

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL COMO SUMIDERO DE CARBONO DEL HUMEDAL EL
CHARCO-OASIS EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL
META



HAIDER STIVEN VASQUEZ PARRA
NICOLAS CRUZ MOSQUERA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO
2024

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL COMO SUMIDERO DE CARBONO DEL HUMEDAL EL
CHARCO-OASIS EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL
META

HAIDER STIVEN VASQUEZ PARRA
NICOLAS CRUZ MOSQUERA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero ambiental

Director:

Mg. DIEGO ANDREY CORTES NARANJO
Máster en Gestión Sostenible y Tecnologías del Agua

Codirector:

Esp. MARTHA JULIETH HERRERA PEÑA
Especialista en Gerencia Integral de los sistemas de calidad, los riesgos laborales y el medio
ambiente
Maestrante en Gestión Ambiental y Energética en las Organizaciones

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2024

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O. P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGUO, O. P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O. P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Rodrigo GARCÍA JARA, O. P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. WILLIAM PEÑARANDA ZÁRATE

Decano de la Facultad Ingeniería Ambiental

Agradecimientos

Agradecemos a el director de trabajo Diego Andrey Cortes Naranjo ya que fue parte fundamental para esta pasantía, por la gestión realizada y el tiempo dedicado en solucionar nuestras dudas con sus conocimientos basados en la experiencia como profesional y como persona.

A nuestra codirectora Martha Herrera por siempre brindarnos apoyo en el desarrollo de la pasantía y estar pendiente a cualquier solicitud realizada por nosotros.

A el ingeniero forestal Jorge Cruz por brindarnos el apoyo en la identificación de las especies y familias de árboles leñosos y palmas y brindarnos consejos para el desarrollo del trabajo.

A nuestros padres por el apoyo tanto económico como emocional durante estos 4 meses de pasantía.

A la universidad Santo Tomas Seccional Villavicencio por los conocimientos dados en tan hermoso templo del saber.

Contenido

	Pág.
Resumen	12
Abstract.....	13
Introducción.....	14
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo general.....	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
2. Antecedentes	17
3. Marco teórico	19
4. Metodología.....	22
4.1 Fase 1. Obtención de la información preliminar.....	22
4.1.1 Zona de estudio	22
4.1.2 Fase de campo.....	22
4.2 Fase 2. Estimación de la fijación de carbono.....	23
4.2.1 Cálculo de biomasa respecto a los depósitos de carbono	23
4.2.2 Estimación de la captura de carbono	24
4.3 Fase 3. Análisis de la importancia familiar y el aporte a la fijación del carbono	25
4.3.1 Determinar las especies vegetales más importantes	25
4.3.2 Determinación del aporte en la fijación de carbono	26
5. Análisis y discusión de resultados.....	27
5.1 Caracterización de especies	27
5.2 Biomasa total	33
5.2.1 Biomasa total por zonas	33
5.2.2 Biomasa total por familias	38
5.3 Fijación de carbono.....	42
5.3.1 Fijación de carbono por zona.....	42
5.3.2 Fijación de carbono por familia	46
5.3.3 Fijación de carbono por especies	50

5.4	Índice de importancia familiar (IVIF).....	53
5.4.1	Diversidad relativa familiar (DvRFi).....	53
5.4.2	Abundancia relativa familiar (ARFi).....	54
5.4.3	Dominancia relativa familiar (DoRFi).....	54
5.5	Aporte del humedal El Charco-Oasis con la fijación de carbono.....	56
6.	Impacto social y humanístico	58
	Conclusiones.....	59
	Recomendaciones	60
	Referencias bibliográficas	61
	Anexos	67

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Número de zonas y áreas de cada zona.....	27
Tabla 2. Dimensión y punto cardinal de los transectos.....	28
Tabla 3. Densidad de la madera de las especies leñosos y palmas registradas en campo	30
Tabla 4. Clasificación por tipo de vegetación registradas por cada zona determinada del Humedal El Charco - Oasis.	32
Tabla 5. Familias y especies identificadas del Humedal El Charco – Oasis.	32
Tabla 6. Clasificación de la biomasa aérea, subterránea, total y promedio por las zonas establecidas del humedal El Charco – Oasis.	34
Tabla 7. Promedio biomasa total, desviación estándar y coeficiente de variación presente en las zonas determinadas del humedal El Charco.	35
Tabla 8. Biomasa aérea, subterránea y total por zona establecida del humedal El Charco-Oasis.	37
Tabla 9. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de la biomasa total por familias presentes en el humedal El Charco – Oasis.	39
Tabla 10. Promedio de la biomasa total por familia identificada del humedal El Charco-Oasis.	41
Tabla 11. <i>Promedio de la fijación de carbono presente en las zonas determinadas en el humedal El Charco-Oasis.</i>	43
Tabla 12. Promedio de captura de carbono (kg) por zona establecida del humedal El Charco-Oasis.	45
Tabla 13. Promedio de la captura de carbono, desviación estándar y coeficiente de variación por familias identificadas en el humedal El Charco-Oasis, según la ecuación de Brown.	47
Tabla 14. Promedio de captura de carbono (kg) por familia registrada del humedal El Charco-Oasis, según la ecuación ajustada.	48
Tabla 15. Distribución de la fijación de carbono promedio y total por especie identificada en el humedal El Charco-Oasis.	50
Tabla 16. Captura de carbono promedio y total por especie identificada del humedal El Charco-Oasis.....	52
Tabla 17. Captura de carbono del humedal Coroncoro y Aguas claras.	57

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Diagrama de la metodología.....	26
Figura 2. Delimitación del contorno del humedal El Charco - Oasis.	27
Figura 3. Transectos establecidos en campo en base al método de Gentry en el humedal El Charco – Oasis.....	28
Figura 4. Distribución de las especies leñosos y palmas registradas en el humedal El Charco – Oasis.....	29
Figura 5. Especies del tipo de vegetación leñosa registradas en el humedal El Charco-Oasis. ..	31
Figura 6. Registro fotográfico de las especies de palmas del humedal El Charco-Oasis.	31
Figura 7. Biomasa total distribuida en las zonas determinadas en el humedal El Charco-Oasis.	34
Figura 8. Biomasa total (ton) por zona establecido del humedal El Charco-Oasis.	36
Figura 9. Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa total (kg) de los individuos por zona.	38
Figura 10. Biomasa total por familias identificadas en el humedal El Charco-Oasis.	39
Figura 11. Biomasa total (kg) por familias identificadas del humedal El Charco-Oasis.....	40
Figura 12. Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa total (kg) de los individuos registrados por familia.	42
Figura 13. Fijación de carbono por las zonas determinadas en el humedal El Charco-Oasis.	43
Figura 14. Fijación de carbono (ton C) por zona establecida del humedal El Charco-Oasis.	44
Figura 15. Diagrama de cajas y bigotes de la captura de carbono (kg) de los individuos por zona	45
Figura 16. Distribución de la captura de carbono total por las familias identificadas en el humedal El Charco-Oasis, según la ecuación de Brown.....	46
Figura 17. Captura de carbono (kg) por familias registradas del humedal El Charco-Oasis, según la ecuación ajustada.	48
Figura 18. Diagrama de cajas y bigotes de la captura de carbono (kg) de los individuos registrados por familia del humedal El Charco-Oasis	49
Figura 19. Diversidad relativa familiar en los 5 transectos realizados en el humedal el Charco-Oasis.....	53

Figura 20. Abundancia relativa familiar en los 5 transectos realizados en el humedal el Charco-Oasis.....	54
Figura 21. Dominancia relativa familiar en los 5 transectos realizados en el humedal el Charco-Oasis.....	55
Figura 22. Índice de importancia familiar en los 5 transectos realizados en el humedal el Charco-Oasis.....	56

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Captura de carbono y biomasa de la zona 1 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).	67
Anexo 2. Captura de carbono y biomasa de la zona 2 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).	69
Anexo 3. Captura de carbono y biomasa de la zona 3 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).	70
Anexo 4. Captura de carbono y biomasa de la zona 4 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).	71
Anexo 5. Captura de carbono y biomasa de la zona 5 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).	72
Anexo 6. Captura de carbono y biomasa de la zona 1 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.....	73
Anexo 7. Captura de carbono y biomasa de la zona 2 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.....	75
Anexo 8. Captura de carbono y biomasa de la zona 3 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.....	76
Anexo 9. Captura de carbono y biomasa de la zona 4 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.....	77
Anexo 10. Captura de carbono y biomasa de la zona 5 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.	78
Anexo 11. Estimación del Índice de Importancia Familiar (IVif) para el humedal El Charco.	79
Anexo 12. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 1 establecido en el humedal El Charco.....	80
Anexo 13. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 2 establecido en el humedal El Charco.....	80
Anexo 14. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 3 establecido en el humedal El Charco.....	81

Anexo 15. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 4 establecido en el humedal El Charco.....	81
Anexo 16. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 5 establecido en el humedal El Charco.....	82

Resumen

En el presente estudio se evaluó la fijación de carbono efectuado por medio de las 15 especies leñosas integradas por *Schefflera morototoni*, *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis*, *Trema micrantha*, *Bauhinia variegata*, *Cassia grandis*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Laurus nobilis*, *Miconia albicans*, *Guarea guidonia*, *Ficus insípida*, *Myrcianthes leucoxyla*, *Virola koschnyi*, *Calycophyllum multiflorum*, *Cupania americana* y 3 de tipos de palmas conformadas por la especie *Euterpe precatoria*, *Socratea exorrhiza* y *Mauritia flexuosa*, pertenecientes al humedal El Charco-Oasis. En este se caracterizó la vegetación empleando transectos en base a el método propuesto por Gentry, extrayendo en campo los valores de CAP (circunferencia a la altura del pecho), altura total de los individuos, número de tallos y la clasificación por familia e identificación de las especies. Posteriormente, se utilizó la ecuación alométrica para la estimación de la biomasa aérea propuesta por Brown et al. (1989) y la ajustada por el IDEAM para humedal húmedo tropical y, subterránea planteada por Sierra et al. (2003) recomendada por el Instituto Humboldt.

Por último, se realizó la estimación del carbono usando un factor de 0.47 para la biomasa aérea y 0.50 para las raíces, además, de calcular el índice de importancia familia (IVI_F) por medio de la sumatoria de la diversidad relativa familiar (DvRF_i), abundancia relativa familiar (ARF_i) y dominancia relativa familiar (DoRF_i). Con ello se obtuvo la fijación de carbono de la vegetación evaluada del humedal el Charco-Oasis que correspondiente a 2.68 *ton C/ha*, siendo la especie *Guarea guidonia* la que presentó mayor capacidad de captura de carbono con 4.61 *ton C*, comúnmente conocida como Trompillo, con un total de 14 individuos, pertenecientes a la familia *Meliaceae*. Además, se identificó que la familia *Arecaceae* presentó la mayor importancia familiar compuesta por 53 individuos. Finalmente, se obtuvo un aproximado del aporte del humedal El Charco-Oasis siendo de 16.11 *ton C*, contribuyendo a la mitigación de las emisiones generadas por la zona urbana donde se ubica.

Palabras Clave: Humedales, captura de carbono, biomasa aérea, biomasa subterránea, método Gentry

Abstract

In the present study, carbon fixation was evaluated by means of the 15 woody species composed of *Schefflera morototoni*, *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis*, *Trema micrantha*, *Bauhinia variegata*, *Cassia grandis*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Laurus nobilis*, *Miconia albicans*, *Guarea guidonia*, *Ficus insipida*, *Myrcianthes leucoxylla*, *Virola koschnyi*, *Calycophyllum multiflorum*, *Cupania americana* and three types of palms, *Euterpe precatoria*, *Socratea exorrhiza* and *Mauritia flexuosa*, belonging to the El Charco-Oasis wetland. The vegetation was characterized using transects based on the method proposed by Gentry, extracting in the field the values of CAP (circumference at breast height), total height of the individuals, number of stems and the classification by family and identification of the species. Subsequently, the allometric equation was used to estimate the aerial biomass proposed by Brown et al. (1989) and the one adjusted by the IDEAM for humid tropical wetlands, and the subterranean one proposed by Sierra et al. (2003) and recommended by the Humboldt Institute.

Finally, carbon was estimated using a factor of 0.47 for aboveground biomass and 0.50 for roots, in addition to calculating the family importance index (IViF) through the sum of family relative diversity (DvRFi), family relative abundance (ARFi) and family relative dominance (DoRFi). With this, the carbon fixation of the vegetation evaluated in the Charco-Oasis wetland was obtained, corresponding to 2.68 ton C/ha , being the species *Guarea guidonia* the one that presented the highest carbon sequestration capacity with 4.61 ton C , commonly known as Trompillo, with a total of 14 individuals, belonging to the Meliaceae family. In addition, it was identified that the Arecaceae family presented the greatest family importance composed of 53 individuals. Finally, the approximate contribution of the El Charco-Oasis wetland was 16.11 ton C , contributing to the mitigation of emissions generated by the urban area where it is located.

Key words: Wetlands, carbon sequestration, aboveground biomass, belowground biomass, Gentry method.

Introducción

El aumento del cambio climático y la necesidad de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero han convertido a la captura de carbono en los humedales, para este caso, en un tema de gran relevancia e interés. Éste es un proceso natural por medio del cual las plantas fijan el dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera transformándolo en carbono orgánico almacenándolo en la biomasa y el suelo (Arellano, Meza, Miranda, & Camaño, 2013), además, la reducida descomposición de materia orgánica dada en los suelos inundados contribuye con dicho potencial (Hernández, 2010). Lo que convierte a estos ecosistemas en una herramienta clave para la mitigación de las concentraciones de CO_2 en el ambiente, además, son de gran importancia por los servicios ecosistémicos que ofrecen como resguardo de la biodiversidad y fuentes hídricas, regulación térmica, etc. (Mitsch, Gosselink, Zhang, & Anderson, 2009).

Las actividades antrópicas son las principales causantes de la emisión de gases de efecto invernadero a nivel mundial, llegando a niveles que superan los valores preindustriales de la concentración de estos gases, provocando que el dióxido de carbono se convirtiera en el gas representativo del calentamiento global (Chang Ocaña & Mandarachi Misari, 2021). Esto se debe a que la mayor emisión de CO_2 esta atribuido al transporte, energía y el consumo humano ligado al crecimiento poblacional (Hernández, 2010).

El humedal el Charco-Oasis de Villavicencio, establecido por Corporación Autónoma Regional-Cormacarena como área protegida, se ha visto mayormente afectado por la presión antrópica, generada por la expansión urbana y su ubicación colindante con el corredor urbano industrial de la Vía Puerto López. Como consecuencia de ello, en la última década se ha reducido su oferta ambiental y dimensión, gracias a las construcciones de obra civil, alterando la biodiversidad que posee el humedal (Buitrago Amaya & López Muñoz, 2021).

Por otra parte, el desarrollo urbanístico no planificado refleja un deterioro en la calidad de vida, la habitabilidad y en la economía de una comunidad (Vargas Pabón , 2011). Pese a la conciencia de las condiciones que puede soportar el uso del suelo, esta expansión se convierte en el factor fundamental que contribuye en carencia de sostenibilidad y conservación de los humedales (Ehrenfeld, 2000), en este caso en Villavicencio. Esto se ve influenciado por el desarrollo acelerado de la ciudad, que trae consigo la apropiación del suelo por los planes residenciales y en ciertos casos la sustitución de estos ecosistemas para la construcción de industrias. Por otra parte,

la falta de concientización acerca de la importancia de los humedales provoca la inexistencia de una protección en masa por parte de la ciudadanía. Siendo estos los factores que más impactan negativamente los humedales presentes en la capital del departamento del Meta. Teniendo como consecuencia la pérdida de los beneficios de regulación hídrica, mitigación y adaptación al cambio climático que estos ecosistemas brindan al municipio (Garzón Cadena, 2021). Las valoraciones de emisión y captura de carbono desde humedales son muy inestables debido a que dependen de variedad de elementos como la condición fisiográfica del humedal, la temperatura, topografía, el régimen hidrológico y humedad del suelo, además variables que restringe la composición química y productividad de la materia orgánica que entra al sistema, siendo estos el microclima, el pH, salinidad y el tipo de vegetación dominante (Arellano, Meza, Miranda, & Camaño, 2013).

Motivos por el cual para el año 2011 se estipulo como área de recreación el humedal El Charco-Oasis por parte de Cormacarena y se firmó el decreto por la parte de la Alcaldía de Villavicencio y corporación autónoma regional donde transfieren los humedales de carácter privado a público, trayendo consigo una alta demanda de información para la toma de decisiones, esto dado por la carencia en general de proyectos en base a los humedales y la abundancia de estos (Alcaldía Villavicencio, 2020), resaltando la inexistencia en Villavicencio de estudios relacionados con la captura de carbono que proporciona estos ecosistemas, siendo necesario la evaluación de este servicio ecosistémico (Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la Macarena (CORMACARENA), 2011).

Por ello, la finalidad de la presente investigación es estimar la fijación de carbono en el humedal El Charco-Oasis calculando la biomasa aérea y subterránea de las especies leñosas y palmas, esto por medio de la caracterización de las especies vegetales empelando el método de Gentry, con ello obtener los valores de esta capacidad de intercambio de carbono para las distintas familias y especies identificadas, además, del análisis de la importancia familiar y el aporte generado por el humedal El Charco-Oasis a la problemática de la contaminación por dióxido de carbono. Con lo cual se aporta a la protección de este humedal expandiendo la comprensión de la importan de la captura de carbono generada que esto proporcionan, siendo esto base para contribuir con el fortalecimiento de mecanismos de conservación de estas áreas.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Estimar la cantidad de captura de carbono del humedal El Charco-Oasis en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta mediante el cálculo de la biomasa aérea y subterránea.

1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las especies vegetales significativas presentes en el área del humedal El Charco-Oasis teniendo en cuenta el método propuesto por Gentry.
- Cuantificar la biomasa aérea y subterránea presente en el área del humedal El Charco-Oasis por medio del método indirecto y teniendo en cuenta el protocolo para la estimación nacional y subnacional del IDEAM.
- Determinar el aporte del humedal El Charco-Oasis en la fijación de carbono mediante la comparativa de áreas con otros humedales en cercanía con la zona de estudio.

2. Antecedentes

En el año 2017, en Perú específicamente en la ciudad de Lima se realizó un estudio acerca del almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de la familia *Arecaceae* y *Bombacaceae* en un aguajal mixto y semidenso, que por medio de un enfoque metodológico cuantitativo, se utilizaron fórmulas alométricas para estimar la fijación de carbono, llevando a cabo la recolección en campo de los valores del diámetro a la altura del pecho, siendo en esta investigación empleado para la familia *Arecaceae* un $DAP \geq 7.5$ cm, y altura total. Resultando en que la especie *Mauritia Flexuosa* es la que genera un mayor aporte de carbono fijado con 40 Mg/ha , siendo $41,25 \text{ Mg/ha}$ lo almacenado por esta familia; por otra parte, 196 Mg/ha y 176.39 Mg/ha de CO_2 acumulado en el ecosistema aguajal semidenso y mixto, respectivamente (Vilca, 2017).

En la universidad Autónoma de Occidente en la ciudad de Cali en el año 2017 se realizó un estudio con el fin de determinar la biomasa y la fijación de carbono en el mismo campus universitario, almacenado en el tipo de vegetación leñosa y monocotiledóneas; donde se utilizó ecuaciones alométricas para el cálculo de la biomasa aérea propuesta por Brown et al. (1989) y subterránea recomendada por Sierra et al. (2003), utilizando para la fijación de carbono una valor de fracción de carbono de 0.47 y de 0.5, respectivamente; obteniendo la identificación de 13 familias vegetales donde se encuentran familias como *Arecaceae*, *Fabaceae* y *Myrtaceae*, resultando en una fijación de carbono de $46,2 \text{ ton/ha}$ en total (Largo Rodríguez, 2017).

Para el año 2019, en la ciudad de Cali se realizó la estimación de la captura de carbono en el ecoparque de Las Garzas, en esta estimación se identificó los tipos de biomasa aérea y subterránea realizada por medio de ecuaciones alométricas que requiere de muestreos no destructivos dado al método indirecto, adquiriendo la información de altura de árbol, diámetro a la altura del pecho (DAP), número de tallos y densidad de la madera, además, empleando los factores de carbono propuestos por IPCC para el cálculo de la fijación de carbono, teniendo como resultado un total de 1426 individuos de vegetación donde se encuentran arbusto, bambú, árbol, palma, planta arbustiva y seco con un total de carbono fijado de $47,73 \text{ ton/ha}$ y, con el cual se determinó la inexistencia de un factor específico que influya en la capacidad de captura de carbono teniendo en cuenta los resultados arrojados de biomasa, índices de valor de importancia familiar y los mismos resultados de almacenamiento de carbono (Ruano Parra, 2019).

