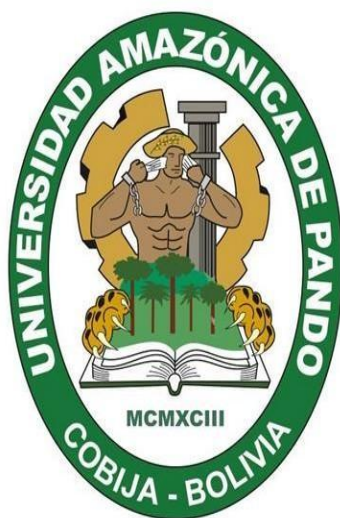


UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGIA



Tesis de grado para optar al título de:
Licenciado en Biología

**Regulación microclimática por la composición de árboles en el
Municipio de Cobija, Departamento de Pando, Bolivia**

Postulante: Univ. Darío Dante Arteaga Sainz

Asesores: M.Sc. Alberto Ventura Ecuari

M.Sc. Natalio Roque Marca

COBIJA - PANDO – BOLIVIA
2025

HOJA DE APROBACION DE ASESORES

Tesis aprobada por:

M.Sc. Alberto Ventura Ecuari
Asesor Interno de la Universidad Amazónica de Pando

M.Sc. Natalio Roque Marca
Asesor Externo de ACEAA Conservación Amazónica

HOJA DE APROBACION DE TRIBUNALES

Tesis aprobada por:

M.Sc. Nancy Acuña Álvarez
TRINUNAL N° 1 ACBN-UAP

M.Sc. Ericka Llanos Rizzo
TRINUNAL N° 2 ACBN-UAP

Lic. Sayuri Vargas Lucindo
TRINUNAL N° 3 ACBN-UAP

Dedicatoria y/o Agradecimientos

A mis queridos padres: Dante Estevan Arteaga y Rosmery Sainz Gómez, quienes con cariño, perseverancia y sacrificio supieron acompañarme a lo largo de mi vida y mis estudios profesionales.

Agradecimientos: a mi Asesor el M.Sc. Natalio Roque Marca por el apoyo invaluable en el desarrollo de mi tesis, a mi tío Ing. Alejandro Sainz Gómez, a mis hermanos Ing. Adalina Arteaga Sainz y Juan Sebastián Arteaga Sainz.

ABSTRACT

Microclimate is a set of atmospheric conditions such as temperature, precipitation, humidity and radiation. Urbanization and land use change have a direct impact on local microclimate, in this context the remaining forests and urban green areas have the potential to mitigate these effects by providing shade and improving thermal comfort, which led to the objective of evaluating the impact of tree composition on the microclimatic regulation of Cobija. Sampling quadrats of 20x20 meters were installed in the Natural Area of Integral Management of the Bahía Creek Basin (ANGICAB), and tree associations in Urban Green Areas (AVU), climatic factors such as soil and air temperature, solar radiation and relative humidity were also recorded. A 2-factor Anova was performed for data analysis, there were no significant differences in conservation space ($P > 0.05$), all microsites presented significant differences in climatic factors ($P < 0.05$) and there were no interactions (conservation space: microsite) ($P > 0.05$). 05), with ANGICAB: canopy vs ANGICAB:road and AVU:canopy vs AVU:road being the most significant differences between microsites, thus highlighting the microclimatic regulation service provided by the remnant forests of ANGICAB and the tree associations in AVU.

Keywords: Green Area, Humidity, Luminescence, Microclimate, Temperature.

RESUMEN

El microclima es el conjunto de condiciones atmosféricas tales con la temperatura, precipitación, la humedad y radiación. La urbanización y cambio de usos de suelo tienen un impacto directo en microclima local, en este contexto los bosques remanentes y las áreas verdes urbanas tienen el potencial de mitigar estos efectos al proporcionar sombra y mejorar el confort térmico, lo que llevó a plantear el objetivo de evaluar el impacto de la composición arbórea en la regulación microclimática de Cobija. Se instalaron cuadrantes de muestreo de 20x20 metros en el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía (ANGICAB), y las asociaciones arbóreas en Áreas Verdes Urbanas (AVU), también se registró factores climáticos como temperatura del suelo y del aire, radiación solar y humedad relativa. Se realizó una Anova de 2 factores para el análisis de datos, no se presentaron diferencias significativas en espacio de conservación ($P > 0.05$) todos los micrositios presentaron diferencias significativas en factores climáticos ($P < 0,05$) y no se presentaron interacciones (espacio de conservación: micrositio) ($P > 0.05$), siendo ANGICAB:dosel vs ANGICAB:camino y AVU:dosel vs AVU:camino las diferencias más significativas entre los micrositios, con lo que se resaltó el servicio de regulación microclimática que brindan los bosques remanentes del ANGICAB y las asociaciones arbóreas en AVU.

Palabras clave: Área Verde, Humedad, Luminiscencia, Microclima, Temperatura.

INDICE

| | |
|---|----|
| Introducción..... | 1 |
| 1. Planteamiento Del Problema | 3 |
| 2. Justificación..... | 5 |
| 3. Objetivos..... | 6 |
| 3.1. Objetivo General..... | 6 |
| 3.2. Objetivo Específico..... | 6 |
| 4. Revisión Bibliográfica..... | 7 |
| 4.1. Regulación Climática..... | 7 |
| 4.2. Clima..... | 7 |
| 4.3. Variables climáticas | 9 |
| 4.3.1. Temperatura..... | 9 |
| 4.3.2. Precipitación | 10 |
| 4.3.3. Viento | 11 |
| 4.3.4. Radiación solar | 11 |
| 4.3.5. Humedad Relativa | 12 |
| 4.4. Áreas verdes urbanas | 12 |
| 4.5. Pastizales..... | 13 |
| 4.6. Bosque | 15 |
| 5. Materiales y métodos..... | 17 |
| 5.1. Materiales..... | 17 |
| 5.2. Área de estudio | 17 |
| 5.2.1. Antecedente del sitio de estudio | 17 |
| 5.2.2. Descripción del Sitio de estudio | 18 |
| 5.3. Diseño de muestreo sitios de estudio. | 21 |
| 5.3.1. Cuadrante de Muestreo..... | 26 |
| 5.3.2. Muestreo de microclima | 28 |
| 5.4. Análisis de datos | 29 |
| 6. Resultados..... | 32 |
| 6.1. Riqueza, composición y diversidad | 32 |
| 6.2. Factores microclimáticos | 32 |
| 6.2.1. Intensidad de la luz..... | 32 |

| | | |
|--------|----------------------------------|----|
| 6.2.2. | Temperatura del Suelo..... | 34 |
| 6.2.3. | Temperatura Ambiente..... | 37 |
| 6.2.4. | Humedad Relativa Ambiente | 39 |
| 6.2.5. | Humedad Relativa del Suelo | 41 |
| 7. | Discusión | 42 |
| 8. | Conclusiones..... | 46 |
| 9. | Bibliografía Consultada..... | 48 |
| | Anexo | 58 |
| | Institución Auspiciadora..... | 76 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Material para el desarrollo de la tesis | 17 |
| Tabla 2 Base de datos general composición arborea en el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía. | 58 |
| Tabla 3 Base de datos general composición arborea en el Áreas Verdes del Municipio de Cobija | 61 |
| Tabla 4 Cálculo de diversidad biológica en el Área Natural De Gestión Integral De La Cuenca Del Arroyo Bahía | 65 |
| Tabla 5 Cálculo de diversidad biológica en las Áreas Verdes Urbanas | 67 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Climograma de la ciudad de Cobija con datos de precipitación y temperatura del Senamhi 2023, Elaboración: Propia con datos de servicio nacional de meteorología e hidrología. | 8 |
| Figura 2 Sitios de estudio en el área natural de gestión integral de la cuenca del arroyo bahía (ANGICAB) y áreas verdes urbanas (AVU) del municipio de cobija. donde, líneas de color rojo representa áreas verdes urbanas líneas de color rosado representa a pastizales habilitados. | 20 |
| Figura 3 Sitios de muestreos en el área natural de gestión integral de la cuenca del arroyo bahía (angicab) para determinar diferencias microclimáticas entre espacios de remanente de bosque, pastizales y camino. Elaboración propia. | 22 |
| Figura 4 Muestreo de factores climáticos en área natural de gestión integral de la cuenca del arroyo bahía, fotografía área obtenida con dron DJI mavic 2 pro. | 23 |
| Figura 5 Sitios de muestreos en las áreas verdes del municipio de cobija para determinar diferencias microclimáticas entre espacios arbolados, jardines y pavimento. donde áreas de color rojo son las áreas verdes urbanas y los puntos de color verde representan a sitios de estudio (micrositio: dosel, pastizal y camino Elaboración propia. | 24 |
| Figura 6 Muestreo de factores climáticos en Áreas Verdes Urbanas del Municipio de Cobija: A) Plaza Del Estudiante Y, B) Área Urbana Del Municipio De Cobija. Mosaico de imágenes satelitales capturadas en Google Earth Pro-2024. | 25 |
| Figura 7 Cuadrante de muestreo 20mx20m para muestreo de Árboles dominantes dentro de los remanentes de bosque que se encuentran en el Área Natural De Gestión Integral De La Cuenca Del Arroyo Bahía. Fotografía Área Obtenida con Dron DJI Mavic 2 Pro. | 26 |
| Figura 8 Ubicación de los sitios de muestreo en el Área Natural De Gestión Integral De Cuenca Del Arroyo Bahía, Municipio De Cobija..... | 27 |
| Figura 9 Diagrama de cajas y bigotes de la intensidad de la luz. | 33 |
| Figura 10 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la intensidad de la luz..... | 34 |
| Figura 11. Diagrama de cajas y bigotes de la temperatura del suelo..... | 35 |
| Figura 12 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la temperatura del suelo. | 36 |
| Figura 13. Diagrama de cajas y bigotes de la temperatura ambiente. | 37 |
| Figura 14 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la temperatura ambiente. | 38 |

| | |
|--|----|
| Figura 15 Diagrama de cajas y bigotes de la humedad relativa ambiente..... | 39 |
| Figura 16 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la temperatura ambiente. ... | 40 |
| Figura 17 Diagrama de cajas y bigotes de la humedad relativa del suelo. | 41 |
| Figura 18 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la humedad relativa del suelo. | 42 |
| Figura 19 Señalización de los vértices del cuadrante. | 69 |
| Figura 20 Transepto principal del cuadrante | 69 |
| Figura 21 Consulta bibliográfica de la taxonomía..... | 70 |
| Figura 22 Medición de la Temperatura Ambiente en un remanente de bosque. | 70 |
| Figura 23 Medición de la Temperatura Ambiente en el camino. | 71 |
| Figura 24 Medición de la temperatura ambiente en un pastizal. | 71 |
| Figura 25 Medición de Temperatura del Suelo en un pastizal. | 72 |
| Figura 26 Medición de Temperatura del Suelo en un remanente de bosque..... | 72 |
| Figura 27 Medición de Temperatura Del Suelo en el Pavimento..... | 73 |
| Figura 28 Medición de la Intensidad De La Luz en un remanente de bosque..... | 73 |
| Figura 29 Colecta de Testigos de Suelo para la determinación de la Humedad Del Suelo. | 76 |
| Figura 30 Pesado de las colectas de Suelo..... | 76 |
| Figura 31 Secado de las colectas de Suelo | 77 |

Introducción

El espacio que ocupan las manchas urbanas se muestra como una forma menor de transformación en el uso de la tierra (Bounoua et al., 2015). Sin embargo, el impacto ecológico y ambiental es una de las formas más significativas en el cambio de uso de suelo y transformación de la tierra proporcional al crecimiento de la población y al desarrollo (Shepherd et al., 2013). Esta perturbación antropogénica en regiones del mundo está afectando al componente biótico y abiótico a escala local y regional (Güneralp & Seto, 2013; Mahmood et al., 2014; McDonald et al., 2014).

El proceso de urbanización cambia la vegetación terrestre (Lorenz & Lal, 2015). De este modo, estudios han identificado el aumento de áreas urbanizadas en los últimos 25 años (Brown et al., 2012; P. Zhang et al., 2012), los microclimas urbanos han cambiado en todas las ciudades en comparación a sitios naturales y las áreas verdes con árboles los cuales son importantes para mejorar la calidad microclimática (de Abreu-Harbach et al., 2015; Sanusi et al., 2016; Shashua-Bar et al., 2010).

La urbanización afecta un ecosistema a través de varios mecanismos como la reducción de la vegetación (Bounoua et al., 2009; Qureshi, 2010). Por otra parte está la deforestación que deja una superficie impermeable, aumentando la escorrentía superficial y pierde la capacidad de infiltración del agua en el suelo; modificando la humedad del suelo y la capa freática (Balvanera, 2012; Meza Elizalde et al., 2018). Adicionalmente, estos cambios en el albedo y su efecto en la partición de la energía (Akbari, 2002; Ruiz Perez et al., 2007).

La regulación del microclima requiere ser comprendida por el comportamiento de las variables ambientales como la humedad, la temperatura y la radiación solar a

nivel de micrositio, localidad o región, tanto en el suelo como el aire (Sanusi et al., 2016, Zhai et al., 2017). Las especies arbóreas son los principales reguladores climáticos (de Abreu-Harbich et al., 2015; Sanusi et al., 2017; Shahidan et al., 2010). Sin embargo, algunos estudios demuestran que las áreas urbanizadas, identificadas por la presencia y el establecimiento de edificaciones (Sanusi et al., 2016), asociado a la apertura de caminos (Coutts et al., 2016), alteran los factores climáticos por el incremento de temperaturas, baja humedad del ambiente, alta radiación solar (P. Zhang et al., 2012). Por este motivo, es importante comprender la función reguladora que cumplen los árboles sobre los factores climáticos. Es así como este estudio, tiene por objetivo, determinar la regulación microclimática que ofrecen los árboles en el Municipio de Cobija, siendo importante para la gestión de los bosques remanentes y Áreas Verdes Urbanas de la ciudad.

1. Planteamiento Del Problema

Las ciudades poseen parques urbanos con vegetación arbórea, cuestionados hoy en términos de su aporte a la sustentabilidad, por su impacto ambiental, consumo energético, producción de desechos, exclusión social, inseguridad, artificialidad en su funcionamiento y por su esterilidad como hábitat ecológico (Cranz & Boland, 2004). Sin embargo, los parques urbanos con árboles justifican su presencia y dominancia porque provee una excelente regulación microclimática evitando la exposición a radiación solar por la sombra que generan los árboles (Wang, Wang, Zhou, et al., 2018). Por otra parte, la presencia de árboles disminuye la temperatura promedio del ambiente permitiendo un ambiente confortable en las áreas urbanas y hábitat para la fauna en los bosques. De este modo, la sombra generada bajo el dosel permite el establecimiento de nuevas especies vegetales que requieren de bajas intensidades lumínicas, la conservación de humedad y bajas temperaturas en el suelo (Georgi & Zafiriadis, 2006; Lee et al., 2006).

El efecto de urbanización puede generar fenómenos climáticos negativos en su entorno (Sanusi et al., 2016), como el aumento de la temperatura local a través del fenómeno conocido como "isla de calor urbana", que se producen cuando las áreas urbanas retienen más calor que las áreas rurales, debido a la falta de vegetación y la presencia de superficies pavimentadas y edificios que absorben y retienen el calor (Imhoff et al., 2004; Oke, 1982). Además, puede alterar los patrones de precipitación y reducir la calidad del aire en el entorno local (J. Li et al., 2020). La urbanización conlleva la construcción de carreteras y edificios que reduce la capacidad del suelo para absorber

y retener el agua de lluvia, lo que puede provocar inundaciones y erosión (P. Zhang et al., 2012).

La deforestación y la degradación de los bosques amazónicos pueden generar varios fenómenos climáticos negativos que tienen efectos perjudiciales en la salud humana, la biodiversidad y la economía regional y global (Larrea-Alcázar et al., 2018). Uno de estos fenómenos es la disminución de la humedad del aire, que se produce cuando se pierde la cubierta forestal y se reduce la transpiración de los árboles (Maillard et al., 2023). Ramamurthy & Bou-Zeid (2014) mencionan que, a menor humedad del aire, es mayor la evaporación del agua del suelo, teniendo efectos negativos sobre los ríos, los arroyos que podrían disminuir el suministro de agua para las comunidades humanas y la vida silvestre. Por otra parte, los árboles actúan como una esponja gigante que absorbe el agua de lluvia y la devuelve gradualmente a la atmósfera a través de la transpiración (Tan et al., 2015). Así mismo el aumento de la temperatura local es otro fenómeno climático negativo que se produce cuando se pierde la cubierta forestal, sin la sombra generada por los árboles, la temperatura del aire y del suelo puede aumentar significativamente con efectos negativos sobre el clima a escala local y regional (Dai et al., 2019). Como consecuencias de los efectos descritos con este estudio se pretende responder a las siguientes preguntas: a) ¿Cuál es la composición de árboles de áreas verdes urbanas y remanentes de bosque del Municipio de Cobija?, b) ¿Cuáles son las condiciones microclimáticas que ofrece los árboles en áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija?, c) ¿Cuáles son las condiciones microclimáticas debajo de los árboles y los pastizales del Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía? Y, d) ¿Cuál es la diferencia entre el microclimática del Área Natural de Gestión

Integral de la Cuenca Arroyo Bahía y las áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija?

2. Justificación

Bounoua et al (2015) mencionan que el proceso de urbanización forma parches heterogéneos, por lo tanto, es necesario estudiar a escalas espaciales y temporales para captar las respuestas de la cobertura de la tierra para las áreas de urbanización en su entorno inmediato, los estudios a escala local han demostrado que la urbanización tiene un efecto sobre la temperatura de la superficie y la hidrología (Bounoua et al., 2009; Sajjad et al., 2009; M. Shepherd et al., 2011).

Guamán Trávez (2020) indica que la composición arbórea en un área urbana tiene un impacto significativo en la regulación microclimática. Los árboles proporcionan sombra, reducen la temperatura y aumentan la humedad del aire a través de la transpiración. Además, la forma y el tamaño de las hojas de los árboles pueden influir en la cantidad de luz solar que llega al suelo y en la cantidad de agua que se evapora (Maillard et al., 2023). Poveda Jaramillo (2011) menciona que la diversidad de especies de árboles también puede influir en la regulación del microclima y algunas especies pueden ser más eficaces para reducir la temperatura que otras, mientras que algunas especies pueden ser más eficaces para aumentar la humedad del aire (Baeza et al., 2006).

La combinación de diferentes especies de árboles puede tener un efecto sinérgico en la regulación microclimática, lo que resulta en una mayor reducción de la temperatura y un aumento de la humedad del aire en comparación con un área con una sola especie de árbol (Stone et al., 2013).

De este modo, con el propósito de resaltar el aporte de la composición arbórea sobre el clima de la ciudad de Cobija, primero se determinará las especies arbóreas que

aún persisten y fueron introducidas en las ciudades de Cobija. Además, se intenta determinar en forma aproximada la temperatura del suelo, temperatura ambiente, la luminiscencia y humedad relativa y calcular el aporte de los remanentes de bosque, parques urbanos y pastizales que se encuentran en la ciudad de Cobija y las situadas en el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía (ANGICAB) como parte de las funciones y servicios ambientales que desempeñan estos espacios verdes.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la composición arbórea sobre el microclima de las áreas verdes urbanas y los bosques remanentes localizados en el Municipio de Cobija.

