



SEGUNDO INVENTARIO DE REMOCIONES DE CARBONO DE CANTÓN DE HEREDIA 2023 Informe técnico

Elaborado para la Municipalidad de Heredia



Proyecto:

Implementación de la Política de Cambio Climático de la Municipalidad del
Cantón de Heredia

Elaborado por:

El Laboratorio de Análisis Ambiental para la
Municipalidad de Heredia

Noviembre, 2023

Heredia, Costa Rica

MII. Angela Aguilar Vargas
Alcaldesa, Municipalidad de Heredia

M.Sc. José Felix Rojas Marin
Coordinador, LAA-UNA

Grupo técnico encargado del Informe

Lic. David Antonio Carvajal Arroyo

Investigador, LAA-UNA

Colaboradores:

Lic. Pablo Navarro Flores
Bach. Keilyn Elizondo Murillo
Téc. José Felipe Novo Durón
Téc. Andrés Rodríguez Salas
Téc. Mariela Mora Vargas

Grupo colaborador de las instituciones participantes

Lic. Rogers Araya Guerrero

Encargado Gestión Ambiental

Municipalidad de Heredia

Índice de contenido

RESUMEN EJECUTIVO	3
PRESENTACIÓN	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS DEL INVENTARIO	6
2.1 Objetivo general	6
2.2 Objetivos específicos.....	6
3. Metodología.....	6
3.1 Muestreo y planificación	7
3.1.1 Árboles en parques y vías públicas.....	7
3.1.2 Árboles en plantaciones forestales y potreros	8
3.2 Estimación del volumen, biomasa y factores de expansión	10
3.3 Estimación del sumidero de carbono.....	11
3.4 Errores de muestreo y estadística inferencial.....	11
4. Resultados	12
4.1 Abundancia de especies forestales del cantón de Heredia	12
4.2 Sumidero de carbono del cantón de Heredia 2023	13
4.3 Balance de carbono 2020-2023	14
5. CONCLUSIONES	15
6. RECOMENDACIONES.....	16
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
8. ANEXOS	18

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Frecuencia y abundancia de las 20 principales especies presentes en el censo a vías públicas y parques de los distritos de Heredia, Mercedes San Francisco y Ulloa.	13
Cuadro 2. Carbono almacena y dióxido de carbono equivalente capturado en el cantón de Heredia al 2023 según distrito.	14
Cuadro 3. Estadísticos del muestreo realizado en Vara Blanca sobre el carbono total almacenado por hectárea al 2023.	14
Cuadro 4. Dióxido de carbono equivalente capturado en los arboles del catón de Heredia según distrito entre el 2020 y 2023.	15

Índice de Figuras

Figura 1. Medición del DAP para el estudio técnico del inventario forestal de remoción de carbono del cantón de Heredia, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.	8
Figura 2. Diseño de parcela temporal de muestreo usado para el estudio técnico del inventario forestal de remoción de carbono del cantón de Heredia, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.	9
Figura 3. Muestreo en parcelas de 1000 m ² en porteros arbolados del distrito de Vara blanca.	10

Índice de Anexos

Anexo 1. Tabla para recolección de datos de campo en el estudio técnico para el inventario de remoción de carbono del cantón de Heredia; LAA, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.	18
Anexo 2. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los parques y vías públicas del distrito de Heredia, 2023.	19
Anexo 3. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los parques y vías públicas del distrito de Mercedes, 2023.	20
Anexo 4. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los parques y vías públicas del distrito de San Francisco, 2023.	21
Anexo 5. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los parques y vías públicas del distrito de Ulloa, 2023.	22
Anexo 6. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los potreros arbolados del distrito de Vara Blanca, 2023.	23
Anexo 7. Reglas para la medición del DAP, usado para el estudio técnico del inventario de remoción de carbono del cantón de Heredia; LAA, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.	24
Anexo 8. Protocolo taxonómico para la identificación de especies arbóreas, usado para el estudio técnico del inventario de remoción de carbono del cantón de Heredia; LAA, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.	25
Anexo 9. Carbono almacenado en los árboles ubicados en vías publicas y parques de los distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco y Ulloa según especie.	26
Anexo 10. Carbono almacenado en los árboles ubicados en las parcelas de Vara Blanca en pasturas arboladas según especie.	32

RESUMEN EJECUTIVO

El inventario de remociones de gases de efecto invernadero es una iniciativa de la Municipalidad de Heredia que responde a la Política para el Cambio Climático de 2019 de este Cantón, la cual está relacionada a los esfuerzos del Plan Nacional de Descarbonización 2.0 de Costa Rica. La Municipalidad de Heredia en conjunto con la Universidad Nacional han unido esfuerzos para poder cuantificar las remociones de carbono que existen en el cantón mediante el presente inventario 2023 y su línea base en 2020. Las remociones de carbono son realizadas con la cobertura arborea existente en el cantón gracias a la capacidad que poseen las plantas, arbustos y árboles de absorber el dióxido de carbono atmosférico y capturarlo en los diferentes componentes de su biomasa aérea y subterránea.

El inventario de remociones 2023 se realizó en los distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco, Ulloa y Vara Blanca considerando la remoción que realizan los árboles ubicados en vías públicas, parques, plantaciones forestales y pasturas arboladas. El levantamiento de la información consistió en un censo realizado a los árboles ubicados tanto en parques como en vías públicas y un muestreo en plantaciones forestales y pasturas arboladas. En este sentido, en los distritos urbanos (Heredia, Mercedes, San Francisco y Ulloa) se realizó el censo en el que se identificó y midió el total de árboles considerando el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total. Posteriormente se calculó el volumen, se utilizó la densidad específica de la madera de cada especie, los factores de expansión (ramas, raíces y hojas), y la fracción de carbono utilizada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para la estimación de la remoción. En el distrito rural se realizó un muestreo por parcelas de 1000 m² en las pasturas arboladas.

Los resultados del inventario muestran un sumidero de carbono total de 98 579,89 Mg que son equivalentes a 361 459,58 Mg de dióxido de carbono equivalente de los cuales el 99,3 % se encuentra en Vara Blanca en los pastos arbolados. Para el año calendario 2021 (12 meses) la remoción total fue de 79 700,59 Mg de dióxido de carbono equivalente siendo el distrito de Vara Blanca el de mayor aporte a las remociones. Se recomienda establecer parcelas permanentes de muestreo (PPM) dentro del Parque Nacional Braulio Carrillo con el fin de determinar la dinámica de crecimiento dentro del bosque primario.

PRESENTACIÓN

En cumplimiento con la Política para el Cambio Climático del Cantón de Heredia, Costa Rica del 2018 y en particular con la ejecución de los planes de acción y sus compromisos con el país por la mitigación de los efectos del calentamiento global se presenta el presente informe de remociones.

En el informe técnico se describe metodológicamente el cálculo y la estimación del total de carbono removidos de la atmósfera por parte de los árboles ubicados en los distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco, Ulloa y Vara Blanca. Además, se realiza una comparación entre el primer inventario realizado en 2020 y los cambios en el sumidero de carbono.

El inventario de remociones fue realizado por el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, Costa Rica para la Municipalidad de Heredia mediante contrato número 2022LA-000031-0021700001.

Atentamente

Lic. Roger Araya Guerrero
Gestor Ambiental
Municipalidad de Heredia
Tel: 2277-6750

Lic. David Antonio Carvajal Arroyo
Ingeniero en Ciencias Forestales
Laboratorio de Análisis Ambiental
Tel: 2277-3515/7155-6263

1. INTRODUCCIÓN

En las ciudades, como en los demás sitios donde haya árboles su presencia genera múltiples beneficios. No obstante, en sitios urbanos estos servicios son más valoradas ante la escasez de estructuras u organismos, que además de brindar sombra, sean capaces de reducir la temperatura y que ofrezcan soporte, abrigo y alimento a las aves, insectos y a otros seres vivos. Pero también, los árboles son capaces de limpiar el aire contaminado, al absorber el dióxido de carbono y de ofrecer a nuestras calles la opción de mejorar la infiltración, con sus raíces o de embellecer los paisajes, con sus flores ([Cercas-Pérez, 2021](#); [De La Rosa-Estrada, 2023](#)). Y si hace falta, podrían aportar madera para leña, construcción, papel o cartón.

Hoy en día, en grandes ciudades al componente forestal se le concede mayor protagonismo, son parte de los planes de urbanismo y se les reconoce también su papel en el balance de carbono, principalmente por su capacidad para absorberlo (remoción), a través de procesos fisiológicos como el crecimiento y la acumulación de biomasa en los seres vivos ([Briones, 2021](#); [Bolaños-Calderón, 2023](#)). El carbono se almacena en los tejidos orgánicos, de manera que es retirado de la atmósfera, siempre que haya crecimiento. Otras cantidades menores de carbono forestal también son fijadas principalmente en la biomasa subterránea (raíces), el carbono en el suelo y la materia orgánica asociada con la cobertura forestal ([Martínez-Catano, 2019](#)). No obstante, este beneficio ambiental se revierte en el momento en que la cubierta forestal desaparece por causas como deforestación, incendios, urbanismo, labranza de tierras, entre otras actividades humanas ([Delgado et al., 2019](#); [García-García et al., 2019](#)). El crecimiento urbano, económico e industrial de las ciudades, son sin duda, la mayor fuente de presión para que ocurran pérdidas del remanente de árboles y se vea reducida su capacidad limpiar y embellecer el ambiente.