Otra de las investigaciones nacionales acerca de la estimación de captura de carbono en humedales fue realizada en el humedal la Conejera ubicado en la ciudad de Bogotá para el año 2022, el cual se realizó a partir de biozonas de cobertura vegetal, recopilando la información de DAP, altura total y del fuste por medio de transectos, donde para la toma de datos se determina que el diámetro a la altura del pecho debe ser mayor o igual a 4 cm considerando que desde este valor funcionan este tipo de ecuaciones alométricas, con lo que se logró obtener la biomasa y finalmente se determinó la captura de carbono por cada biozona la cual resultó en un valor ponderado de 1063,96 *ton/ha* (Gonzáles Espinosa & Silva García, 2022).

En el año 2023, se estimó la capacidad de captura de carbono de la especie *Mimosa Trianae Benth*, en el Humedal el Charco-Oasis, a partir de la aplicación del método indirecto donde se utilizó la ecuación alométrica que se definió con base en los modelos establecidos para Colombia por el IDEAM; con el fin de resaltar la importancia de conservación de los humedales urbanos realizado por estudiantes de la Universidad Santo Tomas de Villavicencio. Con el cual se obtuvo que los valores de estimación de captura de carbono se relacionan con el diámetro y la altura, y a su vez con la cantidad de individuos por cuadrante, además, que la especie evaluada contribuye con la mitigación de 111,67 *ton CO₂* (Torres Basto, 2023).

3. Marco teórico

Los humedales ejecutan un rol esencial en la mitigación y adaptación al cambio climático, siendo para el primer caso, por medio de la captura y almacenamiento de carbono. Además, son los ecosistemas de mayor productividad a nivel global, donde se alberga diversidad biológica y recurso hídrico (Convención de Ramsar, 2021). Lo que llevó a la creación del tratado jurídico internacional enfocado esencialmente en este tipo de ecosistema conocido como la Convención Ramsar, el cual entró en vigor en el año 1975 con el fin de impulsar la conservación y su uso racional, y con ello garantizar que los servicios ecosistémicos de los humedales aporten al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, el Acuerdo de París, las Metas de Aichi y otros compromisos internacionales relacionados (Convención de Ramsar, 2018). Logrando la inclusión a nivel global de 2.435 humedales categorizados como importancia internacional (Instituto Humboldt, 2024).

En Colombia se han postulado doce lugares Ramsar de los cuales nueve están oficialmente nombrados y abarcan el 3 % aproximadamente, de los humedales nacionales; entre los que destacan el Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo de Humedales de la Estrella Fluvial Inírida los cuales representan el 52.6% y 32.9% de este porcentaje, evidenciando una mínima cobertura si es comparado con la superficie total del país y la superficie que comprenden estos sitios en otros países (Instituto Humboldt, 2024).

Estos humedales capturando alrededor de 40% de los gases de efecto invernadero, contribuyendo a la mitigación del dióxido de carbono. Estos GEI se conforman de las concentraciones de óxido nitroso (N_2O), dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4), los cuales han estado en un aumento constante a causa de las actividades antrópicas desde 1750, llegando a niveles superiores a los valores preindustriales (Burbano Orjuela, 2018).

El CO_2 es un gas característico en lo referente al efecto invernadero, además, participa en el ciclo del carbono, donde las plantas obtienen el dióxido de carbono proveniente de la atmósfera por difusión por medio de diminutos poros de las hojas (estomas), y es trasladado a las zonas donde se ejecuta la fotosíntesis (Martínez & Fernández Bremauntz, 2004), el cual es un proceso fisicoquímico donde se emplea la energía de la luz solar para sintetizar sustancias orgánicas, en este los cloroplastos y las moléculas de clorofila adsorben y utilizan como fuente de carbono el CO_2 , para formar carbohidratos y liberar oxígeno (Urria Carill, 2009). Un porcentaje del gas

carbónico retorna a la atmósfera, pero cierta magnitud se fija y se transforma en CH_2O durante este proceso natural, el cual se denomina producción primaria bruta (PPB); a nivel global se ha estimado el PBB en 120 PgC/año , ($1 \text{ Pg [Petaagramo]} = 10^{15} \text{ g}$), la mitad de éste se integra en los tejidos vegetales, como raíces, flores, hojas y el tejido leñoso, y el restante regresa a la atmósfera como bióxido de carbono debido a la respiración autotrófica (Martínez & Fernández Bremauntz, 2004). Por lo cual, el ciclo del C es de gran relevancia en la regulación climática, ya que maneja el intercambio de carbono entre la litosfera y la atmósfera (Arellano, Meza, Miranda, & Camaño, 2013).

La fijación o captura de carbono y almacenamiento de CO_2 es uno de los servicios ecosistémicos que proporcionan los humedales, ya que son excelentes sumideros de carbono (mecanismo o proceso que absorbe un GEI), presentando altas tasas de emisión de metano (CH_4) y un alto potencial de secuestro de CO_2 mediante la formación de turberas, deposición de sedimentos, y en la producción de biomasa de las plantas (Arellano, Meza, Miranda, & Camaño, 2013). Este primero, se produce en la fotosíntesis, fijando carbono que se usa para constituir biomasa de la planta, incorporando la madera de los árboles. Por otra parte, el almacenamiento de este compuesto se altera dependiendo del diámetro, edad, altura del componente arbóreo, además, por comunidad vegetal y la densidad poblacional de cada estrato (Vilca, 2017).

A su vez los humedales como sumideros de carbono es un elemento versátil del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) implantado en el Protocolo de Kioto (Vilca, 2017). Los cuales son esenciales para la mitigación de las consecuencias del cambio climático, requiriendo de un cuidado especial y la ejecución de estrategias de protección y adaptación (Moya Sánchez & Velásquez Penagos, 2014).

En los bosques, el carbono se presenta acumulado en dos tipos de biomasa, denominadas aérea y subterránea (Yepes Quintero, y otros, 2011). La primera, abarca toda la vegetación viva, desde maderera hasta herbácea, que se encuentra sobre el suelo, incorporando cepas, follaje, semillas, corteza y tallos. Por otra parte, la segunda comprende todas las raíces vivas. Descartando, las raíces finas, de un diámetro inferior a 2 mm, esto es dado, a su difícil distinción de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca. Siendo estas dos las que componen la biomasa viva. (Singnar, Sileshi, Amitabha Nath, & Das, 2021).

Para el cálculo de esta se emplean dos métodos: el indirecto, a través de ecuaciones alométricas las cuales consisten en algoritmos matemáticos que presentan una relación lineal o no lineal

entro los aumentos de las medidas de los árboles (Torres Basto, 2023), el cual permite cuantificar la biomasa del árbol por medio de modelos o ecuaciones matemáticos estimados mediante el análisis de regresión entre variables, las cuales son el área basal, la densidad específica de la madera y el crecimiento diamétrico y la altura total (González Fonseca, 2017); y el directo o destructivo, que consta de recolectar el material vegetal de todos los árboles en un área determinada, seguido de un proceso secado y pesado, lo cual es empleado para la elaboración de factores de expansión de la biomasa y ecuaciones alométricas (Yepes Quintero, y otros, 2011).

Esta densidad de la madera es una propiedad física esencial de la madera, que manifiesta la cantidad de sustancia leñosa seca que se encuentra en un volumen dado de la misma, cuando presenta un volumen de humedad igual o superior al punto de saturación de las fibras (Cisternas, 1989).

El método propuesto por Gentry en 1982, es un modelo que consiste en censar, en un área determinada todos los individuos a través de un transecto, definido como el corte transversal de un terreno (Lasso, 2015). En este se sitúa un rectángulo en el lugar de estudio para medir los parámetros requeridos de un determinado tipo de plantas los cuales pueden variar el tamaño dependiendo del grupo de individuos a medirse (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

4. Metodología

4.1 Fase 1. Obtención de la información preliminar

4.1.1 Zona de estudio

Se delimitó el área del humedal El Charco-Oasis mediante un sistema de información geográfica (SIG) para el que es pertinente la toma de una ortofoto de la zona de estudio por medio de un dron, en este caso de referencia DJI Phantom, que permita una delimitación actualizada y precisa del contorno de la vegetación.

4.1.2 Fase de campo

Se realizó la caracterización de las especies vegetales por medio del método propuesto por Gentry, el cual consistió en establecer transectos, para este caso 5 de ellos con una longitud máxima de 100m y mínima de 50 m, para la estimación de la captura de carbono seleccionando los individuos leñosos y palmas presentes a un metro por cada lado de la línea determinada, lo cual requirió determinar subáreas que abarquen individualmente cada transecto, de donde se extrajeron los datos de altura del árbol, CAP (Circunferencia a la altura del pecho), número de tallos y la ubicación de los individuos.

Para la recolección se descartaron individuos con CAP menores a 33 cm, para ello se midió el diámetro del tallo a la altura del pecho del medidor o a 1.3 m del suelo empleando una cinta métrica, para posteriormente efectuar la conversión a DAP (Diámetro a la Altura del Pecho). Otra variable registrada fue la altura total del árbol la cual se obtuvo empleando el hipsómetro, el número de tallos y la georreferenciación de los individuos empleando el GPS. Por último, la densidad de la madera se extrajo en base a información secundaria, buscando el valor de este parámetro por especie identificada.

4.2 Fase 2. Estimación de la fijación de carbono

Con la información de la fase 1, se procedió a efectuar los cálculos adecuados con el fin de determinar la fijación de carbono, para ello se empleó las ecuaciones alométrica del método indirecto, siendo para la biomasa aérea la propuesta por Brown et al. (1989), siendo la ecuación ajustada la establecida por el IDEAM y para la subterránea la ecuación exponencial planteada por Sierra et al. (2003):

4.2.1 Cálculo de biomasa respecto a los depósitos de carbono

De acuerdo con la información extraída y a la metodología propuesta se calculó las siguientes ecuaciones:

- **Biomasa aérea**

Esta ecuación exponencial emplea el método de regresión línea generalizado con el propósito de realizar una predicción del valor de la biomasa usando el menor número de variables, siendo a su vez el modelo más exacto dado a su correlación casi perfecta entre el DAP, h y σ , agregando en número de tallos como nuevo parámetro (Brown, Gillespie, & Lugo, 1989):

$$Ba = e^{(-2.557 + 0.932 \cdot \ln(((DAP \cdot 100)^2) \cdot h \cdot \sigma \cdot t))}$$

Donde: Ba = Biomasa aérea total (kg), e = base del logaritmo natural, DAP = Diámetro a la altura del pecho (m), h = altura total del árbol, σ = Densidad de la madera a medir y t = Número total de tallos.

- **Biomasa aérea - ajustada**

Se utilizó la ecuación del subconjunto 3 establecida en la Tabla 16 para diámetro a altura del pecho mayor o igual a 10 cm, el cual proporciona un $R^2 = 0.948$. Para ello se utilizó los valores de las constantes a y B1 (Yepes Quintero, y otros, 2011), correspondiente al tipo de bosque del humedal El Charco – Oasis según su Plan de manejo ambiental:

$$\ln(Ba) = a + B1 * \ln((D^2) * H * p)$$

Donde: Ba = Biomasa aérea total (kg), D = Diámetro a la altura del pecho (m), H = altura total del árbol y p = Densidad de la madera a medir.

Se reemplazan las constantes establecidas para bh-T (Bosque húmedo tropical) donde $a = -2,218$ y $B1 = 0.932$ obteniendo la siguiente ecuación:

$$Ba = e^{(-2,218+0.932*\ln((D*100^2)*H*p))}$$

- **Biomasa subterránea**

Se empleó la ecuación establecida por Sierra et al. (2003) para Colombia en la Tabla 15 del capítulo 5 del protocolo para estimación nacional y subnacional de biomasa-carbono en Colombia (Yepes Quintero, y otros, 2011) :

$$Bs = e^{(-4.273+2.633*\ln(DAP*100))}$$

Donde: Bs = Biomasa subterránea total (kg), e = base del logaritmo natural y DAP = Diámetro a la altura del pecho (m).

- **Biomasa total**

$$BT = Ba + Bs$$

Donde: BT = Biomasa total (kg), Ba = Biomasa aérea total (kg) y Bs = Biomasa subterránea total (kg).

4.2.2 Estimación de la captura de carbono

Con los valores de los dos tipos de biomasa estimados, se efectuó el cálculo final de la captura de carbono respectivamente, estimando que el 50% de la biomasa vegetal es carbono, se toma como fracción de carbono FC= 0.47 para la biomasa forestal aérea y un FC= 0.50 para la

biomasa subterránea o en raíces planteado y sugerido respectivamente, por el IPCC (Largo Rodríguez, 2017), siendo las ecuaciones aprobadas por el instituto Alexander Von Humboldt, presentadas a continuación.

- **Captura de carbono biomasa aérea**

$$CBA = BA * 0.47$$

Donde: CBA= Carbono fijado (aérea) y Ba= Biomasa aérea.

- **Captura de carbono biomasa subterránea**

$$CBS = BS * 0.50$$

Donde: CBS= Carbono fijado (raíces) y Bs= Biomasa subterránea o de las raíces.

4.3 Fase 3. Análisis de la importancia familiar y el aporte a la fijación del carbono

4.3.1 *Determinar las especies vegetales más importantes*

- **Área basal**

Donde para el área basal fue necesario el diámetro a la altura del pecho de cada especie tomada en la Fase 2:

$$AB = \pi * \left(\frac{DAP^2}{4}\right)$$

Donde: AB = área basal, DAP = diámetro a la altura del pecho.

- **Índice de importancia familiar**

El índice de importancia familiar se estimó con el fin de comparar su relevancia familiar con su fijación de carbono. Para ello se calculó la diversidad, abundancia y dominancia de cada especie familiar:

$$IVIF = \sum DvRFi\% + ARFi\% + DoRFi\%$$

Donde:

IVIF = índice de valor de importancia familiar (%)

DvRFi (Diversidad relativa familiar): $\left(\frac{n^{\circ} \text{ de especies de la familia}}{n^{\circ} \text{ de especies totales}} \right) * 100$

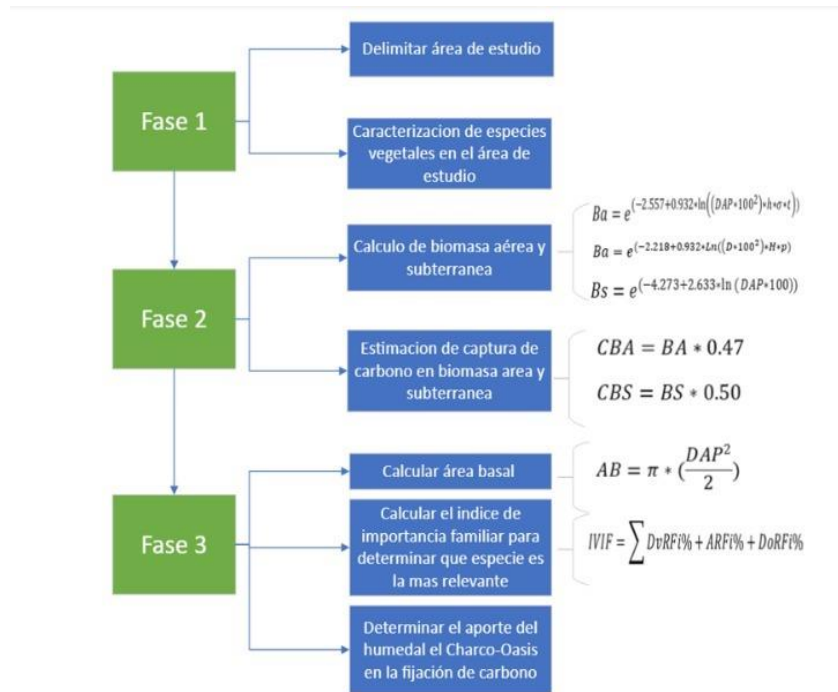
ARFi (Abundancia relativa familiar): $\left(\frac{n^{\circ} \text{ de individuos de la familia}}{n^{\circ} \text{ de individuos totales}} \right) * 100$

DoRFi (Dominancia relativa familiar): $\left(\frac{\text{Area basal de la familia}}{\text{Area basal total}} \right) * 100$

4.3.2 Determinación del aporte en la fijación de carbono

Para dar finalización al estudio, se realizó un análisis del aporte del humedal El Charco-Oasis en la fijación de carbono con ayuda de información bibliográfica, efectuando una comparación con otros humedales en función del área.

Figura 1. Diagrama de la metodología.

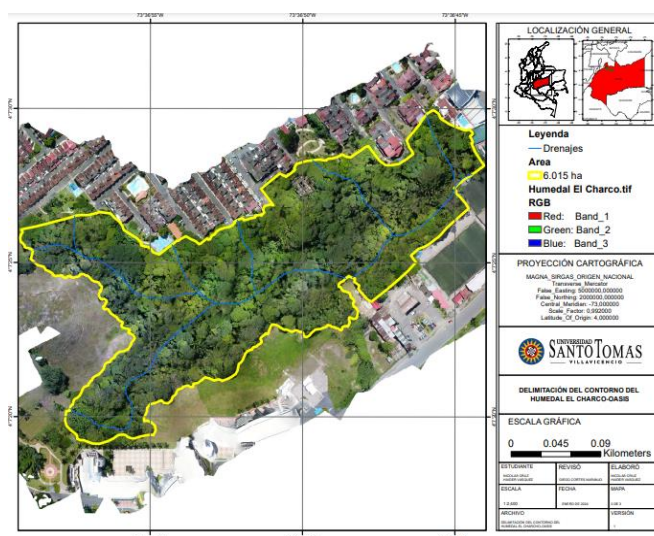


5. Análisis y discusión de resultados

5.1 Caracterización de especies

Se obtiene la delimitación del área de estudio a través de la fotogrametría aérea llevada a cabo por medio del dron de referencia DJI Phantom 4, para ello se digitalizo en ArcMap el polígono sobre el contorno del humedal el Charco estableciendo un valor de 6.015 *ha* que comprende la superficie demarcada, como se muestra en la Figura 2, variando el valor instaurado en el plan de manejo ambiental vigente donde abarca un área de 9.20 *ha*, correspondiente al área del humedal y la zona de protección de este.

Figura 2. Delimitación del contorno del humedal El Charco - Oasis.



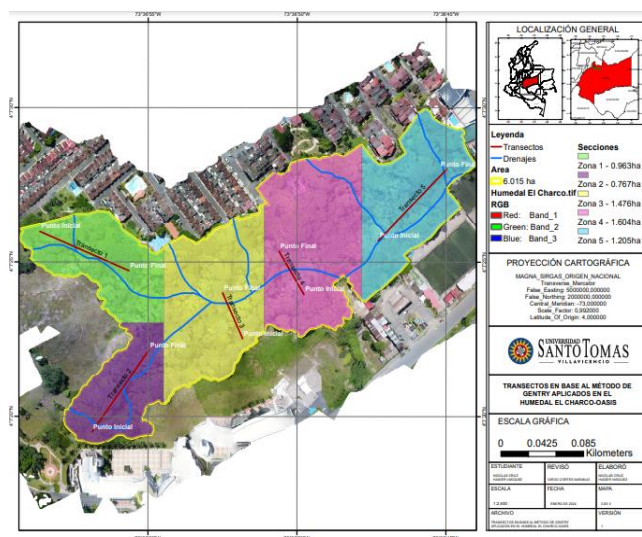
Se dividió en subáreas la superficie total del humedal el Charco, comprendidas por cinco zonas que abarcan y se denominan como se registra en la Tabla 1.

Tabla 1. Número de zonas y áreas de cada zona

Zona	1	2	3	4	5
Área (ha)	0.963	0.767	1.476	1.604	1.205

En base a ello se establecieron en campo cinco transectos, siendo distribuidos en cada zona determinada anteriormente y teniendo en cuenta el método de Gentry.

Figura 3. Transectos establecidos en campo en base al método de Gentry en el humedal El Charco – Oasis.



Teniendo para cada transecto las dimensiones registradas en la Tabla 2, para un total de área abarcada de 0.08 ha, además, el punto cardinal en la cual se realizó cada uno de ellos.