3.2. Objetivo Específico

- Determinar la composición de árboles de áreas verdes urbanas y remanentes de bosque del Municipio de Cobija.
- Determinar la diferencia entre el microclimática del Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca Arroyo Bahía y las áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija.
- Mostrar las condiciones microclimáticas que ofrece los árboles en áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija

4. Revisión Bibliográfica

4.1. Regulación Climática

La regulación climática es el proceso de equilibrio de la composición química atmosférica, la precipitación y la temperatura que se dan en diferentes escalas (Marinidou, 2009).

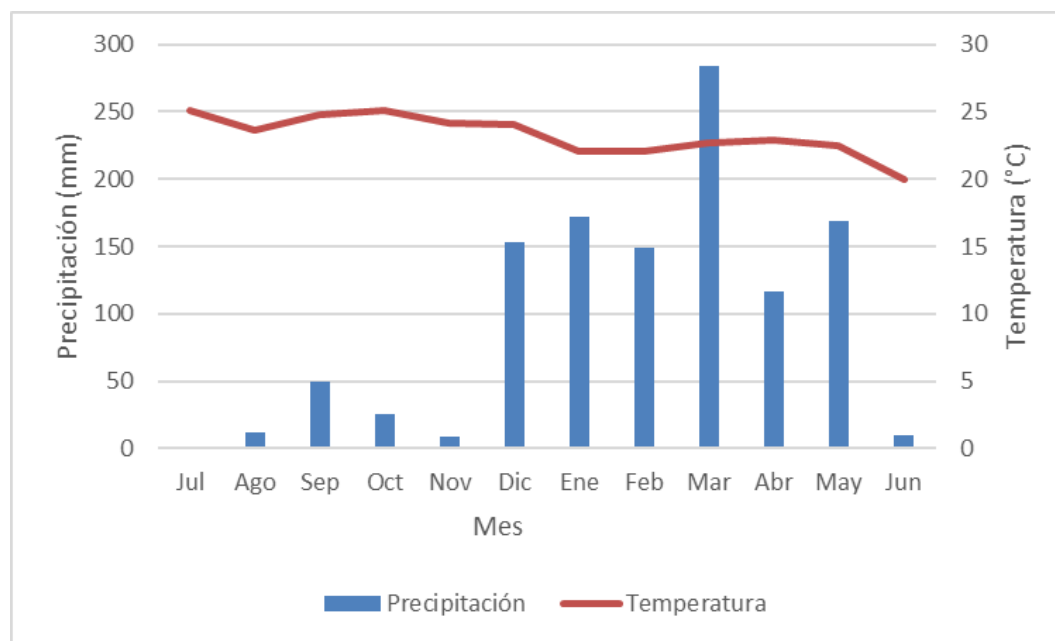
La termorregulación de los bosques se refiere a la capacidad de los bosques para regular la temperatura y la humedad en su entorno. Los bosques tienen un efecto regulador de la temperatura porque absorben el calor solar durante el día y lo liberan lentamente durante la noche (Akbari, 2002). Esto ayuda a mantener las temperaturas más frescas durante el día y más cálidas durante la noche. Además, la evaporación de agua de las hojas de los árboles durante la transpiración puede enfriar el aire intermitente y reducir la temperatura, así mismo los bosques disminuyen el efecto albedo ya que absorben la energía de la radiación solar y la transforman en calor (de Abreu-Harbich et al., 2015).

4.2. Clima

Se refiere a las condiciones climáticas promedio que prevalecen en un área durante largos períodos de tiempo (Balvanera, 2012). El clima puede ser variable dependiendo a los cambios en las variables climáticas como ser la temperatura promedio, las precipitaciones, los vientos de la superficie de la Tierra o en su composición atmosférica, hace referencia a cualquier cambio en el medio ambiente global que altere la distribución del calor y la humedad en la superficie de la Tierra (Balcázar Ruíz, 2019). También provoca cambios en los patrones climáticos que tienen

el potencial de causar impactos significativos (Andersen & Jemio, 2015; IPCC, 2007), Bolivia por su topografía variada que va desde las llanuras amazónicas, los valles interandinos y llegando a los grandes nevados andinos, consecuentemente presenta clima de la zona intertropical elevándose hasta los climas polares (Minetti, 2013; Montes de Oca, 1995), los vientos en Bolivia son los vientos provenientes de sur que se desplazan al norte una característica es que puede marcar un cambio brusco de temperatura y durante el verano provocan picos de lluvia (Andersen & Jemio, 2015), el Departamento de Pando generalmente caracterizado por presentar un clima cálido y húmedo, con altas temperaturas y una alta humedad relativa (Marquez, 2015). En particular, según los datos del SENAMHI (2024), para la ciudad de Cobija el 2023 se registró 1150,6 mm de precipitación anual y 27,5 °C de temperatura promedio (Fig. 1).

Figura 1 *Climograma de la ciudad de Cobija con datos de precipitación y temperatura del Senamhi 2023, Elaboración: Propia con datos de servicio nacional de meteorología e hidrología.*



4.3. Variables climáticas

4.3.1. *Temperatura*

La temperatura es el grado de calor o frío de una región o lugar que está relacionada con varios elementos del clima como ser el viento, los horarios del sol y el grado de nubosidad. Saber las medias de los elementos del clima nos sirve para conocer los cambios de estaciones (Ledezma et al., 2015). A escala global la temperatura promedio anual ha aumentado $0,8^{\circ}\text{C}$ en los últimos 160 años, lo que nos indica un incremento de $0,05^{\circ}\text{C}$ por década (Andersen & Jemio, 2015).

Bolivia es un país que presenta varias temperaturas por gradiente altitudinal de la misma pero un promedio anual puede estar entre los 27°C . El Departamento de Pando presenta una temperatura promedio anual de $28,6^{\circ}\text{C}$ para el 2023 y en la ciudad de Cobija la temperatura promedio para el mismo año es de $27,5^{\circ}\text{C}$.

La siguiente diferenciación de temperatura es dada por (Bounoua et al., 2000; Coutts et al., 2016):

La temperatura del suelo: se refiere a la temperatura medida en el suelo a una profundidad específica. La temperatura del suelo está influenciada por factores como la radiación solar, la conductividad térmica del suelo, la humedad del suelo y la cobertura vegetal (Moreno Ramón, 2010).

La temperatura del ambiente: se refiere a la temperatura medida en el aire que rodea a un objeto o lugar en particular. Esta temperatura puede variar según la altitud, la latitud, la hora del día, la estación del año, la presencia de nubes y otros factores atmosféricos (Moreno & Mostacero-León, 2020).

La temperatura de la superficie terrestre: se refiere a la temperatura medida en la

capa más externa de la Tierra, que incluye no solo el suelo, sino también las rocas, la vegetación, el agua y otros materiales. La temperatura de la superficie terrestre está influenciada por factores similares a los que empeoran la temperatura del suelo y la temperatura del ambiente, pero también por la capacidad del material de la superficie para retener y liberar calor (Coutts et al., 2016).

Considerando que la temperatura máxima registrada hace referencia al registro más alto dado en un determinado periodo de tiempo, generalmente este dato se da durante las horas diurnas cuando la radiación es más intensa, al contrario, la temperatura mínima refiere al registro más bajo, que generalmente se da en horas nocturnas, cuando la pérdida de calor en la atmósfera es alta y la radiación es mínima (Ledezma et al., 2015).

4.3.2. Precipitación

La precipitación es toda manifestación de humedad, que llega a la superficie del suelo siendo punto de origen las nubes, dentro de las formas de precipitación están las lluvias, llovizna, granizo y nieve (Balcázar Ruíz, 2019). Bolivia tiene dos estaciones climáticas principales: la estación seca y la estación húmeda (Montes de Oca, 1995). Durante la estación seca (de mayo a octubre), la mayor parte del país experimenta muy pocas precipitaciones, y algunas regiones del altiplano y del sur del país pueden experimentar sequías prolongadas (Ledezma et al., 2015). Las temperaturas pueden ser frías, especialmente en las zonas de mayor altitud. Durante la estación húmeda (de noviembre a abril), la mayor parte del país experimenta fuertes lluvias, especialmente en la región tropical del Norte del país (Andersen & Jemio, 2015).

En el Departamento de Pando, Municipio de Cobija, se encuentra la estación

meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) localizado en el aeropuerto Aníbal Arab. Según los datos de precipitación para el año el Departamento de Pando se presentó una precipitación pluvial acumulada en el 2023, fue 1150 mm. (SENAMHI, 2024). Otros seguimientos que se realizan para el monitoreo de precipitación son las anomalías de precipitación identificadas a partir de datos provenientes de sensores de precipitación como el GPM (Global Precipitation Measurement).

4.3.3. *Viento*

Es un factor del clima, en donde se define como el movimiento del aire en la atmosfera, es influenciado por las presiones, en el cual se desplaza desde zonas de altas presiones a zonas con bajas presiones, para fines de estudios se generalmente se toman dos factores, la dirección y su velocidad (Balcázar Ruíz, 2019). En Bolivia los vientos llegan de este, Oeste y Sur, la cuenca amazónica es el centro de bajas presiones con respecto a los anticiclones del Pacífico Sur y del Atlántico y donde hay una circulación de alisios que son vientos lentos y espesos que vienen cargados de humedad, los alisios circulan en los dos hemisferios se encuentran en la Zona Intertropical Convergente (Montes de Oca, 1995), zona de ascensión constante de masas de aire caliente y húmedo, la mayor presencia del año 2022 fue norte con un promedio anual de 6,8 Kph consultado en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2024).

4.3.4. *Radiación solar*

Es la energía emitida por el sol, que se propaga en todas direcciones a través del espacio, así mismo la radiación es un elemento de la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. La medida de esta tiene un amplio espectro de estudio, en la

agricultura, la ganadería y el análisis de la evaporación e irrigación según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudio Ambiental (IDEAM, 2015). La cantidad de radiación puede variar por distintos factores (ubicación geográfica, la época del año y los fenómenos meteorológicos), por lo general Bolivia cuenta con 300 días de sol (Ledezma et al., 2015), en el Departamento de Pando se tiene un promedio de radiación 12 horas y 17 minutos Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2024).

4.3.5. *Humedad Relativa*

La humedad relativa es la medida de la cantidad de vapor de agua en el aire en relación con la cantidad máxima que podría contener una temperatura dada. Se expresa como un porcentaje y se utiliza como indicador del confort humano y la salud ambiental. La humedad relativa juega un rol muy importante a distintas escalas, ya que puede condicionar la salud del bosque, hasta la poca producción de los cultivos. Bolivia tiene 65% de humedad relativa y en el Departamento de Pando presenta un promedio de 76,1% de humedad relativa anual Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2024).

4.4. *Áreas verdes urbanas*

Los equipamientos urbanos son establecimientos complementarios a la vivienda y trabajo en las que prestan servicios de bienestar social; dentro de los cuales se encuentran el equipamiento de esparcimiento donde hace referencia a plaza, parques, parques urbanos, botánicos, zoológicos y áreas verdes en general, donde los anteriormente mencionados son de uso recreacional pasiva y activa (MOPSV, 2014),

El concepto de áreas verdes urbanas agrupa un conjunto diverso de espacios

ubicados dentro de la ciudad y cuya vegetación es original o plantada por el ser humano; con ese concepto se denominan bosques (áreas verdes de mayor superficie en la ciudad), parques y jardines (espacios de mucho menor tamaño que los bosques, que presentan formas y características diversas, constituidos por árboles, arbustos, herbáceas ornamentales, cubre suelos y pastos). Dentro de la clasificación de áreas de uso recreativo se encuentran las siguientes categorías, según el Plan de Ordenamiento Urbano (GAMC, 2020):

Parque infantil: área pública, designada para el uso recreativo de niños de 4 a 8 años ubicadas a 200 metros de las concentraciones de viviendas, espacio estimado para el área 1500 m².

Plaza de barrio: área pública, designada para la recreación pasiva, generalmente ubicada en los centros de los barrios, la superficie mínima de esta área es de 1500 m²

Campos deportivos: se presenta en áreas distritales y urbanas, Parques urbanos y extra-urbanos: los parques urbanos de esencia de protección ambientes, tiene por particularidad de permitir el desarrollo de las actividades inherentes al esparcimiento y la recreación, localizadas en los bordes de las cuencas habilitadas para el uso recreacional.

4.5. Pastizales

Los pastizales son ecosistemas terrestres que están dominados por plantas herbáceas, es decir, plantas no leñosas que tienen tejido vegetal suave y no presentan un tronco o estructura similar (Schossler et al., s. f.), se caracterizan por tener una cubierta vegetal compuesto principalmente por gramíneas (familia Poaceae), aunque también pueden incluir otras especies herbáceas como leguminosas (familia Fabaceae)

y compuestas (familia Asteraceae), entre otras (Chacón & Gutman, 2022). Los pastizales se encuentran en distintas regiones del mundo, desde las praderas de América del Norte y Sudáfrica hasta las llanuras de Eurasia y Australia. También existen pastizales en zonas de alta montaña, como los páramos y puna de los Andes, y en regiones áridas y semiáridas, como al Este de Eurasia y las sábanas de África (Chacón & Gutman, 2022; Lezama et al., 2006). Los pastizales pueden ser utilizados para la agricultura y la producción de alimentos, aunque su uso excesivo o inadecuado puede llevar a la degradación del suelo y la pérdida de la productividad (Vázquez et al., 2001).

Los pastizales cumplen un rol en el ciclo de carbono ya son ecosistemas terrestres que tienen una importante capacidad para almacenar carbono en la biomasa y aérea en el suelo, funcionando como sumideros de carbono (Vázquez et al., 2001; Zermeño-González et al., 2011). La aérea incluye la parte visible de las plantas, hojas y flores, mientras que el suelo alberga gran cantidad de materia orgánica. Los pastizales también tienen la capacidad de fijar carbono a través de la fotosíntesis, proceso mediante el cual las plantas utilizan la energía del sol para convertir el dióxido de carbono (CO₂) en compuestos orgánicos (Lezama et al., 2006).

Así mismo los pastizales tienen la capacidad de regular el ciclo hidrológico local al retener y filtrar agua de lluvia. Esto se debe a que los pastizales tienen una alta capacidad de infiltración del agua, lo que permite que el agua penetre en el suelo y recargue los acuíferos subterráneos (Jobbágy et al., 2006). Además, la vegetación de los pastizales puede reducir la escorrentía superficial del agua y prevenir la erosión del suelo, lo que contribuye a la conservación del suelo ya la reducción del riesgo de inundaciones (Zermeño-González et al., 2011). Los pastizales también tienen la

capacidad de regular la humedad del aire local a través de la transpiración de las plantas. Durante la transpiración, las plantas liberan vapor de agua en la atmósfera, lo que aumenta la humedad del aire y puede reducir la temperatura ambiente (Chacón & Gutman, 2022).

En la ciudad de Cobija los pastizales son de origen cultivado, para la actividad ganadera según el último censo realizado por el INE (Instituto Nacional de Estadística) indica que la superficie ocupada para el desarrollo de la actividad es del 35% del Municipio, con una extensión de 15917 hectáreas (GAMC, 2020).

4.6. Bosque

Un bosque es la agrupación de uno o más estratos arbóreos, donde se considera estrato superior a más de cuatro metros y el tipo de vegetación hace referencia a las formas de vida dominantes (Killeen et al., 1993). Bolivia cuenta con una escala de altitud muy variada, que puede estar entre los 130 m.s.n.m. hasta 6542 m.s.n.m. lo que condiciona a tener una alta tasa de diversidad biológica por los diferentes tipos de pisos ecológicos (Marquez, 2015). Uno de los pisos ecológicos es el dominio de la Amazonia ubicada en el norte del país conformada por los Departamentos de Pando, el Norte de La Paz y parte del Noreste Departamento del Beni cuyos bosques de carácter tropical (Navarro & Ferreira, 2004). Los bosques amazónicos son variables, algunos elementos morfológicos pueden variar dependiendo a los factores tales como, el tipo de sustrato, escala de precipitación y la capacidad de retención de humedad, lo que ocasiona la existencia de varios tipos de bosques como ser; bosque de tierra firme, bosques inundables y bosques pantanosos (Araujo-Murakami et al., 2021), el Departamento de Pando por el dominio biogeográfico al que pertenece está caracterizado por la presencia

de bosques de altura con una mínima estacionalidad, el mismo presenta una escala de sequía de Oeste a Este (Araujo-Murakami et al., 2015).

Entre los años 2000 a 2020 el Departamento de Pando ha perdido 224.669 hectáreas (ACEAA, 2021), por efecto de la deforestación (tala ilegal de árboles, incendios forestales no controlados, apertura de caminos, ganadería y agricultura (CIPCA, 2017).

Dentro de la categoría de bosque se encuentra el remanente de bosque que hace referencia a porciones de bosques que han quedado aislados y separadas de su masa original debido a la deforestación de la conversión del hábitat natural en áreas urbanas o de cultivo. Estos remanentes suelen ser fragmentos pequeños y dispersos (Arias & Cambronero, 2009).

4.7. Estudios Realizados en el ANGICAB

Se realizaron estudios durante el año 2006 por parte de Aguilar el cual elaboro un informe de diagnóstico de impacto ambiental el cual, resalta la importancia de generar información sobre los servicios ambientales que genera la cuenca del arroyo bahía (FNB, 2010). Así también el PAT (2013) destaca la importancia de conocer las características físicas de una cuenca, tal es el caso de la cuenca del arroyo bahía, para con lo cual se realizaron monitoreos variables fisicoquímicas del suelo siendo la conductividad, pH y humedad del suelo el 2008. Por otra parte el BID (2013) también realizo un estudio de análisis ambiental y social, ya que la demanda de agua en áreas periurbanas se ha incrementado siendo la cuenca del arroyo bahía un área de abastecimiento de agua para la población y el desarrollo de actividades como la ganadería y la agricultura siendo esta última en menor proporción.

5. Materiales y métodos

5.1. Materiales

Para obtener datos de los factores del clima en áreas verdes y remanentes de bosque del Municipio de Cobija se realizó muestreo en campo (instalación de cuadrantes, colecta de muestras de suelo y vegetación, registros in situ de variables climáticas) y trabajo de gabinete (sistematización, análisis de datos y desarrollo de documento). Además, como parte de la logística de las actividades se requirió medios de transporte (Tabla 1).

Tabla 1 *Material para el desarrollo de la tesis*

| Material de Gabinete | Material de Campo | Material Logístico |
|-------------------------------|---|--------------------|
| Computadora | Material de Colecta (prensa, soga, láminas de cartones y periódico) | Motocicleta |
| Aplicación Google Earth móvil | Equipos (luxómetro, termohidrogometro y termómetro de suelo) | Gasolina |
| Impresora | GPS Garmin 60SCx | Alimentación |
| Hojas de papel Bond | Tablero | |
| Celular | Planillas de campo | |

Nota: Elaboración propia

5.2. Área de estudio

5.2.1. Antecedente del sitio de estudio

La ciudad de Cobija se fundó en 9 de febrero de 1906 por Decreto Delegacional durante la presidencia de Gral. José Manuel Pando donde inicialmente nació con el nombre de Puerto Bahía, dos años más tarde se cambiaría al actual nombre de la ciudad (GAMC, 2007) y la zona urbana inicial se construyó cerca a orillas del río Acre, siete

años después Cobija sería declarada como capital del territorio de colonias (Prieto, 2022). Cobija convertida en centro de colonias extranjeras atraídas por los recursos naturales en aquel entonces la goma, el cual lograría un rápido progreso a la ciudad.