Corresponde a las autoridades administrativas del estado, implementar políticas y actividades que garanticen mejoras en el componente arbóreo de sus ciudades, así como en la ciudadanía general, recae la obligación de velar por que su entorno ambiental mejore, producto de las acciones propias y los deberes de las autoridades correspondientes. Conocer y medir el componente arbóreo, así como cuantificar y reportar su capacidad productiva, permite tomar mejores

decisiones sobre el manejo y mejores alternativas ambientales, que deben aplicarse para el crecimiento armonioso de las ciudades ([Gobierno de Costa Rica, 2020](#)).

La municipalidad de Heredia, como gobierno local, tiene el encargo del fortalecer el desarrollo del componente forestal de la ciudad, por lo que ha dispuesto acciones para estudiarlo, caracterizarlo y gestionarlo. Una de las labores emprendidas corresponde con la implementación de un estudio técnico para el inventario de remoción de carbono, preparado para el cantón de Heredia. En 2020 se estableció la línea base sobre las remociones de carbono en el cantón con un sumidero de 33 370,31 Mg (toneladas) de carbono total que son equivalentes a 122 357,8 Mg de dióxido de carbono equivalente ([Rodríguez, 2020](#)).

2. OBJETIVOS DEL INVENTARIO

2.1 Objetivo general

El objetivo general del presente informe técnico fue la estimación de la capacidad de remoción de dióxido de carbono atmosférico por parte de la cobertura arborea en el cantón de Heredia durante el 2023 con el fin de comparar la remoción con el inventario de emisiones del cantón.

2.2 Objetivos específicos

1. Cuantificar la biomasa y el carbono almacenado en las diferentes especies arbóreas según los distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco, Ulloa y Vara Blanca al 2023.
2. Generar un balance de carbono desde el 2020 hasta el 2023 para la estimación de la capacidad de remoción de los árboles ubicados en distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco, Ulloa y Vara Blanca.

3. Metodología

El inventario de remoción de carbono para el cantón de Heredia es un estudio técnico de carácter forestal, cuyo propósito es calcular la capacidad de fijar y almacenar dióxido de carbono que tiene el componente arbóreo bajo afectación del municipio de este cantón. Es un estudio que constó básicamente de tres fases principales.

3.1 Muestreo y planificación

La planificación del inventario consistió en la elaboración de un censo forestal para todos los árboles con un diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm ubicados en los distritos urbano, es decir, en Heredia, Mercedes, San Francisco y Ulloa. Estos árboles fueron los localizados en parques y vías públicas. Por su parte, en los distritos urbanos (Vara Blanca) se realizó un muestreo en el área de pasturas arboladas (sistemas silvopastoriles) dentro de los límites del distrito. Las visitas a los parques, vías públicas y fincas de potrero se realizaron entre julio y noviembre de 2023. Para el levantamiento se utilizaron formularios de campo en los que se registraron diariamente los datos (**Anexo 1**).

3.1.1 Árboles en parques y vías públicas

Para el levantamiento de información todas las vías de acceso públicas fueron recorridas en busca de árboles, arbustos y palmas que cumplieran con los parámetros requeridos para ser medidos (diámetro, altura y ubicación). Sistemáticamente se recorrió los barrios, alamedas y urbanizaciones. Además, se visitaron aquellos parques y sitios públicos abiertos (sin mallas perimetrales) y algunos otros sitios cerrados, donde hubo coincidencias con el mantenimiento o bien porque los encargados de llaves se encontraron en el sitio, durante los recorridos de campo (**Figura 1**).



Figura 1. Medición del DAP para el estudio técnico del inventario forestal de remoción de carbono del cantón de Heredia, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.

Los recorridos se hicieron más eficientes recurriendo al uso de herramientas de mapeo digital de bajo costo, de fácil uso y acceso. Combinando software de sistemas de información geográfica (SIG), con los datos geográficos de (<https://ubica-herediasig.opendata.arcgis.com/>), colgado en el sitio web de la Municipalidad. Con los datos colectados diariamente en el GPS, se creó mapas digitales navegables en formato pdf que fueron utilizados con la aplicación móvil de *Avenza Maps* para el distrito de Heredia (**Anexo 2**), Mercedes (**Anexo 3**), San Francisco (**Anexo 4**) y Ulloa (**Anexo 5**).

3.1.2 Árboles en plantaciones forestales y potreros

En el distrito rural de Vara Blanca se realizó un recorrido previo para determinar la presencia y distribución del área de potreros arbolados y plantación forestal. Este primer acercamiento determinó que en el distrito no hay plantaciones forestales, sin embargo, si se ubicaron grandes áreas de potrero con árboles dispersos. Para el levantamiento de esta información se realizó un muestreo mediante parcelas temporales. Los puntos de ubicación de las parcelas fueron los mismos que se utilizaron en el inventario de remociones 2020 (Rodríguez, 2020).

La cobertura de pasto con árboles tampoco es abundante siempre, sin embargo, se pudo establecer 14 parcelas para este uso del suelo. La parcela fue de forma rectangular y sus dimensiones son 20 x 50 metros. La delimitación en campo de la parcela se realizó usando balizas o estacas, que se ubicarán a los 10 metros en el ancho y a los 25 metros en el largo de la parcela. El ancho de la parcela se orientó de este a oeste y el largo de norte a sur (**Figura 2**). Cuando las condiciones del sitio no permitieron esta orientación, se ajustó y se indicó en la libreta de campo de tal variación. En el caso de parcelas ubicadas en sitios con algún grado de pendiente, se aplicaron factores de corrección por pendiente. Se evaluó todos los árboles cuyo diámetro medido a 1,3 m sobre el nivel del suelo, superó los 10 cm. Se identificaron los árboles a nivel de especie, se midió el diámetro y también la altura total. Se grabó el punto central de la parcela con el GPS y se generó un mapa de ubicación (**Anexo 6**).

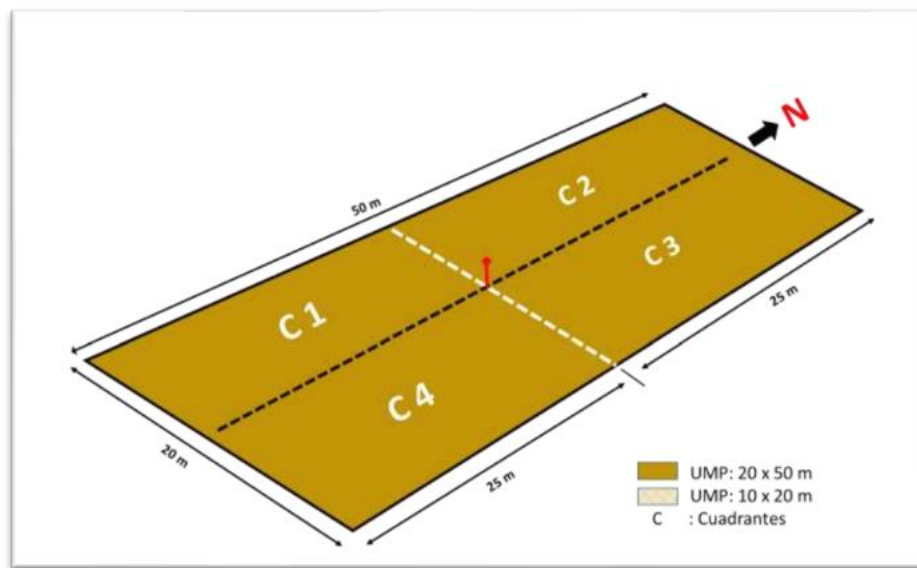


Figura 2. Diseño de parcela temporal de muestreo usado para el estudio técnico del inventario forestal de remoción de carbono del cantón de Heredia, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.

El proceso de medición, identificación y anotación de datos en las parcelas se inició recorriendo el sitio de Sur a Norte, comenzando en la esquina Suroeste. Se empezó por el Cuadrante 1, (C1) y moviéndose dentro de la parcela en el sentido de las manecillas del reloj, para recorrer los siguientes cuadrantes (C2, C3, C4). Esto permite que se pueda reubicar o comprobar en el campo,

de forma más rápida y precisa con los datos de campo, aun cuando sea una parcela temporal (**Figura 3**).

Tanto en Vara Blanca como en los distritos urbanos el DAP se tomó reglas de medición empleadas en el Inventario Forestal Nacional ([SIREFOR, 2014](#)) considerando los escenarios posibles del estado de los árboles (**Anexo 7**) mientras que para la identificación se contó con la participación de expertos en la determinación de especies y el protocolo de identificación de especies descrito en el **Anexo 8**.



Figura 3. Muestreo en parcelas de 1000 m² en porteros arbolados del distrito de Vara blanca.

3.2 Estimación del volumen, biomasa y factores de expansión

Para la estimación del volumen de cada árbol tanto en el censo como en el muestreo en vara Blanca se empleó la **Formula 1** en donde se consideró el DAP en metros a 1,30 m de altura de cada eje encontrado y un factor de forma por conicidad de 0,5.

$$\text{Formula 1: } \text{Volumen} = \text{DAP}^2 \times \text{Ht} \times \frac{\pi}{4} \times 0,5$$

Donde:

Volt es igual al volumen total del árbol, DAP es el diámetro a la altura del pecho, Ht es igual a la altura total y 0,5 el factor de forma.