Tabla 2. Dimensión y punto cardinal de los transectos

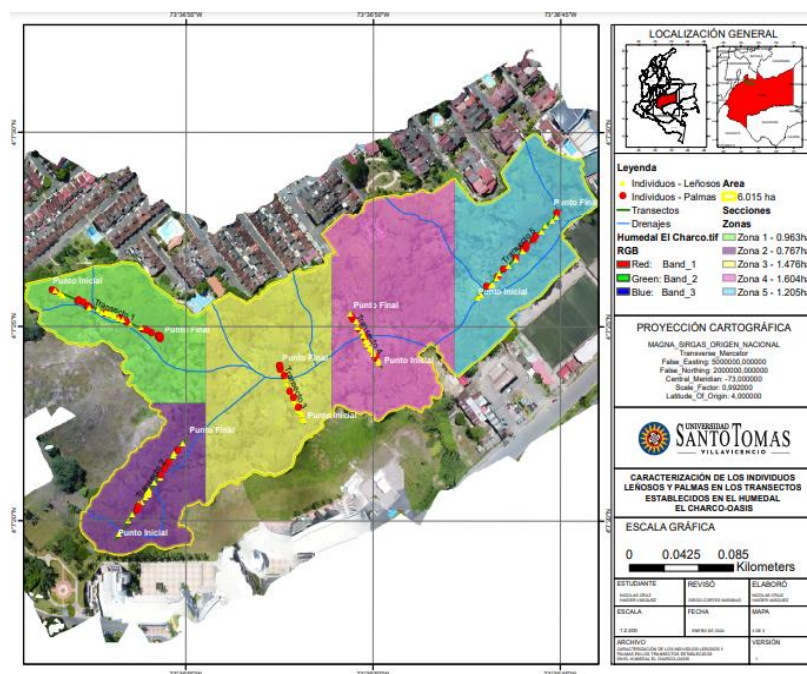
Transecto	Largo (m)	Ancho (m)	Punto cardinal
1	100	2	SE
2	100	2	NE
3	50	2	NE
4	50	2	NO
5	100	2	NE

En la Tabla 2, se puede observar que las medidas de los transectos son diferentes, esto a causa de las condiciones que presentaba el humedal El Charco y su difícil acceso en algunas zonas. Siendo el caso de los transectos 3 y 4, ya que tanto el curso del agua, el estado suelo y la abundante vegetación impidieron la circulación en estos lugares. Por otra parte, para el transecto 1 y 2, fue más favorable el paso y, por tanto, la realización de este. Por último, para # 5 se ingresó con

acompañamiento de funcionarios de Cormacarena, ya que el acceso se daba por una propiedad privada ([Anexos 12, 13, 14, 15 y 16](#)).

Teniendo como resultado la distribución de los individuos medidos en campo y clasificados en una primera instancia en leñosos y palmas, como se muestra en la Figura 4. Excluyendo los tipos de plantas herbáceas y arbustivas ya que no se acopla al método Gentry empleado en la presente investigación, puesto que para este se requiere tomar el valor del diámetro a la altura del pecho del tallo de los individuos, y en su proceso de estimación de la captura de carbono, se debe realizar la extracción de material vegetal cortando la biomasa al nivel del suelo y posteriormente una preparación en laboratorio de lo cual no se tuvieron los recursos pertinentes para llevarse a cabo (Carrillo Anzures, y otros, 2020).

Figura 4. Distribución de las especies leñosos y palmas registradas en el humedal El Charco – Oasis.



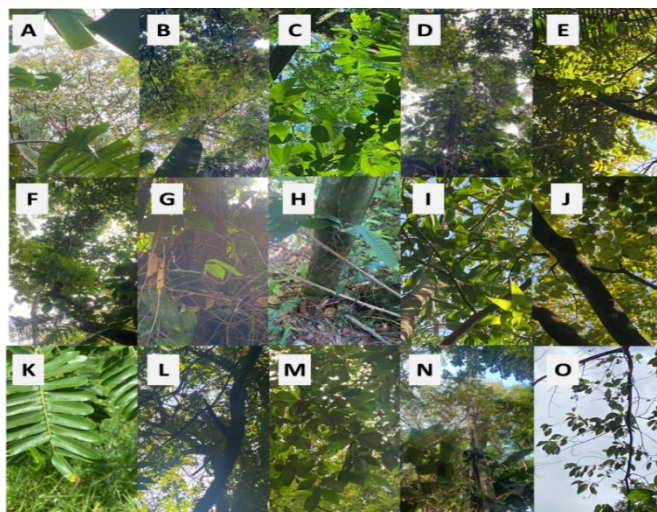
Para la densidad básica de la madera se realizó la búsqueda por especies identificadas en campo en base a información secundaria, obteniendo los valores como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Densidad de la madera de las especies leñosos y palmas registradas en campo

Tipo	Especie	DA (gr/cm3)
Leñosos	<i>Schefflera morototoni</i>	0.4 (Insituto Nacional de Innovación Agraria (inia), 2014)
	<i>Spondias mombin</i>	0.31 (Fondo Mundial para la Naturaleza , 2013)
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.46 (Álvarez, Benitez, Velásquez, & Cogollo, 2013)
	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	0.85 (Atencia Elena, María, 2003)
	<i>Guarea guidonia</i>	0.53 (Atencia Elena, María, 2003)
	<i>Trema micrantha</i>	0.41 (Atencia Elena, María, 2003)
	<i>Laurus nobilis</i>	0.916 (Mañe, 1949)
	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	0.48 (Vasquez Valderrama & Solorza Bejarano, 2018)
	<i>Ficus insipida</i>	0.32 (Fondo Mundial para la Naturaleza , 2013)
	<i>Bauhinia variegata</i>	0.65 (Barragan, Murillo Perea, & Méndez Arteaga, 2010)
	<i>Cassia grandis</i>	0.8 (Sousa, y otros, 2017)
	<i>Tapirira guianensis</i>	0.51 (Pérez Alavez, y otros, 2023)
	<i>Miconia albicans</i>	0.69 (Galicia, y otros, 2015)
	<i>Virola koschnyi</i>	0.41 (Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), 1999)
	<i>Cupania americana</i>	0.72 (Riesco Muñoz, Imaña Encinas, & Elías de Paula, 2019)
	<i>Euterpe precatoria</i>	0.54 (Pérez Alavez, y otros, 2023)
Palmas	<i>Socratea Exorrhiza</i>	0.282 (Casas Caro, 2013)
	<i>Mauritia flexuosa</i>	0.64 (Flores, y otros, 2023)

Se obtiene a su vez la identificación de las especies registradas en el humedal, siendo para el tipo leñosos las que se muestran en el Figura 5.

Figura 5. Especies del tipo de vegetación leñosa registradas en el humedal El Charco-Oasis.



NOTA. A-*Schefflera morototoni*, B-*Spondias mombin*, C-*Enterolobium cyclocarpum*, D-*Calycophyllum multiflorum*, E-*Guarea guidonia*, F-*Trema micrantha*, G-*Laurus nobilis*, H-*Myrcianthes leucoxyla*, I-*Ficus insípida*, J-*Bauhinia variegata*, K-*Cassia grandis*, L- *Tapirira guianensis*, M- *Miconia albicans*, N- *Virola koschnyi* & O- *Cupania americana*

De igual forma para las palmas se tiene el registro fotográfico de las especies *Socratea Exorrhiza* y *Euterpe precatoria*, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Registro fotográfico de las especies de palmas del humedal El Charco-Oasis.



NOTA. A- *Socratea Exorrhiza* & B- *Euterpe precatoria*

Se registraron 133 individuos en total para las 5 zonas establecidas, de los cuales 80 son leñosos representando el 60.15% y 53 palmas con el 39.85%, destacando la zona 1 donde hubo la mayor cantidad de plantas registradas y siendo para las demás zonas en promedio de 23,5. Por otra parte, se muestra una predominancia de la vegetación de tipo leñoso en todas las zonas, exceptuando la primera, donde se presentan una mayor cantidad de individuos de palmeras con 24 individuos.

Tabla 4. Clasificación por tipo de vegetación registradas por cada zona determinada del Humedal El Charco - Oasis.

Tipo de especie	Zona					Total
	1	2	3	4	5	
Leñosos	16	16	14	20	14	80
Palmas	24	6	7	6	10	53
Subtotal	40	22	21	26	24	133

Se identificaron un total de 15 especies de tipo leñoso distribuidos en 11 familias y 3 especies de palmas de la misma familia, registrados en la Tabla 5. Siendo las Fabaceae y Arecaceae las que presenta la mayor variedad de especies con 3, seguido de Anacardiaceae y Myrtaceae con 2, y las demás con uno solo tipo de planta.

Tabla 5. Familias y especies identificadas del Humedal El Charco – Oasis.

Familia	Especie
<i>Araliaceae</i>	<i>Schefflera morototoni</i>
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias mombin</i>
	<i>Tapirira guianensis</i>
<i>Cannabaceae</i>	<i>Trema micrantha</i>
<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia variegata</i>
	<i>Cassia grandis</i>
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
<i>Lauraceae</i>	<i>Laurus nobilis</i>

Tabla 5. *Continuación*

<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>
<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>
	<i>Virola koschnyi</i>
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania americana</i>
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>
	<i>Socratea Exorrhiza</i>
	<i>Mauritia flexuosa</i>

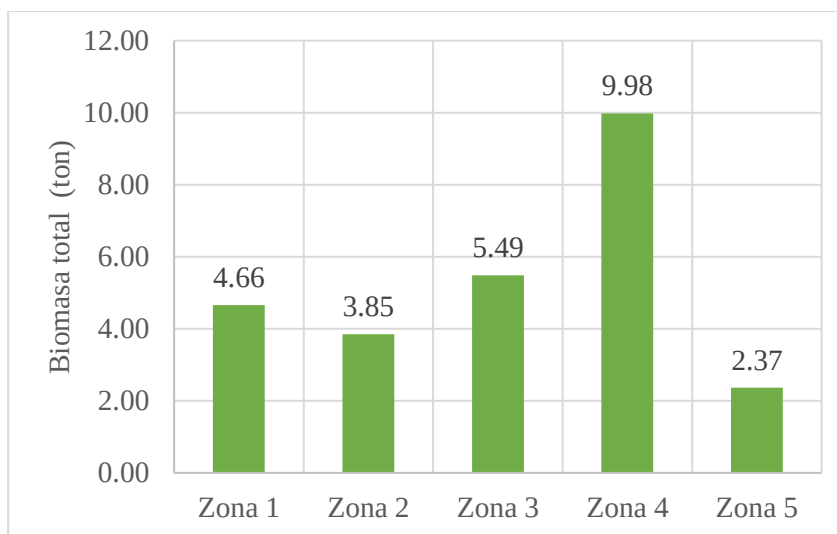
5.2 Biomasa total

Se extrajo información en campo de 133 individuos ([Anexos 1,2,3,4 y 5](#), resultando con valores de DAP que varían entre 0.105m a 0.54 m, y alturas que oscilan de 5.4 m a 25.2 m.

5.2.1 Biomasa total por zonas

Según la ecuación de Brown

Se obtiene el valor de biomasa total calculada para las diferentes zonas y su valor promedio del mismo, resultando en que la zona 4 presenta el valor más alto con 9.98 ton y valor promedio de 0.384 ton y la zona 5 con el menor dato con 2.37 ton y su promedio de 0.099 ton, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. *Biomasa total distribuida en las zonas determinadas en el humedal El Charco-Oasis.*

De igual forma se realizó la recopilación de la información de la biomasa aérea y subterránea de los individuos de cada zona ([Anexos 1,2,3,4 y 5](#)), arrojaron valores que oscilan de 2.70 a 6.87 *ton* y de 0.60 a 3.11 *ton* respectivamente, entre las diferentes zonas que comprende el Humedal El Charco – Oasis, Tabla 6.

Tabla 6. *Clasificación de la biomasa aérea, subterránea, total y promedio por las zonas establecidas del humedal El Charco – Oasis.*

Zonas	Biomasa aérea (ton)	Biomasa subterránea (ton)	Biomasa Total (ton)	Biomasa promedio (ton)
1	3.27	1.38	4.66	0.116
2	2.70	1.14	3.85	0.175
3	3.78	1.71	5.49	0.261
4	6.87	3.11	9.98	0.384
5	1.76	0.60	2.37	0.099

En la Tabla 7, se puede identificar la zona con el promedio más elevado de biomasa total, siendo para este caso la zona 4 con 383.91 *kg*, con una desviación estándar de 446.76 *kg* y presentando

un coeficiente de variación de 116.37%, siendo los valores más elevados, indicando así que es el lugar con más diversidad de individuos en relación con la heterogeneidad de las variables tomadas en campo (DAP y altura) ([Anexos 1,2,3,4 y 5](#)).

La zona 4 presenta el promedio de biomasa total más alto con 383.91 kg, además cuenta con una desviación estándar muy baja lo cual se puede atribuir a la diferencia de valores de su conjunto de datos.

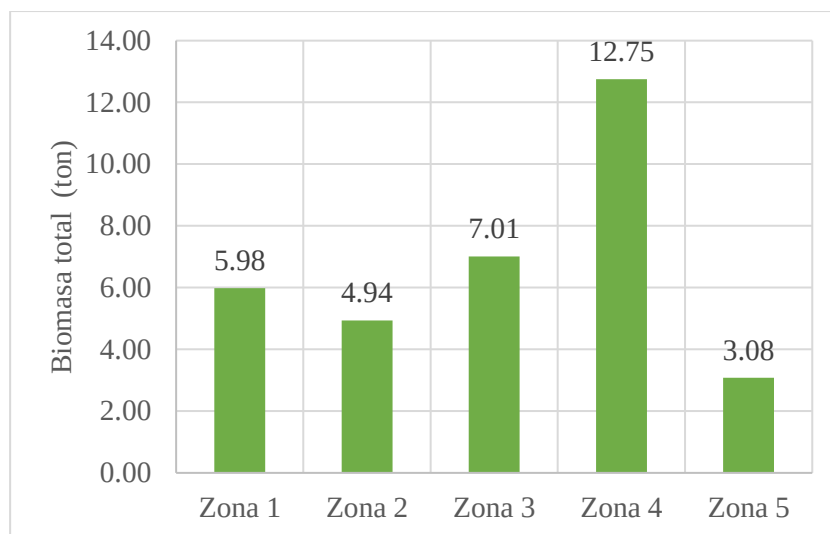
Por otro lado, la zona 5 abarca el valor más bajo del promedio de *BT*, esto a pesar de tener un número de individuos similar a la zona 4. Caso similar se evidencia con la zona 2 y 3 que presentan poca dispersión de sus datos por lo cual hay una similitud en los valores registrados.

Tabla 7. Promedio biomasa total, desviación estándar y coeficiente de variación presente en las zonas determinadas del humedal El Charco.

Zonas	# Individuos	Promedio Biomasa total (Kg)	Desviación Estándar	Coeficiente de variación
1	40	116.50	115.19	98.88
2	22	174.92	140.43	80.28
3	21	261.24	211.06	80.79
4	26	383.91	446.76	116.37
5	24	98.55	59.30	60.18

Según la ecuación ajustada

Se tiene como resultado de biomasa total para las cinco zonas un valor de 33,76 *ton* equivalentes a 5,6 *ton/ha*, de los cuales la zona 4 abarca el mayor contenido de biomasa viva con 12.75 *ton*, seguido por la zona 3 y 1 con 7.01 *ton* y 5.98 *ton*. Siendo los dos últimos sectores los que poseen los valores mas bajos de biomasa total con 4.94 *ton* Zona 1 y 3.08 *ton* para la zona 5.

Figura 8. *Biomasa total (ton) por zona establecido del humedal El Charco-Oasis.*

Por otro parte, se obtuvo los valores de biomasa aérea con la ecuación ajustada y subterránea para las zonas establecidas. Resultando para el primer caso, un total de 24.72 *ton* de *Ba* siendo 4.11 *ton/ha*, donde resalta la zona 4 con el valor más elevado correspondiente a 9.64 *ton*, seguido de la zona 3 con 5.31 *ton* y la zona 1 con 4.60 *ton*. Teniendo las zonas restantes el valor más bajo de este parámetro inferior a 2.8 *ton*.

Para la biomasa subterránea, se tiene un total para las cinco zonas de 7.94 *ton* lo que corresponde a 1,32 *ton/ha*, donde la zona 4 presenta el valor más alto con 3.11 *ton* y la zona 5 la cantidad menor con 0.60 *ton*.

Con relación a la biomasa promedio, la zona 4 tiene el valor más elevado, como se puede evidenciar por sus valores de *Ba* y *Bs* obtenidos. La zona 3 tiene una media de 0.334 *ton*, seguido por la zona 2 con 0.225 *ton* y finalmente los valores más bajos los registra la zona 1 y 5, como se muestra en la Tabla 8.

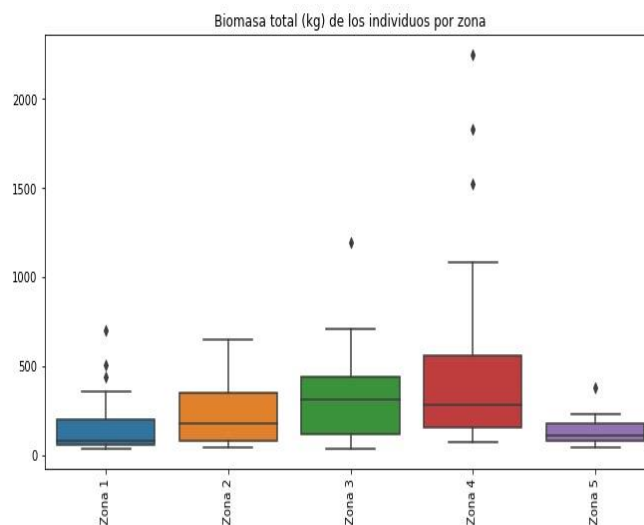
Tabla 8. *Biomasa aérea, subterránea y total por zona establecida del humedal El Charco-Oasis.*

Zonas	Biomasa aérea (ton)	Biomasa subterránea (ton)	Biomasa promedio (ton)
Zona 1	4.60	1.38	0.150
Zona 2	2.70	1.14	0.225
Zona 3	5.31	1.71	0.334
Zona 4	9.64	3.11	0.491
Zona 5	2.47	0.60	0.128

Por medio de la Figura 9, se visualiza de forma clara y concisa, la distribución de los valores de biomasa total (*kg*) que abarca los individuos en cada zona. Con este se evidencia la presencia de valores atípicos para todas las zonas exceptuando la segunda, mostrando un mejor comportamiento para esta zona lo cual indica que los valores tomados en campo comparten cierta similitud. Siendo estos valores irregulares los que afectan el promedio de la biomasa de estas zonas ya que superan límites máximos del conjunto de datos.

Para la zona 4, se presenta la caja más alargada de la gráfica, aun así, la mayoría de los valores tienden agruparse en el rango de 100 a 250 *kg*. Sumado a ello poseen tres valores atípicos que superan el límite máximo correspondiente a 1000 *kg* de *Bt*. Siendo esta la razón por la cual se categoriza como la zona con mayor biomasa total.

Por último, a pesar de que en la zona 1, se registraron la mayor cantidad de individuos hay una notable agrupación de estos valores de biomasa total, indicado una similitud de las variables de altura y CAP, causado por la identificación de la mayor cantidad de palmas con valores *BT* entre 30 a 70 *kg de Ba*.

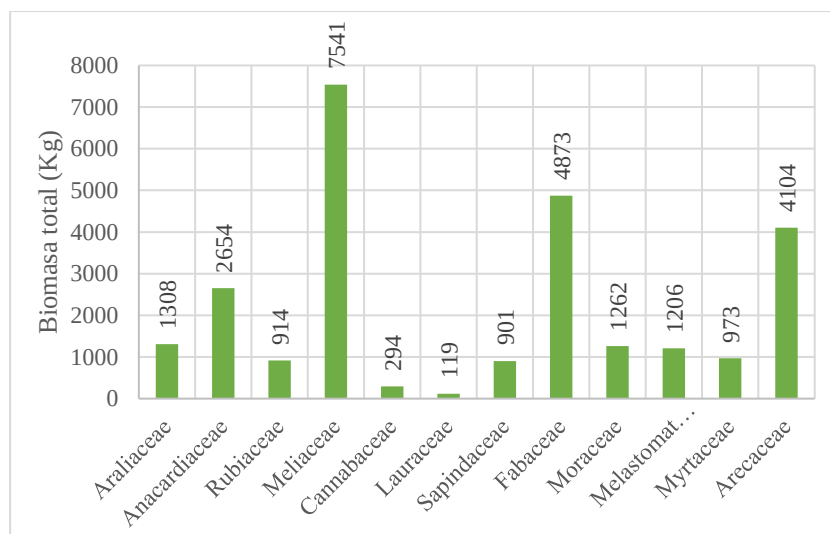
Figura 9. Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa total (kg) de los individuos por zona.