La urbanización de Cobija fue expandiéndose gradualmente en una ciudad única formada por múltiples zonas urbanas que hoy en día se van expandiendo lentamente. El desarrollo de caminos es otra forma de la expansión urbana; actualmente, se han desarrollado caminos principales como las vías periféricas Avenida Acre y Avenida Pando, y la vía principal de la ciudad la Avenida 9 de febrero (GAMC, 2020).

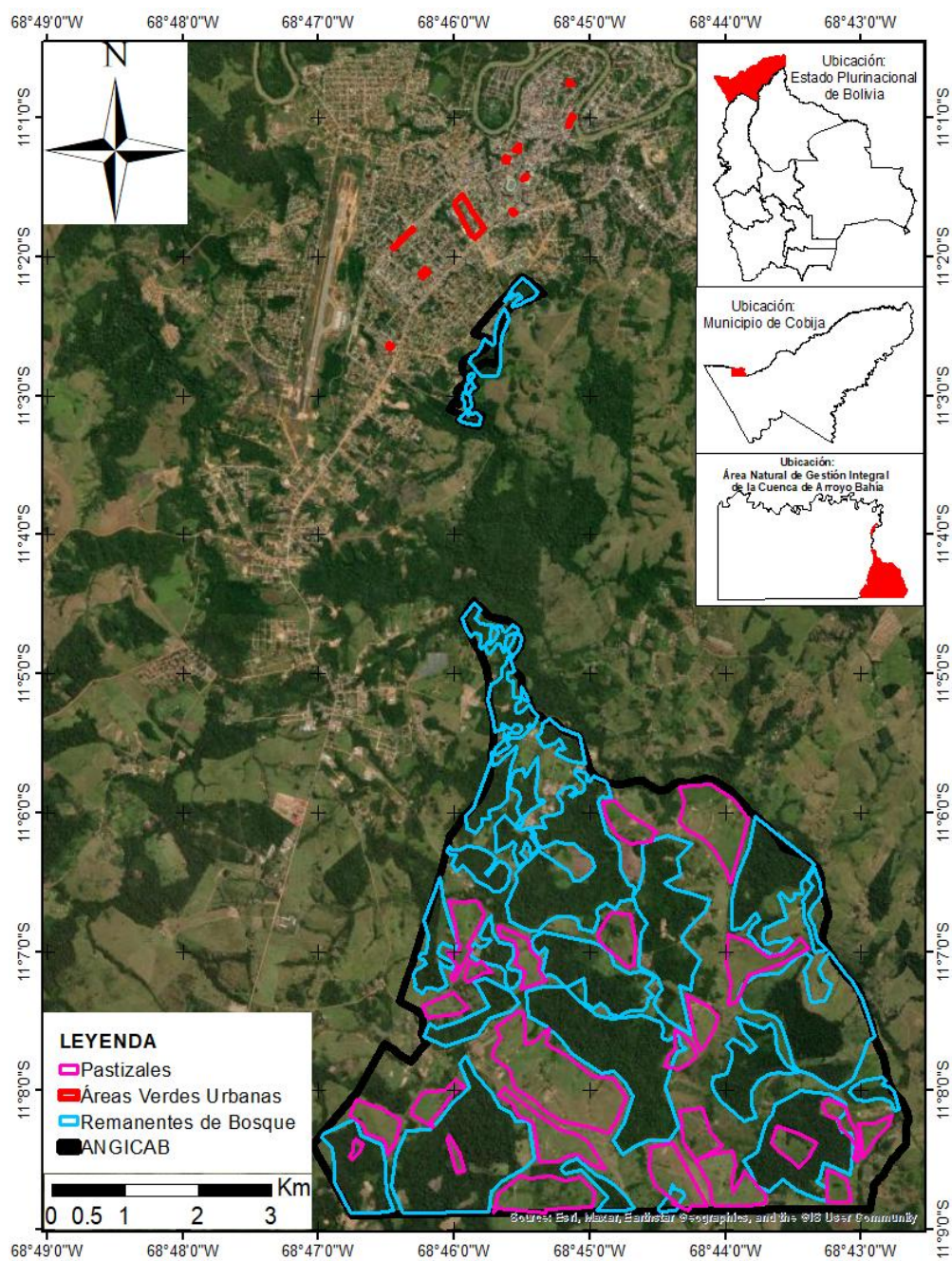
5.2.2. Descripción del Sitio de estudio

El Municipio de Cobija se encuentra a una altitud promedio de 235 m.s.n.m. En el área urbana se tiene 46.267 habitantes según el último censo realizado el 2012. La precipitación anual acumulada fue de 1150 mm. y su temperatura promedio es 27,5 °C para el año 2023 (SENAMHI, 2024). Los sitios de estudios están localizados en el Municipio de Cobija, de Departamento de Pando en el Norte de Bolivia como se ilustra en la (Fig. 2).

Según el (GAMC, 2020) el Municipio de Cobija cuenta con una superficie de 154.700 m² en áreas verdes, distribuidas en cuatro parques (80.780 m²), 18 plazas (73.588 m²) y una plazuela de 420 m². Las áreas verdes donde se realizará este estudio están clasificadas en áreas de esparcimiento identificado por plazas y parques las cuales se describen según la tipología del Gobierno Autónomo Municipal de Cobija; Área verde (Mirador Ecológico), Parque (Ecológico, Lineal ecológico, Piñata y el Prado), Plaza (11 de Octubre, 27 de Mayo, Barrio Petrolero, Bella Vista, Cobija, Conavi, Villa Busch, Deportista, Estudiante, del Maestro, German Busch, Humberto Terrazas,

Judicial, Mapajo, Paz Zamora, Pedro Domingo Murillo, Potosí, Villa Cruz) y Plazuela (Plazuela municipal). En base a coberturas desarrolladas en Qgis, se determinó que los pastizales localizados fuera y dentro del ANGICAB tiene una superficie total de 1.092,523 hectáreas con función de actividad ganadera. Por otra parte, los bosques remanentes del ANGICAB tienen una superficie de 1.730,115 hectáreas. Se identificó 10 sitios de pastizales y 10 remanentes de bosques empleando las imágenes satelitales accesibles en la plataforma de Qgis Desktop 3.22.10 mediante la extensión QuickMapServices.

Figura 2 Sitios de estudio en el área natural de gestión integral de la cuenca del arroyo bahía (ANGICAB) y áreas verdes urbanas (AVU) del municipio de cobija. donde, líneas de color rojo representa áreas verdes urbanas líneas de color rosado representa a pastizales habilitados.



5.3. Diseño de muestreo sitios de estudio.

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado para determinar las áreas de muestreo y garantizar un estudio equilibrado. Para el registro del comportamiento microclimático se estableció 30 sitios de muestreo en el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía (10 en caminos, 10 en pastizales y 10 en remanentes de bosque) en la (Fig. 3). Los sitios de estudio para el ANGICAB fueron identificados con la ayuda de los conocedores de las áreas de estudio. De este modo, en la Comunidad Alto Bahía se tuvo el apoyo de comunarios y en los predios privados los guías fueron propietarios o cuidantes identificados en la (Fig. 4). Por otra parte, en Áreas verdes del Municipio de Cobija también se establecieron 30 sitios de muestreo (10 debajo de árboles, 10 en jardines y 10 en pavimento) en la (Fig. 5). La distancia entre micrositos de muestreo fue igual o mayor a 150 metros para el ANGICAB y en las áreas verdes se encontraban a una distancia mayor a 15 metros identificados en la (Fig. 6).

Figura 3 Sitios de muestreo en el área natural de gestión integral de la cuenca del arroyo bahía (angicab) para determinar diferencias microclimáticas entre espacios de remanente de bosque, pastizales y camino. Elaboración propia.

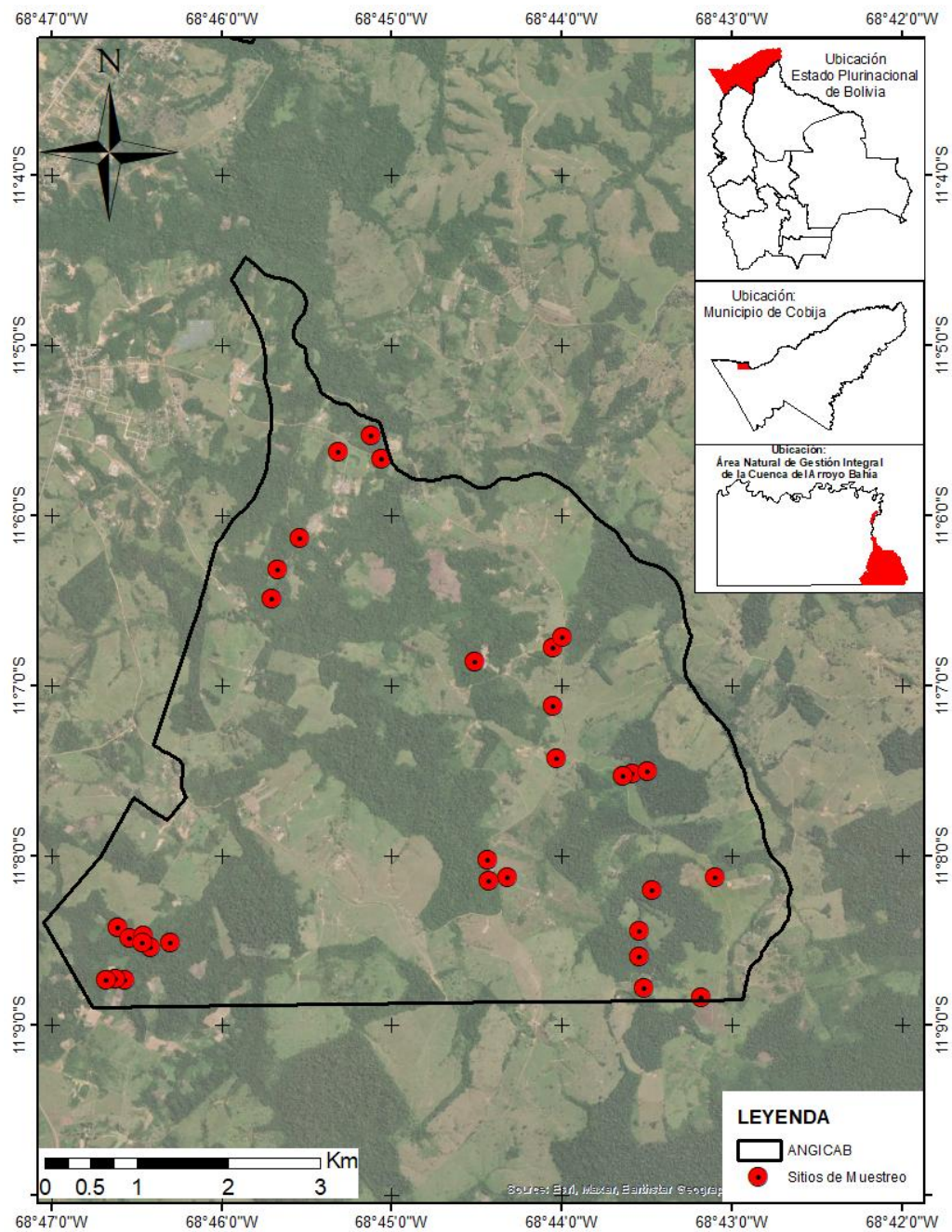


Figura 4 Muestreo de factores climáticos en área natural de gestión integral de la cuenca del arroyo bahía, fotografía área obtenida con dron DJI mavic 2 pro.



Figura 5 Sitios de muestreos en las áreas verdes del municipio de Cobija para determinar diferencias microclimáticas entre espacios arbolados, jardines y pavimento. donde áreas de color rojo son las áreas verdes urbanas y los puntos de color verde representan a sitios de estudio (micrositio: dosel, pastizal y camino Elaboración propia.

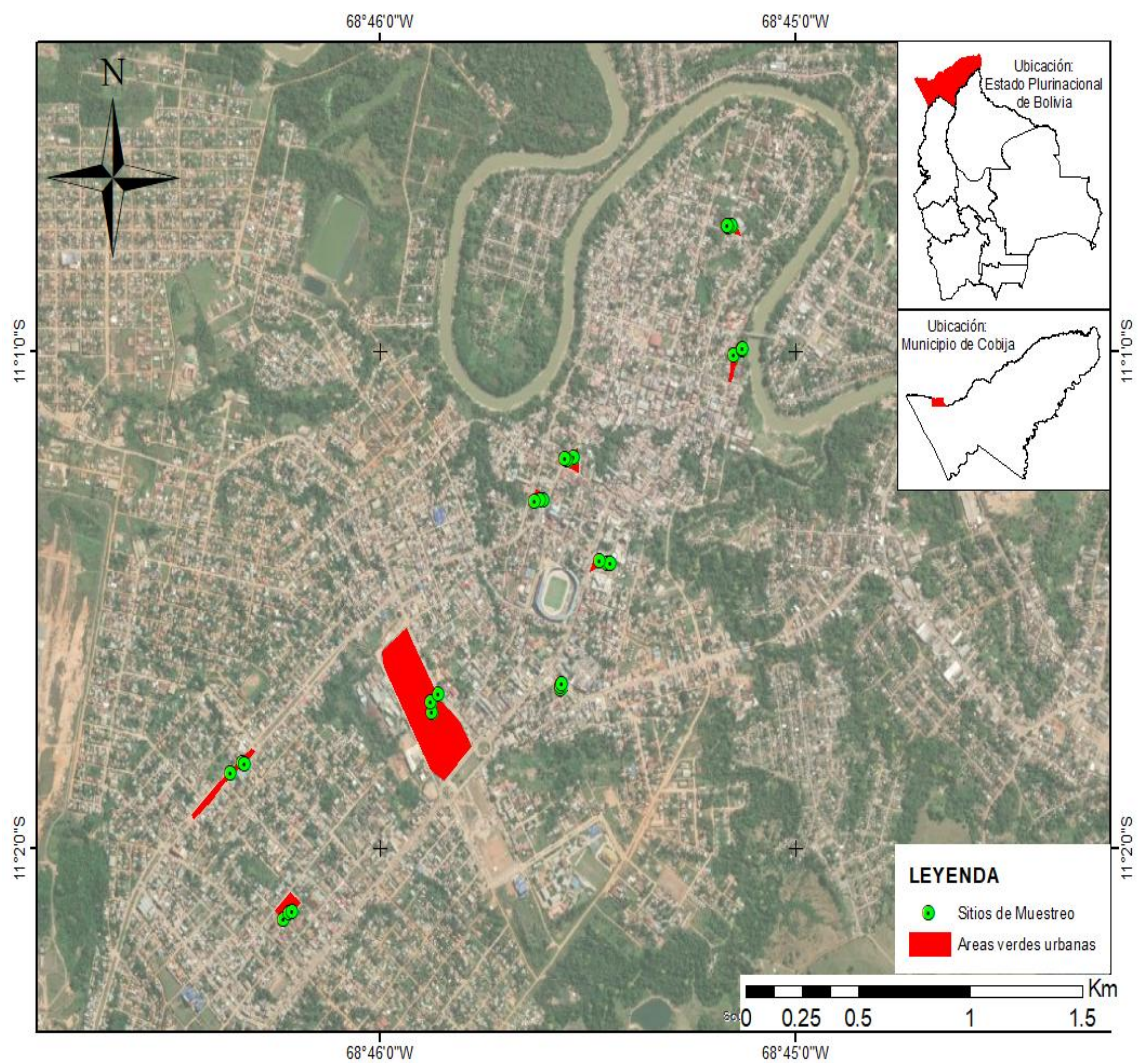
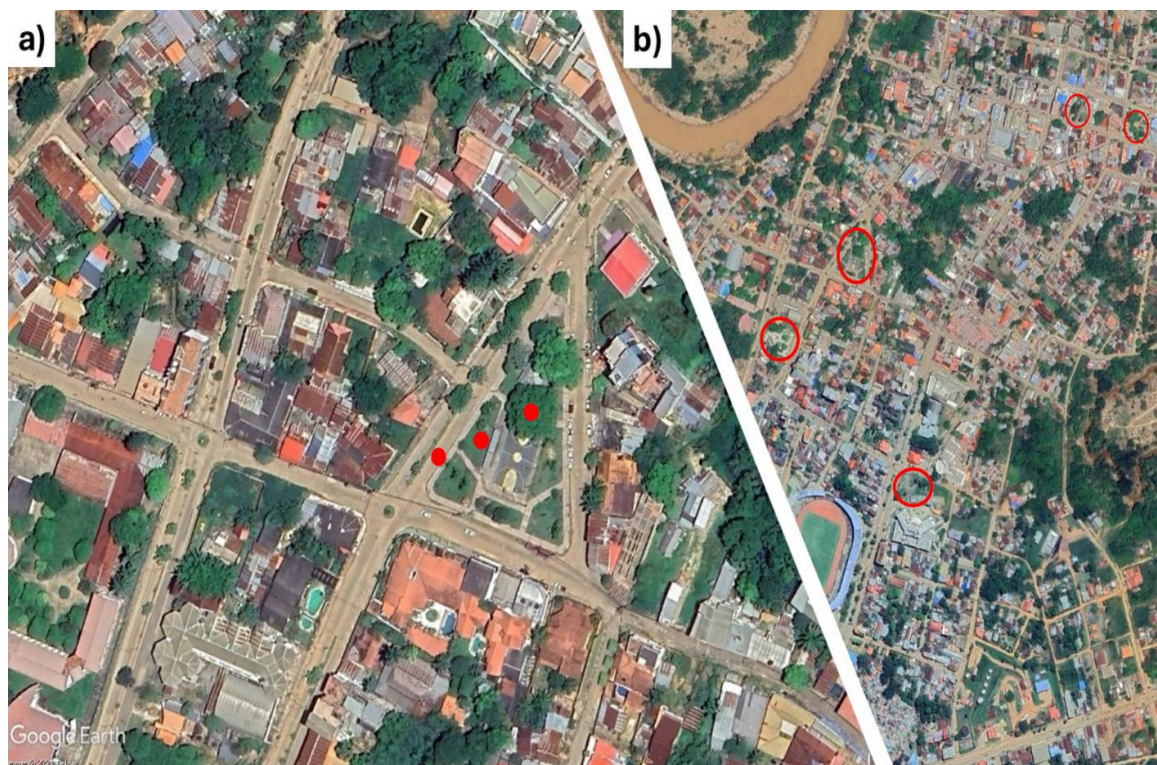


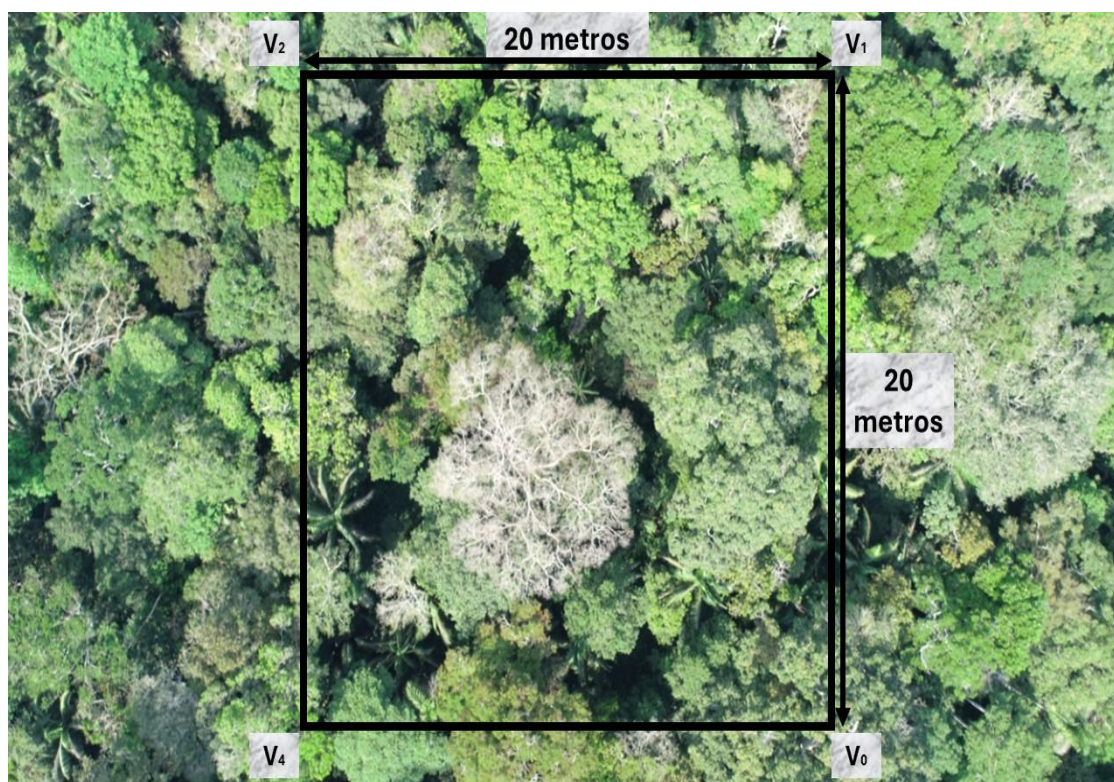
Figura 6 Muestreo De Factores Climáticos En Áreas Verdes Urbanas Del Municipio De Cobija: A) Plaza Del Estudiante Y, B) Área Urbana Del Municipio De Cobija. Mosaico De Imágenes Satelitales Capturadas En Google Earth Pro-2024.



