpoguajira, 2016*

#### Características generales:

Árbol de 6 a 12 m de altura, de copa extendida, hojas compuestas, paripinnadas, con 4-6 folíolos de borde liso, las flores se agrupan en inflorescencias terminales, pequeñas de color amarillo vistoso, los frutos son vainas planas indehiscentes de 1cm de ancho por 22-35 cm de longitud.

#### Distribución:

Originaria de América Tropical, se extiende desde México hasta Colombia y Venezuela, incluyendo las Antillas, frecuente en ambientes secos, abiertos, habita en el matorral desértico tropical.

#### Usos:

Planta forrajera, muy consumida por animales en pastoreo.

#### Rol en la rehabilitación de tierras:





**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

Especie arbórea pionera, voluntaria o inducida, fijadora de nitrógeno de rápido crecimiento y función como centro de producción y dispersión de semillas, planta forrajera, buena productora de mucho cuando se defolia.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



## 7. CONCLUSIONES

Dentro del inventario parcelado en las 16,52 Ha del BST a partir de las muestras se registraron 64 especies cuyo valor inventariado fue de 7.090 m<sup>3</sup> siendo el Aromo la especie dominante en dicho inventario con un volumen de 3.88 m<sup>3</sup> y la Especie menos dominante fue el Cañahuate en cuyos parcelamientos se presentó una sola vez como individuo, pero superando el volumen del Chicho el cual fue el de menor aporte en m<sup>3</sup>, aporta 0.135 m<sup>3</sup>.

Al identificar las especies y caracterizar las fuentes fijadoras de carbono del BST se pudo comprobar la existencia de 3 familias (FABACEAE, BIGNONIACEAE, BORAGINACEAE) y especies como: Aromo, Cañahuate, Chicho, Macurutu, Trapillo, Uvito, Zajarito. Así mismo se evidencio que los usos de estas especies dentro del perímetro de la granja de la universidad popular del cesar son para cercos, listones, abono y quema por parte de población externa a la institución.

Se identificó dos fuentes fijas producto de combustión de Gasolina y producto del consumo Eléctrico, en donde se obtuvo una emisión de carbono equivalente de 5,067 CO<sub>2</sub> Eqv. Basados en los Datos del inventario Forestal y aplicando la ecuación se obtuvo una biomasa correspondiente a 63,9659218 Tn/m<sup>3</sup>, dando como resultado la captura de 31,983 TnCO<sub>2</sub>/Ha lo cual contrarrestan el 100% de las emisiones totales de las actividades y persistiendo a un 84,16% de captura de CO<sub>2</sub> BST obteniendo una cantidad a favor de -26,916 TonCO<sub>2</sub>/Ha. Ahora bien, calculado el impacto económico ambiental se estimó el pago del servicio que brinda el BST de la granja de la Universidad Popular del Cesar por bono o crédito de carbono por TnCO<sub>2</sub>/Año equivale a \$ 465.724 Pesos Colombianos teniendo posibilidad de cumplir los requerimientos internacionales, el incentivo económico que corresponde para USA es \$ 1.125.710 pesos colombianos y para fondos Europeos Corresponde a \$ 2.672.752,10.

Finalmente dado al deterioro por la invasión de los habitantes vecinos a la granja de la UPC, se definió la estrategia de liderazgo ambiental, que permitirá sostener el BST como medida de control a los GEI, en la que se propuso el Programa de Siembra de Especies Forestales como





**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

restauración pasiva y activa con especies nativas y de crecimiento rápido, lo cual permitirá la recuperación del BST y aumentar la Biomasa, por ende la captura de CO<sub>2</sub>, la cual es uno de los tanto beneficios ambientales en pro al control a los GEI y Calentamiento Global.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS**

## **8. RECOMENDACIONES**

Se Recomienda la implementación del Programa de Siembra de Especies Forestales restauración pasiva y Activa con especies nativas y de crecimiento rápido.

Se Recomienda a la Universidad popular del Cesar y el Programa de Ingeniería ambiental y sanitaria la promoción y el control del BST como recurso natural y propio de la institución educativa de formación profesional.

Se Recomienda generar barreras vivas y cercamientos perimetrales para evitar las invasiones a los predios de la universidad popular del cesar lo cual genera el deterioro de los beneficios ambientales que posee el BST de la granja de la universidad.

Se recomienda realiza un –inventario Forestal al 100% de todo el BST debido a su alto índice de deterioro e intervención de esta manera podemos aterrizar un valor real de la biomasa persistente, así mismo se recomienda realizar el cálculo exacto de la biomasa en proceso de laboratorio.