5.2.2 Biomasa total por familias

Según la ecuación de Brown

Por medio del análisis de la biomasa total por familia, se tiene como resultado que la *Meliaceae* tiene el valor más alto con 7541 kg (12533 kg/ha) , seguido de la *Fabaceae* con 4873 kg (810 kg/ha) y la *Arecaceae* con 4104 kg (682 kg/ha).

Por otra parte, las familias con menor cantidad son la *Lauraceae* y *Cannabaceae* esto a causa de que tiene menos de 2 individuos registrados.

Figura 10. Biomasa total por familias identificadas en el humedal El Charco-Oasis.

Además, se obtiene que la familia *Meliaceae* posee el mayor promedio de biomasa total con 538.67 kg, con una dispersión de 524.04 kg y un coeficiente de variación de 97.28%. Seguidos de la *Fabaceae* con un promedio de 304,59 kg, una desviación estándar de 272.61 kg y una variación del 89.50%.

La familia *Arecaceae* presenta la mayor cantidad de individuos con 53 tipos de plantas, a pesar de ello cuenta con el menor promedio de biomasa con 77.442 kg, además cuenta con una dispersión de 84.36 kg.

Las familias con menos dispersión de los datos son la *Rubiaceae*, *Araliaceae*, *Anacardiaceae*, *Moraceae*, *Sapindaceae* y *Lauraceae*, siendo esta última un valor nulo debido a que solo cuenta con un individuo.

Tabla 9. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de la biomasa total por familias presentes en el humedal El Charco – Oasis.

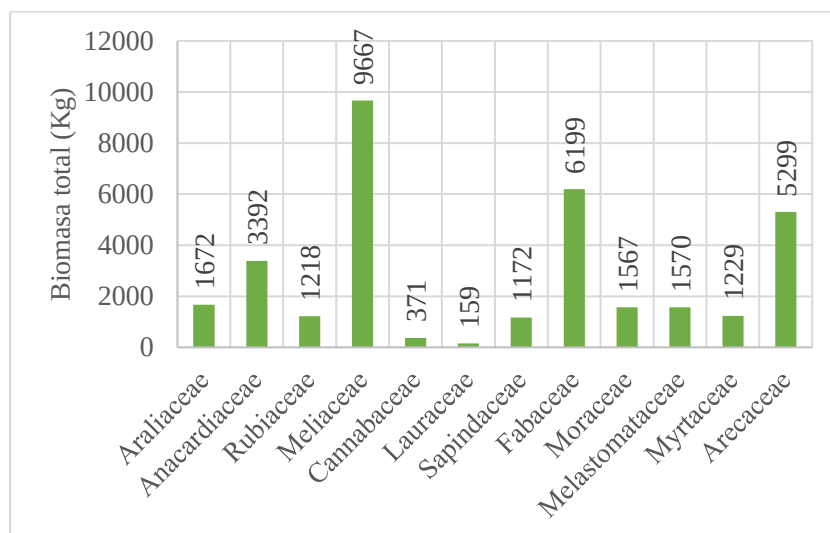
Familia	# Individuos	Promedio Biomasa total (kg)	Desviación Estándar	Coeficiente de variación %
<i>Anacardiaceae</i>	10	265.44	169.41	63.82%
<i>Araliaceae</i>	6	261.70	93.10	35.58%
<i>Arecaceae</i>	53	77.442	84.36	108.93%

Tabla 9. Continuación

<i>Cannabaceae</i>	2	146.92	148.39	101.00%
<i>Fabaceae</i>	16	304.59	272.61	89.50%
<i>Lauraceae</i>	1	118.68	0.00	0.00%
<i>Melastomataceae</i>	7	172.32	120.62	70.00%
<i>Meliaceae</i>	14	538.67	524.04	97.28%
<i>Moraceae</i>	7	180.25	114.58	63.57%
<i>Myrtaceae</i>	7	138.96	117.87	84.82%
<i>Rubiaceae</i>	6	152.28	36.38	23.89%
<i>Sapindaceae</i>	4	225.32	145.93	64.76%

Según la ecuación ajustada

Para este caso se obtiene que la familia *Meliaceae* abarca la mayor cantidad de biomasa, incrementando el valor obtenido con la ecuación de Brown, con un valor de 9666 kg. Siendo la familia *Fabaceae* y *Arecaceae* las que presenta los otros dos valores de *BT* más altos, con 6199 kg y 5299 kg. Por otra parte, la *Lauraceae* y *Cannabaceae* mantienen los datos más bajos de este parámetro.

Figura 11. Biomasa total (kg) por familias identificadas del humedal El Charco-Oasis

En relación con el promedio de la biomasa total, la familia *Meliaceae* con 14 individuos, tiene el promedio más alto con un valor de 690.47 kg/ha . Por otra parte, la *Fabaceae*, *Araliaceae* y *Anacardiaceae* presentan datos superiores a los 330 kg/ha , Tabla 10.

Sumado a ello, la familia con menor promedio de biomasa total es la *Arecaceae* con 99.98 kg/ha a pesar de poseer el número más alto de individuos. Las demás, familias presenta valores que van desde los 159.01 kg/ha a 202.97 kg/ha , Tabla 10.

Tabla 10. Promedio de la biomasa total por familia identificada del humedal El Charco-Oasis.

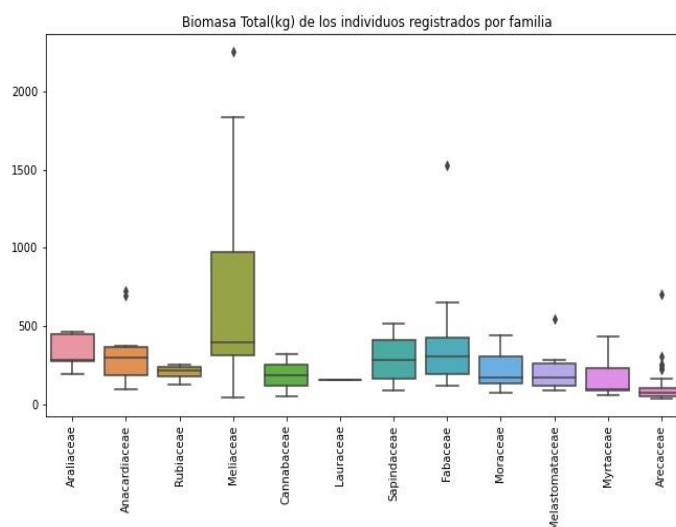
Familia	# Individuos	Promedio Biomasa total (Kg)
<i>Araliaceae</i>	6	334.36
<i>Anacardiaceae</i>	10	339.17
<i>Rubiaceae</i>	6	202.97
<i>Meliaceae</i>	14	690.47
<i>Cannabaceae</i>	2	185.64
<i>Lauraceae</i>	1	159.01
<i>Sapindaceae</i>	4	293.10
<i>Fabaceae</i>	16	387.47
<i>Moraceae</i>	7	223.88
<i>Melastomataceae</i>	7	224.28
<i>Myrtaceae</i>	7	175.64
<i>Arecaceae</i>	53	99.98

En la Figura 12, se puede evidenciar el comportamiento de los conjuntos de datos registrados por familia de la biomasa total, con el cual se identifican valores atípicos representados por cantidades de *BT* superiores a los límites máximos de las cajas, siendo el caso de la familia *Anacardiaceae*, *Meliaceae*, *Fabaceae*, *Melastomataceae* y *Arecaceae*.

Para la familia *Meliaceae* se presenta que la mayoría de los datos son superiores a la media a pesar de solo tener 14 individuos, esto es dado a que los valores oscilan de 45 kg a 2253 kg , siendo este último valor correspondiente al dato atípico que se evidencia. Causando que presente la mayor cantidad de biomasa total, siendo influenciado por la heterogeneidad de los valores registrados.

Por último, la familia *Arecaceae* presenta un valor similar de los datos de biomasa con una pequeña variación en el promedio a causa de los 4 datos atípicos, de los cuales un 50 % son representados por la especie *Mauritia flexuosa*. Ésta posee los valores más altos de *BT* por la diferencia de datos de DAP y altura total respecto a las demás especies de su misma familia.

Figura 12. Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa total (kg) de los individuos registrados por familia.

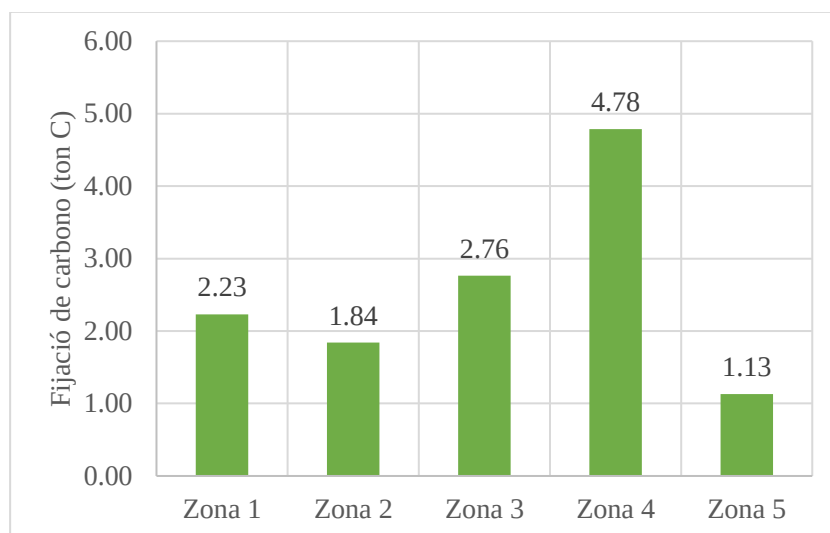


5.3 Fijación de carbono

5.3.1 Fijación de carbono por zona

Según la ecuación de Brown

Los resultados obtenidos evidenciaron que la capacidad de captura de carbono comprendido por el tipo de vegetación leñosa y palmas del humedal El Charco-Oasis es de 12.75 *ton C* equivalentes a 2.11 *ton C/ha*, donde la zona 1 abarca el 18% con 2.23 *ton C*, la zona 2 el 14% con 1.84 *ton C*, la zona 3 el 22% con 2.76 *ton C* y la zona 4 el 38% con 4.78 *ton C* respectivamente y, por último, la zona 5 siendo el 9% con 1.13 *ton C*, como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Fijación de carbono por las zonas determinadas en el humedal El Charco-Oasis.

Por otra parte, las zonas establecidas en el humedal El Charco-Oasis presentan un promedio de fijación de carbono de 100.34 kg C . Dentro de las cuales destaca la zona 4 y 3 presentando nuevamente la media más elevada con 183.84 kg C y 131.42 kg C respectivamente. Siendo el menor promedio de captura de carbono perteneciente a la zona 5 con 47.08 kg C .

Tabla 11. Promedio de la fijación de carbono presente en las zonas determinadas en el humedal El Charco-Oasis.

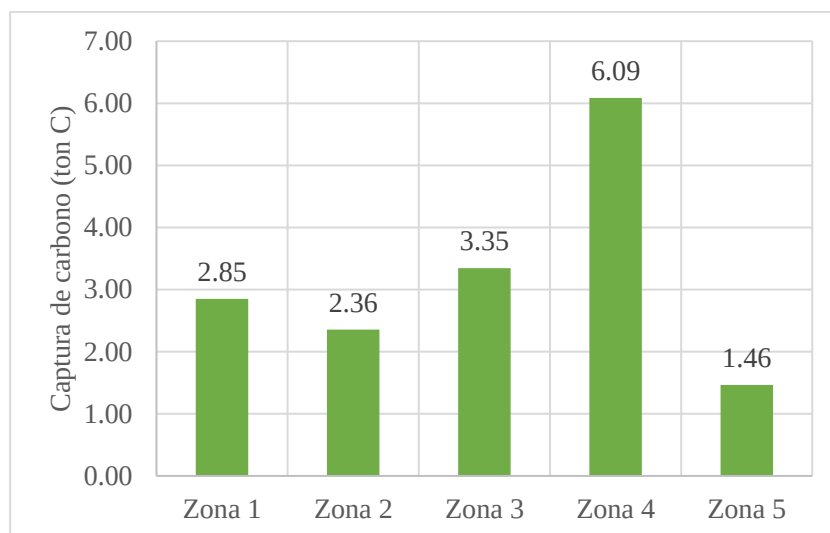
Zonas	# Individuos	Promedio captura de carbono (Kg)
1	40	55.75
2	22	83.63
3	21	131.42
4	26	183.84
5	24	47.08

Según la ecuación ajustada

Los resultados obtenidos con el ajuste de la ecuación arrojaron un incremento de $3,36 \text{ ton C}$, llegando a los 16.11 ton C que corresponde a 2.68 ton C/ha , de fijación de carbono

generado por la vegetación leñosa y palmas del humedal El Charco-Oasis. Donde las zonas determinadas demuestran un aumento de la captura de este compuesto, pero manteniendo un mismo porcentaje, como se puede ver Figura 14.

Figura 14. Fijación de carbono (ton C) por zona establecida del humedal El Charco-Oasis.



La zona 3 y 4 poseen el dato de fijación de carbono más alto, comportamiento que se da de igual manera para los dos tipos de ecuaciones. Este valor puede atribuirse a la presencia de la mayor cantidad de especies de la familia *Meliaceae* siendo la que tiene mayor promedio de biomasa total y de captura de C, además, de otras familias con rangos altos de estas variables como la *Fabaceae* y *Anacardiaceae*.

La fijación de carbono promedio de las cinco zonas con el ajuste de la ecuación representa un alza de este valor de 26.14 *kg C* ascendiendo el valor total a 126.58 *kg C*. Seguido de las zonas 3 y 4, aumentando para la tercera un 27.83*kg C* y para la cuarta un 50.12*kg C*, de igual forma con la zona de menor media, siendo la zona 5 con 61*kg C* aunque presenta un incremento de 13.93*kg C*.

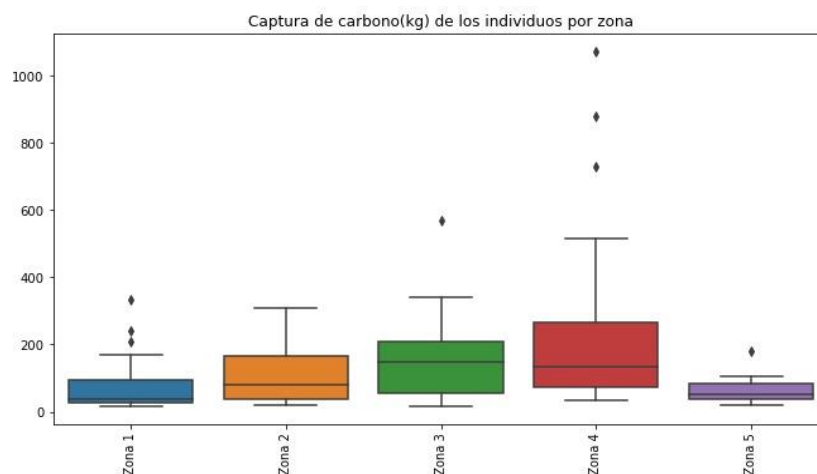
Tabla 12. Promedio de captura de carbono (kg) por zona establecida del humedal El Charco-Oasis.

Zonas	# Individuos	Promedio captura de carbono (kg)
1	40	71,32
2	22	107,09
3	21	159,36
4	26	234,14
5	24	61,00

Por medio de la Figura 15, se visualiza el mismo comportamiento en relación con los valores atípicos para todas las zonas exceptuando la zona 2. Estos valores atípicos afectan el promedio de captura de carbono de estas zonas ya que sobrepasan los límites máximos del conjunto de datos.

Para la zona 4, de igual forma que con la biomasa total los valores atípicos para esta zona influyen en la media de captura de carbono, ya que corresponde a datos de 730.41 kg C, 877.64 kg C y 1073.11 kg C. A su vez, el resto de los valores oscilan de 34 a 515 kg C, provocando que esta zona sea la que presenta la mayor cantidad de fijación de C promedio y total. Seguida por la zona 3, donde sus valores de BT y con ello de secuestro de carbono se distribuyen de manera uniforme en un rango alto en relación con su media, como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Diagrama de cajas y bigotes de la captura de carbono (kg) de los individuos por zona



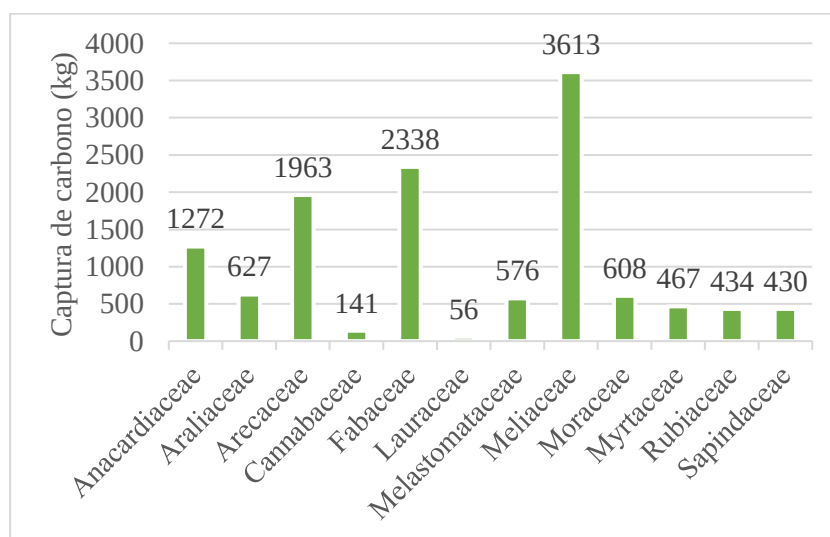
5.3.2 Fijación de carbono por familia

Según la ecuación de Brown

Se obtuvo que la familia *Meliaceae* presenta el valor más alto de fijación de carbono total con 3613 *kg C* (3.613 *ton C*), seguido de la *Fabaceae* con 2338 *kg C*, *Arecaceae* con 1963 *kg C* y la *Anacardiaceae* con 1272 *kg C*.

Para las demás familias su fijación de carbono total se presenta entre un rango de 430 a 627 *kg C*, exceptuando a la *Cannabaceae* con 147 *kg C* y por último la *Lauraceae* con 57 *kg C* siendo estos dos últimos quienes poseen la menor cantidad de individuos.

Figura 16. Distribución de la captura de carbono total por las familias identificadas en el humedal El Charco-Oasis, según la ecuación de Brown.



En relación con el promedio, la *Meliaceae* es quien tiene el valor más alto con una fijación de carbono de 285.05 *kg C*, además una dispersión alta de 251,31 *kg C* y coeficiente de variación de 97.39% resultando en que las especies de esta familia obtuvieron resultados de fijación de carbono variables.

La *Fabaceae* con 16 individuos presenta el segundo promedio más alto de fijación de carbono con 146.13 *kg C*, con una dispersión de los datos de 131.46 *kg C* y coeficiente de variación de 89.96%.

Para la familia *Arecaceae* con el mayor número de individuos, conserva un promedio de 78.44 *kg C* sido uno de los más bajo, después de las familias *Cannabaceae*, *Rubiaceae*, *Myrtaceae*, *Moraceae* y *Melastomataceae*, los cuales registraron menos de 7 tipos de plantas.

Por otro lado, el promedio más bajo es presentado por la familia *Lauraceae* con 56.34 *kg C*, siendo su desviación y coeficiente nulo, ya que solo presenta un individuo registrado.

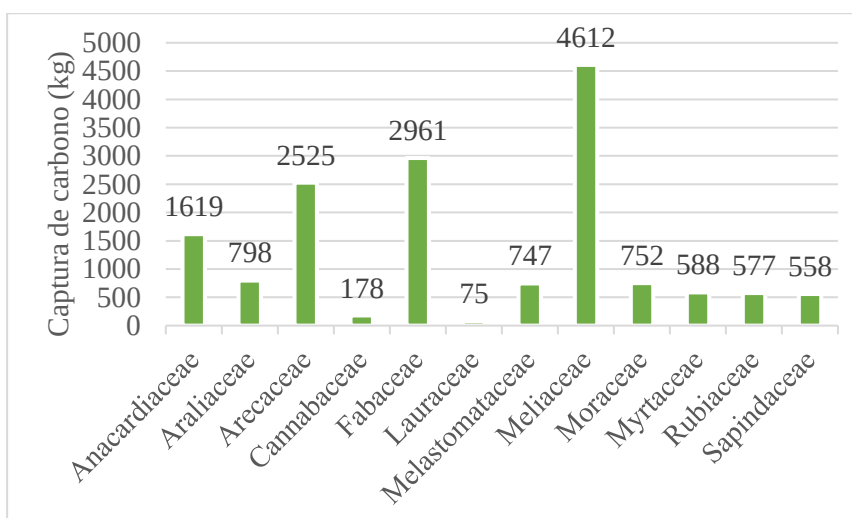
Tabla 13. Promedio de la captura de carbono, desviación estándar y coeficiente de variación por familias identificadas en el humedal El Charco-Oasis, según la ecuación de Brown.