5.3.1. Cuadrante de Muestreo

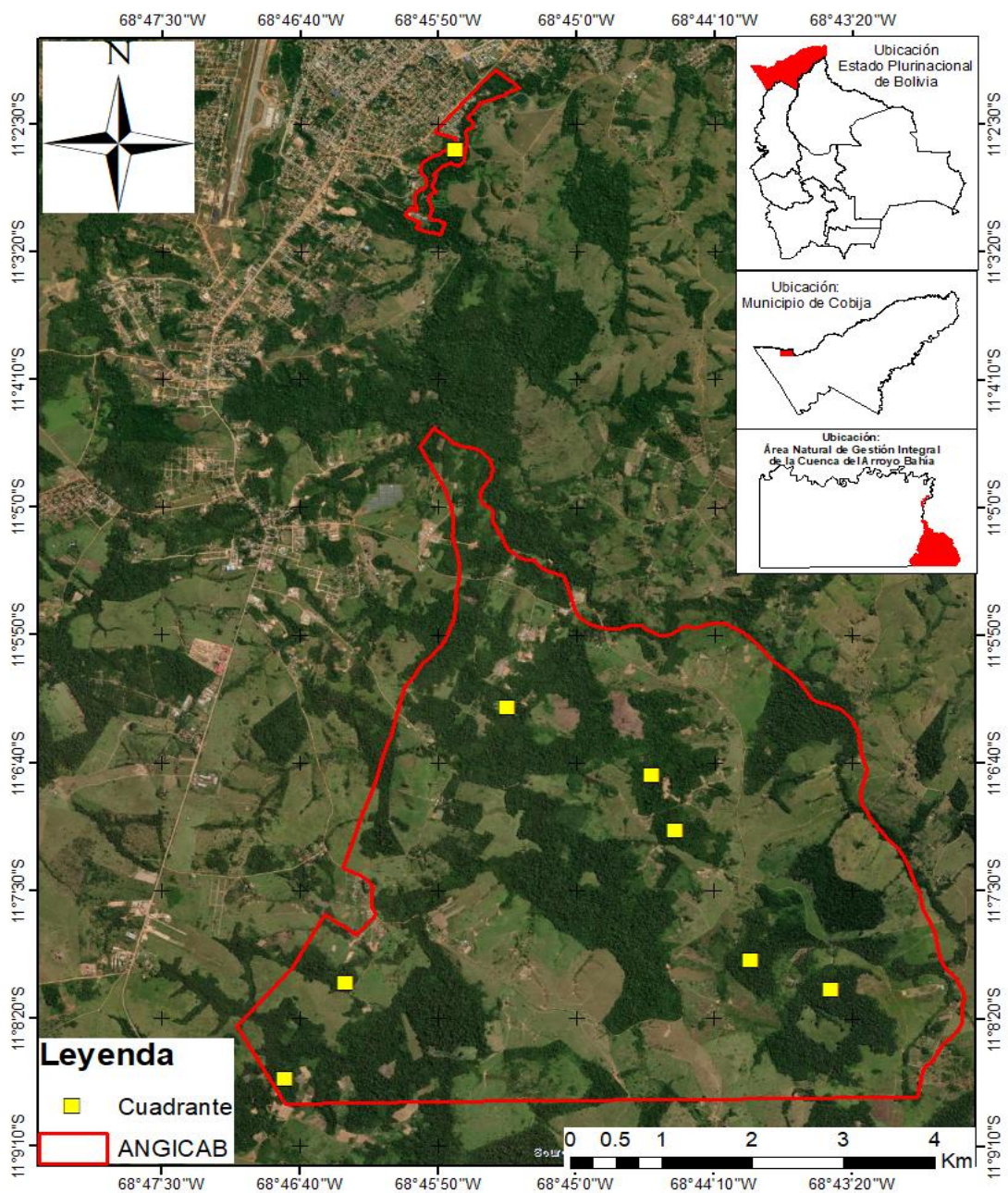
Para determinar la riqueza, composición y densidad de especies dentro de los remanentes de bosque presentes en el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía se instaló cuadrantes de 20m x 20m, equivalentes a 0,04 hectáreas (Fig. 7), siguiendo la metodología de Mostacedo & Fredericksen (2000).

Figura 7 Cuadrante De Muestreo 20mx20m Para Muestreo De Árboles Dominantes Dentro De Los Remanentes De Bosque Que Se Encuentran En El Área Natural De Gestión Integral De La Cuenca Del Arroyo Bahía. Fotografía Área Obtenida Con Dron DJI Mavic 2 Pro. Elaboración Propia.



Estos cuadrantes fueron establecidos con una distancia mínima de 150m de cuadrante a cuadrante en los predios privados y parcelas de comunarios de la Comunidad Alto Bahía (Fig. 8).

Figura 8 Ubicación De Los Sitios De Muestreo En El Área Natural De Gestión Integral De Cuenca Del Arroyo Bahía, Municipio De Cobija. Elaboración Propia.



En cada cuadrante se registró las especies presentes en los remanentes de bosque, para su identificación se utilizó las guías de apoyo como ser “principales especies forestales de Bolivia” (Vargas C. et al., 2008) y el libro de “guía de árboles de Bolivia” (Killeen et al., 1993). Por otra parte, se registró altura total del árbol, la cobertura de dosel y el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) que fue medido a 1,3 m sobre el nivel del suelo para individuos mayores o iguales a 10 cm de DAP porque los árboles mayores o maduros pueden proporcionar crear un microclima (de Abreu-Harbich et al., 2015).

Por otra parte, en las áreas verdes urbanas se identificó la riqueza de especies arbóreas (proveedoras de microclima), herbáceas (presente en jardineras) para cada sitio de muestreo. La identificación de esta vegetación fue en base al libro de “Plantas Ornamentales de Cobija” (Vásquez, 2010).

5.3.2. Muestreo de microclima

Las variables climáticas, como la humedad relativa y temperatura ambiente fueron registrados con el termohigrómetro Modelo HI 9565, HANNA. La temperatura del suelo se utilizó el termómetro HI 98501 de HANNA. La radiación fue registrada con el Luxómetro Modelo HI 97500 Marca HANNA. Todas estas variables fueron registradas dentro del dosel de remanentes de bosque, en pastizales y camino en el ANGICAB. Igualmente, en áreas verdes urbanas, debajo del dosel del árbol o los árboles representativos, en jardineras y pavimento. Todas las variables fueron registradas entre 11:00 y 14:00.

Adicionalmente, en los sitios de muestreo del ANGICAB se determinó la humedad relativa del suelo en los microsítios para lo cual se colectó de testigos de suelo obtenidos en cilindros con 10 cm de altura y 2.54 cm de diámetro, modificado al

protocolo de colecta de Marinidou (2009). Para la interpretación de la humedad del suelo se procedió a realizar el secado de los testigos de suelo en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Biológicas y Naturales de la Universidad Amazónica de Pando, donde se obtuvo la humedad expresada en la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco, el peso fue determinado en la balanza analítica QUIMIS modelo Q-150, Equipo de fabricación brasileña.

5.4. Análisis de datos

Para determinar la riqueza de especies, se cuantificó el número de especies arbóreas presentes en áreas verdes urbanas y el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía. Por otra parte, se evaluó la diversidad de especies por el índice de Shannon-Weaver (H) calculadas a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Formula de Shannon-Weaver.

$$H = -\sum(Pi * (\log_2 Pi))$$

Este índice mayormente se expresa como un numero positivo que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal esta entre 2 y 3; los valores inferiores o iguales a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos de en diversidad de especies.

Se realizo pruebas estadísticas en la aplicación Rstudio de acceso libre Versión 2023.12.1+402 y la consola de R versión 3.3.0+. Además que se utilizaron los siguientes paquetes como tidyverse que está diseñado para facilitar la instalación y carga de paquetes centrales de tidyverse; ggplot para crear gráficos; readxl facilita la extracción de datos de excel y su incorporación a R (admite tanto el formato .xls como el formato .xlsx basado en xml); ggpubr proporciona algunas funciones fáciles de usar para crear y

personalizar gráficos y rstatix que permite realizar pruebas estadísticas como el Análisis de Varianza (ANOVA, en inglés Analysis of Variance).

El ANOVA es una técnica estadística utilizada para comparar las medias de uno, dos, tres o más grupos. Su objetivo es determinar si existen diferencias significativas entre las medias de grupos. El ANOVA se basa en la descomposición de la variabilidad total en componentes debidos a las diferencias entre los grupos y la variabilidad dentro de los grupos (Everitt, 1992).

A partir de los datos obtenidos en campo se realizó ANOVA de 2 factores para la temperatura ambiente y del suelo expresadas en “°C”, la humedad del ambiente y del suelo expresadas en “%” y la intensidad de la luz expresada en “KLux” como variables dependientes, considerando como primer factor (Espacios de conservación: ANGICAB y áreas verdes urbanas) y como segundo factor (Micrositio: Dosel-caracterizados por remanentes de bosque dentro del ANGICAB y agrupaciones de árboles en áreas verdes urbanas en el Municipio de Cobija , pastizal-caracterizado por monocultivos de pastos ganaderos en el ANGICAB y herbáceas presentes en jardines de las áreas verdes urbanas y camino-caracterizado por carreteras de tierra o pavimentadas).

Así también, se realizó los cálculos del microclima otorgado por árboles según Wang et al. (2018) y Zhang et al., 2012.

Ecuación 2: Formulas para el cálculo de la Radiación.

$$\Delta E = R_{DB} - R_{FB}$$

$$GS = \frac{\Delta E}{R_{FB}} * 100\%$$

Donde:

ΔE : Efecto de sombreado

GS: Porcentaje de sombreado

R_{DB} : Radiación dentro del bosque

R_{FB} : Radiación fuera del bosque

Ecuación 3: Formulas para el cálculo de Temperatura.

$$\Delta T1 = TA_{FB} - TA_{DB}$$

$$\Delta T3 = TS_{FB} - TS_{DB}$$

Donde:

$\Delta T1$: Enfriamiento horizontal

$\Delta T3$: Enfriamiento del suelo

TA_{FB} : Temperatura ambiente fuera del bosque

TA_{DB} : Temperatura ambiente dentro del bosque

TS_{FB} : Temperatura del suelo fuera del bosque

TS_{DB} : Temperatura del suelo dentro del bosque

Ecuación 4: Formulas para el cálculo de Humedad relativa.

$$\Delta HR = HR_{DB} - HR_{FB}$$

Donde:

ΔHR : Efecto humidificador

HR_{DB} : Humedad relativa dentro del bosque

HR_{FB} : Humedad relativa fuera del bosque

6. Resultados.

6.1. Riqueza, composición y diversidad

A partir de los datos obtenidos se determinó que dentro del Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía se identificó un total de 66 especies pertenecientes a 29 Familias (Tabla 2). Siendo las más representativas especies de las familias Moraceae > Fabaceae > Euphorbiaceae > Annonaceae > Burseraceae > Ulmaceae > Urticaceae > Lauraceae > Apocynaceae > Salicaceae > Malvaceae > Lecythidaceae > Areacaceae > Meliaceae > Bignoniaceae > Myristicaceae > Boraginaceae. La diversidad alfa en los remanentes de bosque del ANGICAB según el índice de Shannon es $H=3.96$.

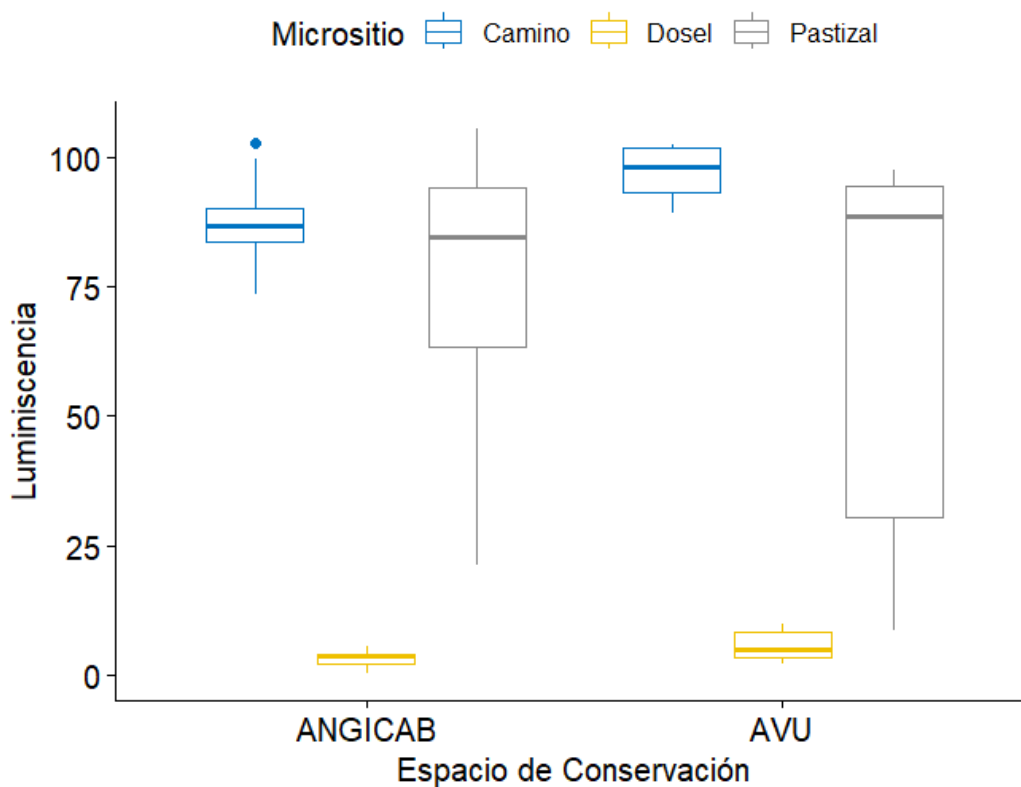
En las Áreas Verdes Urbanas se identificó un total de 41 especies pertenecientes a 13 familias, con mayor representación en las Fabaceae > Arecaceae > Bignoniaceae > Moraceae > Anacardiaceae > Myrtaceae > Urticaceae. La diversidad alfa es $H=2,72$.

6.2. Factores microclimáticos

6.2.1. Intensidad de la luz

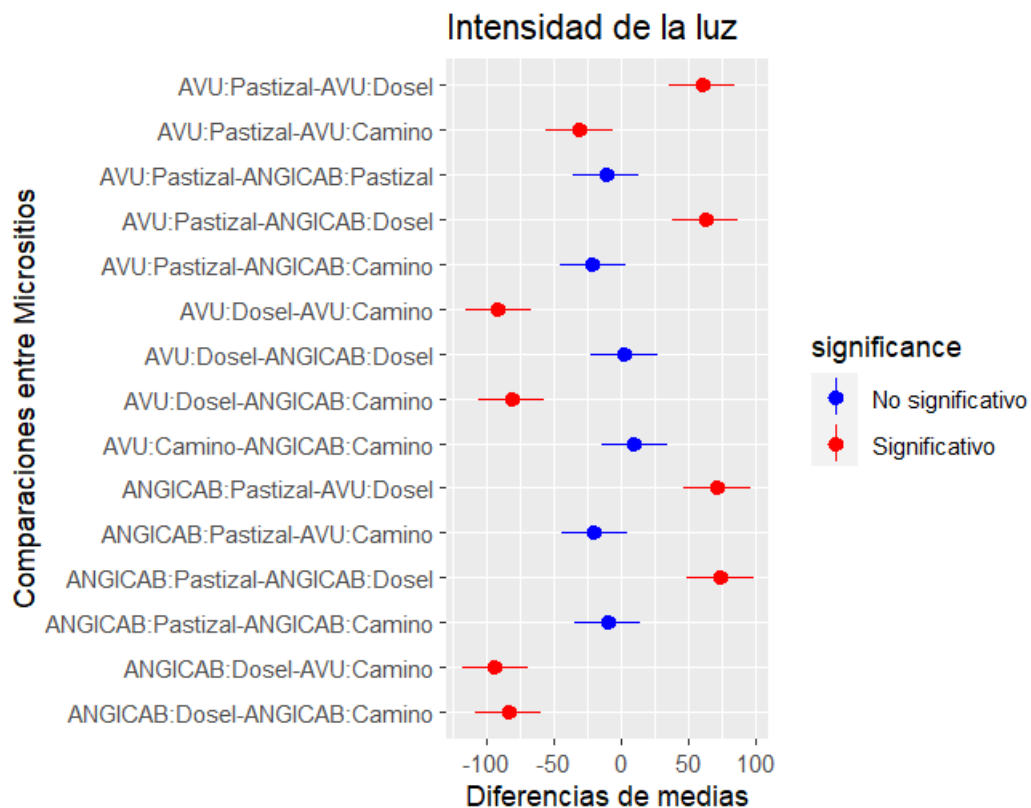
A partir de los datos obtenidos se determinó que la radiación solar no tiene diferencias significativas entre el Área Protegida Municipal ANGICAB y las áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija ($F_{1, 54} = 0,0069$; $P = 0,93$). Por otra parte, la diferencia entre micrositio definido por el camino, pastizal y dosel muestra diferencias significativas ($F_{2, 54} = 119,68$; $P < 0,001$ ***) (Fig. 9). Por otra parte, no se identifica interacción entre el micrositio y espacio de conservación ($F_{2, 54} = 1,63$; $P = 0,21$).