Finalmente se Recomienda promover actividades que contribuyan al a investigación de la recuperación de suelo especies forestales y control de emisiones lo cual predominan ante el control de los GEI y Calentamiento Global



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Mendoza, H., Ospina, M., . . . Villarreal, H. (2006). *MANUAL DE MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE INVENTARIOS DE BIODIVERSIDAD*. Bogotá.
- Benavides, H., & León, G. (2007). INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. *IDEAM*.
- Cámara, R., & Díaz, F. (2013). Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fenerófitos y caméfitos.
- Dominguez, A. (2016). ESTIMACIONES DE CAPTURA DE LOS PARQUES Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub> VEHICULAR EN TIJUANA, B.C. *Conciencia Eco*.
- FECOC: [http://www.upme.gov.co/Calculadora\\_Emisiones/aplicacion/calculadora.html](http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html)
- GHG Protocol herramientas para el cálculo de las emisiones a disposición del público. (<http://www.ghgprotocol.org/>)
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). *Analisis y Diseño de Experimento*. Ciudad de Mexico: Segunda edición.
- Humboldt, A. (2014). *Memoria Técnica para la Validación del Mapa de Coberturas de Bosque Seco Tropical en Colombia*. Bogotá.
- IDEAM. (2014). *IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Recuperado el 07 de FEBRERO de 2019, de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>
- J, A. (20 de 08 de 2007). Textos Científicos. Recuperado el 10 de 02 de 2019, de <https://www.textoscientificos.com/node/887>
- IPCC: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>
- Nadler, C., Meza, A., Torres, R., & Jara, A. (2001). *Medición del Carbono Almacenado en los Bosques de la Reserva Nacional Malleco. IX Región Chile*. Valvia.
- OMS. (2016). *Organización Mundial de Meteorología*.





**Universidad**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES  
EL COMPROMISO DE TODOS

Torres , J., Mena , V., & Alvarez, E. (2017). Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín. *Colciencias, 13*.

UNIOVI. (2013). Ya se puede calcular cuánto CO2 absorben los árboles de los bosques gallegos y asturianos. *SINC*.

Velásques, L., & Díaz, B. (2015). Análisis de captura de carbono en seis especies forestales nativas (3 esciofita - 3 heliofitas) plantadas con fines de restauracion en el parque ecológico la Poma (PEP) - Sabana de Bogotá - Colombia. *MUTIS*.



CO-SC-CER518726

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217  
EXT. 1129  
E-mail: [ambiental@unicesar.edu.co](mailto:ambiental@unicesar.edu.co)



## ANEXOS



*Anexo 1. Medición de CAP Inventario BST Granja UPC*  
*Fuente: Autores, 2019*



*Anexo 2 Establecimiento de Parcelas Metodología Gendry Inventario Forestal BST*  
*Fuente: Autores, 2019*



CO-SC-CER518726





**Tabla 23. Cronogramas de Actividades para la estimación de la huella de carbono y captura de CO2 en el BST de la granja de la universidad popular del cesar.**

<b>CRONOGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES</b>					
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>Para desarrollar en el año 2019</b>				
	<b>Tiempo(Meses)</b>				
	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>
<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	■	■	■	■	■
<b>CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES NATIVAS</b>	■	■			
<b>ELABORACION DE FICHA TECNICA DE ESPECIES</b>		■	■		
<b>DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE CO2 CAPTURADO</b>			■	■	
<b>ANALISIS DE RESULTADOS</b>				■	■
<b>ENTREGA DE PROYECTO FINAL</b>					■

Fuente: Autores, 2019.



CO-SC-CER518726



**Tabla 24** Presupuesto para el Proyecto de estimación de la huella de carbono y captura de CO2 en el BST de la granja de la universidad popular del cesar.

ITEM	CONCEPTO	UN	CANT	COSTO MES	TIEMPO (MESES)	VALOR PARCIAL
<b>1</b>	RECURSOS HUMANOS					
<b>1.1</b>	DIRECTOR DEL PROYECTO	GLOBAL	1	\$ 700,000	8	\$ 5.600,000
<b>1.2</b>	ASESOR	GLOBAL	1	\$ 500,000	4	\$ 2.000,000
<b>1.3</b>	TESISTAS	GLOBAL	2	\$ 300,000	8	\$ 4.800,000
<b>1.4</b>	OBREROS	GLOBAL	2	\$ 400,000	1	\$ 800,000
<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$ 13.200,00</b>
<b>2</b>	RECURSOS FISICOS					
<b>2.1</b>	MATERIALES SOCIALIZACION DEL PROYECTO	GLOBAL	1	\$ 400,000	1	\$ 400,00
<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$ 400,00</b>
<b>3</b>	PAPELERIA Y EQUIPO					
<b>3.1</b>	PAPELERIA	GLOBAL	1	\$ 50,000	8	\$ 400,000
<b>3.2</b>	COMPUTADORES	GLOBAL	2	\$ 30,000	8	\$ 480,000
<b>3.3</b>	HERRAMIENTAS DE MEDICION	GLOBAL	2	\$ 20,000	8	\$ 320,000
<b>4</b>	TRANSPORTE	GLOBAL				
<b>4.1</b>	TRANSPORTE	GLOBAL	5	\$ 200,000	8	\$ 8.000,00
<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$ 8.000,00</b>
<b>SUBTOTAL GENERAL</b>						<b>\$ 21.600,00</b>
<b>IMPREVISTOS (10%)</b>						<b>\$ 2.160,00</b>
<b>I.V.A (19%)</b>						<b>\$ 2.160,00</b>
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 25.920,00</b>

Fuente: Autores, 2019.



CO-SC-CER518726