Familia	# Individuos	Promedio captura de carbono (Kg)	Desviación Estándar	Coeficiente de variación %
<i>Anacardiaceae</i>	10	127.24	81.12	63.76%
<i>Araliaceae</i>	6	125.45	44.64	35.58%
<i>Arecaceae</i>	53	78.442	914.85	1166.28%
<i>Cannabaceae</i>	2	70.58	71.32	101.04%
<i>Fabaceae</i>	16	146.13	131.46	89.96%
<i>Lauraceae</i>	1	56.34	0.00	0.00%
<i>Melastomataceae</i>	7	82.30	57.62	70.02%
<i>Meliaceae</i>	14	258.05	251.31	97.39%
<i>Moraceae</i>	7	86.88	55.14	63.46%
<i>Myrtaceae</i>	7	66.75	56.97	85.34%
<i>Rubiaceae</i>	6	72.37	17.27	23.86%
<i>Sapindaceae</i>	4	107.62	69.68	64.75%

Según la ecuación ajustada

Para la captura de carbono total por familias, se obtiene que la *Meliaceae* abarca la mayor cantidad de fijación de este compuesto con un valor de 4612 *kg C* correspondiente a 767 *kg C/ha*. Seguido por la familia *Fabaceae* con 2961 *kg C*, *Arecaceae* con 2525 *kg C* y *Anacardiaceae* con 1619 *kg C*. Siendo la *Lauraceae* y *Cannabaceae* las del menor valor de captura de carbono.

Figura 17. Captura de carbono (kg) por familias registradas del humedal El Charco-Oasis, según la ecuación ajustada.



En la Tabla 14, se muestra el promedio de fijación de carbono para las diferentes familias, donde la *Meliaceae* es quien tiene el valor más alto con 329.40 kg C ($54,76 \text{ kg C/ha}$), presentando un incremento si se compara con lo obtenido para la ecuación de Brown.

La familia *Fabaceae* con 16 individuos presenta el segundo promedio más alto de fijación de carbono con 185.09 kg C , de igual forma como en el otro método la *Arecaceae* a pesar de tener la mayor cantidad de plantas, conserva una media de 47.64 kg C . De allí lo siguen los valores correspondientes para las familias *Cannabaceae*, *Rubiaceae*, *Myrtaceae*, *Moraceae* y *Melastomataceae*. Por último, la *Lauraceae* con 75.30 kg C abarcado por un solo individuo.

Tabla 14. Promedio de captura de carbono (kg) por familia registrada del humedal El Charco-Oasis, según la ecuación ajustada.

Familia	# Individuos	Promedio de captura de carbono (kg)
<i>Anacardiaceae</i>	10	161.89
<i>Araliaceae</i>	6	133.00
<i>Arecaceae</i>	53	47.64
<i>Cannabaceae</i>	2	88.78

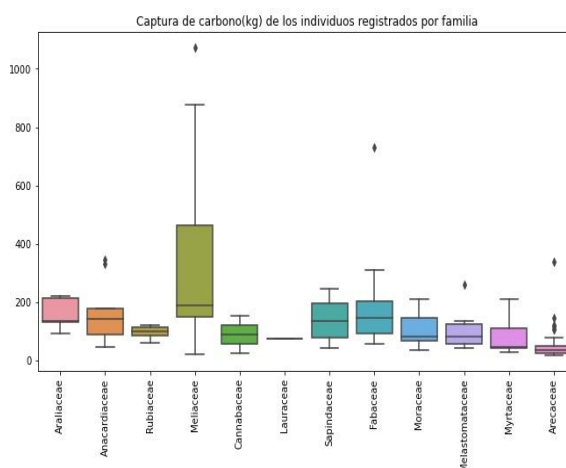
Tabla 14. Continuación

<i>Fabaceae</i>	16	185.09
<i>Lauraceae</i>	1	75.30
<i>Melastomataceae</i>	7	106.72
<i>Meliaceae</i>	14	329.40
<i>Moraceae</i>	7	107.39
<i>Myrtaceae</i>	7	83.99
<i>Rubiaceae</i>	6	96.20
<i>Sapindaceae</i>	4	139.48

La Figura 18, donde se representa la captura de carbono, evidencia un mismo comportamiento en relación con la distribución de los datos con la Figura 7. Donde se resalta la *Meliaceae* la cual es la familia que mayor fijación de este gas tiene una agrupación de catorce individuos los cuales presentan un promedio de 329.40 *kg C* con un dato atípico de 1073.10 *kg C* específicamente de la especie *Guarea guidonia*.

Otra familia para resaltar es la *Fabaceae* la cual cuenta con dieciséis individuos, donde su conjunto de datos oscila entre 56 *kg C* y 310 *kg C* con un promedio de fijación de carbono de 185,09 *kg C* a excepción del dato atípico el cual es de 730.40 *kg C* elevando así el valor de la media.

Figura 18. Diagrama de cajas y bigotes de la captura de carbono (*kg*) de los individuos registrados por familia del humedal El Charco-Oasis



5.3.3 Fijación de carbono por especies

Según la ecuación de Brown

A través de los resultados arrojados en relación con la fijación de carbono por especies, se obtiene que los individuos de la *Guarea guidonia* presentan la cantidad más alta con 3612.71 kg C equivalentes a 3.6 ton C y en función del área 0.6 ton C/ha, seguidos de la *Enterolobium cyclocarpum* con 1800.84 kg C y la *Euterpe precatoria* de la familia de palmas con 1165.06 kg C a pesar de tener un número más elevado de individuos.

Por otro lado, las especies como menos fijación de carbono son la *Laurus nobilis*, *Trema micrantha* y *Cassia grandis*, esto a causa del número de individuos registrados.

Tabla 15. Distribución de la fijación de carbono promedio y total por especie identificada en el humedal El Charco-Oasis.

Especies	# individuos	Captura de carbono promedio (kg)	Desviación estándar	Coefficiente de variación %	Captura de carbono total (kg)
<i>Bauhinia variegata</i>	3	123.06	22.50	18.29%	369.18
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	6	72.37	17.27	23.86%	434.22
<i>Cassia grandis</i>	2	84.05	20.69	24.61%	168.11
<i>Cupania americana</i>	4	107.62	69.68	64.75%	430.49
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	11	163.71	156.55	95.62%	1800.84
<i>Euterpe precatoria</i>	30	38.84	21.45	55.23%	1165.08
<i>Ficus insipida</i>	7	86.88	55.14	63.46%	608.18
<i>Guarea guidonia</i>	14	258.05	251.31	97.39%	3612.71
<i>Laurus nobilis</i>	1	56.34	0.00	0.00%	56.34
<i>Mauritia flexuosa</i>	2	197.82	116.19	58.74%	395.63
<i>Miconia albicans</i>	7	82.30	57.62	70.02%	576.08
<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	5	34.72	11.28	32.50%	173.61
<i>Schefflera morototoni</i>	6	119.74	42.30	35.33%	718.45
<i>Socratea Exorrhiza</i>	21	19.18	42.30	220.59%	402.68
<i>Spondias mombin</i>	2	141.60	3.79	2.68%	283.19
<i>Tapirira guianensis</i>	8	123.65	91.57	74.06%	989.17
<i>Trema micrantha</i>	2	70.58	71.32	101.04%	141.17
<i>Virola koschnyi</i>	2	146.84	31.70	21.59%	293.67

Para el promedio de fijación de carbono se tiene como resultado que la especie *Guarea guidonia* posee la media más alta con 258.05 kg C , pero con una dispersión de datos al igual que su coeficiente de variación alta, esto a causa de que ciertos individuos presentan valores inferiores a los 30 kg C y a su vez algunos con resultados que superan los 800 kg C .

Por otro lado, la especies *Bauhinia variegata*, *Cupania americana*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mauritia flexuosa*, *Schefflera morototoni*, *Spondias mombin* y *Tapirira guianensis* presentan un promedio de fijación de carbono superior a los 100 kg C a pesar de presentar cierta dispersión en los datos.

Por último, la Palma de moriche abarca un valor promedio alto de fijación de carbono esto dado a que solo cuenta con 2 individuos, aun así, presenta una desviación estándar de 116.19 kg y coeficiente de variación de 58.74%, pero sus los valores de captura de C individuales superan los 115 kg C . Para las otras dos especies de la familia *Arecaceae* se evidencia una media baja de secuestro de este compuesto a pesar tener la mayor cantidad de plantas registradas, lo cual las califica como los tipos de vegetación con menor captura de este compuesto ya que tiene una baja dispersión de los datos abarcando valores menores a los 40 kg C , siendo la *Socratea exorrhiza* el tipo de planta con la cantidad más baja de las especies identificadas en el humedal.

Según la ecuación ajustada

Con el ajuste realizado en la ecuación sigue como mayor especie fijadora de carbono la *Guarea guidonia* con un total de 4611.56 kg C o 4.61 ton C y en función del área de 0.76 ton C/ha representado un alza de 998.85 kg C o 0.99 ton C . Seguido de la *Enterolobium cyclocarpum* con un total de 2251.18 kg C donde se ve un aumento de 450.34 kg C .

La especie con menor fijación de carbono es la *Laurus nobilis* con un total de 75.30 kg C este resultado a pesar de ser bajo esta influenciado por el hecho de haber solo 1 individuo en el total de la muestra.

Otro caso similar presenta la especie de palmas *Mauritia flexuosa* que con solo 2 individuos presenta una fijación de carbono alta de 486.27 kg C teniendo un promedio de 243.14 kg C por individuo.

Por otra parte, otras de las especies que por individuo mantienen un promedio alto de fijación de carbono son la antes mencionadas *Guarea guidonia* y *Mauritia flexuosa*, junto con la *Enterolobium cyclocarpum* con una media de 204.65 kg C , *Virola koschnyi* con 181.28 kg C y *Spondias mombin* con 172.67 kg C .

Tabla 16. Captura de carbono promedio y total por especie identificada del humedal El Charco-Oasis.

Especies	# individuos	Captura de carbono promedio (kg)	Captura de carbono total (kg)
<i>Bauhinia variegata</i>	3	161.24	483.72
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	6	96.20	577.18
<i>Cassia grandis</i>	2	113.23	226.46
<i>Cupania americana</i>	4	139.48	557.92
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	11	204.65	2251.18
<i>Euterpe precatoria</i>	30	50.91	1527.26
<i>Ficus insipida</i>	7	107.39	751.71
<i>Guarea guidonia</i>	14	329.40	4611.56
<i>Laurus nobilis</i>	1	75.30	75.30
<i>Mauritia flexuosa</i>	2	243.14	486.27
<i>Miconia albicans</i>	7	106.72	747.03
<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	5	45.07	225.37
<i>Schefflera morototoni</i>	6	152.58	915.51
<i>Socratea Exorrhiza</i>	21	24.35	511.45
<i>Spondias mombin</i>	2	172.67	345.34
<i>Tapirira guianensis</i>	8	159.20	1273.59
<i>Trema micrantha</i>	2	88.78	177.56
<i>Virola koschnyi</i>	2	181.28	362.57

En base a lo analizado e identificado con la biomasa total y la fijación de carbono se logró determinar que se presenta una relación entre estas dos variables. Esto arraigado al comportamiento del conjunto de datos tanto para las zonas (Figura 4 y Figura 10) y familias (Figura 7 y Figura 13), con lo cual se puede determinar que, a mayor presencia de biomasa, mayor cantidad de captura de C abarcará, siendo esta situación la que se presentó para la familia *Meliaceae* la cual abarco la mayor cantidad de *BT* y promedio, junto al secuestro de este compuesto con *767 kg C/ha*.

Esto ocurre ya que el dióxido de carbono fijado en la biomasa de las plantas es la diferencia entre CO₂ atmosférico secuestrado en el proceso de fotosíntesis y el bióxido de carbono que es emitido durante la respiración, siendo resultado de esta resta utilizada en la conformación de la biomasa de la planta, por lo cual mientras mayor sea la producción de biomasa, presenta mayor cantidad de carbono capturado y gas carbónico almacenado (Vilca, 2017).

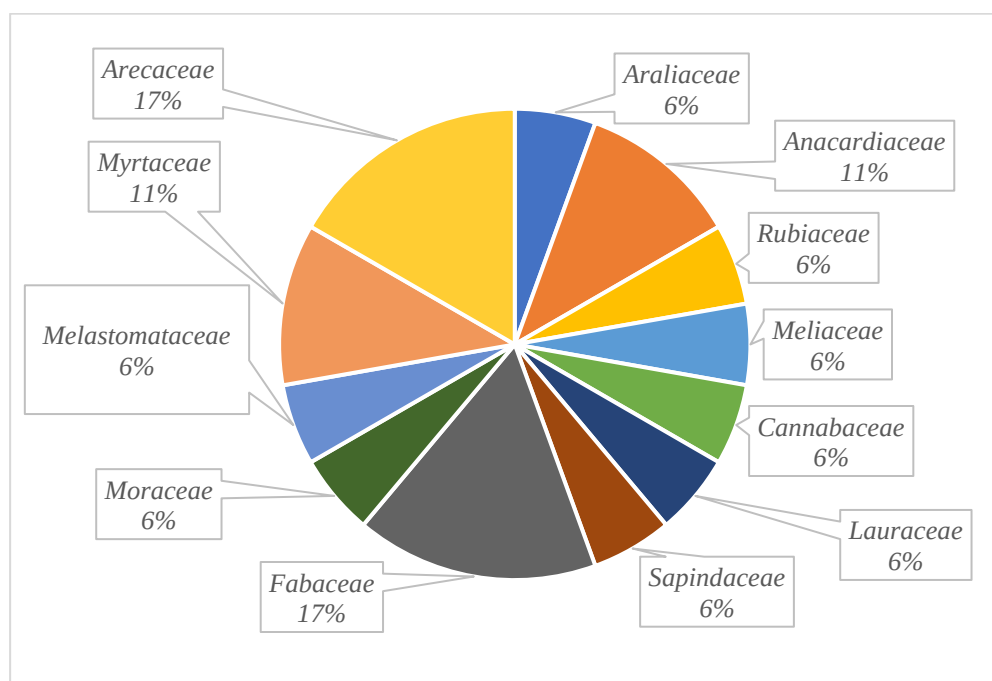
5.4 Índice de importancia familiar (IVIF)

Para determinar el índice de importancia familiar fue necesario realizar los cálculos de diversidad relativa familiar (DvRFi), abundancia relativa familiar (ARFi) y dominancia relativa familiar (DoRFi)

5.4.1 Diversidad relativa familiar (DvRFi)

De acuerdo con la información de campo necesaria para el cálculo de esta diversidad se evidencia que las familias con mayor diversidad fueron la *Arecaceae* y *Fabaceae* con un total de 3 especies cada una, seguido de la *Anacardiaceae* y *Myrtaceae* con 2 individuos de diferente especie.

Figura 19. Diversidad relativa familiar en los 5 transectos realizados en el humedal el Charco-Oasis.

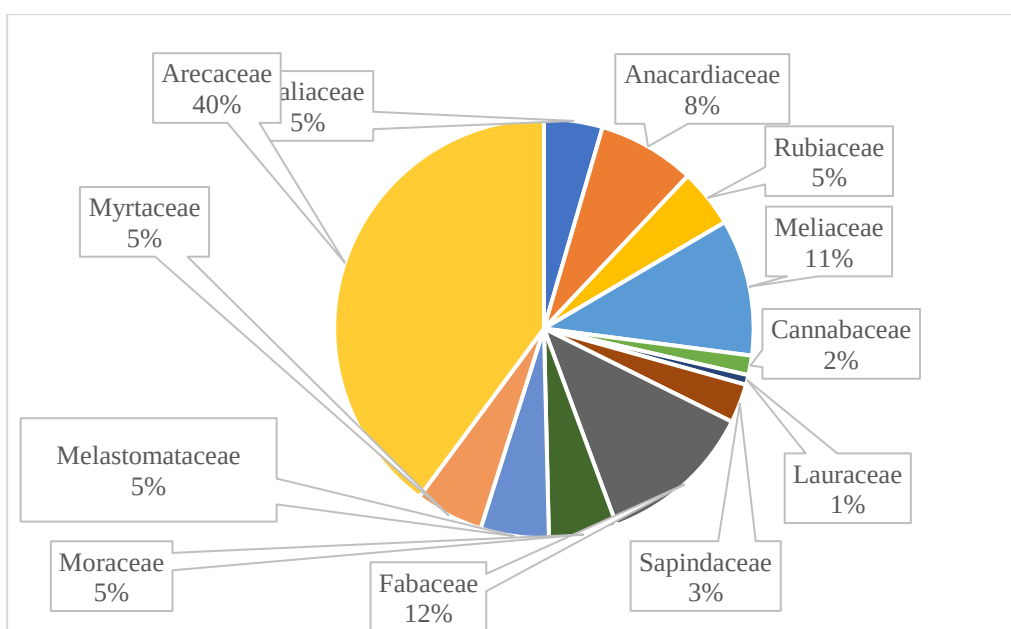


5.4.2 Abundancia relativa familiar (ARFi)

Con los datos obtenidos en campo y realizando los cálculos de la ARFi, la familia con más individuos en los transectos tomados en el humedal el Charco-Oasis fue la *Arecaceae* con un 40% de abundancia, la cual presentó un total de 53 plantas registradas, seguido de la *Fabaceae* con un 12%.

Otra de las familias con un número alto de especies fue la familia *Meliaceae* con un 11% de abundancia y 14 individuos registrados en total.

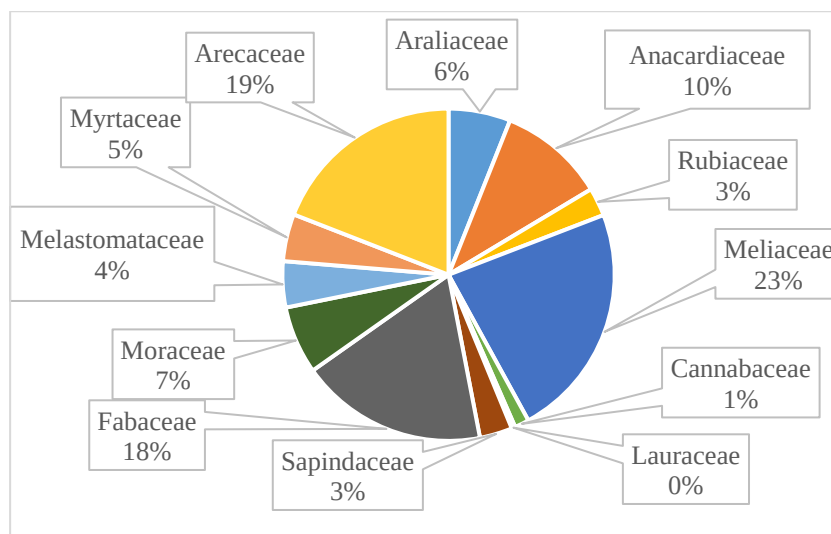
Figura 20. Abundancia relativa familiar en los 5 transectos realizados en el humedal el Charco-Oasis.



5.4.3 Dominancia relativa familiar (DoRFi)

La dominancia relativa se realizó con el área basal de la familia siendo dependiente del diámetro a la altura de pecho (DAP), lo que resultó que la *Meliaceae* presenta la mayor DoRFi en el humedal el Charco-Oasis con un 22,8% seguido de la *Arecaceae* con un 19%.

Figura 21. Dominancia relativa familiar en los 5 transectos realizados en el humedal el Charco-Oasis.