Figura 9 Diagrama de cajas y bigotes de la intensidad de la luz.



En el estudio reporta diferencia significativa en intensidad de luz o luminiscencia entre los micrositios ($P < 0,001^{***}$). Por lo tanto, se realizó una prueba post hoc de Tukey, encontrando diferencias significativas entre ANGICAB: Dosel vs. ANGICAB: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 78,1 \pm 3,3$), ANGICAB: Dosel vs. AVU: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 93,8 \pm 9,5$), ANGICAB: Dosel vs. ANGICAB: Pastizal ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 72,9 \pm 25,3$), ANGICAB: Dosel vs. AVU: Pastizal ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 62,7 \pm 36,6$), AVU: Dosel vs. ANGICAB: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 72,6 \pm 9,7$), AVU: Dosel vs. AVU: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 88,3 \pm 5,9$), AVU: Dosel vs. AVU: Pastizal ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 57,3 \pm 36,7$), AVU: Dosel vs. ANGICAB: Pastizal ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 68,5 \pm 25,4$) y AVU: Camino vs. AVU: Pastizal ($P = 0,01^*$; $\Delta E = -31,05 \pm 36,8$), como se demuestra en la (Fig. 10)

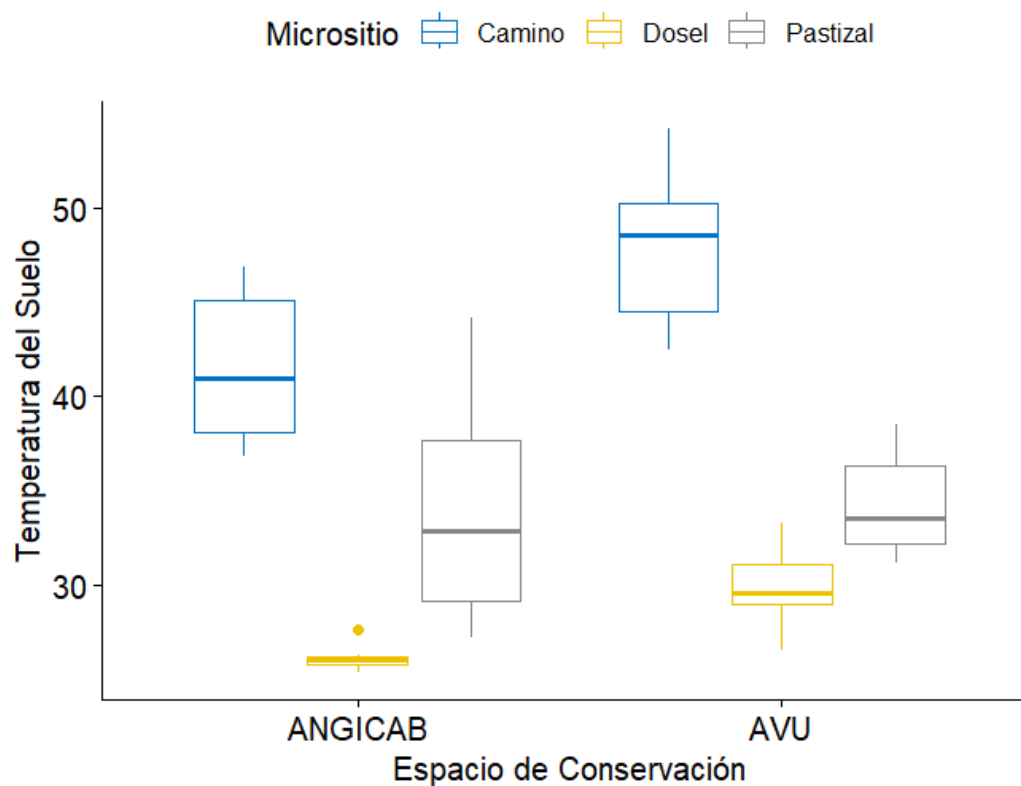
Figura 10 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la intensidad de la luz.



6.2.2. Temperatura del Suelo

A partir de los datos obtenidos se determinó que la temperatura del suelo es significativamente diferente entre el ANGICAB y las áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija ($F_{1, 54} = 14,38$; $P = 0,0003$) (Fig. 11). Por otra parte, la diferencia entre los micrositios se evidencia diferencias significativas ($F_{2, 54} = 111,46$; $P < 0,001^*$). Se identifica interacción entre el micrositio y espacio de conservación ($F_{2, 54} = 4,10$; $P = 0,022$).

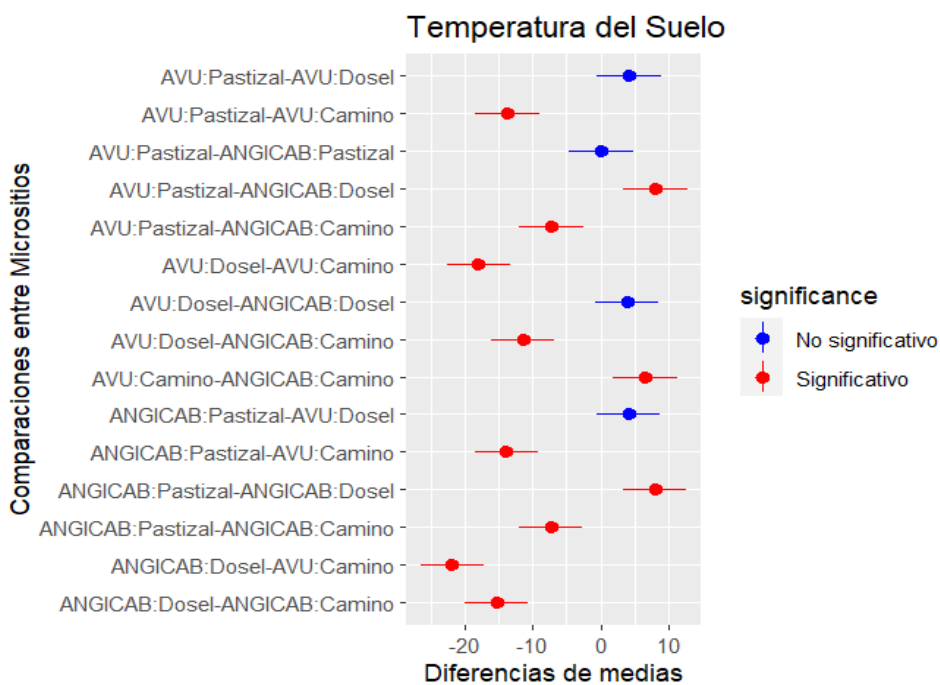
Figura 11. Diagrama de cajas y bigotes de la temperatura del suelo.



Partiendo de que se presentan diferencias significativas en ambos niveles, así también se presentan interacciones entre niveles ($P < 0,001^{***}$), lo que nos indica que tanto el estado de conservación como el micrositio influye significativamente en la temperatura del suelo, se realizó una prueba post hoc de Tukey para determinar que micrositios presentan diferencias significativas en la temperatura del suelo. Se presentan diferencias significativas entre (Estado de conservación: Micrositio), siendo los siguientes: ANGICAB: Dosel vs. ANGICAB: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T3 = 15,4 \pm 3,9$), ANGICAB: Dosel vs. AVU: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T3 = 22 \pm 34,1$), ANGICAB: Dosel vs. ANGICAB: Pastizal ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T3 = 8 \pm 5,6$), ANGICAB: Dosel vs.

AVU: Pastizal ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T3 = 8,1 \pm 2,6$), AVU: Dosele vs. ANGICAB: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T3 = 11,5 \pm 4,3$), AVU: Dosele vs. AVU: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T3 = 18 \pm 4,5$), ANGICAB: Camino vs. AVU: Camino ($P = 0,002^{**}$; $\Delta T3 = 6,5 \pm 5,6$), ANGICAB: Camino vs. ANGICAB: Pastizal ($P = 0,0003^{***}$; $\Delta T3 = -7,3 \pm 6,5$), ANGICAB: Camino vs. AVU: Pastizal ($P = 0,0004^{***}$; $\Delta T3 = 7,3 \pm 4,2$), AVU: Camino vs. ANGICAB: Pastizal ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T3 = -14 \pm 7,1$) y AVU: Camino vs. ANGICAB: Pastizal ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T3 = -13,8 \pm 4,8$), como se demuestra en la (Fig. 12).

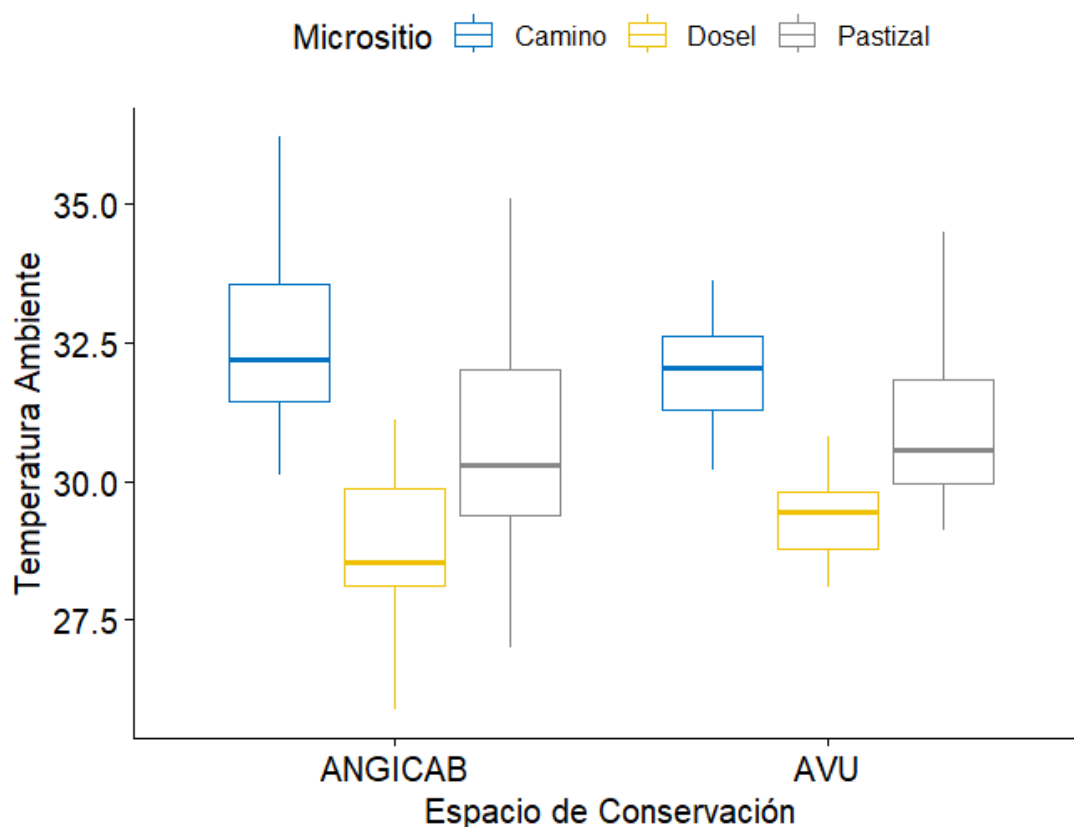
Figura 12 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la temperatura del suelo.



6.2.3. Temperatura Ambiente

A partir de los datos obtenidos se determinó que la temperatura ambiente no es significativamente diferente entre el ANGICAB y las áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija ($F_{1, 54} = 0,005$; $P = 0,95$) (Fig. 13). Por otra parte, la diferencia entre camino, pastizal y dosel tiene diferencias significativas ($F_{2, 54} = 17,97$; $P < 0,001^*$). No se identifica interacción entre el micrositio y espacio de conservación ($F_{2, 54} = 0,78$; $P = 0,46$).

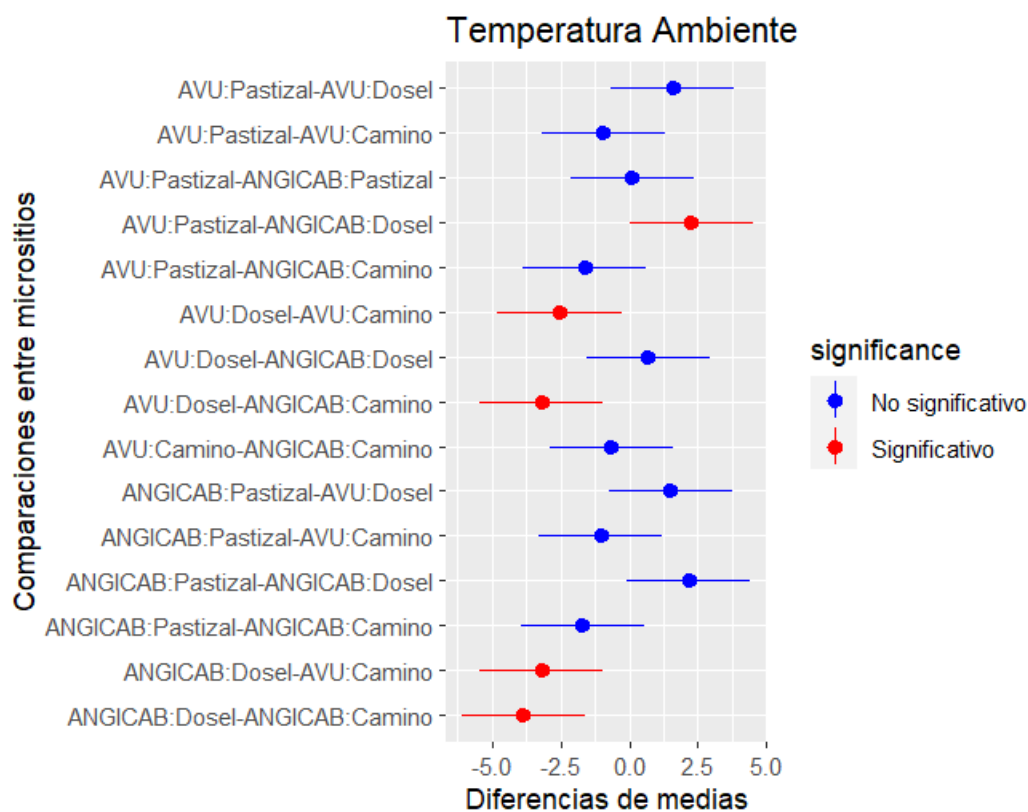
Figura 13. Diagrama de cajas y bigotes de la temperatura ambiente.



No se presentan diferencias significativas en los espacios de conservación y no se encuentran interacciones con los micrositios. Sin embargo, se reporta diferencias significativas entre los micrositios y se realizó prueba post hoc de Tukey para determinar

las diferencias significativas de temperatura ambiente entre micrositios, encontrando diferencias en ANGICAB: Dosel vs. ANGICAB: Camino ($P < 0,05^{**}$; $\Delta T1 = 3,88 \pm 2,5$), ANGICAB: Dosel vs. AVU: Camino ($P = 0,001^{**}$; $\Delta T1 = 3,2 \pm 2$), ANGICAB: Dosel vs. AVU: Pastizal ($P = 0,04^*$; $\Delta T1 = 2,2 \pm 2$), AVU: Dosel vs. ANGICAB: Camino ($P = 0,001^{**}$; $\Delta T1 = 3,2 \pm 2$) y AVU: Dosel vs. AVU: Camino ($P = 0,02^*$; $\Delta T1 = 2,5 \pm 1,3$), como se demuestra en la (Fig. 14).

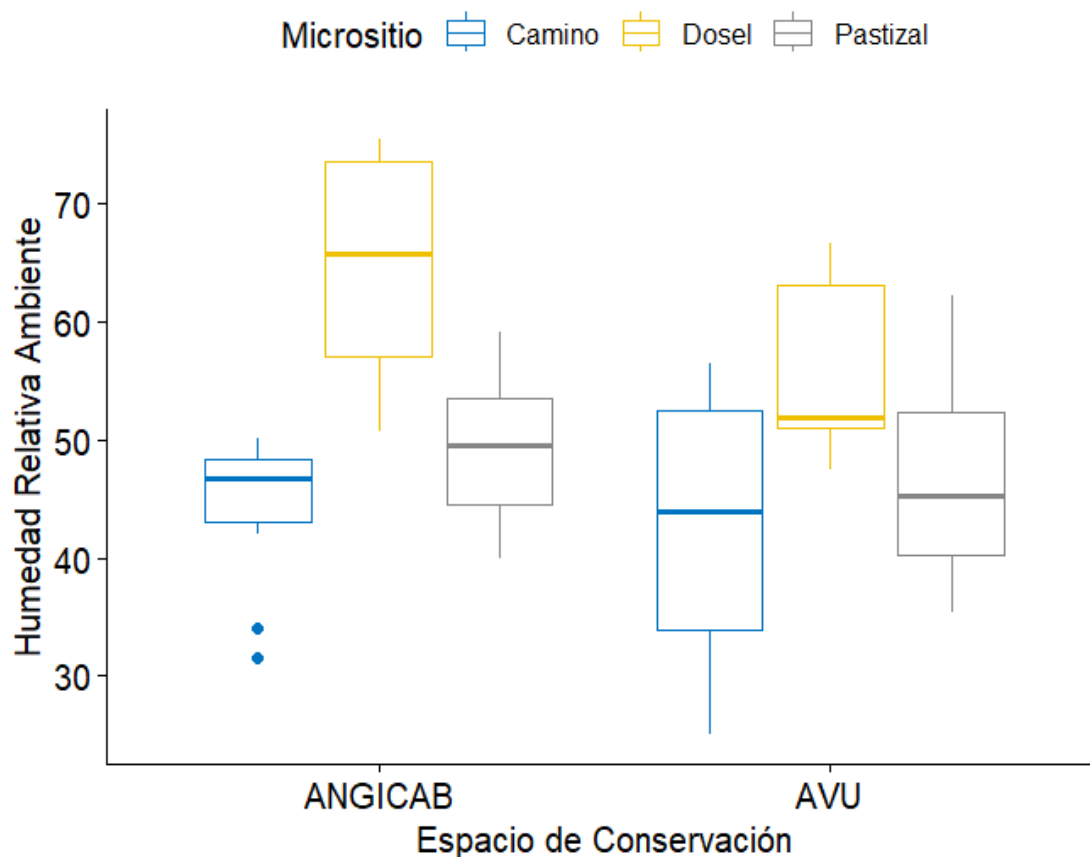
Figura 14 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la temperatura ambiente.