Posterior al cálculo del volumen se realizó el cálculo de la biomasa para lo cual se utilizó la densidad específica en Mg por metro cubico de cada una de las especies obtenidas de la base de datos del GlobAllome Tree's wood density database (<https://n9.cl/36qa7>) y para aquellas especies no contenidas en la misma o que sólo fue posible determinar el género, se utilizó información de Tree Functional Attributes and Ecological database del ICRAF (<https://n9.cl/5ittc>). Para las especies que no registraron valores de densidad específica de la madera se procedió a utilizar un valor de 0,5 g/cm³ que es recomendado por el IPCC.

Para el calculo de la biomasa radical, de ramas y hojas se utilizó un factor de expansión de biomasa de 1,6 que es el resultado del promedio de los valores que se encuentran entre la categoría de 11-120 cm sugerido en la pagina 61 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

3.3 Estimación del sumidero de carbono

El sumidero de carbono se calculo con base a la biomasa total obtenida luego de aplicar el factor de expansión y una fracción de carbono de 0,5 recomendada por el IPCC. En el caso del censo la cuantificación fue total sin ningún tipo de inferencia estadística, sin embargo, en el caso de Vara Blanca donde se realizo un muestreo se estableció como población un área de pasturas arboladas de 3 094 hectáreas sobre las cuales se realizó la proyección del carbono almacenado. En efecto se realizo una sumatoria de carbono de cada árbol dentro de la parcela de 1 000 m² que luego fue extrapolado a hectárea multiplicando por 10.

3.4 Errores de muestreo y estadística inferencial

En Vara Blanca se realizo un muestro de parcelas al azar a las cuales se les realizó un análisis estadístico con una significancia de 0,01. El análisis consistió en el calculo de los estadísticos necesarios para determinar el error de muestreo del carbono total para cada una de las parcelas. Para esto se obtiene el n (tamaño de la muestra), X (media poblacional), Desviación estándar, S2

(Varianza), CV% (Coeficiente de variación), y Sx (error típico o estándar). A partir de este último dato se establece un nivel de confianza $1-\alpha$ (95%) y se busca el valor de t-Student ($t_{0.01}$) para los grados de libertad ($n-1=13$). El error de muestreo absoluto $t(Sx)$ se obtiene del producto de $Sx \times t_{0.01}$. Por último, el error de muestreo relativo en E% se obtiene dividiendo $(t(Sx) / X) \times 100$. Se establecen intervalos de confianza aplicando a la media poblacional (X) un $\pm t(Sx)$ lo que nos dice: existe una probabilidad del 90 % de que el carbono promedio verdadero para toda la población se encuentre en un rango de E% respecto a la media muestral, es decir, entre los intervalos $X-Sx$ a $X+Sx$.

4. Resultados

4.1 Abundancia de especies forestales del cantón de Heredia

Los resultados del censo mostraron que en las vías públicas y parques del cantón de Heredia hay 4 335 individuos distribuidos en 198 especies, 150 géneros y 32 familias (**Anexo 4**). Las especies con mayor abundancia fueron la palma real (*Roystonea regia*), palma de manila (*Adonidia merrillii*), el roble sabana (*Tabebuia rosea*), el laurel de la India (*Ficus benjamina*), el lorito (*Cojoba arborea*) y el vainillo (*Tecoma stans*). Estas seis especies que representan el menos del 3% del total de especies abarcan el 34 % del total de individuos presentes en los distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco y Ulloa (**Cuadro 1**).

La familia con mayor predominio en los parques es la Fabaceae (20,4 %) seguida por las Mirtáceae (9 %), Arecaceae (4,5 %), Moraceae (4,5 %), Bignonaceae (4 %), Anacardiaceae (4 %) y Malvaceae (4 %). Estas siete especies representan el 50,2 % del total de los individuos presentes en los distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco y Ulloa conteniendo la mayoría del carbono almacenado.

Cuadro 1. Frecuencia y abundancia de las 20 principales especies presentes en el censo a vías públicas y parques de los distritos de Heredia, Mercedes San Francisco y Ulloa.

Especie	Individuos	Porcentaje	Especie	Individuos	Porcentaje
<i>Roystonea regia</i>	388	9%	<i>Trichilia havanensis</i>	117	3%
<i>Adonidia merrillii</i>	379	9%	<i>Psidium guajava</i>	116	3%
<i>Tabebuia rosea</i>	252	6%	<i>Persea americana</i>	115	3%
<i>Ficus benjamina</i>	173	4%	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	104	2%
<i>Cojoba arborea</i>	143	3%	<i>Callistemon lanceolatus</i>	93	2%
<i>Tecoma stans</i>	143	3%	<i>Terminalia catappa</i>	91	2%
<i>Mangifera indica</i>	139	3%	<i>Bauhinia purpurea</i>	81	2%
<i>Casuarina equisetifolia</i>	136	3%	<i>Cocos nucifera</i>	66	2%
<i>Diphysa americana</i>	126	3%	<i>Spathodea campanulata</i>	64	1%
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	121	3%	<i>Cupresus lucitanica</i>	63	1%

Con respecto al muestreo realizado en el distrito de Vara Blanca en las 14 parcelas la cantidad total de individuos fue de 279 distribuidos en 29 especies, 27 géneros y 25 familias. La mayoría de los individuos fueron de las especies *Miconia dolichopoda* (33 %), *Drimys granadensis* (18 %), *Vochysia guatemalensis* (14 %) y *Saurauia montana* (10 %). En conjunto estas cuatro especies abarcaron 207 individuos que representan el 74 % de total de individuos presentes en el muestreo de pasturas arboladas del distrito de Vara Blanca. El restante 26 % de individuos registrados fueron de las especies *Vismia baccifera*, *Cecropia peltata*, *Alzatea verticilata*, *Cupresusu lucitanica*, entre otras (**Anexo 2**).

4.2 Sumidero de carbono del cantón de Heredia 2023

El carbono total almacenado (sumidero) en el cantón de Heredia en el 2023, incluyendo todos sus distritos, es de 98 579,89 Mg que son equivalentes a 361 459,58 Mg de dióxido de carbono equivalente de los cuales el 99,3 % se encuentra en Vara Blanca en los pastos arbolados (**Cuadro 2**). El valor promedio de carbono por hectárea obtenido en Vara Blanca fue de 31,61 Mg/ha las cuales fueron inferidas a las 3 094 hectáreas que hay en todo el distrito. El error porcentual de muestreo fue de 30,57 % mientras que el coeficiente de variación fue de 84,7 % (**Cuadro 3**). Los valores de carbono por especie, volumen y cantidad de individuos ubicados en los distritos urbanos se describen en el **Anexo 9** mientras que los ubicados en el distrito rural se describen en el **Anexo 10**.

Cuadro 2. Carbono almacenado y dióxido de carbono fijado en el cantón de Heredia al 2023 según distrito.

Distrito	Árboles	Carbono (Mg)	CO _{2eq} (Mg)
Heredia	678	215,64	790,67
Mercedes	1 099	171,10	627,35
San Francisco	1 379	159,13	583,48
Ulloa	1 179	245,53	900,29
Vara Blanca	616 590	97 788,49	358 557,79
Total	620 925	98 579,89	361 459,58

Cuadro 3. Estadísticos del muestreo realizado en Vara Blanca sobre el carbono total almacenado por hectárea al 2023.

Estadístico	Resultado	Unidades
Muestra	1,4	Hectáreas
Población	3 094	Hectáreas
Media	31,61	Mg/ha
Desviación estándar	26,77	Mg/ha
Error típico	7,15	Mg/ha
T-student	1,35	-
Error estándar	9,66	-
Error porcentual	30,57	%
Coefficiente de Variación	84,70	%

4.3 Balance de carbono 2020-2023

El inventario de línea base realizado en el 2020 señala un sumidero de carbono en el cantón de Heredia de 33 370 toneladas (Mg) de carbono fijado en los árboles ubicados en vías públicas, parque y pasturas arboladas las cuales son equivalentes a 122 357,8 Mg de dióxido de carbono. Para el 2023 los resultados del inventario muestran una fijación de 361 459,58 Mg de CO_{2eq} lo cual quiere decir que entre el 2020 y el 2023 la cobertura forestal removi6 de la atmosfera 79 700,59 Mg de CO_{2eq} por a6o (**Cuadro 4**).

Cuadro 4. Dióxido de carbono equivalente en megagramos (toneladas) capturado en los árboles del cantón de Heredia según distrito entre el 2020 y 2023.

Distrito	Dióxido de carbono equivalente (Mg)		
	2020	2023	Remoción neta anual
Heredia	392,00	790,67	132,89
Mercedes	502,80	627,35	41,52
San Francisco	224,20	583,48	119,76
Ulloa	828,50	900,29	23,93
Vara Blanca	120 410,30	358 557,79	79 382,50
Total	122 357,80	361 459,58	79 700,59

Este valor de 79 700,59 Mg de CO_{2eq} puede ser utilizado como el valor de remoción para el 2021, 2022 y 2023. De esta manera al analizar el inventario de emisiones del 2021 ([Municipalidad de Heredia, 2023](#)) cuyo valor de emisión fue de 355 930,73 Mg de CO_{2eq} y las remociones generadas en 2021 se obtiene un balance de carbono de 276 230,14 Mg de CO_{2eq}.