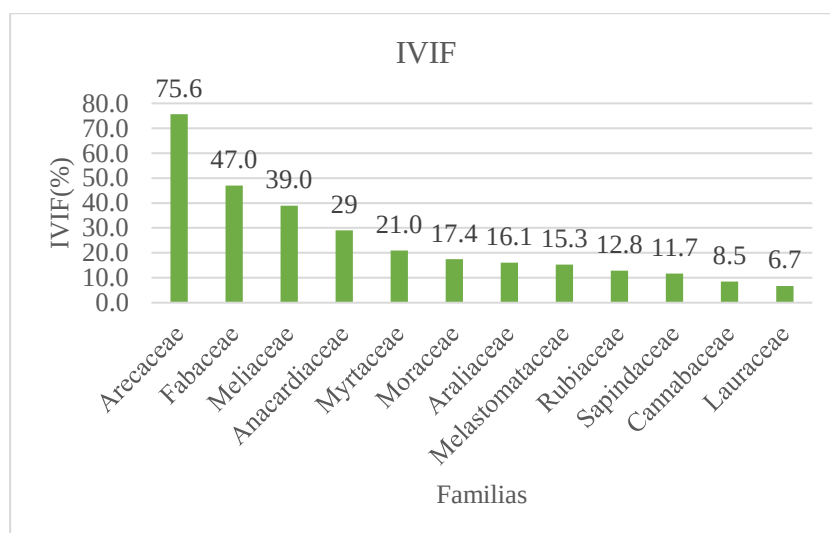
Se efectuó la sumatoria de estos porcentajes anteriormente mencionados, arrojando como resultado que la familia más importante en el humedal El Charco-Oasis es la *Arecaceae* con una sumatoria total de 75.6%, seguida de la *Fabaceae* con un 47% y *Meliaceae* con un 39%. Estos resultados se deben a que estas familias tienen la mayor cantidad de individuos registrados, con valores de DAP altos y por consiguiente un área basal elevado, además, de la variedad de especies que albergan, como se muestra en la Figura 22.

A pesar de que la familia con mayor IVIF es la *Arecaceae*, no presenta la misma situación en relación con la captura de carbono, ya que es superada por la *Meliaceae* con 3.6 ton C/ha, lo cual se debe a la heterogeneidad de la información registrada de altura del árbol y el DAP para la especie *Guarea guidonia*.

Además, la cantidad de individuos que presenta la familia de palmas y los valores diferentes de dimensiones y desarrollo de cada uno de ellos, concluyen como un agente decisivo para que las familias y especies se categoricen como las de mayor importancia (Ruano Parra, 2019).

Por otra parte, las dos familias con el menor IVIF fueron las familias *Lauraceae* y *Cannabaceae*, debido a la abundancia ya que se identificaron un individuo y dos individuos.

Figura 22. Índice de importancia familiar en los 5 transectos realizados en el humedal el Charco-Oasis.



5.5 Aporte del humedal El Charco-Oasis con la fijación de carbono

Se obtiene finalmente que la captura de carbono generada por el tipo de vegetación evaluado para el humedal El Charco-Oasis es de 2.11 ton C/ha según la ecuación propuesta por Brown et al. (1989) y 2.68 ton C/ha en base a la ecuación estipulada por el IDEAM, siendo para el área total comprendida por 6.015 ha de 16.11 ton C aún sin tener en cuenta los tipos de vegetación herbácea y arbustiva y, el suelo donde se genera la mayor cantidad de almacenamiento de C.

Por otra parte, se realiza la comparación con los humedales el Coroncoro y Aguas Claras a causa de su cercanía con el Humedal El Charco-Oasis buscando así que guarden una similitud en su ecosistema. Realizada la aproximación de los datos en base a los estimados para el humedal objetivo de la investigación y sujeto al área de cada ecosistema extraídas de los planes de manejo ambiental, se obtiene que la capacidad de captura de carbono es de 57.42 ton C para el Coroncoro y 13.31 ton C para Aguas Claras, con lo cual se evidencia el posible valor que podrían tener estos humedales y la magnitud de la contribución ecosistémica que estos en conjunto aportan a la zona.

Tabla 17. *Captura de carbono del humedal Coroncoro y Aguas claras.*

Humedal	Área (ha)	Captura de carbono (ton)
El Charco-Oasis	6.015	16.11
Coroncoro	21.428	57.42
Aguas Claras	4.965	13.31

Por lo cual, su importancia se refleja en la contribución para la mitigación del carbono, atribuido a la ubicación en zonas urbanas colindantes con sectores residenciales y obras civiles (vías y/o construcciones), los cuales son los principales emisores de carbono en especial el CO₂ (dióxido de carbono) por medio del transporte, energía y el consumo humano en general. Siendo el humedal El Charco-Oasis más marcado a causa de su cercanía con la Universidad Santo Tomás, de la cual a través del estudio de fuentes móviles (transporte) de toda la comunidad estudiantil, docentes, administrativo y, servicios generales y vigilancia, se logra determinar que diariamente se emiten 43.056 ton de CO₂, lo cual anualmente se vería reflejado en 5'394.272,87 ton (Parrado Parrado & Caro Jiménez, 2020), aportando inherentemente a la reducción de estos valores, para este caso con el humedal El Charco-Oasis, con un fijación de carbono de 16.12 ton C, sin sumar la contribución de más de 200 de estos ecosistemas con los que cuenta Villavicencio para 2022 según cifras estipuladas por la Corporación Autónoma Regional (Cormacarena) (Garzón Cadena, 2021).

Finalmente, con los resultados obtenido en esta investigación encaminada al humedal El Charco-Oasis, se logra proporcionar información para ampliar la comprensión entorno a la fijación de carbono en este ecosistema y su rol fundamental en la mitigación del cambio climático. Además, de datos que contribuyen en la toma decisiones en lo referente a la preservación y gestión de este, por parte de la gestión ambiental de la Universidad Santo Tomás y la entidad competente con el fin de generar estrategias para restauración y conservación, incrementando su potencial como sumidero de carbono. Por último, es un aporte base para nuevas investigaciones que suplan esa demanda de información con relación a los humedales del municipio, abriendo el camino para nuevos proyectos en coordinación la gestión ambiental de la Universidad Santo Tomás.

6. Impacto social y humanístico

Los resultados de las visitas en campo y la ejecución del proyecto hacen notar la importancia que tiene el humedal el Charco-Oasis para la conservación de varias familias de árboles leñosos y palmas que son características de la región, dando a conocer y generando información sobre la relevancia que presenta estas especies de vegetación en la fijación de carbono llegando a ser un amortiguador a la contaminación generada por acciones antrópicas aledañas al humedal, como lo es el transporte de vehículos tanto particulares como vehículos de carga por su cercanía a la vía principal a el municipio de Puerto López y el anillo vial y demás actividades humanas.

Con lo anterior el aporte será la conservación de estos ecosistemas ya que otorgan variedad de servicios ecosistémicas aparte del almacenamiento de carbono contribuyendo a la disminución de la contaminación y su ubicación en la zona urbana de la ciudad, además a la protección y preservación de cuerpos hídricos albergando en este caso el humedal el Charco-oasis el nacimiento del caño Oasis el cual pertenece a la microcuenca del Caño La Cuerera que drena al río Ocoa (Ministerio del medio ambiente, 2001). A esto se suma su importancia en la prevención inundaciones en tiempos de fuertes precipitaciones, y resguardar la vida silvestre tanto fauna y flora. (Garzón Cadena, 2021).

Conclusiones

Se obtuvo que el potencial de captura de carbono comprendido por la vegetación de tipo leñosa y palmas del humedal El Charco-Oasis es de 2.68 ton C/ha , siendo para el área total comprendida por 6.015 ha un valor de 16.11 ton C . Donde la zona 1 abarca el 17.71% con 2.85 ton C , la zona 2 el 14,63% con 2.76 ton C , la zona 3 con 20.78% con 4.11 ton C y la zona 4 37.80% 4.03 ton C y, por último, la zona 5 siendo el 9.09% con 3.93 ton C .

Se identificaron un total de 15 especies de tipo leñoso distribuidos en 11 familias y 3 especies de palmas, en los cinco transectos se registraron 133 individuos para los dos tipos de vegetación. Siendo la familia con mayor promedio de biomasa registrada fue *Meliaceae* con un total de 9666.6 kg y fijación de carbono 4611.56 kg C , conformada por 14 individuos de la especie *Guarea Guidonia*. Además, en base al índice de importancia familiar, se concluyó que la *Arecaceae* es la familia más importante a pesar de que no presenta la mayor fijación de carbono.

Finalmente, al realizar las aproximaciones de los datos en base al humedal estudiado se tiene que los humedales aledaños los cuales son el Coroncoro con un área 21.428 ha abarca una captura de carbono de 57.42 ton C y el humedal Agua Claras con 4.965 ha presenta 13.31 ton C , los cuales son muy importante por su ubicación ya que se encuentran en zona urbana donde puede haber mayor emisiones de CO_2 por parte de actividades antrópicas como el transporte y energía que consume el ser humano, lo cual se ve reflejado para el caso de Universidad Santo Tomás en que diariamente los docentes, estudiantes, administrativos, servicios generales y vigilancia emiten $43.056 \text{ ton de CO}_2$ en transporte, contribuyendo así humedal El Charco-Oasis en la mitigación de este valor.

Con los resultados de biomasa total y la fijación de carbono se determina que se presenta una relación entre estas dos variables ya que a mayor presencia de biomasa se espera una mayor cantidad de fijación de carbono a causa de que el dióxido de carbono fijado en la biomasa de las plantas es la diferencia entre CO_2 atmosférico secuestrado en el proceso de fotosíntesis y el bióxido de carbono que es emitido durante la respiración. Al realizar el ajuste para la ecuación alométrica de biomasa aérea teniendo en cuenta los valores ajustados para el tipo de bosque del humedal El Charco-Oasis se determina que hubo un incremento de la biomasa por ende se aumenta la fijación de carbono.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones es necesario realizar la fase de campo con personal con afines a la identificación de especies y familias arbóreas ya que si se realiza de manera autónoma toma mucho tiempo y en algunos casos las especies de las mismas familias tienden a tener las mismas características y por ende puede haber cierto porcentaje de error en la identificación de especies.

Por otra parte, la implementación de la ortofoto por el medio del dron es una herramienta muy útil ya que permite obtener mayor detalle y precisión del área del humedal y puede servir de ayuda a la identificación de algunas especies.

Por último, se recomienda para un futuro la implementación de especies herbáceas y arbustivas ya que estas especies se realizan con otro tipo de metodología donde se requiere la extracción de muestras y tiempo, ya que por lo general los humedales tienden a tener gran abundancia de estas especies herbáceas.

Referencias bibliográficas

- Alcaldía Villavicencio. (18 de agosto de 2020). *Se fortalecieron los mecanismos de participación para la protección de humedales en Villavicencio*. Portal Único del Estado Colombiano: <http://historico.villavicencio.gov.co/NuestraAlcaldia/SalaDePrensa/Paginas/SE-FORTALECIERON-LOS-MECANISMOS-DE-PARTICIPACION-PARA-LA-PROTECCION-DE-HUMEDALES-EN-VILLAVICENCIO.aspx>
- Álvarez, E., Benitez, D., Velásquez, C., & Cogollo, Á. (2013). Densidad básica del fuste de árboles del bosque seco en la costa caribe de Colombia. *Revista Intrópica*, 8, págs. 17-28. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4866018.pdf>
- Arellano, E., Meza, F., Miranda, M., & Camaño, A. (2013). *El cuidado de los humedales y su rol en el secuestro de carbono*. Centro de Cambio Global UC. <http://66.70.189.83/bitstream/CEHUM2018/1486/1/Arellano%2C%20Meza%2C%20Miranda%2C%20Cama%C3%B1o.%20El%20cuidado%20de%20los%20humedales%20y%20su%20rol%20en%20el%20secuestro%20de%20carbono.pdf>
- Atencia Elena, María. (2003). *Densidad de maderas (Kg/m³) ordenadas por nombre común*. <https://www.inti.gob.ar/publicaciones/descargac/366>
- Barragan, H., Murillo Perea, E., & Méndez Arteaga, J. J. (2010). Taxonomía y funcionalidad del género *Bauhinia*. *Revista Tumbaga*, 5, págs. 119 - 134. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628248.pdf>
- Brown, S., Gillespie, A., & Lugo, A. (1989). Biomass Estimation Methods for Tropical Forests with Applications to Forest Inventory Data. *Forest Science*, 35(4), págs. 881-902. https://www.researchgate.net/publication/233643575_Biomass_Estimation_Methods_for_Tropical_Forests_with_Applications_to_Forest_Inventory_Data/link/00b495287f997262cd000000/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2
- Buitrago Amaya, J. S., & López Muñoz, S. K. (2021). *Aporte del humedal el Charco-Oasis a la regulación térmica por medio del análisis de variables microclimáticas y de cobertura en Villavicencio*. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Institucional. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33889/2021johnbuitrago.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

- Burbano Orjuela, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), págs. 2-5. doi:<https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85>
- Carrillo Anzures, F., Buendía Rodríguez, E., Benavides Solorio, J. d., Flores Ayala, E., Acosto Mireles, M., & Gonzáles Molina, L. (2020). Carbono en suelo, hierbas y arbustos en una plantación forestal en Jalisco, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(6), págs. 1377-1387. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2427>
- Casas Caro, L. F. (2013). *Variación de biomasa aérea y densidad de madera en bosques de tierras bajas con planos de inundación de aguas negras y aguas blancas*. [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/4b27f0aa-a042-46c3-b4da-3065c4717102/content>
- Chang Ocaña, C., & Mandarachi Misari, L. M. (2021). *Estimación de la captura de carbono en las especies predominantes del humedal Tragadero-Junín*. [Trabajo de grado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6d9e9064-69b1-4486-ba9d-60780952eae2/content>
- Cisternas, A. (1989). Conversión de densidades de la madera. *Revista Infor*, 8(2), págs. 302-315. [https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/10864/18562.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20densidad%20b%C3%A1sica%2C%20una%20de,de%20las%20fibras%20\(psI.\)](https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/10864/18562.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20densidad%20b%C3%A1sica%2C%20una%20de,de%20las%20fibras%20(psI.))
- Convención de Ramsar . (2018). *Perspectiva mundial de los humedales: Estado de los humedales del mundo y de sus servicios a las personas*. Secretaría de la Convención Ramsar. https://www.ramsar.org/sites/default/files/flipbooks/ramsar_gwo_spanish_web.pdf
- Convención de Ramsar. (2021). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Edición especial de 2021*. Secretaría de la Convención sobre los Humedales. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/gwo_2021_s.pdf
- Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la Macarena (CORMACARENA). (04 de Junio de 2011). Acuerdo No.PS-GJ.1.2.42.2.11.011 . "Por el cual se declara como Área de Recreación el humedal urbano El Charco" . Cormacarena: https://cormacarena.micolombiadigital.gov.co/sites/cormacarena/content/files/000070/3484_acuerdo-no-psgj1242211011-por-el-cual-se-declara-como-humedal.pdf

- Ehrenfeld, J. (2000). Evaluating wetlands within an urban context. *Urban Ecosystems*, 4, págs. 69-85. doi:<https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1023/A:1009543920370>
- Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR). (1999). *Virola Koschnyi Ward*. [https://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD8%2092/pd%208-92-5-11%20rev%202%20\(F\)%20.pdf](https://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD8%2092/pd%208-92-5-11%20rev%202%20(F)%20.pdf)
- Flores, E., Mendieta, O., Ramírez, S., Reategui, V., Rodríguez, W., Laínez, C., & Morales, E. (2023). Efecto de dos métodos artesanales de carbonización en la elaboración de carbón a partir de semilla de aguaje (*Mauritia flexuosa*). *Agroindustrial Science*, 13(1), págs. 33-41. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/5204/5402>
- Fondo Mundial para la Naturaleza . (2013). *Maderas de Colombia*. Oficial de Producción Forestal. https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/maderas_de_colombia_15_version_aprobada.pdf
- Galicia, A., Benjamín, J., Venegas, N., Hernández, T., Ordoñez, M. d., & Dávalos, R. (2015). Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J.Rzedowski: compilación. *Maderas y bosquez*, 21, págs. 77-126. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf&ved=2ahUKEwjlu7Os8JSEAXXDQzABHeRIAesQFnoECB0QAAQ&usg=AOvVaw3WMKmsHyjkNhTcbSMiQrUI>
- Garzón Cadena, M. J. (2021). *Análisis del estado socio ambiental de los humedales en el perímetro urbano de la ciudad de Villavicencio -Meta*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD]. Repositorio Institucional. <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/47638/1/MJGARZONC.pdf>
- González Espinosa, J. S., & Silva García, J. D. (2022). *Estimación del carbono contenido en la vegetación leñosa del humedal La Conejera*. [Trabajo de grado, Universidad ECCI]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3115/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González Fonseca, W. (2017). Revisión de métodos para el monitoreo de biomasa y carbono vegetal en ecosistemas forestales tropicales. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), págs. 91-109. doi:<http://dx.doi.org/10.15359/rca.51-2.5>
- Hernández, M. E. (2010). Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. *Terra Latinoamericana*, 28(2), págs. 139-147.

- https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000200005
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (inia). (2014). *Especies forestales nativas para la recuperación de áreas degradadas en la región Ucayali*. Imprenta Davidson. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/473/1/Flores-Especies_forestales_nativas.pdf
- Instituto Humboldt. (12 de Marzo de 2024). *Los Sitios Ramsar en Colombia*. Reporte Humboldt: <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2021/cap4/406/#seccion2>
- Largo Rodríguez, B. (2017). *Biomasa y fijación de carbono en el campus de la Universidad Autónoma de Occidente*. [Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Occidente]. Repositorio Institucional. <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/e0620a52-fdb3-416b-9ef6-d028b3cb0661/content>
- Lasso, C. (2015). *Descripción metodológica para la evaluación biológica en los complejos de humedales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9591>
- Mañe, P. A. (1949). *Composición del aceite esencial de Laurus nobilis de la Provincia de Buenos Aires*. [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Repositorio Institucional. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n0594_Mane.pdf
- Martínez, J., & Fernández Bremauntz, A. (2004). Las bases científicas. En *Cambio climático: Una visión desde México* (págs. 15-121). Instituto Nacional de Ecología. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53409504/Victor-Jaramillo-Cambio-Climatico-Una-Vision-desde-Mexico--libre.pdf?1496985971=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DVictor_Jaramillo_Cambio_Climatico_Una_Vi.pdf&Expires=1710215613&Signature=OHM
- Ministerio del medio ambiente. (2001). *Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia*. Consejo nacional ambiental. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Poli%CC%81tica-Nacional-de-Humedales.pdf>
- Mitsch, W., Gosselink, J., Zhang, L., & Anderson, C. (2009). *Wetland Ecosystems*. Wiley. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=s0qAkixjuggC&oi=fnd&pg=PR5&dq=wetland&ots=ZeFnVkAIlH&sig=QhLiktOJyB6GrOLEuxKHvbnySWM#v=onepage&q&f=false>

- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de metodos basicos de muestreo y analisis en ecologia vegetal*. Editora El País. <http://www.bionica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Moya Sánchez, M., & Velásquez Penagos, M. (2014). *Los humedales en Villavicencio*. [Trabajo de grado, Corporación Universitaria del Meta]. Repositorio Institucional. <https://biblioteca.unimeta.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4825>
- Parrado Parrado, F. H., & Caro Jiménez, R. S. (2020). *Línea base de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por los desplazamientos regulares de la comunidad universitaria desde y hacia los campuses de la USTA sede Villavicencio*. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/32028/2021fraytherparrado.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Pérez Alavez, Y., Rodríguez Ortiz, G., Santiago García, W., Campos Angeles, G. V., Martín, M., & Lozano Trejo, S. (2023). Gravedad específica de la madera en especies arbóreas para proyectos de carbono. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 10(2), págs. 134 - 156. doi:<https://doi.org/10.60158/rma.v10i2.395>
- Riesco Muñoz, G., Imaña Encinas, J., & Elías de Paula, J. (2019). Wood density of 59 tree species in the order Sapindales from natural. *Madera y Bosques*, 25(2), págs. 1-12. doi:<https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521817>.
- Ruano Parra, J. E. (2019). *Estimación de la captura de carbono en el ecoparque de Las Garzas, Cali Valle del Cauca*. [Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Occidente]. Repositorio Institucional. <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/eb9c0ee6-6eac-405b-b69d-34c89732af4b/content>
- Singnar, P., Sileshi, G. W., Amitabha Nath, A. J., & Das, A. K. (2021). Modelling the scaling of belowground biomass with aboveground biomass in tropical bamboos. *Trees, Forests and People*, 3, págs. 1-2. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tfp.2020.100054>.
- Sousa, K., Zonneveld, M., Imbach, P., Casanoves, F., Kindt, R., & Ordoñez, J. (2017). *Atlas de aptitud de especies agroforestales importantes bajo climas futuros en América Central*. World Agroforestry (ICRAF). <https://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B17954.pdf>
- Torres Basto, M. F. (2023). *Estimacion de la capacidad de captura de carbono de la especie Mimosa trianae Benth, en el Humedal el Charco oasis, a partir de la aplicación de*

- ecuaciones alométricas para resaltar la importancia de conservación de los humedales urbanos*. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/52304>
- Urria Carill, E. P. (2009). Fotosíntesis: Aspectos Básicos. *Reduca (Biología)*, 2(3), págs. 1-47. https://www.academia.edu/30133068/Fotos%C3%ADntesis_Aspectos_B%C3%A1sicos
- Vargas Pabón, C. D. (2011). *Modelo de gestión urbano para las áreas de expansión de la ciudad de Villavieja*. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/4147/tesis390.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Vasquez Valderrama, M. Y., & Solorza Bejarano, J. (2018). Agrupación funcional de especies vegetales para la restauración ecológica de ecosistemas de montaña, Bogotá, Colombia. *Colombia Forestal*, 21(1), págs. 5-17. doi:<https://doi.org/10.14483/2256201X.11730>
- Vilca, N. (2017). *Almacenamiento de CO₂ en biomasa aérea de las familias Aracaceae y Bombacaceae de un ecosistema aguajal en Pósc, San Martín- 2017*. [Trabajo de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/3637/Vilca_NNC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yepes Quintero, A. P., Navarrete Encinales, D. A., Duque Montoya, Á. J., Phillips Bernal, J. F., Cabrera Torres, K. R., Álvarez Dávila, E., . . . Ordoñez Castro, M. F. (2011). *Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM. https://www.researchgate.net/publication/273307419_Protocolo_para_la_estimacion_nacional_y_subnacional_de_biomasa_-_carbono_en_Colombia

Anexos

Anexo 1. Captura de carbono y biomasa de la zona 1 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).