6.2.4. Humedad Relativa Ambiente

A partir de los datos obtenidos se determinó que la humedad relativa ambiente no es significativamente diferente entre el Área Protegida Municipal ANGICAB y las áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija ($F_{1, 54} = 3,39; P = 0,07$) (Fig. 15). Por otra parte, la diferencia entre camino, pastizal y dosel tiene diferencias significativas ($F_{2, 54} = 20,92; P < 0,001^{***}$). No se identifica interacción entre el hábitat y espacio ($F_{2, 54} = 1,18; P = 0,31$).

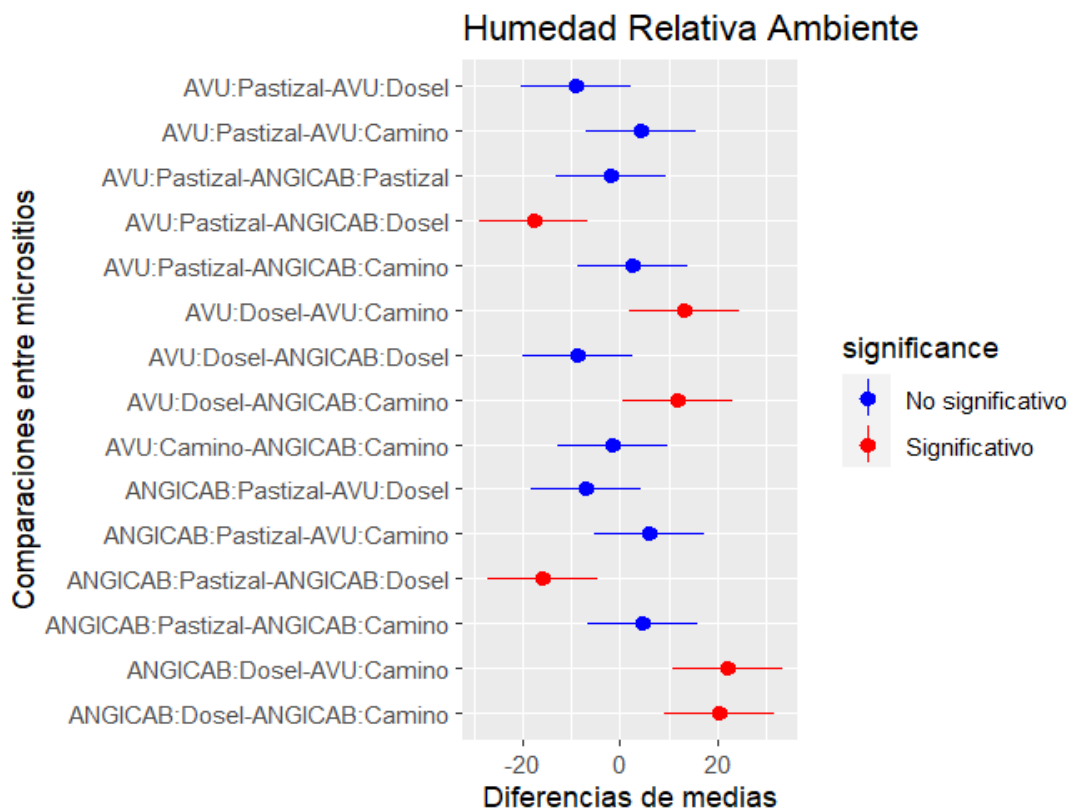
Figura 15 Diagrama de cajas y bigotes de la humedad relativa ambiente.



La humedad relativa del ambiente no muestra diferencias significativas entre los espacios de conservación y las interacciones. Sin embargo, se reporta las diferencias

entre micrositios es evidente para ANGICAB: Dospel vs. ANGICAB: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta HR = -20,5 \pm 11,2$), ANGICAB: Dospel vs. AVU: Camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta HR = -22,1 \pm 14,3$), ANGICAB: Dospel vs. ANGICAB: Pastizal ($P = 0,001^{**}$; $\Delta HR = -16 \pm 11,2$), ANGICAB: Dospel vs. AVU: Pastizal ($P = 0,0003^{***}$; $\Delta HR = -17,8 \pm 13,3$), AVU: Dospel vs. ANGICAB: Camino ($P = 0,04^{*}$; $\Delta HR = -11,6 \pm 9,7$) y AVU: Dospel vs. AVU: Camino ($P = 0,01^{*}$; $\Delta = -13,2 \pm 13,3$) (Fig. 16).

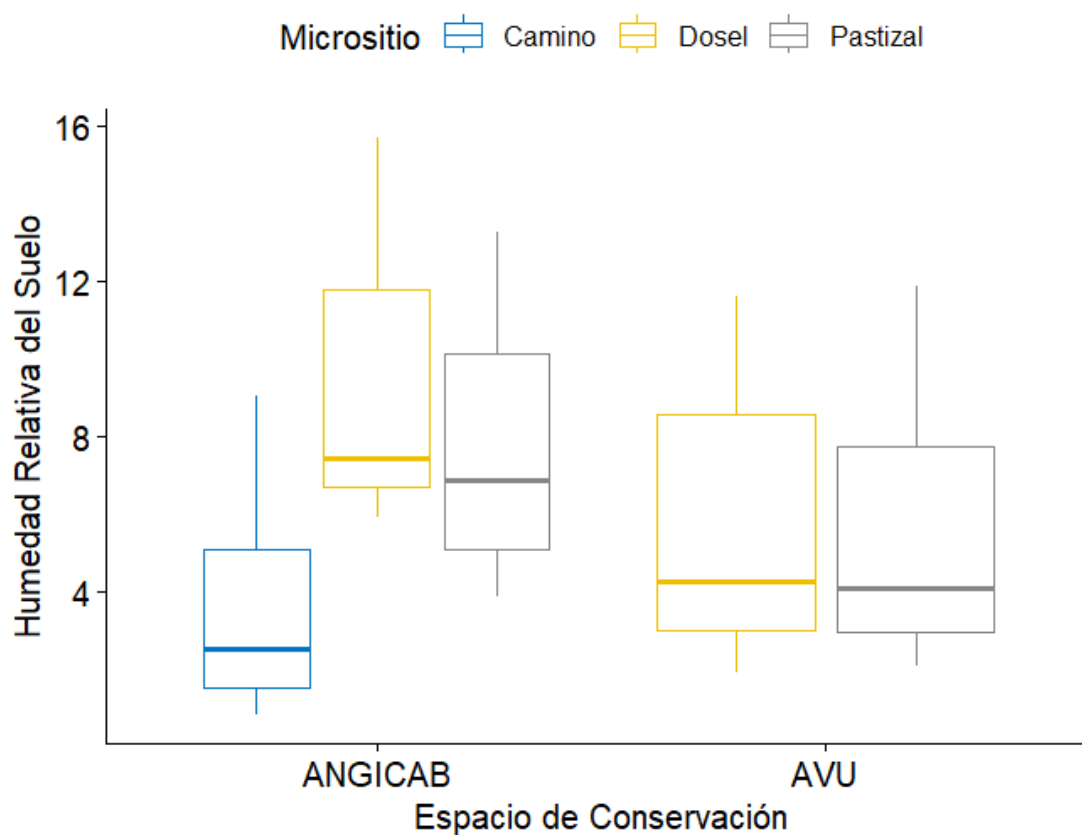
Figura 16 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la temperatura ambiente.



6.2.5. Humedad Relativa del Suelo

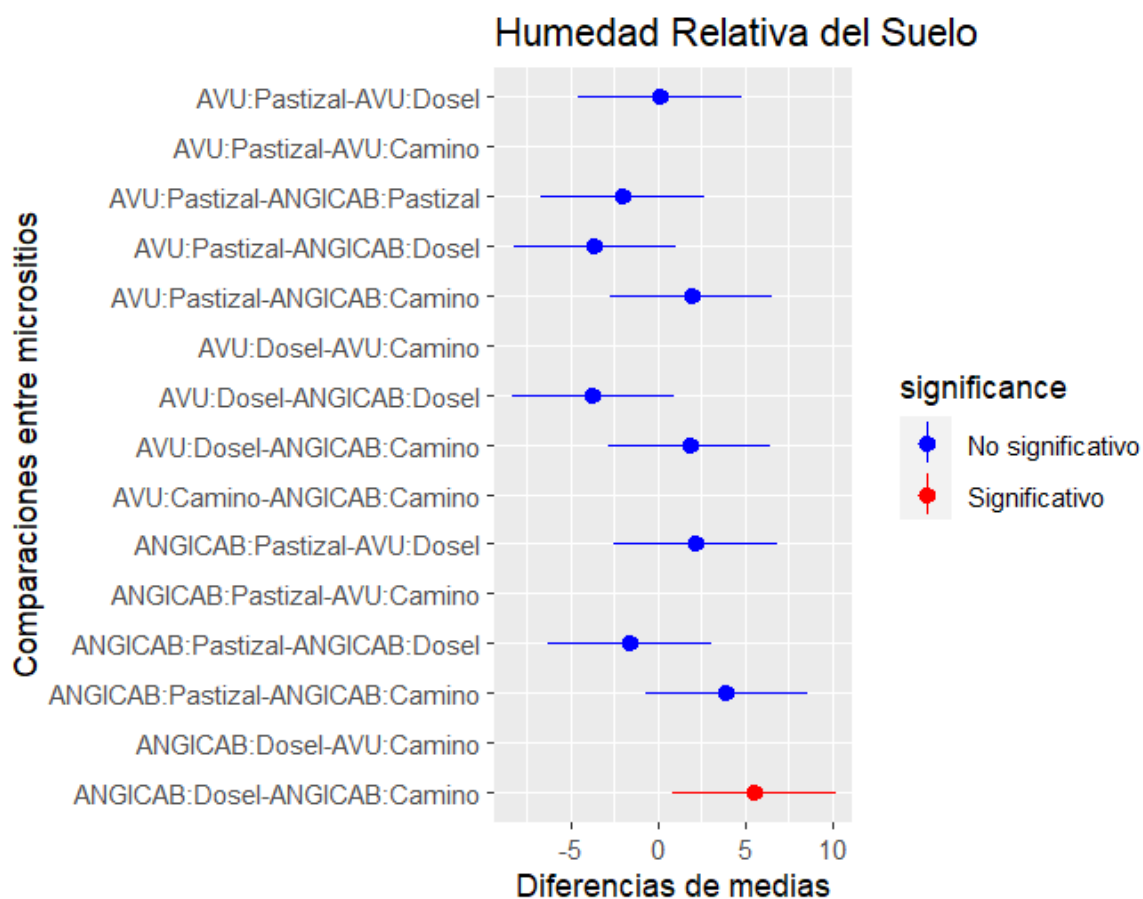
La humedad relativa del suelo no es significativamente diferente entre el Área Protegida Municipal ANGICAB y las áreas verdes urbanas del Municipio de Cobija ($F_{1, 54} = 1,61$; $P = 0,21$) (Fig. 17). Por otra parte, la diferencia entre micrositios como el camino, el pastizal y el dosel tiene diferencias significativas ($F_{2, 54} = 6,27$; $P = 0,004$). No se identifica interacción entre el hábitat y espacio ($F_{1, 54} = 0,57$; $P = 0,45$).

Figura 17 Diagrama de cajas y bigotes de la humedad relativa del suelo.



La diferencia significativa de la humedad relativa del suelo resalta para los micrositios ANGICAB: Dosel vs. ANGICAB: Camino ($P = 0,01^*$; $\Delta HR = -5,5 \pm 4,1$), como se demuestra en la (Fig. 18).

Figura 18 Comparaciones pareadas post hoc con tukeyhsd de la humedad relativa del suelo.



7. Discusión

La tesis sienta bases de información como ser la riqueza de 41 especies, la composición, siendo las Fabaceae y Arecaceae con mayor representación y una diversidad alfa de $H=2.72$ en Áreas Verdes Urbanas (AVU) en el Municipio de Cobija. Que bien, pueden modificarse según planes de ordenamiento territorial del Municipio.

Por otra parte, se documentó una alta riqueza, de 66 especies en remanentes de bosque de tierra firme en el área protegida Municipal, Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía (ANGICAB) en un área total de 0,4 ha. A partir de estos resultados se esperarí encontrar 165 especies/ha. Sugiriendo que la riqueza puede ser

alta dentro del ANGICAB en comparación a estudios de campo realizados por Araujo-Murakami et al (2015) que registró 107 ± 4 especies/ha. en el sector biogeográfico de la amazonia del Acre Madre de Dios, siendo este estudio el más cercano a los sitios de estudio de esta tesis. Por otra parte, la riqueza también puede ser superior en comparación con otras regiones del Departamento de Pando como el estudio realizado por Mostacedo et al (2006) que en el sudoeste registro 122 especies/ha y de Pardo-Molina et al (2020) que en el Noroeste del Departamento, sector biogeográfico de la Amazonía del Alto Madera registro 146 ± 7 especies/ha.

Por otra parte las familias de mayor dominancia en los remanentes de bosques fueron las Moraceae y las Fabaceae, lo cual se alinea con los hallazgos de (Araujo-Murakami et al., 2021; Mostacedo et al., 2006) siendo las Moraceae la familia de mayor dominancia. Así también se obtuvo la diversidad alfa en los remanentes de bosque del ANGICAB, el índice de Shannon fue de $H=3.96$ valor similar a los otros estudios realizados en bosques de tierra firme, Mostacedo et al (2006) obtuvo un valor de $H=3.96$ en el Departamento, en el sector de la amazonia del Acre Madre de Dios $H=3.98$ y $H=4.05$ en el sector de la amazonia Alto Madera obtenido por (Araujo-Murakami et al., 2021).

Además, que se contrasto los servicios ambientales que brinda la cobertura en la regulación del microclima local en espacios del Municipio de Cobija, tanto en el Área Protegida Municipal ANGICAB como en AVU. Las temperaturas suelen aumentan más en áreas ganaderas y urbanas (Maillard et al., 2023). Por lo tanto, en la investigación se estratifico (dosel y pastizal), para ponderar el grado de regulación de los mismo en contraste con sitios sin cobertura (camino).

Los resultados de Zhang & Dai (2022) muestran diferencias en la temperatura ambiente entre sus micrositios (árboles asociados, árboles solitario, herbáceas o pastos y camino) en el parque de Beijing-China, presentando similitudes entre las asociaciones de árboles y el árbol solitario como también las herbáceas o pastos con los camino, teniendo diferencias significativas entre ambos ($P < 0,05$) presentando un enfriamiento horizontal de 5°C , así también Wang et al (2018) identifico diferencias en la temperatura ambiente de los árboles solitarios y las asociaciones de árboles ($P < 0,0001$) estudio realizado en la ciudad de Changchun-China presentado un enfriamiento horizontal de $3,5^{\circ}\text{C}$. Del mismo modo Zhang et al (2013) manifiesta la importancia de los parques urbanos porque puedes disminuir la temperatura hasta $3,6^{\circ}\text{C}$. Ambos estudios muestran resultados del efecto en el enfriamiento horizontal. De modo similar actúan los árboles de las áreas verdes urbanas de la ciudad de Cobija reduciendo la temperatura en $2,4^{\circ}\text{C}$ respecto a las jardineras ($P = 0,002^{**}$) y al camino pavimentado en $2,6^{\circ}\text{C}$ ($P = 0,004^{**}$).

Por otra parte, los remanentes de bosque del ANGICAB que disminuyen la temperatura ambiente en $3,8^{\circ}\text{C}$ respecto al pastizal ($P < 0,05^{****}$) y al camino en $2,2^{\circ}\text{C}$ ($P = 0,001^{**}$). Los patrones de temperatura obtenidos para los bosques remanentes mantienen una relación estrecha con los estudios de Maillard et al (2023) que encontró una diferencia en la temperatura superficial terrestre entre los bosques Chiquitanos bolivianos y lugares deforestados ($\Delta T_1 = 2^{\circ}\text{C}$), así también Li et al. (2018) identifica diferencias en la temperatura ambiente entre el interior del bosque y el borde del bosque de Corea del Norte con enfriamiento de $1,97^{\circ}\text{C}$ similar a $1,8^{\circ}\text{C}$ de Von Arx et al (2012) en 3 tipos de bosques en Suiza. Todos los registros llegan son menores a los del ANGICAB y ahí la importancia de conservar los bosques que aún están presentes dentro

de esta Área Protegida Municipal.

Por otra parte, los espacios de conservación organizada por micrositios presentan una influencia significativa en la temperatura del suelo con un efecto del enfriamiento del suelo de los remanentes respecto al camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T_3 = 15,4 \pm 3,9$ °C) y la cobertura de arbórea de las áreas verdes urbanas respecto al pavimento ($P < 0,05^{****}$; $\Delta T_3 = 18 \pm 4,5$ °C). Nuestros resultados son altos en comparación con los resultados de Wang et al (2018) 3 °C y Li et al (2018) 9.2°C presenta un menor efecto de enfriamiento del suelo que las AVU y menor que el ANGICAB. El efecto humidificador registrado por Von Arx et al (2012) de 5.1%, Li et al (2018) y Wang et al (2018) presentaron valores menores ($P < 0,05$) y ($P = 0,0001^{**}$) con valores 6.19% y 6.67% de humedad relativa ambiente, valores menores en comparación con el efecto humidificador generado por remanentes de bosque respecto al camino ($P < 0,05^{****}$; $\Delta HR = 20,5 \pm 11,2\%$) y la cobertura de arbórea de las áreas verdes urbanas respecto al pavimento ($P = 0,01^*$; $\Delta HR = 13,2 \pm 13,3\%$) de humedad relativa ambiente, así se presentó diferencias significativa en la humedad relativa del suelo entre los remanentes de bosque respecto al camino ($P = 0,01^*$; $\Delta HR = -5,5 \pm 4,1$) así también lo destaca el PAT (2013) con un estudio anterior en la cuenca del arroyo bahía con muestras de bloques de 15*15*15cm. en remanente de bosque respecto a pastizales. Autores como (von Arx et al., 2012; Wang, Wang, Xiao, et al., 2018; Z. Zhang et al., 2013) asumen el efecto de la intensidad de la luz con un factor tiene un efecto en el microclima. Sin embargo las investigaciones cuantifica el efecto de la cobertura en el microclima expresado como efecto de sombreado en la cobertura arbórea de las áreas verdes urbanas respecto al pavimento ($P < 0,05^{****}$; $\Delta E = 88,3 \pm 5,9$ Klux), aproximadamente similar al efecto

registrado por Wang et al (2018) de 80 Klux y el registrado en el remanente de bosque respecto al camino ($P < 0,05^{****}$ $\Delta E = 78,1$ Klux). Sanusi et al (2016) ha registrado en coberturas de árboles con dosel densos alto efectos de sombreado ($P < 0,05^{**}$ $\Delta E = 28.4$ Klux).

8. Conclusiones.

Se determino una composición arbórea en Áreas Verdes Urbanas (AVU) 41 especies y 66 especies bosques remanentes Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía (ANGICAB) del Municipio de Cobija.