5. CONCLUSIONES

- En los parques y vías públicas de los distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco y Ulloa existen 4 335 individuos entre árboles, arbustos y palmas distribuidos en 198 especies, 150 géneros y 32 familias siendo las especies con mayor abundancia la palma real (*Roystonea regia*), palma de manila (*Adonidia merrillii*), el roble sabana (*Tabebuia rosea*), el laurel de la India (*Ficus benjamina*), el lorito (*Cojoba arborea*) y el vainillo (*Tecoma stans*).
- La proyección de árboles dentro de las 3 094 ha de pasturas en el distrito de Vara Blanca es de 616 590 distribuidos en 29 especies, 27 géneros y 25 familias. El 74 % de los individuos fueron de las especies *Miconia dolichopoda* (33 %), *Drimys granadensis* (18 %), *Vochysia guatemalensis* (14 %) y *Saurauia montana* (10 %).
- El dióxido de carbono equivalente fijado durante el 2023 por la cobertura forestal del cantón de Heredia es 79 700,59 Mg (toneladas) distribuidos en 620 925 árboles, arbustos y palmas siendo el distrito de Vara Blanca el mayor sumidero del cantón.

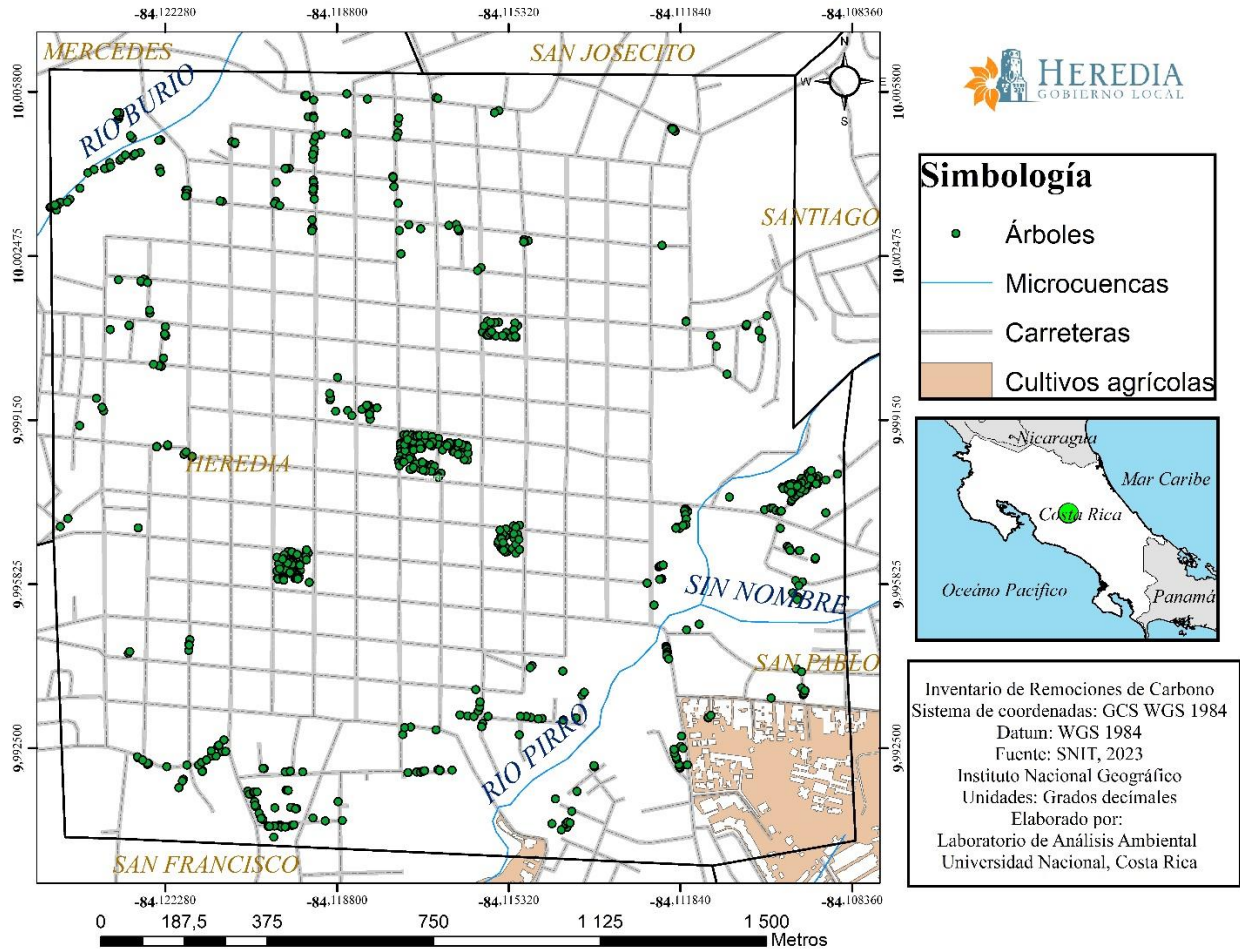
6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda incentivar a los propietarios de fincas dentro del cantón de Vara Blanca a continuar incorporando árboles como parte de su sistema productivo con el fin de mantener y aumentar el sumidero de carbono que representan los sistemas silvopastoriles en este distrito.
- En los distritos urbanos del cantón de Heredia se recomienda una campaña siembra de árboles anuales, así como capacitación a los vecinos sobre el mantenimiento y cuidado de las especies forestales plantadas en estas zonas públicas.
- Se recomienda en futuros inventarios establecer parcelas permanentes de muestreo (PPM) dentro del Parque Nacional Braulio Carrillo con el fin de determinar la dinámica de crecimiento dentro del bosque primario y la tasa de absorción de la composición florística.

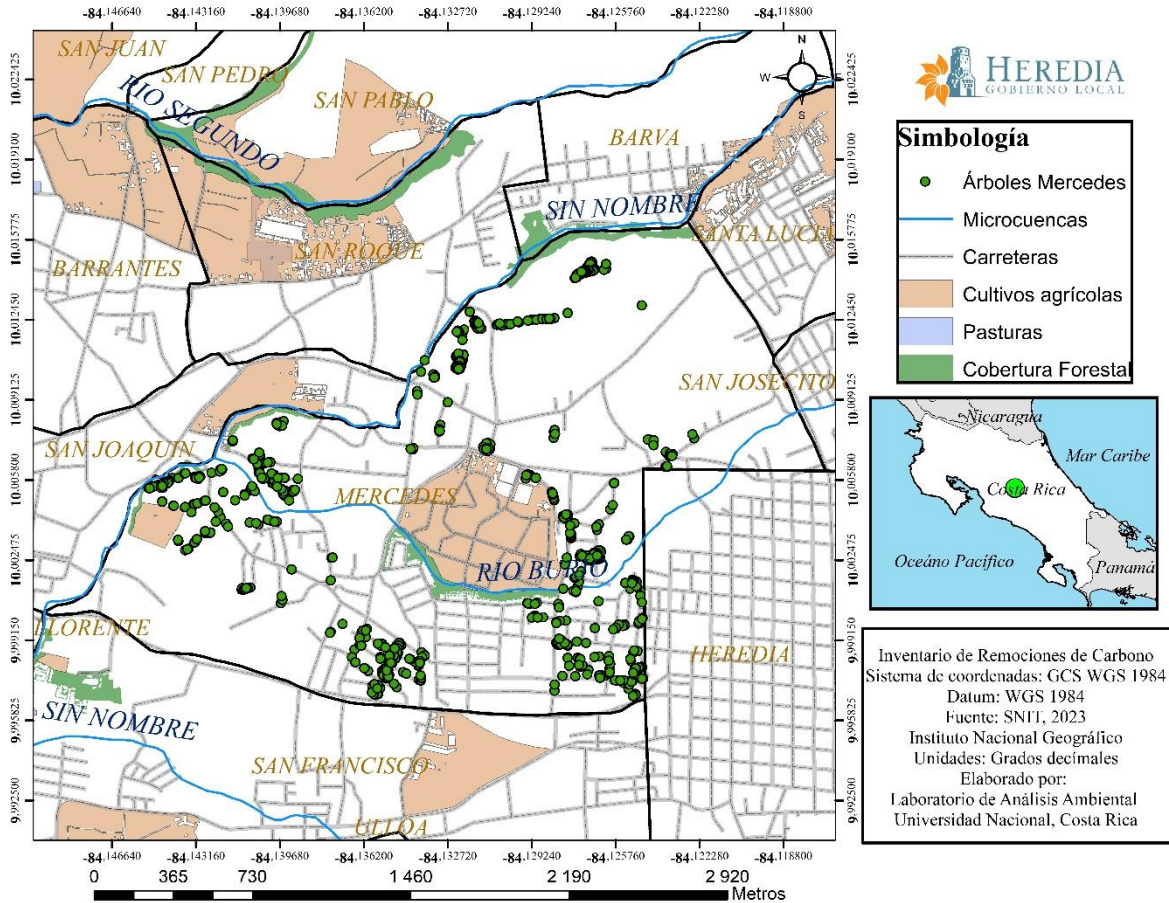
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolaños-Calderón, W. (2022). Valores de referencia de biomasa aérea para la vegetación arbórea urbana y periurbana, Heredia, Costa Rica. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional, Costa Rica].
- Briones, Q. J. M. (2023). Secuestro del dióxido de carbono (CO₂) y la producción de oxígeno (O₂) de las especies forestales en los parques públicos del Sector 1 del distrito de Santa Anita.
- Cercas-Pérez, J. F. (2021). Servicios ecosistémicos y gobernanza del arbolado urbano en San José, Costa Rica. [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza].
- Delgado, I. R., Iglesias, H. I. P., y Batista, R. M. G. (2023). Variaciones del contenido de materia orgánica en el suelo y su relación con algunas propiedades Físicas y Químicas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 126-133.
- De la Rosa-Estrada, M. I. (2023). Evaluación de los servicios ecosistémicos de regulación en parques del municipio de Monterrey [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León].
- García-García, D. A., García-Mosqueda, G. E., Quiroz, D. C., Castillo-Reyes, F., Sáenz-Reyes, J. T., & Muñoz-Flores, H. J. (2019). Deforestación y degradación de ecosistemas boreales, causas y efectos. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 15(2), 49-58.
- Gobierno de Costa Rica (2020). Plan Nacional de Descarbonización, 2018-2050. Avances 2019. San José: Gobierno de Costa Rica.
- Martínez-Cataño, A. F. (2019). Estimación de la captura de carbono y evaluación del riesgo del bosque urbano del Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria.
- Municipalidad de Heredia. (2023). Tercer Inventario De Emisiones De Gases De Efecto Invernadero Del Cantón De Heredia 2021.
- Rodríguez, J. (2020). Estudio técnico para el inventario de remoción de carbono en el cantón de Heredia. Informe Final. Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional.