Familia	Nombre científico	Nombre común	CAP (cm)	DAP (m)	BA	BS	CBA	CB S	BT (Kg)	Captura de carbono Total (Kg)
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	47	0.15	99.93	18.76	46.97	9.38	118.68	56.34
Myrtaceae	<i>Virola koschnyi</i>	-	100	0.32	211.09	140.07	99.21	70.04	351.16	169.25
Myrtaceae	<i>Virola koschnyi</i>	-	90	0.29	152.17	105.80	71.52	52.90	257.97	124.42
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	34	0.11	26.42	7.92	12.42	3.96	34.34	16.38
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	65	0.21	47.85	44.48	22.49	22.24	92.33	44.73
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	103	0.33	389.05	151.54	182.86	75.77	540.60	258.63
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Hobo o Yopo	96	0.31	161.91	125.64	76.10	62.82	287.55	138.92
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan	56	0.18	79.84	29.91	37.53	14.95	109.75	52.48
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Zurrumbo	84	0.27	163.81	88.05	76.99	44.02	251.85	121.01
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Zurrumbo	42	0.13	28.09	13.90	13.20	6.95	41.99	20.15
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	75	0.24	73.74	65.11	34.66	32.55	138.85	67.21
Rubiaceae	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	53	0.17	124.77	25.83	58.64	12.91	150.60	71.56
Rubiaceae	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	60	0.19	154.66	35.94	72.69	17.97	190.60	90.66
Rubiaceae	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	48	0.15	107.12	19.84	50.35	9.92	126.96	60.27
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	65	0.21	107.75	44.48	50.64	22.24	152.22	72.88
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	92	0.29	282.49	112.18	132.77	56.09	394.67	188.86
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	60.00	0.1909	154.42	35.94	72.58	17.97	190.36	90.55
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	47.00	0.1496	61.06	18.76	28.70	9.38	79.82	38.08
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	34.00	0.1082	20.87	7.92	9.81	3.96	28.79	13.77

<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	58.0 00	0.1846 2	135. 73	32.8 4	63.7 9	16.4 2	168. 57	80.21
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	39.0 00	0.1241 41	33.9 5	11.4 1	15.9 6	5.71	45.3 6	21.66
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	33.0 00	0.1050 42	23.1 7	7.31	10.8 9	3.66	30.4 8	14.54
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	38.0 00	0.1209 58	34.5 5	10.6 5	16.2 4	5.32	45.1 9	21.56
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	40.0 00	0.1273 24	42.0 2	12.2 1	19.7 5	6.10	54.2 3	25.85
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	43.0 00	0.1368 73	47.1 7	14.8 0	22.1 7	7.40	61.9 7	29.57
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	40.0 00	0.1273 24	35.5 9	12.2 1	16.7 3	6.10	47.8 0	22.83
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	41.0 00	0.1305 07	49.8 3	13.0 4	23.4 2	6.52	62.8 7	29.94
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	37.0 00	0.1177 75	38.4 1	9.92	18.0 5	4.96	48.3 3	23.01
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	45.0 00	0.1432 39	49.3 5	16.7 1	23.1 9	8.35	66.0 5	31.55
<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	42.0 00	0.1336 9	46.9 0	13.9 0	22.0 4	6.95	60.8 0	28.99
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	40.0 00	0.1273 24	31.5 5	12.2 1	14.8 3	6.10	43.7 6	20.93
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	42.0 00	0.1336 9	17.8 7	13.9 0	8.40	6.95	31.7 7	15.35
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	43.0 00	0.1368 73	32.1 9	14.8 0	15.1 3	7.40	46.9 9	22.53
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	47.0 00	0.1496 06	40.3 1	18.7 6	18.9 5	9.38	59.0 7	28.32
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	52.0 00	0.1655 21	55.6 2	24.5 5	26.1 4	12.2 8	80.1 7	38.42
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	36.0 00	0.1145 92	26.9 8	9.22	12.6 8	4.61	36.2 0	17.29
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	38.0 00	0.1209 58	18.4 6	10.6 5	8.67	5.32	29.1 0	14.00
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	41.0 00	0.1305 07	30.8 0	13.0 4	14.4 8	6.52	43.8 4	21.00
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	40.0 00	0.1273 24	19.8 7	12.2 1	9.34	6.10	32.0 7	15.44
<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	35.0 00	0.1114 08	17.5 4	8.55	8.24	4.28	26.1 0	12.52

Anexo 2. Captura de carbono y biomasa de la zona 2 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).

Familia	Nombre científico	Nombre común	CA P (c m)	DA P (m)	Altu ra m	BA (kg)	BS (kg)	CBA	CB S	BT (kg)	Captu ra de carbo no Total (Kg)
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de vaca	68	0.2 2	11.5 0	155. 89	50.1 6	73.2 7	25. 08	206. 05	98.35
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	114	0.3 6	12.5 0	319. 82	198. 56	150. 31	99. 28	518. 38	249.59
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	101	0.3 2	13.2 0	191. 45	143. 83	89.9 8	71. 92	335. 28	161.90
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	86	0.2 7	14.2 0	243. 04	93.7 4	114. 23	46. 87	336. 78	161.10
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	38	0.1 2	12.8 0	48.1 4	10.6 5	22.6 2	5.3 2	58.7 9	27.95
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	46	0.1 5	10.5 0	57.1 4	17.7 1	26.8 6	8.8 6	74.8 6	35.71
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	60	0.1 9	11.6 0	102. 90	35.9 4	48.3 6	17. 97	138. 83	66.33
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	76	0.2 4	12.1 0	145. 72	67.4 5	68.4 9	33. 72	213. 16	102.21
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayan	47	0.1 5	8.20	43.0 7	18.7 6	20.2 4	9.3 8	61.8 3	29.62
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	84	0.2 7	12.2 0	201. 93	88.0 5	94.9 0	44. 02	289. 97	138.93
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayan	39	0.1 2	9.30	34.2 1	11.4 1	16.0 8	5.7 1	45.6 2	21.78
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	89	0.2 8	12.0 0	294. 66	102. 70	138. 49	51. 35	397. 36	189.84
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	69	0.2 2	16.0 0	138. 61	52.1 4	65.1 5	26. 07	190. 75	91.22
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	54	0.1 7	13.6 0	98.0 6	27.1 5	46.0 9	13. 57	125. 21	59.66
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	89	0.2 8	18.0 0	248. 61	102. 70	116. 85	51. 35	351. 31	168.20
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	64	0.2 0	14.2 0	140. 12	42.6 8	65.8 6	21. 34	182. 80	87.20
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	39	0.1 2	14.0 0	55.8 9	11.4 1	26.2 7	5.7 1	67.3 0	31.98
Arecaceae	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	37. 6	0.1 2	12.1 0	24.8 7	10.3 5	11.6 9	5.1 8	35.2 3	16.87
Arecaceae	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	39. 5	0.1 3	9.50	21.7 6	11.8 1	10.2 3	5.9 0	33.5 7	16.13
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	42	0.1 3	9.10	42.9 5	13.9 0	20.1 9	6.9 5	56.8 5	27.14
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	48. 2	0.1 5	11.7 0	70.1 7	20.0 6	32.9 8	10. 03	90.2 3	43.01
Arecaceae	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	41	0.1 3	10.3 0	25.1 6	13.0 4	11.8 2	6.5 2	38.1 9	18.34

Anexo 3. Captura de carbono y biomasa de la zona 3 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).

Familia	Nombre científico	Nombre común	CAP (cm)	DAP (m)	Altura m	BA	BS	CB A	CB S	BT (kg)	Captura de carbono Total (Kg)
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	86	0.27	13.20	198.97	93.74	93.52	46.87	292.71	140.39
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	62	0.20	8.00	67.80	39.22	31.86	19.61	107.02	51.47
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortiño	90	0.29	13.00	311.55	105.80	146.43	52.90	417.36	199.33
<i>Araliaceae</i>	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	96	0.31	15.00	241.55	125.64	113.53	62.82	367.20	176.35
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	54	0.17	13.80	154.38	27.15	72.56	13.57	181.53	86.13
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	95	0.30	17.80	225.68	122.19	106.07	61.09	347.87	167.16
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	113	0.36	9.00	212.81	193.95	100.02	96.98	406.76	197.00
<i>Araliaceae</i>	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	75	0.24	15.40	156.25	65.11	73.44	32.55	221.36	105.99
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortiño	49	0.16	8.20	65.29	20.96	30.69	10.48	86.24	41.16
<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de vaca	78	0.25	11.20	196.42	72.28	92.32	36.14	268.70	128.46
<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de vaca	67	0.21	19.80	251.62	48.22	118.26	24.11	299.84	142.37
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	131	0.42	17.40	643.62	287.50	302.50	143.75	931.13	446.26
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	75	0.24	13.00	173.44	65.11	81.52	32.55	238.55	114.07
<i>Fabaceae</i>	<i>Cassia grandis</i>	Cañafístula	54	0.17	17.40	181.08	27.15	85.11	13.57	208.23	98.68
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	39	0.12	12.30	27.04	11.41	12.71	5.71	38.45	18.41
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	45.2	0.14	10.80	57.78	16.90	27.15	8.45	74.68	35.61
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	41.6	0.13	9.90	45.64	13.55	21.45	6.78	59.19	28.23
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	37	0.12	9.60	19.46	9.92	9.14	4.96	29.38	14.10
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	46.3	0.15	13.00	71.82	18.02	33.76	9.01	89.84	42.77
<i>Arecaceae</i>	<i>Mauritia flexuosa</i>	Palma de moriche	127	0.40	7.10	314.08	264.72	147.62	132.36	578.80	279.98
<i>Arecaceae</i>	<i>Mauritia flexuosa</i>	Palma de moriche	80	0.25	8.90	163.82	77.32	77.00	38.66	241.14	115.66

Anexo 4. Captura de carbono y biomasa de la zona 4 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).

Familia	Nombre científico	Nombre común	CAP (cm)	DAP (m)	Altura m	BA	BS	CB A	CB S	BT (kg)	Captura de carbono Total (Kg)
<i>Araliaceae</i>	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	71	0.23	17.50	158.93	56.27	74.70	28.13	215.19	102.83
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	58	0.18	6.00	66.82	32.84	31.40	16.42	99.65	47.82
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	104	0.33	17.60	408.17	155.49	191.84	77.75	563.67	269.59
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	158	0.50	16.20	748.30	473.56	351.70	236.78	122.1.86	588.48
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	50	0.16	9.60	38.37	22.12	18.03	11.06	60.48	29.09
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	103	0.33	14.60	349.10	151.54	164.08	75.77	500.64	239.85
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	77	0.25	12.60	176.93	69.84	83.16	34.92	246.77	118.08
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	79	0.25	13.40	196.56	74.77	92.38	37.39	271.33	129.77
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias mombin</i>	Hobo o Yopo	98	0.31	12.40	165.76	132.73	77.91	66.37	298.50	144.28
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	169	0.54	15.00	901.04	566.52	423.49	283.26	146.7.56	706.75
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	83	0.26	12.20	173.05	85.28	81.33	42.64	258.33	123.97
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	65	0.21	5.40	51.33	44.48	24.13	22.24	95.81	46.36
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	157	0.50	25.20	127.3.82	465.62	598.70	232.81	173.9.44	831.51
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	124	0.39	17.80	593.44	248.39	278.92	124.19	841.83	403.11
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	85	0.27	10.60	181.08	90.86	85.11	45.43	271.94	130.54
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	93	0.30	18.60	361.65	115.46	169.97	57.73	477.10	227.70
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	56	0.18	11.00	114.57	29.91	53.85	14.95	144.47	68.80
<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan	42	0.13	14.20	58.27	13.90	27.38	6.95	72.17	34.34
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	68	0.22	9.40	136.58	50.16	64.19	25.08	186.73	89.27
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	71	0.23	10.20	159.73	56.27	75.07	28.13	216.00	103.21
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	55	0.18	11.40	87.60	28.51	41.17	14.25	116.10	55.42
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	61	0.19	14.80	135.50	37.56	63.69	18.78	173.06	82.46
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	43	0.14	10.80	52.64	14.80	24.74	7.40	67.44	32.14
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	58	0.18	11.20	95.13	32.84	44.71	16.42	127.97	61.13

<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatória</i>	Palmito	65	0.21	14.20	146.76	44.48	68.98	22.24	191.24	91.22
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	46	0.15	13.00	38.73	17.71	18.20	8.86	56.44	27.06

Anexo 5. Captura de carbono y biomasa de la zona 5 del humedal El Charco, utilizando la ecuación de Brown et al. (1989).

Familia	Nombre científico	Nombre común	CAP (cm)	DAP (m)	Altura m	BA	BS	CB A	CB S	BT (kg)	Captura de carbono Total (Kg)
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	52	0.17	7.60	46.57	24.55	21.89	12.28	71.12	34.16
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	57	0.18	11.00	138.22	31.35	64.96	15.68	169.57	80.64
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	41	0.13	9.80	55.29	13.04	25.99	6.52	68.33	32.51
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	74	0.24	8.60	71.92	62.82	33.80	31.41	134.74	65.21
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	78	0.25	11.20	216.07	72.28	101.55	36.14	288.34	137.69
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	48	0.15	8.00	74.57	19.84	35.05	9.92	94.41	44.97
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	53	0.17	11.80	106.09	25.83	49.86	12.91	131.92	62.78
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	58	0.18	12.00	96.18	32.84	45.21	16.42	129.02	61.62
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	65	0.21	10.40	104.09	44.48	48.92	22.24	148.57	71.16
<i>Araliaceae</i>	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	72	0.23	9.80	95.02	58.40	44.66	29.20	153.43	73.86
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	62	0.20	11.70	96.62	39.22	45.41	19.61	135.84	65.02
<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayan	45	0.14	12.20	57.52	16.71	27.03	8.35	74.22	35.39
<i>Fabaceae</i>	<i>Cassia grandis</i>	Cañafístula	48	0.15	15.00	126.61	19.84	59.50	9.92	146.44	69.42
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	50	0.16	14.20	77.50	22.12	36.43	11.06	99.62	47.48
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatória</i>	Palmito	45	0.14	12.30	64.68	16.71	30.40	8.35	81.39	38.75
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	39	0.12	9.40	21.05	11.41	9.89	5.71	32.46	15.60
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatória</i>	Palmito	42	0.13	10.30	48.21	13.90	22.66	6.95	62.11	29.61
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	40	0.13	13.10	30.06	12.21	14.13	6.10	42.27	20.23
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	36	0.11	10.80	20.63	9.22	9.70	4.61	29.85	14.31

<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	34	0.11	14.20	43.8 6	7.9 2	20.6 1	3.9 6	51.77	24.57
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	43	0.14	13.50	64.8 1	14. 80	30.4 6	7.4 0	79.61	37.86
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	37	0.12	13.70	27.1 0	9.9 2	12.7 4	4.9 6	37.02	17.70
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	39	0.12	12.00	26.4 2	11. 41	12.4 2	5.7 1	37.84	18.13
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	40	0.13	12.60	53.1 1	12. 21	24.9 6	6.1 0	65.32	31.07

Anexo 6. Captura de carbono y biomasa de la zona 1 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.

Familia	Nombre científico	Nombre común	CAP (cm)	DAP (m)	BA	BS	CBA	CB S	BT (Kg)	Captura de carbono Total (Kg)
<i>Lauraceae</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	47	0.15	140.25	18.76	65.92	9.38	159.01	75.30
<i>Myrtaceae</i>	<i>Virola koschnyi</i>	-	100	0.32	296.28	140.07	139.25	70.04	436.35	209.29
<i>Myrtaceae</i>	<i>Virola koschnyi</i>	-	90	0.29	213.58	105.80	100.38	52.90	319.38	153.28
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	34	0.11	37.08	7.92	17.43	3.96	45.00	21.39
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	65	0.21	67.17	44.48	31.57	22.24	111.64	53.81
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	103	0.33	546.05	151.54	256.65	75.77	697.60	332.42
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias mombin</i>	Hobo o Yopo	96	0.31	227.25	125.64	106.81	62.82	352.89	169.63
<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan	56	0.18	112.06	29.91	52.67	14.95	141.97	67.62
<i>Cannabaceae</i>	<i>Trema micrantha</i>	Zurumbo	84	0.27	229.91	88.05	108.06	44.02	317.96	152.08
<i>Cannabaceae</i>	<i>Trema micrantha</i>	Zurumbo	42	0.13	39.43	13.90	18.53	6.95	53.33	25.48
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	75	0.24	103.49	65.11	48.64	32.55	168.60	81.20
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	53	0.17	175.13	25.83	82.31	12.91	200.95	95.22
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	60	0.19	217.08	35.94	102.03	17.97	253.01	120.00
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	48	0.15	150.35	19.84	70.66	9.92	170.18	80.58
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	65	0.21	151.23	44.48	71.08	22.24	195.70	93.32
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	92	0.29	396.48	112.18	186.35	56.09	508.67	242.44

Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	60.0 00	0.1909 86	216. 74	35.9 4	101. 87	17.9 7	252. 67	119.84
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	47.0 00	0.1496 06	85.7 1	18.7 6	40.2 8	9.38	104. 46	49.66
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	34.0 00	0.1082 25	29.2 9	7.92	13.7 6	3.96	37.2 1	17.72
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	58.0 00	0.1846 2	190. 50	32.8 4	89.5 4	16.4 2	223. 34	105.95
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	39.0 00	0.1241 41	47.6 5	11.4 1	22.4 0	5.71	59.0 6	28.10
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	33.0 00	0.1050 42	32.5 1	7.31	15.2 8	3.66	39.8 3	18.94
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	38.0 00	0.1209 58	48.4 9	10.6 5	22.7 9	5.32	59.1 3	28.11
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	40.0 00	0.1273 24	58.9 8	12.2 1	27.7 2	6.10	71.1 9	33.82
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	43.0 00	0.1368 73	66.2 1	14.8 0	31.1 2	7.40	81.0 1	38.52
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	40.0 00	0.1273 24	49.9 5	12.2 1	23.4 8	6.10	62.1 6	29.58
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	41.0 00	0.1305 07	69.9 4	13.0 4	32.8 7	6.52	82.9 8	39.39
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	37.0 00	0.1177 75	53.9 1	9.92	25.3 4	4.96	63.8 3	30.30
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	45.0 00	0.1432 39	69.2 6	16.7 1	32.5 5	8.35	85.9 6	40.90
	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	42.0 00	0.1336 9	65.8 2	13.9 0	30.9 4	6.95	79.7 2	37.89
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	40.0 00	0.1273 24	44.2 9	12.2 1	20.8 2	6.10	56.5 0	26.92
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	42.0 00	0.1336 9	25.0 8	13.9 0	11.7 9	6.95	38.9 8	18.74
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	43.0 00	0.1368 73	45.1 8	14.8 0	21.2 3	7.40	59.9 8	28.64
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	47.0 00	0.1496 06	56.5 8	18.7 6	26.5 9	9.38	75.3 4	35.97
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	52.0 00	0.1655 21	78.0 6	24.5 5	36.6 9	12.2 8	102. 61	48.96
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	36.0 00	0.1145 92	37.8 6	9.22	17.8 0	4.61	47.0 8	22.41
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	38.0 00	0.1209 58	25.9 0	10.6 5	12.1 7	5.32	36.5 5	17.50
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	41.0 00	0.1305 07	43.2 3	13.0 4	20.3 2	6.52	56.2 7	26.84
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	40.0 00	0.1273 24	27.8 8	12.2 1	13.1 1	6.10	40.0 9	19.21
	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	35.0 00	0.1114 08	24.6 2	8.55	11.5 7	4.28	33.1 8	15.85

Anexo 7. Captura de carbono y biomasa de la zona 2 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.