Se determino las diferencias microclimáticas entre el ANGICAB y AVU del Municipio de Cobija. No se presentaron diferencias significativas en los espacios de conservación (ANGICAB y AVU) de los siguientes factores climaticos; intensidad de la luz, temperatura ambiente, humedad relativa ambiente y del suelo ($P > 0.05$), con excepción de la temperatura del suelo ($P = 0,0003^{***}$). Todos los micrositios (dosel, pastizal y camino) presentaron diferencias significativas en factores climáticos ($P < 0,05$). No se presentaron interacciones (espacio de conservación: micrositio) ($P > 0.05$), excepto en el caso de la temperatura del suelo ($P = 0,022$).

Se demostró las condiciones microclimáticas que brinda la cobertura arbórea de los remanentes de bosque del ANGICAB y las AVU, como actúan los árboles de las áreas verdes urbanas de la ciudad de Cobija reduciendo la temperatura respecto a las jardineras y al pavimentado. Así también, los remanentes de bosque del ANGICAB que disminuyen la temperatura ambiente respecto a los pastizales y al camino. Por otra parte, se registra un efecto del enfriamiento del suelo en remanentes de bosque respecto al camino y la cobertura de arbórea de las áreas verdes urbanas respecto al pavimento como

también un efecto humidificador generado por remanentes de bosque respecto al camino y la cobertura de arbórea de las áreas verdes urbanas respecto al pavimento de humedad relativa ambiente. Otro efecto registrado es el sombreado en la cobertura arbórea de las áreas verdes urbanas respecto al pavimento y el registrado en el remanente de bosque respecto al camino. Estos datos confirman que la cobertura arbórea en los bosques remanentes influye positivamente en la regulación del microclima, mientras que las áreas verdes urbanas, aunque importantes, tienen un impacto menos significativo debido a su menor diversidad.

Estos espacios con mayor diversidad arbórea ofrecen una mejor regulación del microclima, siendo capaces de reducir más eficazmente la temperatura y aumentar la humedad relativa, lo que refuerza la importancia de conservar y gestionar adecuadamente estos ecosistemas.

9. Bibliografía Consultada

- ACEAA, C. A. (2021). *Pando amazónico y resiliente: Bosque fuego y Clima* (I. Lafuente & A. Morales, Eds.). Programa Euroclima+, Componente Bosque Biodiversidad y Ecosistema (BBE), Asociación Boliviana para la investigación y Conservación de Ecosistemas Andino-Amazónico(ACEAA), Universidad Amazónica de Pando (UAP), Expertise France (EF), Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants. *Environmental Pollution*, 116, S119-S126. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00264-0](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00264-0)
- Andersen, L., & Jemio, L. C. (2015). *La dinámica del cambio climático en Bolivia* [INESAD ebooks]. Institute for Advanced Development Studies. <https://econpapers.repec.org/bookchap/advebooks/201501.htm>
- Araujo-Murakami, A., Milliken, W., Klitgaard, B., Carrion-Cuellar, A. M., Vargas-Lucindo, S., Parada-Arias, R., Alvez de Oliveira, P. S., & Vasquez-Colomo, G. (2021). Diversidad, estructura y composición florística de los bosques de tierra firme y várzea en el oeste de Pando, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 56(2), Article 2.
- Araujo-Murakami, A., Villarroel, D., Pardo, G., Vos, V. A., Parada, G. A., Arroyo, L., & Killeen, T. (2015). *Diversidad arbórea de los bosques de tierra firme de la amazonía boliviana*. 29.
- Arias, C. R., & Cambronero, L. B. (2009). Estructura y Composición de dos Remanentes de Bosque Premontano Muy Húmedo en la Reserva Madre Verde, Palmares, Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 9(12-13), Article 12-13. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/2841>
- Baeza, S., Paruelo, J. M., & Altesor, A. (2006). Caracterización funcional de la vegetación del Uruguay mediante el uso de sensores remotos. *Interciencia*, 31(5), Article 5.
- Balcázar Ruíz, F. Y. (2019). *Determinación de la variabilidad climática y cambio climático mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el distrito de contumazá durante el período*

1965 – 2018 [Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo].

<http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/1296>

- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales: *Ecosistemas*, 21(1-2), Article 1-2. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>
- BID. (2013). *Analisis ambiental y Social (AAS)*.
- Bounoua, L., Collatz, G. J., Los, S. O., Sellers, P. J., Dazlich, D. A., Tucker, C. J., & Randall, D. A. (2000). Sensitivity of Climate to Changes in NDVI. *Journal of Climate*, 13(13), Article 13. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<2277:SOCTCI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<2277:SOCTCI>2.0.CO;2)
- Bounoua, L., Safia, A., Masek, J., Peters-Lidard, C., & Imhoff, M. L. (2009). Impact of Urban Growth on Surface Climate: A Case Study in Oran, Algeria. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 48(2), Article 2. <https://doi.org/10.1175/2008JAMC2044.1>
- Bounoua, L., Zhang, P., Mostovoy, G., Thome, K., Masek, J., Imhoff, M., Shepherd, M., Quattrochi, D., Santanello, J., Silva, J., Wolfe, R., & Toure, A. M. (2015). Impact of urbanization on US surface climate. *Environmental Research Letters*, 10(8), Article 8. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/8/084010>
- Brown, S., Miltner, E., & Cogger, C. (2012). Carbon Sequestration Potential in Urban Soils. En R. Lal & B. Augustin (Eds.), *Carbon Sequestration in Urban Ecosystems* (pp. 173-196). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2366-5_9
- Chacón, K., & Gutman, D. (2022). *Pastizales Naturales*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21248>
- CIPCA, C. de I. y P. del C. (2017, abril 24). *Las causas y tendencias de la crisis de la castaña*. <http://cipca.org.bo/analisis-y-opinion/cipca-notas/las-causas-y-tendencias-de-la-crisis-de-la-castana>
- Coutts, A. M., White, E. C., Tapper, N. J., Beringer, J., & Livesley, S. J. (2016). Temperature and human thermal comfort effects of street trees across three contrasting street canyon environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 124(1), Article 1.

<https://doi.org/10.1007/s00704-015-1409-y>

Cranz, G., & Boland, M. (2004). Defining the Sustainable Park: A Fifth Model for Urban Parks.

Landscape Journal, 23(2), Article 2. <https://doi.org/10.3368/lj.23.2.102>

Dai, L., Li, S., Lewis, B. J., Wu, J., Yu, D., Zhou, W., Zhou, L., & Wu, S. (2019). The influence of land use change on the spatial–temporal variability of habitat quality between 1990 and 2010 in Northeast China. *Journal of Forestry Research*, 30(6), Article 6.

<https://doi.org/10.1007/s11676-018-0771-x>

de Abreu-Harbich, L. V., Labaki, L. C., & Matzarakis, A. (2015). Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. *Landscape and Urban Planning*, 138, 99-109. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.008>

Everitt, B. (1992). Book reviews: Chambers JM, Hastie TJ eds 1992: Statistical models in S.

California: Wadsworth and Brooks/Cole. ISBN 0 534 16765-9. *Statistical Methods in Medical Research*, 1(2), 220-221. <https://doi.org/10.1177/096228029200100208>

FNB. (2010, junio 4). *Estudio socioeconómico ambiental del Arroyo Bahía, Cobija*. SlideShare.

<https://es.slideshare.net/slideshow/estudio-socioeconomico-ambiental-del-arroyo-bahia-cobija/4414662>

GAMC, G. A. M. de C. (2007). *Plan de Desarrollo municipal (PDM 2007-2011)*.

GAMC, G. A. M. de C. (2020). *Plan de Ordenamiento Urbano*.

Georgi, N. J., & Zafiriadis, K. (2006). The impact of park trees on microclimate in urban areas. *Urban Ecosystems*, 9(3), Article 3.

Guamán Trávez, W. S. (2020). *Efecto del cambio de uso de la tierra en el microclima local de un paisaje andino del norte del Ecuador en la estación lluviosa y seca de 2019* [bachelorThesis, Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21132>

Güneralp, B., & Seto, K. C. (2013). Futures of global urban expansion: Uncertainties and implications for biodiversity conservation. *Environmental Research Letters*, 8(1), Article 1.

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/014025>

- IDEAM, I. de H., Meteorología y Estudio Ambiental. (2015). *Radiación solar*.
<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>
- Imhoff, M. L., Bounoua, L., DeFries, R., Lawrence, W. T., Stutzer, D., Tucker, C. J., & Ricketts, T. (2004). The consequences of urban land transformation on net primary productivity in the United States. *Remote Sensing of Environment*, 89(4), Article 4.
- IPCC, I. P. I. (2007). Cambio climático 2007. *Informe de Síntesis. Edición a cargo de Pachauri. R. K.*
- Jobbágy, E. G., Vasallo, M., Farley, K. A., Piñeiro, G., Garbulsky, M. F., Noretto, M. D., Jackson, R. B., & Paruelo, J. M. (2006). Forestación en pastizales: Hacia una visión integral de sus oportunidades y costos ecológicos. *Agrociencia Uruguay*, 10(2), Article 2.
<https://doi.org/10.31285/AGRO.10.934>
- Killeen, T., García, E., & Beck, S. G. (1993). *Guía de árboles de Bolivia* (Instituto de Ecología Universidad Mayor de San Andrés). Liga de Defensa del Medio Ambiente (LIDEMA).
- Larrea-Alcázar, D. M., Villanueva, G., Poma, A., Zenteno-Ruiz, F. S., Araujo-Murakami, A., Altamirano, S., & De Ugarte, C. (2018). El árbol de la castaña (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) en Bolivia: Distribución geográfica e impacto de la deforestación 2010-2015. *Ecología en Bolivia*, 53(1), Article 1.
- Ledezma, J. C., Tabor, K., & Forno, E. (with Andersen, L., Garcia, M., Castillo, V., Maldonado, C., Quintana, R., Mena, A., & Dominguez, R.). (2015). *Atlas de cambio climático Bolivia* (Conservación Internacional Bolivia (CI Bolivia), Gas TransBoliviano S.A. (GTB)).
- Lee, Y. K., Lee, D. K., Woo, S., Abraham, E. R. G., Carandang, W. M., Yeo, U. S., & Park, C. (2006). Differences of tree species composition and microclimate between a mahogany (*swietenia macrophylla* king) plantation and a secondary forest in Mt. Makiling, Philippines. *Forest Science and Technology*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.1080/21580103.2006.9656293>
- Lezama, F., Altesor, A., León, R. J., & Paruelo, J. M. (2006). Heterogeneidad de la vegetación en pastizales naturales de la región basáltica de Uruguay. *Ecología austral*, 16(2), Article 2.
- Li, J., Zhang, Z., Wang, H., Wang, S., & Chen, Q. (2020). Urban land-use impacts on composition and

- spatiotemporal variations in abundance and biomass of earthworm community. *Journal of Forestry Research*, 31(1), Article 1. <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0807-2>
- Li, Y., Kang, W., Han, Y., & Song, Y. (2018). Spatial and temporal patterns of microclimates at an urban forest edge and their management implications. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(2), 93. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6430-4>
- Lorenz, K., & Lal, R. (2015). Managing soil carbon stocks to enhance the resilience of urban ecosystems. *Carbon Management*, 6(1-2), Article 1-2. <https://doi.org/10.1080/17583004.2015.1071182>
- Mahmood, R., Pielke Sr, R. A., Hubbard, K. G., Niyogi, D., Dirmeyer, P. A., McAlpine, C., Carleton, A. M., Hale, R., Gameda, S., & Beltrán-Przekurat, A. (2014). Land cover changes and their biogeophysical effects on climate. *International journal of climatology*, 34(4), Article 4.
- Maillard, O., Vides-Almonacid, R., Salazar, Á., & Larrea-Alcazar, D. M. (2023). Effect of Deforestation on Land Surface Temperature in the Chiquitania Region, Bolivia. *Land*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/land12010002>
- Marinidou, E. (2009). *Estimación del aporte de la cobertura arbórea a la regulación climática y la conservación de la biodiversidad: Diseño y aplicación de una metodología en Chiapas, México* [Magistratura, Escuela de Posgrado del CATIE]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4974>
- Marquez, A. C. (2015). “*Caracterización de la estructura y composición florística en islas de bosque menor en las sabanas del heath*” [Licenciatura en Ingeniería Agronómica]. Universidad Mayor de San Andres.
- McDonald, R. I., Weber, K., Padowski, J., Flörke, M., Schneider, C., Green, P. A., Gleeson, T., Eckman, S., Lehner, B., & Balk, D. (2014). Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. *Global environmental change*, 27, 96-105.
- Meza Elizalde, M. C., Armenteras Pascual, D., Meza Elizalde, M. C., & Armenteras Pascual, D. (2018). Uso del suelo y estructura de la vegetación en paisajes fragmentados en la amazonia,

- Colombia. *Colombia Forestal*, 21(2), Article 2. <https://doi.org/10.14483/2256201x.12330>
- Minetti, J. L. (2013). *El Clima de Bolivia*. Juan Leónidas Minetti.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/117631>
- Montes de Oca, I. (1995). Geografía y clima de Bolivia. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 24(3), Article 3.
- MOPSV, M. de O. P., Servicios y Viviendas. (2014). *Guia tecnica para el ordenamiento de áreas urbanas*.
- Moreno, C. E. Q., & Mostacero-Leon, J. (2020). *Influencia de la presión atmosférica y temperatura ambiental en el subsuelo de la microcuenca San Ildefonso Trujillo, Perú (2023)*.
- Moreno Ramón, H. (2010). *Régimen de temperatura del suelo*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/8007>
- Mostacedo, B., Balcazar, J., & Montero, J. C. (2006). Tipos de bosque, diversidad y composición florística en la Amazonia sudoeste de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(2), Article 2.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR)*.
- Navarro, G., & Ferreira, W. (2004). Zonas de vegetación potencial de Bolivia: Una base para el análisis de vacíos de conservación. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 15, Article 15.
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), Article 455.
- Pardo-Molina, G., Pereira, L., Feldpausch, T. R., Vos, V. A., Aramayo-Parada, R., Arancibia-Rocabado, I., Mamio, R., Enríquez, S., Mamani-Loza, M. A., Suarez-Tabo, N., Vargas-Vasquez, A., Boren-Echalar, D., Duran-Sanchez, K., & Araujo-Murakami, A. (2020). Composición florística del bosque amazónico de tierra firme del sector Alto Madera, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 55(2), Article 2.
- PAT. (2013). *Hidrogeología Arroyo Bahia | PDF | Agua subterránea | Cuenca de drenaje*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/149384282/Hidrogeologia-Arroyo-Bahia>

- Poveda Jaramillo, G. (2011). *El papel de la amazonía en el clima global y continental: Impactos del cambio climático y la deforestación*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Sede. Dirección Académica [Leticia]; Universidad Nacional de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones (IMANI). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9760>
- Prieto, C. (2022). *Fundación de Cobija, Bolivia*.
<https://www.parlamentoandino.org/index.php/actualidad/noticias/560-fundacion-de-cobija-bolivia>
- Qureshi, S. (2010). The fast growing megacity Karachi as a frontier of environmental challenges: Urbanization and contemporary urbanism issues. *Journal of Geography and Regional Planning*, 3(11), Article 11.
- Ramamurthy, P., & Bou-Zeid, E. (2014). Contribution of impervious surfaces to urban evaporation. *Water Resources Research*, 50(4), Article 4. <https://doi.org/10.1002/2013WR013909>
- Ruiz Perez, M., Fernández, C., & Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas*, 16.
- Sajjad, S. H., Shirazi, S. A., Ahmed Khan, M., & Raza, A. (2009). Urbanization effects on temperature trends of Lahore during 1950-2007. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.1108/17568690910977483>
- Sanusi, R., Johnstone, D., May, P., & Livesley, S. J. (2016). Street Orientation and Side of the Street Greatly Influence the Microclimatic Benefits Street Trees Can Provide in Summer. *Journal of Environmental Quality*, 45(1), Article 1. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.01.0039>
- Sanusi, R., Johnstone, D., May, P., & Livesley, S. J. (2017). Microclimate benefits that different street tree species provide to sidewalk pedestrians relate to differences in Plant Area Index. *Landscape and Urban Planning*, 157, 502-511.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.08.010>
- Schossler, D., Sforza, L., & Angarita, I. (s. f.). *Percepción social de los servicios ecosistémicos de los pastizales naturales de la zona de Paraguari, Paraguay*.

- SENAMHI. (2024). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. <https://senamhi.gob.bo/inicio>
- Shahidan, Mohd. F., Shariff, M. K. M., Jones, P., Salleh, E., & Abdullah, A. M. (2010). A comparison of *Mesua ferrea* L. and *Hura crepitans* L. for shade creation and radiation modification in improving thermal comfort. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), Article 3. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.008>
- Shashua-Bar, L., Potchter, O., Bitan, A., Boltansky, D., & Yaakov, Y. (2010). Microclimate modelling of street tree species effects within the varied urban morphology in the Mediterranean city of Tel Aviv, Israel. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 30(1), Article 1.
- Shepherd, J., Andersen, T., Strother, A., Horst, L., & Bounoua, C. (2013). Urban climate archipelagos: A new framework for urban impacts on climate. *Earthzine*. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/46043>
- Shepherd, M., Mote, T., Dowd, J., Roden, M., Knox, P., McCutcheon, S. C., & Nelson, S. E. (2011). An Overview of Synoptic and Mesoscale Factors Contributing to the Disastrous Atlanta Flood of 2009. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92(7), Article 7.
- Stone, B. Jr., Vargo, J., Liu, P., Hu, Y., & Russell, A. (2013). Climate Change Adaptation Through Urban Heat Management in Atlanta, Georgia. *Environmental Science & Technology*, 47(14), Article 14. <https://doi.org/10.1021/es304352e>
- Tan, C. L., Wong, N. H., Tan, P. Y., Jusuf, S. K., & Chiam, Z. Q. (2015). Impact of plant evapotranspiration rate and shrub albedo on temperature reduction in the tropical outdoor environment. *Building and Environment*, 94, 206-217. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.08.001>
- Vargas C., I. G., Mostacedo, B., & Jordán G., C. G. (2008). *Guía ilustrada de las principales especies forestales de Bolivia* (Segunda edición). Instituto Boliviano de Investigación Forestal.
- Vásquez, G. (2010). *Plantas ornamentales de Cobija* (CIPA, Centro de Investigación y Preservación de la Amazonia). Universidad Amazónica de Pando.