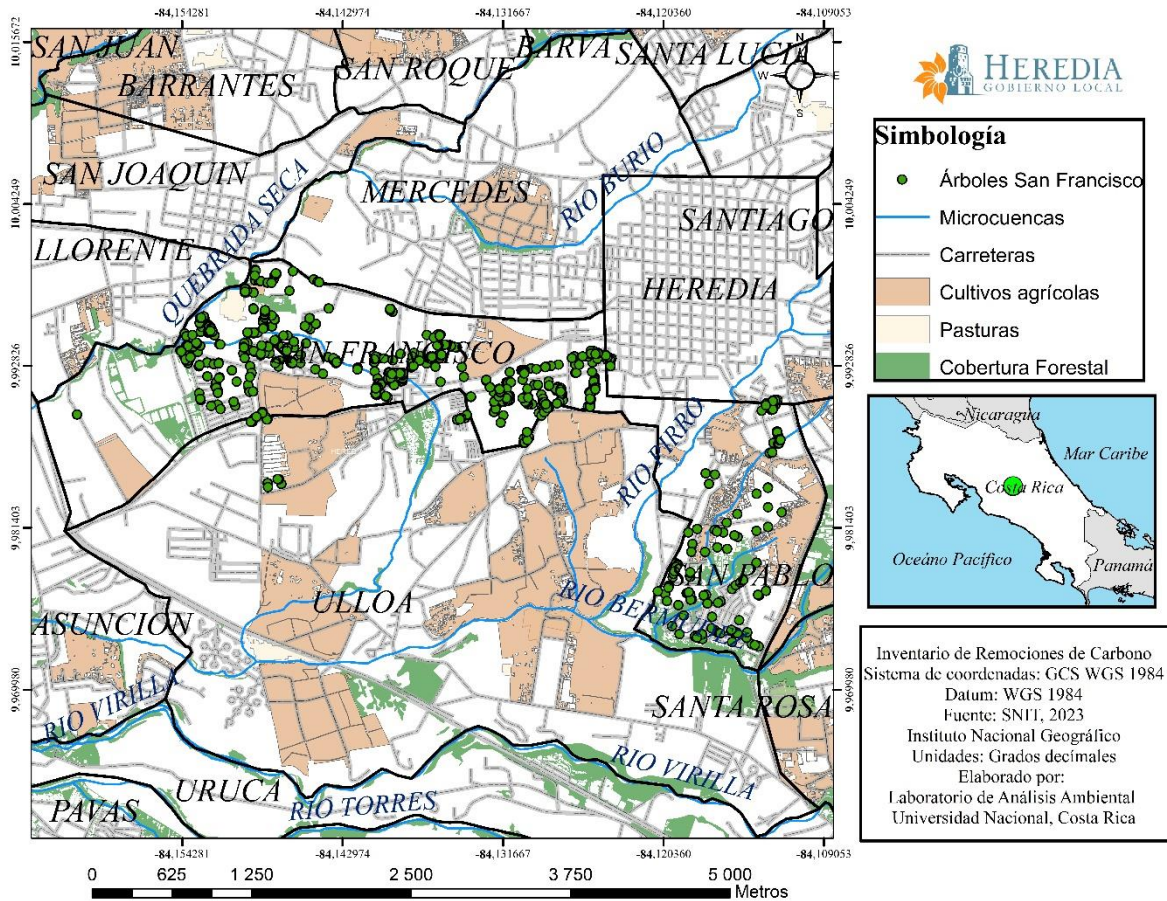
Anexo 2. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los parques y vías públicas del distrito de Heredia, 2023.



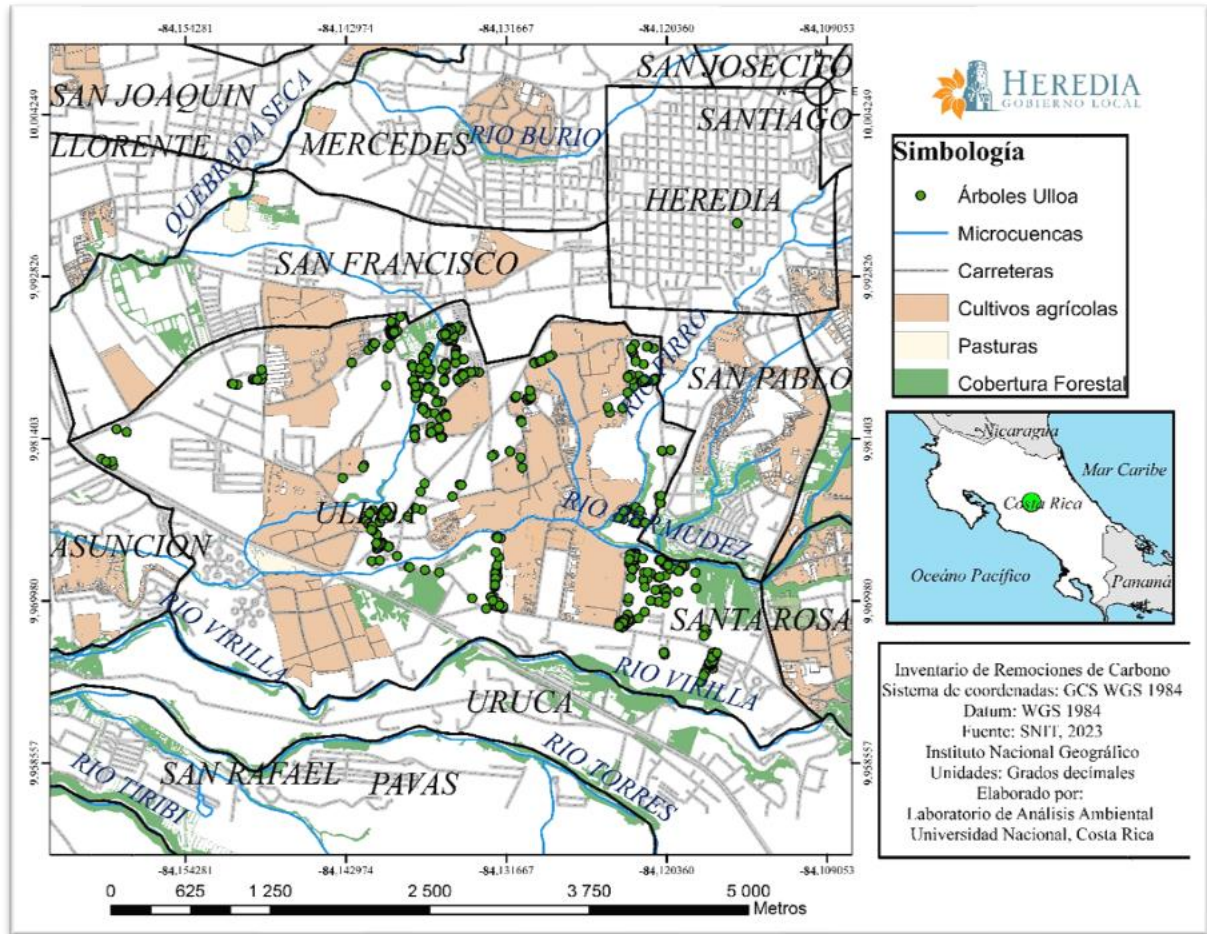
Anexo 3. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los parques y vías públicas del distrito de Mercedes, 2023.