Familia	Nombre científico	Nombre común	CA P (c m)	DA P (m)	Altu ra m	BA (kg)	BS (kg)	CBA	CB S	BT (kg)	Captu ra de carbo no Total (Kg)
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de vaca	68	0.2 2	11.5 0	218. 80	50.1 6	102. 84	25. 08	268. 96	127.91
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	114	0.3 6	12.5 0	448. 88	198. 56	210. 97	99. 28	647. 44	310.25
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	101	0.3 2	13.2 0	268. 71	143. 83	126. 29	71. 92	412. 54	198.21
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	86	0.2 7	14.2 0	341. 12	93.7 4	160. 33	46. 87	434. 86	207.20
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	38	0.1 2	12.8 0	67.5 6	10.6 5	31.7 5	5.3 2	78.2 1	37.08
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	46	0.1 5	10.5 0	80.2 1	17.7 1	37.7 0	8.8 6	97.9 2	46.55
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	60	0.1 9	11.6 0	144. 42	35.9 4	67.8 8	17. 97	180. 36	85.85
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	76	0.2 4	12.1 0	204. 52	67.4 5	96.1 2	33. 72	271. 96	129.85
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayan	47	0.1 5	8.20 5	60.4 5	18.7 6	28.4 1	9.3 8	79.2 1	37.79
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	84	0.2 7	12.2 0	283. 41	88.0 5	133. 20	44. 02	371. 46	177.23
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayan	39	0.1 2	9.30 2	48.0 1	11.4 1	22.5 6	5.7 1	59.4 2	28.27
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	89	0.2 8	12.0 0	413. 56	102. 70	194. 37	51. 35	516. 26	245.72
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	69	0.2 2	16.0 0	194. 55	52.1 4	91.4 4	26. 07	246. 69	117.51
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	54	0.1 7	13.6 0	137. 63	27.1 5	64.6 9	13. 57	164. 78	78.26
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	89	0.2 8	18.0 0	348. 93	102. 70	164. 00	51. 35	451. 64	215.35
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	64	0.2 0	14.2 0	196. 66	42.6 8	92.4 3	21. 34	239. 34	113.77
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	39	0.1 2	14.0 0	78.4 5	11.4 1	36.8 7	5.7 1	89.8 6	42.58
Arecaceae	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	37. 6	0.1 2	12.1 0	34.9 1	10.3 5	16.4 1	5.1 8	45.2 7	21.59
Arecaceae	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	39. 5	0.1 3	9.50 5	30.5 5	11.8 1	14.3 6	5.9 0	42.3 5	20.26
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	42	0.1 3	9.10 8	60.2 8	13.9 0	28.3 3	6.9 5	74.1 9	35.28
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	48. 2	0.1 5	11.7 0	98.4 9	20.0 6	46.2 9	10. 03	118. 55	56.32
Arecaceae	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	41	0.1 3	10.3 0	35.3 1	13.0 4	16.5 9	6.5 2	48.3 5	23.11

Anexo 8. Captura de carbono y biomasa de la zona 3 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.

Familia	Nombre científico	Nombre común	CAP (cm)	DAP (m)	Altura (m)	BA	BS	CB A	CB S	BT (kg)	Captura de carbono Total (Kg)
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	86	0.27	13.20	279.27	93.74	131.25	46.87	373.00	178.12
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	62	0.20	8.00	95.16	39.22	44.72	19.61	134.37	64.33
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	Mortiño	90	0.29	13.00	437.28	105.80	205.52	52.90	543.08	258.42
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	96	0.31	15.00	339.03	125.64	159.34	62.82	464.67	222.17
Rubiaceae	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	54	0.17	13.80	216.68	27.15	101.84	13.57	243.82	115.41
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	95	0.30	17.80	316.75	122.19	148.87	61.09	438.94	209.97
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	113	0.36	9.00	298.68	193.95	140.38	96.98	492.63	237.36
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	75	0.24	15.40	219.31	65.11	103.07	32.55	284.41	135.63
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	Mortiño	49	0.16	8.20	91.63	20.96	43.07	10.48	112.59	53.55
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de vaca	78	0.25	11.20	275.69	72.28	129.57	36.14	347.96	165.71
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de vaca	67	0.21	19.80	353.17	48.22	165.99	24.11	401.38	190.10
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	131	0.42	17.40	903.35	287.50	424.58	143.75	1190.86	568.33
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	75	0.24	13.00	243.43	65.11	114.41	32.55	308.54	146.97
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i>	Cañafístula	54	0.17	17.40	254.16	27.15	119.45	13.57	281.30	133.03
Arecaceae	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	39	0.12	12.30	37.95	11.41	17.84	5.71	49.36	23.54
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	45.2	0.14	10.80	81.09	16.90	38.11	8.45	97.99	46.56
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	41.6	0.13	9.90	64.06	13.55	30.11	6.78	77.61	36.88
Arecaceae	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	37	0.12	9.60	27.31	9.92	12.83	4.96	37.23	17.79
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	46.3	0.15	13.00	100.80	18.02	47.38	9.01	118.83	56.39
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i>	Palma de moriche	127	0.40	7.10	440.83	264.72	207.19	132.36	705.54	339.55
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i>	Palma de moriche	80	0.25	8.90	229.93	77.32	108.07	38.66	307.25	146.73

Anexo 9. Captura de carbono y biomasa de la zona 4 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.

Familia	Nombre científico	Nombre común	CAP (cm)	DAP (m)	Altura m	BA	BS	CB A	CB S	BT (kg)	Captura de carbono Total (Kg)
<i>Araliaceae</i>	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	71.00	0.23	17.50	223.06	56.27	104.84	28.13	279.33	132.97
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	58.00	0.18	6.00	93.78	32.84	44.08	16.42	126.62	60.50
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	104.00	0.33	17.60	572.89	155.49	269.26	77.75	728.38	347.00
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	158.00	0.50	16.20	105.27	473.56	493.63	236.78	152.3.83	730.41
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>	Higueron	50.00	0.16	9.60	53.85	22.12	25.31	11.06	75.97	36.37
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	103.00	0.33	14.60	489.98	151.54	230.29	75.77	641.52	306.06
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	77.00	0.25	12.60	248.33	69.84	116.72	34.92	318.17	151.63
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	79.00	0.25	13.40	275.87	74.77	129.66	37.39	350.64	167.05
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias mombin</i>	Hobo o Yopo	98.00	0.31	12.40	232.65	132.73	109.35	66.37	365.39	175.71
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	169.00	0.54	15.00	126.465	566.52	594.39	283.26	183.1.17	877.64
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	83.00	0.26	12.20	242.88	85.28	114.15	42.64	328.16	156.79
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	65.00	0.21	5.40	72.04	44.48	33.86	22.24	116.52	56.10
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	157.00	0.50	25.20	178.787	465.62	840.30	232.81	225.3.48	1073.11
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	124.00	0.39	17.80	832.92	248.39	391.47	124.19	108.1.31	515.67
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	85.00	0.27	10.60	254.15	90.86	119.45	45.43	345.02	164.88
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo - guaraguao	93.00	0.30	18.60	507.59	115.46	238.57	57.73	623.04	296.29
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	56.00	0.18	11.00	160.80	29.91	75.58	14.95	190.71	90.53
<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan	42.00	0.13	14.20	81.78	13.90	38.44	6.95	95.68	45.39
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	68.00	0.22	9.40	191.69	50.16	90.10	25.08	241.85	115.17
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	71.00	0.23	10.20	224.19	56.27	105.37	28.13	280.46	133.50
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	55.00	0.18	11.40	122.94	28.51	57.78	14.25	151.45	72.04
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	61.00	0.19	14.80	190.19	37.56	89.39	18.78	227.74	108.17
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	43.00	0.14	10.80	73.89	14.80	34.73	7.40	88.69	42.13

<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	58.00	0.18	11.20	133.52	32.84	62.75	16.42	166.35	79.17
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	65.00	0.21	14.20	205.99	44.48	96.81	22.24	250.47	119.05
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	46.00	0.15	13.00	54.36	17.71	25.55	8.86	72.07	34.40

Anexo 10. Captura de carbono y biomasa de la zona 5 del humedal El Charco, utilizando la ecuación del IDEAM.

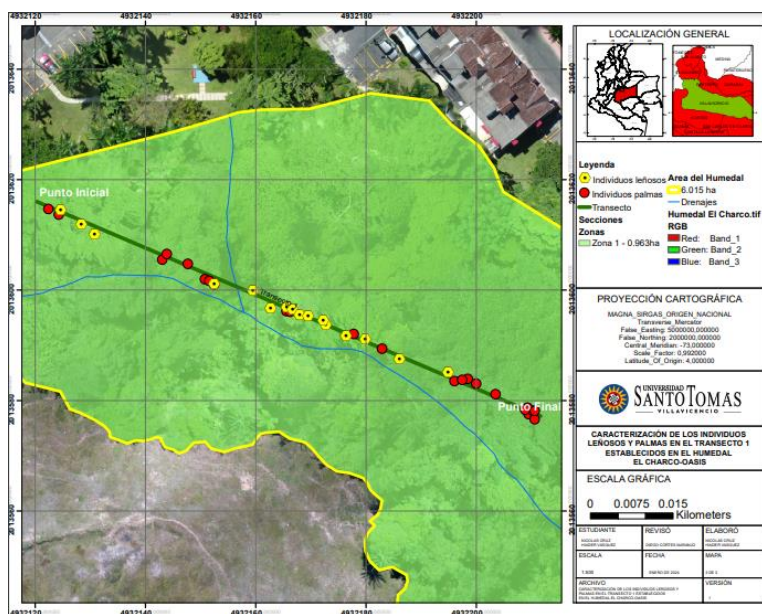
Familia	Nombre científico	Nombre común	CA P (cm)	DA P (m)	Altura m	Área basal	BA	BS	CBA	CB S	BT (kg)	Captura de carbono Total (Kg)
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	52	0.17	7.60	0.04	65.36	24.55	30.72	12.28	89.91	42.99
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	57	0.18	11.00	0.05	194.00	31.35	91.18	15.68	225.35	106.85
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	41	0.13	9.80	0.03	77.61	13.04	36.48	6.52	90.65	42.99
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus insipida</i>	Higuero	74	0.24	8.60	0.09	100.94	62.82	47.44	31.41	163.76	78.85
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	78	0.25	11.20	0.10	303.26	72.28	142.53	36.14	375.54	178.67
<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Palo blanco	48	0.15	8.00	0.04	104.66	19.84	49.19	9.92	124.50	59.11
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia albicans</i>	Mortino	53	0.17	11.80	0.04	148.90	25.83	69.98	12.91	174.73	82.90
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	58	0.18	12.00	0.05	135.00	32.84	63.45	16.42	167.84	79.87
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	65	0.21	10.40	0.07	146.10	44.48	68.67	22.24	190.58	90.91
<i>Araliaceae</i>	<i>Schefflera morototoni</i>	Tortolito	72	0.23	9.80	0.08	133.37	58.40	62.68	29.20	191.77	91.88
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	62	0.20	11.70	0.06	135.61	39.22	63.74	19.61	174.83	83.35
<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayan	45	0.14	12.20	0.03	80.73	16.71	37.94	8.35	97.44	46.30
<i>Fabaceae</i>	<i>Cassia grandis</i>	Cañafístula	48	0.15	15.00	0.04	177.70	19.84	83.52	9.92	197.53	93.44
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Caracaro	50	0.16	14.20	0.04	108.78	22.12	51.13	11.06	130.90	62.18
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	45	0.14	12.30	0.03	90.79	16.71	42.67	8.35	107.49	51.02
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	39	0.12	9.40	0.02	29.54	11.41	13.88	5.71	40.95	19.59
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	42	0.13	10.30	0.03	67.66	13.90	31.80	6.95	81.56	38.75
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	40	0.13	13.10	0.03	42.19	12.21	19.83	6.10	54.40	25.93
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	36	0.11	10.80	0.02	28.96	9.22	13.61	4.61	38.18	18.22

<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	34	0.1 1	14.2 0	0.0 2	61.5 5	7.92	28.9 3	3.96	69.4 7	32.89
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	43	0.1 4	13.5 0	0.0 3	90.9 7	14.8 0	42.7 6	7.40	105. 77	50.16
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	37	0.1 2	13.7 0	0.0 2	38.0 4	9.92	17.8 8	4.96	47.9 6	22.84
<i>Arecaceae</i>	<i>Socratea Exorrhiza</i>	Zancona	39	0.1 2	12.0 0	0.0 2	37.0 9	11.4 1	17.4 3	5.71	48.5 0	23.14
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i>	Palmito	40	0.1 3	12.6 0	0.0 3	74.5 5	12.2 1	35.0 4	6.10	86.7 5	41.14

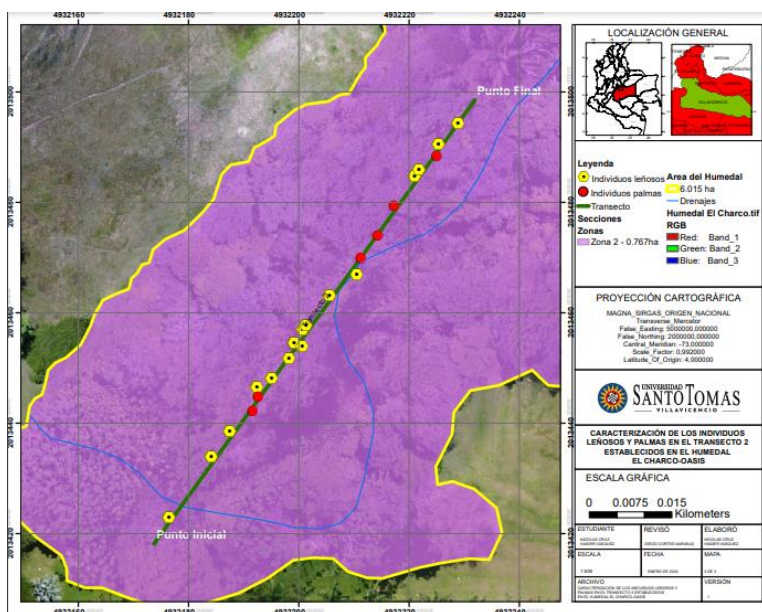
Anexo 11. Estimación del Índice de Importancia Familiar (IVif) para el humedal El Charco.

Ti po	Especie	Familia	Área basal de familia	Número de individuos de la familia	Número de especies de la familia	Dv RFi	AR Fi	Do RFi	IVI F
Leñosos	<i>Schefflera morototoni</i>	<i>Araliaceae</i>	0.601	6	1	5.5 56	4.5 11	6.0 41	16. 108
	<i>Spondias mombin</i>	<i>Anacardiaceae</i>	1.030	10	2	11. 111	7.5 19	10. 355	28. 985
	<i>Tapirira guianensis</i>	<i>Anacardiaceae</i>							
	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	<i>Rubiaceae</i>	0.273	6	1	5.5 56	4.5 11	2.7 50	12. 817
	<i>Guarea guidonia</i>	<i>Meliaceae</i>	2.275	14	1	5.5 56	10. 526	22. 876	38. 958
	<i>Trema micrantha</i>	<i>Cannabaceae</i>	0.140	2	1	5.5 56	1.5 04	1.4 12	8.4 71
	<i>Laurus nobilis</i>	<i>Lauraceae</i>	0.035	1	1	5.5 56	0.7 52	0.3 54	6.6 61
	<i>Cupania americana</i>	<i>Sapindaceae</i>	0.316	4	1	5.5 56	3.0 08	3.1 76	11. 739
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Fabaceae</i>							
	<i>Bauhinia variegata</i>	<i>Fabaceae</i>	1.816	16	3	16. 667	12. 030	18. 259	46. 955
	<i>Cassia grandis</i>	<i>Fabaceae</i>							
	<i>Ficus insipida</i>	<i>Moraceae</i>	0.657	7	1	5.5 56	5.2 63	6.6 06	17. 425
	<i>Miconia albicans</i>	<i>Melastomataceae</i>	0.446	7	1	5.5 56	5.2 63	4.4 84	15. 303
	<i>Virola koschnyi</i>	<i>Myrtaceae</i>							
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	<i>Myrtaceae</i>	0.458	7	2	11. 111	5.2 63	4.6 02	20. 976
Palmas	<i>Euterpe precatoria</i>	<i>Arecaceae</i>	1.898	53	3	16. 667	39. 850	19. 084	75. 601
	<i>Socratea Exorrhiza</i>								
	<i>Mauritia flexuosa</i>								
		Total	9.944	133	18	100	100	100	300

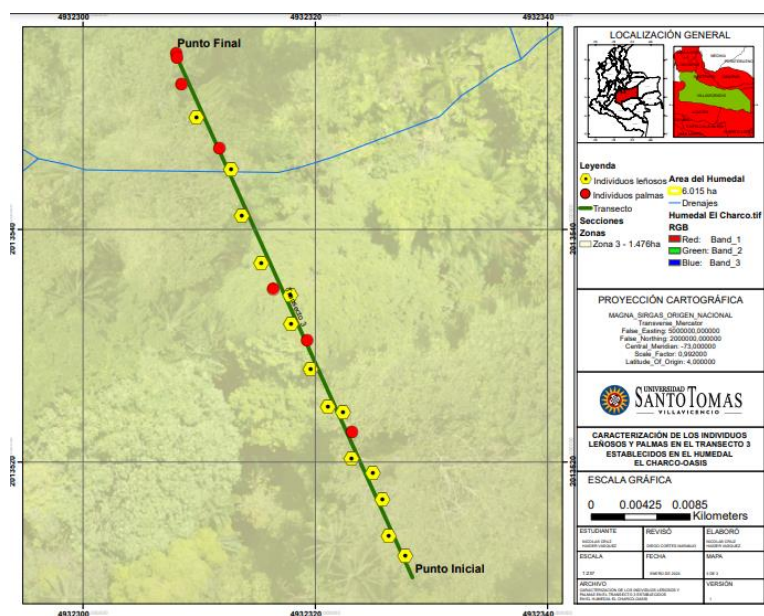
Anexo 12. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 1 establecido en el humedal El Charco.



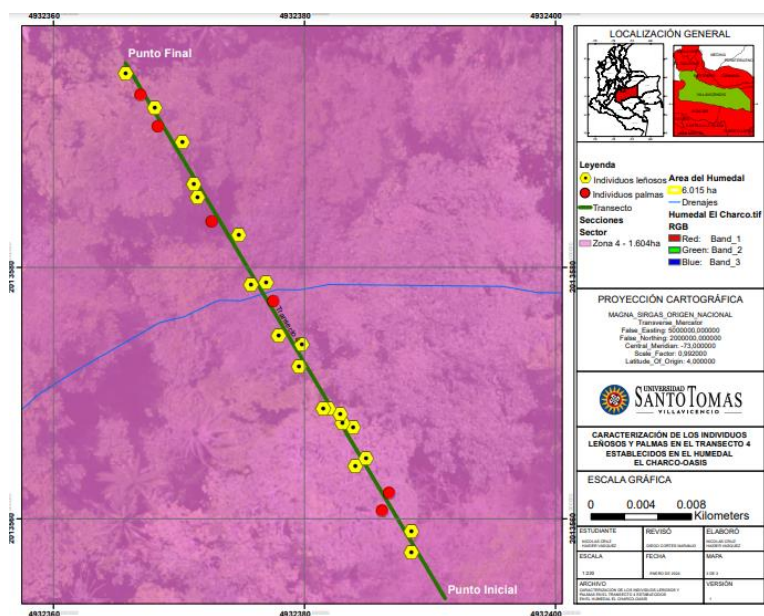
Anexo 13. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 2 establecido en el humedal El Charco..



Anexo 14. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 3 establecido en el humedal El Charco.



Anexo 15. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 4 establecido en el humedal El Charco.



Anexo 16. Distribución de los individuos leñosos y palmas en el transecto 5 establecido en el humedal El Charco.