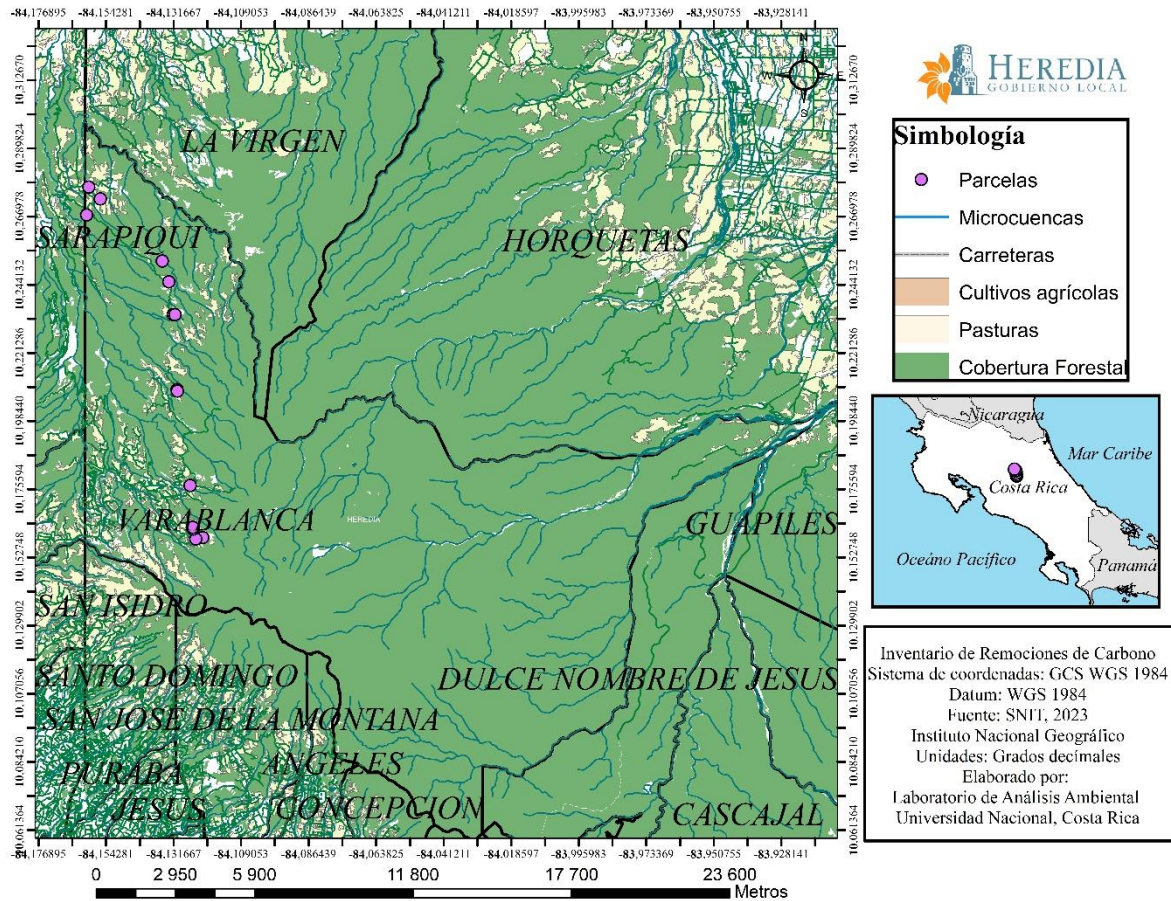
Anexo 4. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los parques y vías públicas del distrito de San Francisco, 2023.







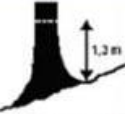


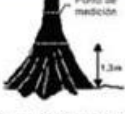

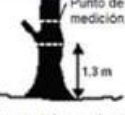

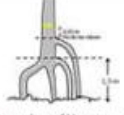
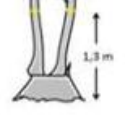
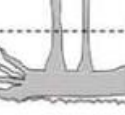
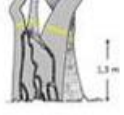
Anexo 5. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los parques y vías públicas del distrito de Ulloa, 2023.



Anexo 6. Mapa de ubicación de los árboles presentes en los potreros arbolados del distrito de Vara Blanca, 2023.



Anexo 7. Reglas para la medición del DAP, usado para el estudio técnico del inventario de remoción de carbono del cantón de Heredia; LAA, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.

 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol vertical en terreno plano: el dap se mide a 1,30 m de la base.</p>	 <p>1,3 m</p> <p>Árbol inclinado en terreno inclinado: el dap se mide arriba de la pendiente, a 1,30 m de la base.</p>	 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol inclinado en terreno inclinado: el dap se mide arriba de la pendiente, a 1,30 m de la base.</p>
 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol inclinado en terreno plano: el dap se mide por el lado de la inclinación a 1,30 m de la base.</p>	 <p>1,3 m</p> <p>Árbol vertical en terreno inclinado: el dap se mide a 1,30 m de la base, arriba de la pendiente.</p>	 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol bifurcado sobre 1,30 m: medir dap a 1,30 m.</p>
 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol bifurcado a o sobre 1,30 m: medir dap de cada eje 20 cm por arriba de la bifurcación.</p>	 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol con gambas sobre 1,30 m: el dap se mide 20 cm por encima del final de la gamba.</p>	 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol con protuberancia a 1,30 m: el dap se mide 20 cm por encima del final de la protuberancia.</p>
 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol con protuberancia y rama a 1,30 m: el dap se mide 20 cm por encima del final de la protuberancia.</p>	 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Palma con raíces zancudas sobre 1,30 m: el dap se mide 20 cm por encima del final de las raíces.</p>	 <p>Punto de medición</p> <p>1,3 m</p> <p>Árbol con raíces fúlcreas a 1,30 m: el dap se mide 20 cm arriba de donde terminan las raíces fúlcreas.</p>
 <p>1,3 m</p> <p>Tocón con rebrotes: el dap de cada rebrote se mide a 1,30 m.</p>	 <p>1,3 m</p> <p>Árbol caído con rebrotes: el diámetro de cada eje se mide a 1,30 m desde el suelo.</p>	 <p>1,3 m</p> <p>Arboles agrupados: se mide el dap de cada individuo. El punto de medición debe seguir las reglas anteriores.</p>

Anexo 8. Protocolo taxonómico para la identificación de especies arbóreas, usado para el estudio técnico del inventario de remoción de carbono del cantón de Heredia; LAA, Universidad Nacional, Heredia. Noviembre del 2023.

Etapas	Acciones	Desarrollo
1	Identificación de especies	Se requiere de un profesional calificado en taxonomía o dendrología. Con experiencia en el área geográfica estudiada. Conocimiento necesarios que rigen principios y métodos de la sistemática de plantas.
2	No se puede identificar en campo	Recoger muestra de herbario (testigo). El material recolectado debe llevar un proceso de estudio. La muestra debe depositarse en un herbario o colección de referencia.
3	No es posible coleccionar muestra	Identificar características de hojas del árbol, con ayuda de binoculares u hojas caídas Recomendable tomar fotografías de tronco y hojas.
4	Imposibilidad de recolección (altura)	Marcar los individuos en campo con cinta topográfica. Permite su respectiva ubicación y monitoreo posterior. Recolección por un especialista.
5	Grupos taxonómicos complejos	Grupos como Melastomataceae, Lauraceae, Lecythidaceae, etc., Difíciles de identificar certeramente, recoger muestras. Laboratorio someter a estudio detallado con material de herbario
6	Individuos que no se identifican a nivel de género o morfoespecie	El material a nivel de género o morfoespecie, se deben enumerar las diferentes especies o morfoespecies como; si es a nivel de género Inga sp. 1, si es morfoespecie sp.1. Esto permite que se cuantifique la correcta diversidad de especie en parcela, sitio o región. Se recomienda se aplique a nivel de la parcela y no en otra parcela distinta (aunque sea la misma region). Es preferible la redundancia dentro de una parcela o parcelas diferentes.
9	Preparación de muestras	Seguir los procedimientos estándares de recolección de muestras de herbario Las muestras deben ser preservadas con alcohol del 95% diluido en agua a un 75% (tres cuartas partes de alcohol y uno de agua) Se recomienda anotar el número o código del árbol tanto en el periódico como en la libreta En caso de mucha lluvia se aceptan las muestras en bolsas plásticas especiales y se cierra de forma hermética El periódico debe quedar húmedo
10	Equipo del dendrólogo	Se debe tener impreso y en digital la lista maestra de las especies arbóreas de Costa Rica Binoculares contra agua, podadoras de extensión para árboles, podadoras de mano, maletín para almacenar y transportar muestras, libreta de campo, marcadores, bolsas plásticas y alcohol

Anexo 9. Carbono almacenado en los árboles ubicados en vías públicas y parques de los distritos de Heredia, Mercedes, San Francisco y Ulloa según especie.

Especie	n	Altura promedio (m)	Volumen promedio (m ³)	Densidad específica Mg/m ³	Carbono (Mg)	CO _{2eq} (Mg)
<i>Acaciella angustissima</i>	2	7,00	0,50	0,50	0,40	1,46
<i>Acnistus arborescens</i>	2	4,70	0,02	0,50	0,02	0,07
<i>Adonidia merrillii</i>	379	2,17	0,03	0,56	4,60	16,86
<i>Aiouea montana</i>	3	6,33	0,17	0,47	0,19	0,71
<i>Albizia adinocephala</i>	3	6,00	0,09	0,54	0,12	0,44
<i>Anacardium</i>	1	2,00	0,04	0,45	0,02	0,06
<i>Anacardium occidentale</i>	6	3,33	0,05	0,50	0,11	0,41
<i>Andira inermis</i>	4	6,88	0,62	0,62	1,23	4,50
<i>Annona muricata</i>	42	4,60	0,10	0,40	1,28	4,71
Araliaceae	1	2,50	0,01	0,43	0,00	0,02
<i>Araucaria cunninghamii</i>	9	9,11	0,44	0,45	1,42	5,19
<i>Ardisia revoluta</i>	1	6,00	0,12	0,62	0,06	0,21
<i>Artocarpus altilis</i>	1	10,00	0,69	0,50	0,28	1,02
<i>Astronium graveolens</i>	4	4,18	0,06	0,74	0,15	0,56
<i>Averrhoa carambola</i>	1	4,00	0,16	0,58	0,07	0,27
<i>Bauhinia purpurea</i>	81	4,10	0,20	0,72	9,33	34,22
<i>Bocconia frutescens</i>	1	5,40	0,15	0,50	0,06	0,22
<i>Bombax ceiba</i>	4	5,70	0,50	0,31	0,50	1,83
<i>Bougainvillea glabra</i>	1	2,00	0,02	0,56	0,01	0,03
<i>Brugmansia arborea</i>	1	2,50	0,02	0,50	0,01	0,03
<i>Bunchosia nitida</i>	1	3,00	0,04	0,70	0,02	0,09
<i>Bursera simaruba</i>	2	4,00	0,12	0,34	0,06	0,24
<i>Byrsonima crassifolia</i>	4	4,50	0,09	0,59	0,18	0,65
<i>Calliandra haematocephala</i>	1	3,50	0,06	0,82	0,04	0,14
<i>Callistemon lanceolatus</i>	22	6,30	0,41	0,80	5,74	21,05
<i>Callistemon lanceolatus</i>	93	3,52	0,19	0,80	11,17	40,96
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	1	14,00	1,13	0,73	0,66	2,42
<i>Cananga odorata</i>	2	4,50	0,11	0,33	0,06	0,21
<i>Carica papaya</i>	8	3,19	0,02	0,19	0,03	0,11
<i>Caryota mitis</i>	4	2,65	0,06	0,50	0,09	0,34
<i>Cascabela thevetia</i>	5	3,80	0,06	0,50	0,12	0,43

Cassia fistula	19	4,95	0,21	0,81	2,55	9,34
Cassia grandis	9	5,33	0,29	0,74	1,53	5,63
Cassia javanica	3	4,67	0,13	0,62	0,20	0,72
Casuarina equisetifolia	136	12,65	1,33	0,81	116,97	428,89
Cecropia peltata	6	7,58	0,15	0,30	0,22	0,80
Cedrela odorata	49	10,18	1,76	0,41	28,11	103,07
Ceiba pentandra	2	3,65	0,19	0,23	0,07	0,26
Ceiba pentandra	1	3,50	0,03	0,23	0,01	0,02
Cestrum racemosum	8	3,44	0,05	0,50	0,15	0,56
Chrysophyllum cainito	2	10,50	1,05	0,74	1,24	4,54
Citharexylum donnell-smithii	39	4,39	0,10	0,70	2,16	7,92
Citharexylum sp.	1	6,50	0,18	0,50	0,07	0,26
Citrus lemon	23	2,45	0,06	0,50	0,58	2,12
Citrus reticulata	1	3,50	0,02	0,50	0,01	0,03
Citrus sinensis	3	2,50	0,03	0,50	0,04	0,13
Citrus aurantium	1	3,50	0,02	0,50	0,01	0,03
Clitoria glaberrima	3	5,17	0,33	0,50	0,40	1,46
Clusia sp.	2	2,50	0,06	0,67	0,07	0,25
Coccoloba caracasana	1	3,00	0,03	0,43	0,01	0,04
Coccoloba uvifera	1	4,00	0,11	0,70	0,06	0,23
Cochlospermum vitifolium	1	12,00	0,23	0,50	0,09	0,33
Cocoloba sp.	1	3,10	0,07	0,70	0,04	0,15
Cocos nucifera	66	4,02	0,10	0,62	3,87	14,18
Cojoba arborea	143	6,62	0,63	0,70	63,94	234,46
Cordia eriostigma	7	4,71	0,29	0,51	0,84	3,07
Cordia panamensis	3	3,83	0,06	0,51	0,08	0,29
Crescentia cujete	1	5,00	0,03	0,50	0,01	0,05
Croton draco	14	5,29	0,17	0,52	0,98	3,59
Cupressus lusitanica	63	5,07	0,29	0,39	5,13	18,82
Dalbergia retusa	3	3,50	0,06	0,80	0,12	0,45
Delonix regia	25	5,90	0,83	0,58	9,64	35,36
Dendropanax sp.	5	8,40	0,32	0,52	0,67	2,46
Desconocido	9	4,44	0,19	0,50	0,67	2,46
Dilodendron elegans	4	7,25	1,03	0,50	1,64	6,03
Diphysa americana	126	7,08	0,56	0,98	55,30	202,77

<i>Dracaena fragrans</i>	2	4,25	0,02	0,50	0,02	0,07
<i>Dracaena sp.</i>	15	3,27	0,08	0,50	0,46	1,67
<i>Dypsis lutescens</i>	63	3,95	0,03	0,56	0,94	3,46
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	21	7,97	3,29	0,40	22,10	81,02
<i>Eriobotrya japonica</i>	16	3,50	0,06	0,88	0,71	2,59
<i>Erythrina fusca</i>	1	11,00	8,27	0,30	1,97	7,23
<i>Erythrina poeppigiana</i>	20	8,61	3,11	0,31	15,16	55,60
<i>Eucaliptus sp.</i>	25	8,24	0,75	0,80	12,00	44,00
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1	10,00	0,47	0,72	0,27	0,99
<i>Eucalyptus deglupta</i>	5	8,50	0,69	0,45	1,24	4,56
<i>Eucalyptus globulus</i>	1	4,00	0,02	0,72	0,01	0,04
<i>Eucalyptus saligna</i>	1	17,00	1,92	0,80	1,23	4,52
<i>Eucalyptus sinerea</i>	2	5,00	0,24	0,80	0,31	1,12
<i>Eugenia uniflora</i>	1	2,50	0,01	0,83	0,01	0,03
<i>Euphorbia cotinifolia</i>	8	3,88	0,05	0,47	0,15	0,54
<i>Euphorbia grantii</i>	1	3,00	0,02	0,47	0,01	0,02
<i>Euphorbia sp.</i>	1	7,00	0,03	0,47	0,01	0,04
<i>Euphorbia tirucalli</i>	1	6,00	0,25	0,51	0,10	0,37
Fabaceae	1	12,00	1,91	0,50	0,76	2,80
Fabaceae	1	4,00	0,39	0,50	0,15	0,56
<i>Ficus benjamina</i>	173	4,42	0,75	0,47	49,26	180,61
<i>Ficus costaricana</i>	14	8,28	1,92	0,39	8,39	30,77
<i>Ficus cotinifolia</i>	3	4,50	0,19	0,32	0,15	0,54
<i>Ficus elastica</i>	1	2,00	0,05	0,41	0,02	0,07
<i>Ficus insipida</i>	1	10,00	2,29	0,62	1,13	4,15
<i>Ficus jimenezii</i>	32	8,02	3,13	0,41	32,96	120,87
<i>Ficus pertusa</i>	6	6,83	1,51	0,42	3,05	11,18
<i>Ficus sp.</i>	37	8,40	2,68	0,41	32,67	119,78
<i>Flacourtia indica</i>	1	4,00	0,06	0,50	0,02	0,09
<i>Fraxinus uhdei</i>	1	3,50	0,18	0,55	0,08	0,28
<i>Gliricidia sepium</i>	55	6,05	0,26	0,64	7,33	26,89
<i>Gmelina arborea</i>	1	6,00	0,66	0,34	0,18	0,66
<i>Grevillea robusta</i>	3	5,33	0,42	0,52	0,53	1,95
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	3,50	0,03	0,56	0,01	0,04
<i>Hamelia patens</i>	1	2,00	0,01	0,50	0,00	0,01

<i>Hampea appendiculata</i>	1	3,50	0,16	0,25	0,03	0,12
<i>Handroanthus guayacan</i>	2	6,50	0,99	0,85	1,35	4,94
<i>Handroanthus ochraceus</i>	48	4,31	0,07	0,78	2,09	7,68
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	8	3,69	0,03	0,45	0,09	0,35
<i>Hymenaea courbaril</i>	6	8,25	0,59	0,79	2,25	8,24
<i>Inga edulis</i>	3	4,67	0,21	0,59	0,29	1,07
<i>Inga sp.</i>	14	5,29	0,32	0,58	2,05	7,51
<i>Inga vera</i>	1	4,00	0,05	0,58	0,02	0,09
<i>Lochroma arborescens</i>	62	3,59	0,05	0,50	1,33	4,88
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	121	6,10	0,36	0,49	17,17	62,96
<i>Jatropha curcas</i>	10	3,35	0,08	0,17	0,11	0,39
<i>Juglans pyriformis</i>	26	8,07	0,60	0,49	6,05	22,19
<i>Juglans regia</i>	1	6,00	0,62	0,55	0,28	1,01
<i>Lafoensia puniceifolia</i>	2	5,50	0,12	0,72	0,13	0,49
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	10	4,10	0,17	0,60	0,83	3,05
<i>Leucaena leucocephala</i>	3	6,00	0,33	0,76	0,60	2,19
<i>Licania sp.</i>	2	5,25	0,12	0,81	0,15	0,55
<i>Lonchocarpus felipei</i>	2	3,50	0,02	0,74	0,02	0,07
<i>Magnolia grandiflora</i>	1	10,00	0,59	0,48	0,23	0,83
<i>Malpighia emarginata</i>	3	2,67	0,04	0,50	0,05	0,17
<i>Malpighia glabra</i>	4	2,50	0,04	0,50	0,06	0,21
<i>Mangifera indica</i>	139	4,51	0,27	0,54	16,58	60,79
<i>Mauria heterophylla</i>	1	6,00	1,42	0,31	0,35	1,29
<i>Melicococcus bijugatus</i>	1	4,00	0,16	0,98	0,13	0,46
<i>Morinda citrifolia</i>	1	1,80	0,01	0,26	0,00	0,01
<i>Moringa oleifera</i>	10	3,00	0,04	0,26	0,09	0,32
<i>Muntingia calabura</i>	4	6,50	0,40	0,30	0,38	1,41
<i>Murraya paniculata</i>	1	3,00	0,03	0,88	0,02	0,08
<i>Myrcia splendens</i>	1	6,00	0,18	0,80	0,11	0,42
<i>Myrcianthes fragrans</i>	5	8,60	0,83	0,69	2,28	8,36
Myrtaceae	2	3,00	0,02	0,50	0,02	0,07
<i>Opuntia sp.</i>	4	2,50	0,07	0,30	0,07	0,24
<i>Oreopanax spp.</i>	2	3,50	0,07	0,51	0,05	0,20
<i>Pachira aquatica</i>	2	9,75	0,53	0,38	0,32	1,17
<i>Parkinsonia aculeata</i>	1	2,00	0,04	0,60	0,02	0,06

<i>Persea americana</i>	115	5,66	0,22	0,60	11,91	43,65
<i>Persea caerulea</i>	8	5,44	0,13	0,39	0,32	1,18
<i>Persea sp.</i>	1	3,00	0,02	0,50	0,01	0,03
<i>Phoenix roebelenii</i>	42	1,91	0,01	0,50	0,22	0,79
<i>Pimenta dioica</i>	4	2,63	0,03	0,96	0,09	0,34
<i>Pinus caribaea</i>	5	12,00	0,76	0,56	1,70	6,22
<i>Platymiscium parviflorum</i>	6	5,08	0,05	0,68	0,15	0,56
<i>Pluchea carolinensis</i>	1	4,00	0,10	0,50	0,04	0,15
<i>Plumeria rubra</i>	7	3,93	0,08	0,50	0,22	0,80
<i>Podocarpus costaricensis</i>	3	3,00	0,05	0,55	0,07	0,26
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	1	4,00	0,20	0,55	0,09	0,33
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1	10,30	0,54	0,50	0,21	0,79
<i>Psidium cattleianum</i>	2	3,40	0,04	0,81	0,05	0,19
<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	104	3,66	0,08	0,81	5,19	19,02
<i>Psidium guajava</i>	116	3,54	0,07	0,81	5,55	20,36
<i>Rhaphiolepis bibas</i>	11	2,45	0,05	0,50	0,21	0,76
<i>Rhipsalis sp.</i>	4	2,63	0,50	0,50	0,80	2,94
<i>Roupala montana</i>	3	11,33	1,51	0,77	2,78	10,20
<i>Roystonea regia</i>	388	6,28	0,34	0,40	42,16	154,58
<i>Roystonea regia</i>	5	4,80	0,06	0,40	0,09	0,34
<i>Samanea saman</i>	11	8,05	0,71	0,80	5,01	18,38
<i>Sambucus canadensis</i>	2	1,90	0,05	0,44	0,03	0,12
<i>Sandoricum koetjape</i>	1	3,00	0,13	0,50	0,05	0,19
<i>Sapindus saponaria</i>	2	5,50	0,23	0,80	0,29	1,06
<i>Sapium glandulosum</i>	5	9,00	0,29	0,42	0,48	1,77
<i>Schefflera rodriguesiana</i>	5	3,04	0,03	0,43	0,06	0,21
<i>Schinus terebinthifolius</i>	11	4,32	0,11	0,82	0,80	2,93
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	12,00	2,64	0,35	0,73	2,68
<i>Selenicereus undatus</i>	1	2,70	0,17	0,50	0,07	0,26
<i>Senna multijuga</i>	2	5,00	0,50	0,58	0,47	1,72
<i>Senna papillosa</i>	2	4,75	0,18	0,62	0,17	0,64
<i>Senna reticulata</i>	10	3,40	0,09	0,45	0,31	1,14
<i>Senna siamea</i>	8	10,66	0,72	0,65	3,00	11,00
<i>Senna spectabilis</i>	6	5,42	0,24	0,65	0,74	2,71
<i>Senna spp.</i>	2	5,00	0,33	0,62	0,33	1,20

Simarouba amara	7	5,14	0,27	0,45	0,68	2,50
Simarouba glauca	1	3,50	0,04	0,41	0,01	0,05
Solanum sp.	10	3,38	0,10	0,41	0,33	1,22
Spathodea campanulata	64	9,50	1,30	0,22	14,61	53,57
Spondias mombin	1	4,00	0,08	0,36	0,02	0,08
Spondias purpurea	27	5,07	0,44	0,35	3,34	12,26
Swietenia macrophylla	17	7,65	0,41	0,55	3,06	11,21
Syzygium borbonicum	7	3,29	0,09	0,65	0,34	1,25
Syzygium jambos	6	5,75	0,21	0,70	0,70	2,58
Syzygium malaccense	6	5,08	0,08	0,52	0,21	0,76
Syzygium paniculatum	18	3,34	0,07	0,62	0,61	2,23
Tabebuia rosea	252	7,00	0,60	0,48	58,04	212,80
Tabernaemontana donnell-smithii	13	4,18	0,09	0,45	0,44	1,62
Tecoma stans	143	3,98	0,13	0,47	6,86	25,16
Tectona grandis	2	7,25	0,24	0,60	0,23	0,84
Terminalia catappa	91	4,18	0,13	0,59	5,77	21,15
Terminalia catappa	62	3,61	0,11	0,59	3,19	11,70
Theobroma cacao	1	4,00	0,05	0,42	0,02	0,07
Thevetia peruviana	7	4,14	0,14	0,50	0,38	1,39
Thouinidium decandrum	2	3,50	0,03	0,67	0,03	0,12
Trema micranthum	1	2,50	0,03	0,32	0,01	0,03
Trichilia havanensis	117	4,62	0,19	0,63	11,44	41,95
Washingtonia robusta	6	2,25	0,13	0,50	0,31	1,15
Yucca guatemalensis	37	3,32	0,20	0,30	1,74	6,38
Zanthoxylum rhoifolium	1	6,00	0,16	0,57	0,07	0,27
Zanthoxylum spp.	1	1,80	0,01	0,57	0,01	0,02
Zygia longifolia	47	5,07	0,38	0,71	10,01	36,72
Total general/Promedio	4335	5,31	0,43	0,57	791,40	2901,79

Anexo 10. Carbono almacenado en los árboles ubicados en las parcelas de Vara Blanca en pasturas arboladas según especie.

Especie	n	Altura promedio (m)	Volumen promedio (m ³)	Densidad específica Mg/m ³	Carbono (Mg)	CO _{2eq} (Mg)
<i>Alzatea verticillata</i>	4	9,75	0,88	0,50	1,41	5,16
<i>Brunellia costaricensis</i>	1	10,00	0,92	0,35	0,26	0,94
<i>Cecropia peltata</i>	9	12,78	0,27	0,30	0,59	2,15
<i>Citharexylum macradenium</i>	1	7,00	0,23	0,66	0,12	0,44
<i>Clethra mexicana</i>	2	5,50	0,04	0,55	0,03	0,13
<i>Clusia sp,</i>	3	4,50	0,05	0,67	0,09	0,32
<i>Cupressus lusitanica</i>	4	14,63	2,78	0,39	3,47	12,71
Desconocido	1	1,50	0,54	0,50	0,21	0,79
<i>Drimys granadensis</i>	50	8,69	0,65	0,40	10,35	37,95
<i>Erythrina sp,</i>	5	8,82	0,64	0,31	0,78	2,86
<i>Ficus macbridei</i>	2	7,25	0,05	0,41	0,03	0,11
<i>Ficus spp,</i>	1	9,00	2,86	0,41	0,94	3,46
<i>Guatteria</i>	1	5,50	0,05	0,56	0,02	0,09
<i>Gyminda tonduzii</i>	2	8,75	0,84	0,50	0,67	2,45
<i>Hieronyma oblonga</i>	2	8,40	1,46	0,60	1,41	5,17
<i>Inga spp,</i>	1	8,00	0,07	0,50	0,03	0,10
Lauraceae	1	5,00	0,04	0,50	0,02	0,06
<i>Magnolia poasana</i>	1	13,00	1,37	0,45	0,49	1,81
<i>Miconia dolichopoda</i>	92	7,37	0,17	0,62	7,65	28,05
<i>Myrsine coriacea</i>	1	4,50	0,02	0,70	0,01	0,04
<i>Palicourea adusta</i>	2	5,75	0,04	0,56	0,03	0,12
<i>Sapium allenii</i>	4	14,13	2,28	0,41	3,02	11,09
<i>Saurauia montana</i>	27	6,81	0,11	0,40	0,92	3,36
<i>Styrax argenteus</i>	1	14,00	4,06	0,42	1,37	5,04
<i>Viburnum costaricanum</i>	1	8,00	0,31	0,63	0,16	0,57
<i>Vismia baccifera</i>	16	9,28	0,14	0,43	0,76	2,78
<i>Vochysia guatemalensis</i>	38	12,45	0,47	0,35	4,96	18,20
<i>Weinmannia</i>	2	7,50	0,12	0,63	0,13	0,46
<i>Zinowiewia integerrima</i>	4	11,28	2,70	0,50	4,32	15,82
Total general	279	8,82	0,45	0,48	44,25	162,24