- Vázquez, P., Costa, J. L., Monterubbianesi, G., & Godz, P. (2001). Predicción de la productividad primaria de pastizales naturales de la pampa deprimida utilizando propiedades del horizonte A. *Ciencia del suelo*, *19*(2), Article 2.
- von Arx, G., Dobbertin, M., & Rebetez, M. (2012). Spatio-temporal effects of forest canopy on understory microclimate in a long-term experiment in Switzerland. *Agricultural and Forest Meteorology*, *166-167*, 144-155. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.07.018>
- Wang, W., Wang, H., Xiao, L., He, X., Zhou, W., Wang, Q., & Wei, C. (2018). Microclimate regulating functions of urban forests in Changchun City (north-east China) and their associations with different factors. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, *11*(1), Article 1. <https://doi.org/10.3832/ifor2466-010>
- Wang, W., Wang, Q., Zhou, W., Xiao, L., Wang, H., & He, X. (2018). Glomalin changes in urban-rural gradients and their possible associations with forest characteristics and soil properties in Harbin City, Northeastern China. *Journal of Environmental Management*, *224*, 225-234. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.047>
- Zermeño-González, A., Ríos-Estudillo, J. A., Gil Marin, J. A., Cadena-Zapata, M., & Villarreal-Quintanilla, J. Á. (2011). Dinámica del flujo de bióxido de carbono y de energía sobre un pastizal natural del norte de México. *Bioagro*, *23*(1), Article 1.
- Zhai, C., Wang, W., He, X., Zhou, W., Xiao, L., & Zhang, B. (2017). Urbanization Drives SOC Accumulation, Its Temperature Stability and Turnover in Forests, Northeastern China. *Forests*, *8*(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/f8040130>
- Zhang, P., Imhoff, M. L., Bounoua, L., & Wolfe, R. E. (2012). Exploring the influence of impervious surface density and shape on urban heat islands in the northeast United States using MODIS and Landsat. *Canadian Journal of Remote Sensing*, *38*(4), Article 4. <https://doi.org/10.5589/m12-036>
- Zhang, Y., & Dai, M. (2022). Analysis of the Cooling and Humidification Effect of Multi-Layered Vegetation Communities in Urban Parks and Its Impact. *Atmosphere*, *13*(12), Article 12.

<https://doi.org/10.3390/atmos13122045>

Zhang, Z., Lv, Y., & Pan, H. (2013). Cooling and humidifying effect of plant communities in subtropical urban parks. *Urban Forestry & Urban Greening*, *12*, 323-329.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.03.010>

Anexo

Tablas de registro de especies en el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía y las Áreas Verdes Urbanas del Municipio de Cobija.

Tabla 2 Base de datos general composición arbórea en el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía.

| Cuadrante | Familia | Genero | Especie | Conteo |
|-----------|---------------|--------------|---------------------------------|--------|
| 1 | Malvaceae | Apeiba | <i>Apeiba tibourbou</i> | 1 |
| 1 | Annonaceae | Bocageopsis | <i>Bocageopsis multiflora</i> | 1 |
| 1 | Moraceae | Brosimun | <i>Brosimun latescens</i> | 1 |
| 1 | Malvaceae | Ceiba | <i>Ceiba pentandra</i> | 1 |
| 1 | Malvaceae | Ceiba | <i>Ceiba sp.</i> | 3 |
| 1 | Araliaceae | Didymopanax | <i>Didymopanax morototoni</i> | 1 |
| 1 | Meliaceae | Guarea | <i>Guarea sp.</i> | 2 |
| 1 | Fabaceae | Inga | <i>Inga sp.1</i> | 2 |
| 1 | Moraceae | Maclura | <i>Maclura tinctoria</i> | 3 |
| 1 | Sterculiaceae | Sterculia | <i>Sterculia sp.</i> | 1 |
| 1 | Lamiceae | Vitex | <i>Vitex sp.</i> | 1 |
| 2 | Fabaceae | Acacia | <i>Acacia loretensis</i> | 1 |
| 2 | Lecythidaceae | Bertholletia | <i>Bertholletia excelsa</i> | 2 |
| 2 | Annonaceae | Bocageopsis | <i>bocageopsis multiflora</i> | 2 |
| 2 | Mimosoicaceae | Cedrelinga | <i>Cedrelinga catenaeformis</i> | 1 |
| 2 | Moraceae | Clarisia | <i>Clarisia biflora</i> | 3 |
| 2 | Araliaceae | Didymopanax | <i>Didymopanax morototoni</i> | 1 |
| 2 | Bignoniaceae | Handroanthus | <i>Handroanthus sp.</i> | 1 |
| 2 | Fabaceae | Hymenaea | <i>Hymenaea parvifolia</i> | 1 |
| 2 | Bignoniaceae | N/I | <i>Bignoniaceae sp.</i> | 1 |
| 2 | Lauraceae | Ocotea | <i>Ocotea sp.</i> | 4 |
| 2 | Litraceae | Physocalymma | <i>Physocalymma scaberrimum</i> | 1 |
| 2 | Moraceae | Pseudolmedia | <i>Pseudolmedia laevis</i> | 6 |
| 2 | Bignoniaceae | Tabebuia | <i>Tabebuia</i> | 1 |
| 2 | Bignoniaceae | Tabebuia | <i>Tabebuia roseo-alba</i> | 1 |
| 2 | Bignoniaceae | Tabebuia | <i>Tabebuia serratifolia</i> | 1 |
| 2 | Euphorbiaceae | Tapirira | <i>Tapirira guianensis</i> | 1 |

| | | | | |
|---|------------------|---------------|-------------------------------|---|
| 2 | Myristicaceae | Virola | <i>Virola sp.</i> | 3 |
| 3 | Moraceae | Brosimum | <i>Brosimum guianense</i> | 1 |
| 3 | Salicaceae | Casearia | <i>Casearia javitensis</i> | 7 |
| 3 | Annonaceae | Duguetia | <i>Duguetia sp.</i> | 1 |
| 3 | Lecythidaceae | Eschweilera | <i>Eschweilera albiflora</i> | 2 |
| 3 | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe precatoria</i> | 1 |
| 3 | Fabaceae | Inga | <i>Inga sp.1</i> | 1 |
| 3 | Fabaceae | Inga | <i>Inga sp.2</i> | 2 |
| 3 | Urticaceae | Pourouma | <i>Pourouma guianensis</i> | 1 |
| 3 | Burseraceae | Tetragastris | <i>Tetragastris altissima</i> | 4 |
| 4 | Apocynaceae | Aspidosperma | <i>Aspidosperma vargassi</i> | 1 |
| 4 | Fabaceae | N/I | <i>Bauhinia sp.</i> | 1 |
| 4 | Moraceae | Clarisia | <i>Clarisia biflora</i> | 1 |
| 4 | Boraginaceae | Cordia | <i>Cordia sp.</i> | 1 |
| 4 | Lecythidaceae | Couratari | <i>Couratari macrosperma</i> | 1 |
| 4 | Apocynaceae | Geissospermum | <i>Geissospermum laeve</i> | 1 |
| 4 | Boraginaceae | Guarea | <i>Guarea sp.</i> | 2 |
| 4 | Lauraceae | Mezilaurus | <i>Mezilaurus itauba</i> | 1 |
| 4 | Lauraceae | Ocotea | <i>Ocotea sp.</i> | 1 |
| 4 | Sterculiaceae | Sterculia | <i>Sterculia sp.</i> | 1 |
| 4 | Ulmaceae | Trema | <i>Trema sp.</i> | 1 |
| 5 | Malvaceae | Apeiba | <i>Apeiba guianensis</i> | 1 |
| 5 | Apocynaceae | Aspidosperma | <i>Aspidosperma vargassi</i> | 2 |
| 5 | Annonaceae | Duguetia | <i>Duguetia quitarensis</i> | 1 |
| 5 | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe precatoria</i> | 2 |
| 5 | Meliaceae | Guarea | <i>Guarea sp.</i> | 2 |
| 5 | Annonaceae | Guateria | <i>Guateria sp.</i> | 1 |
| 5 | Olacaceae | Heisteria | <i>Heisteria nitida</i> | 1 |
| 5 | Myristicaceae | Hiriantera | <i>Hiriantera sp.</i> | 1 |
| 5 | Chrysobalanaceae | Hirtella | <i>Hirtella sp.</i> | 1 |
| 5 | Sapotaceae | Manilkara | <i>Manilkara bidentata</i> | 1 |
| 5 | Moraceae | Pseudolmedia | <i>Pseudolmedia laevis</i> | 1 |
| 5 | Fabaceae | Sclerolobium | <i>Sclerolobium guianense</i> | 1 |
| 5 | Ulmaceae | Siparuna | <i>Siparuna dasyantha</i> | 2 |
| 5 | Siparunaceae | Siparuna | <i>Siparuna sp.</i> | 2 |
| 5 | Euphorbiaceae | Tapirira | <i>Tapirira guianensis</i> | 1 |
| 5 | Burseraceae | Tetragastris | <i>Tetragastris sp.</i> | 2 |

| | | | | |
|---|------------------|--------------|---------------------------------|---|
| 5 | Myristicaceae | Virola | <i>Virola sp.</i> | 1 |
| 6 | Malvaceae | Apeiba | <i>Apeiba guianensis</i> | 1 |
| 6 | Apocynaceae | Aspidosperma | <i>Aspidosperma vargassi</i> | 1 |
| 6 | Moraceae | Brosimun | <i>Brosimun guianense</i> | 2 |
| 6 | Rubiaceae | Capirona | <i>Capirona decorticans</i> | 2 |
| 6 | Moraceae | Clarisia | <i>Clarisia biflora</i> | 1 |
| 6 | Annonaceae | Duguetia | <i>Duguetia quitarensis</i> | 1 |
| 6 | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe precatoria</i> | 1 |
| 6 | Chrysobalanaceae | Hirtella | <i>Hirtella sp.</i> | 1 |
| 6 | Fabaceae | Inga | <i>Inga sp.1</i> | 1 |
| 6 | Lauraceae | Ocotea | <i>Ocotea sp.</i> | 2 |
| 6 | Urticaceae | Pourouma | <i>Pourouma guianensis</i> | 2 |
| 6 | Urticaceae | Pourouma | <i>Pourouma minor</i> | 1 |
| 6 | Burseraceae | Protium | <i>Protium sp.</i> | 1 |
| 6 | Moraceae | Pseudolmedia | <i>Pseudolmedia laevis</i> | 1 |
| 6 | Euphorbiaceae | N/I | <i>Euphorbiaceae sp.</i> | 4 |
| 6 | Ulmaceae | Siparuna | <i>Siparuna dasyantha</i> | 2 |
| 6 | Siparunaceae | Siparuna | <i>Siparuna sp.</i> | 2 |
| 6 | Sterculiaceae | Sterculia | <i>Sterculia sp.</i> | 1 |
| 6 | Fabaceae | Tachigali | <i>Tachigali sp.</i> | 1 |
| 6 | Burseraceae | Tetragastris | <i>Tetragastris sp.</i> | 1 |
| 7 | Fabaceae | Acacia | <i>Acacia loretensis</i> | 1 |
| 7 | Apocynaceae | Aspidosperma | <i>Aspidosperma macrocarpon</i> | 1 |
| 7 | Apocynaceae | Aspidosperma | <i>Aspidosperma vargassi</i> | 1 |
| 7 | Rubiaceae | Capirona | <i>Capirona decorticans</i> | 1 |
| 7 | Urticaceae | Cecropia | <i>Cecropia sciadophylla</i> | 1 |
| 7 | Moraceae | Clarisia | <i>Clarisia biflora</i> | 1 |
| 7 | Annonaceae | Duguetia | <i>Duguetia sp.</i> | 1 |
| 7 | Lecythidaceae | Eschweilera | <i>Eschweilera albiflora</i> | 1 |
| 7 | Meliaceae | Guarea | <i>Guarea sp.</i> | 1 |
| 7 | Annonaceae | Guateria | <i>Guateria sp.</i> | 2 |
| 7 | Euphorbiaceae | Hevea | <i>Hevea brasiliensis</i> | 2 |
| 7 | Fabaceae | Inga | <i>Inga eduli</i> | 1 |
| 7 | Fabaceae | Inga | <i>Inga sp.2</i> | 1 |
| 7 | Sapotaceae | Manilkara | <i>Manilkara bidentata</i> | 1 |
| 7 | Euphorbiaceae | Sapium | <i>Sapium marmieri</i> | 4 |
| 7 | Rutaceae | N/I | <i>Rutaceae sp.</i> | 1 |

| | | | | |
|---|-----------------|--------------|------------------------------|---|
| 7 | Ulmaceae | Siparuna | <i>Siparuna dasyantha</i> | 2 |
| 7 | Burseraceae | Tetragastris | <i>Tetragastris sp.</i> | 1 |
| 8 | Urticaceae | Cecropia | <i>Cecropia sciadophylla</i> | 1 |
| 8 | Boraginaceae | Cordia | <i>Cordia aniodora</i> | 2 |
| 8 | Boraginaceae | Cordia | <i>Cordia sp.</i> | 1 |
| 8 | Fabaceae | Inga | <i>Inga eduli</i> | 1 |
| 8 | Moraceae | Maclura | <i>Maclura tinctoria</i> | 1 |
| 8 | Melastomataceae | Mauriri | <i>Mauriri sp.</i> | 1 |
| 8 | Myrtaceae | N/I | <i>Myrtaceae sp.</i> | 1 |
| 8 | Euphorbiaceae | Sapium | <i>Sapium marmieri</i> | 1 |
| 8 | Arecaceae | Scheelea | <i>Scheelea princeps</i> | 2 |
| 8 | Rutaceae | N/I | <i>Rutaceae sp.</i> | 1 |
| 8 | Ulmaceae | Siparuna | <i>Siparuna dasyantha</i> | 2 |
| 8 | Urticaceae | Urera | <i>Urera sp.</i> | 3 |

Nota: Elaboración Propia

Tabla 3 Base de datos general composición arbórea en el Áreas Verdes del Municipio de Cobija

| Lugar | Familia | Genero | Especie | Conteo |
|---------------|---------------|-----------|-------------------------------|--------|
| Parque Piñata | Fabaceae | Clitoria | <i>Clitoria fairchildiana</i> | 153 |
| Parque Piñata | Moraceae | Ficus | <i>Ficus benamina</i> | 7 |
| Parque Piñata | Bignoniaceae | Spathodea | <i>Spathodea campanulata</i> | 43 |
| Parque Piñata | Malvaceae | Hibiscus | <i>Hibiscus tiliaceus</i> | 17 |
| Parque Piñata | Fabaceae | Bauhinia | <i>Bauhinia forficata</i> | 6 |
| Parque Piñata | Urticaceae | Cecropia | <i>Cecropia sp.</i> | 6 |
| Parque Piñata | Annonaceae | Annona | <i>Annona sp.</i> | 1 |
| Parque Piñata | Arecaceae | Cocos | <i>Cocos nucifera</i> | 3 |
| Parque Piñata | Arecaceae | Acrocomia | <i>Acrocomia aculeata</i> | 3 |
| Parque Piñata | Arecaceae | Reystonea | <i>Reystonea regia</i> | 12 |
| Parque Piñata | Anacardiaceae | Mangifera | <i>Mangifera indica</i> | 5 |
| Parque Piñata | Arecaceae | Dypsis | <i>Dypsis lutescens</i> | 1 |
| Parque Piñata | Arecaceae | Vietchia | <i>Vietchia merillii</i> | 2 |
| Parque Piñata | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe oleracea</i> | 2 |
| Parque Piñata | Meliaceae | Guarea | <i>Guarea sp.</i> | 1 |

| | | | | |
|---------------------|---------------|-------------|---------------------------------|----|
| Parque Piñata | Malvaceae | Theobroma | <i>Theobroma grandiflorum</i> | 2 |
| Parque Piñata | Fabaceae | N/I | <i>Fabaceae sp.3</i> | 7 |
| Parque Piñata | Moraceae | Ficus | <i>Ficus incipida</i> | 1 |
| Parque Piñata | Arecaceae | Attalea | <i>Attalea maripa</i> | 3 |
| Parque Piñata | Bignoniaceae | Tabebuia | <i>Tabebuia sp.1</i> | 7 |
| Parque Piñata | Fabaceae | Inga | <i>Inga eduli</i> | 1 |
| Parque Piñata | Arecaceae | Elaeis | <i>Elaeis guineensis</i> | 13 |
| Parque Piñata | Fabaceae | Caesalpinia | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> | 1 |
| Parque Piñata | Malpighiaceae | Lophanthera | <i>Lophanthera lactescens</i> | 8 |
| Paseo Junin | Fabaceae | N/I | <i>Fabaceae sp.3</i> | 1 |
| Paseo Junin | Combretáceae | Terminalia | <i>Terminalia sp.</i> | 1 |
| Paseo Junin | Arecaceae | Reystonea | <i>Reystonea regia</i> | 26 |
| Paseo Junin | Myrtaceae | Psidium | <i>Psidium guajava</i> | 1 |
| Paseo Junin | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe oleracea</i> | 5 |
| Paseo Junin | Moraceae | Ficus | <i>Ficus benamina</i> | 1 |
| Paseo Junin | Arecaceae | Vietchia | <i>Vietchia merillii</i> | 1 |
| Paseo Junin | Arecaceae | Dypsis | <i>Dypsis lutescens</i> | 1 |
| Paseo Junin | Rutaceae | Citrus | <i>Citrus aurantium</i> | 1 |
| Paseo Junin | Arecaceae | Acrocomia | <i>Acrocomia aculeata</i> | 2 |
| Paseo Junin | Malvaceae | Theobroma | <i>Theobroma cacao</i> | 1 |
| Paseo Junin | Fabaceae | Acacia | <i>Acacia sp.</i> | 1 |
| Paseo Junin | Fabaceae | Ormosia | <i>Ormosia macrocalyx Ducke</i> | 1 |
| Paseo Junin | Moraceae | Maclura | <i>Maclura tinctoria</i> | 1 |
| Paseo Junin | Fabaceae | Adenantha | <i>Adenantha pavonina</i> | 1 |
| Plaza 11 de octubre | Fabaceae | N/I | <i>Fabaceae sp.3</i> | 3 |
| Plaza 11 de octubre | Fabaceae | Dellonix | <i>Dellonix regia</i> | 1 |
| Plaza 11 de octubre | Fabaceae | N/I | <i>Fabaceae sp.5</i> | 5 |
| Plaza 11 de octubre | Moraceae | Artocarpus | <i>Artocarpus heterophyllus</i> | 1 |

| | | | | |
|------------------------|---------------|-------------|-------------------------------|----|
| Plaza 11 de octubre | Bignoniaceae | Spathodea | <i>Spathodea campanulata</i> | 1 |
| Plaza 11 de octubre | Fabaceae | Clitoria | <i>Clitoria fairchildiana</i> | 12 |
| Plaza 11 de octubre | Myrtaceae | Syzygium | <i>Syzygium jambos</i> | 4 |
| Plaza 11 de octubre | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe oleracea</i> | 4 |
| Plaza 11 de octubre | Fabaceae | Bauhinia | <i>Bauhinia forficata</i> | 1 |
| Plaza 11 de octubre | Bignoniaceae | Tabebuia | <i>Tabebuia sp.1</i> | 1 |
| Plaza 11 de octubre | Moraceae | Ficus | <i>Ficus benamina</i> | 2 |
| Plaza 11 de octubre | Fabaceae | Dellonix | <i>Dellonix regia</i> | 1 |
| Plaza 11 de octubre | Malpighiaceae | Lophanthera | <i>Lophanthera lactescens</i> | 1 |
| Plaza 11 de octubre | Fabaceae | Adenantha | <i>Adenantha pavonina</i> | 5 |
| Plaza del Estudiante | Fabaceae | Cassia | <i>Cassia fistula</i> | 2 |
| Plaza del Estudiante | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe oleracea</i> | 7 |
| Plaza del Estudiante | Moraceae | Ficus | <i>Ficus benamina</i> | 3 |
| Plaza del Estudiante | Anacardiaceae | Mangifera | <i>Mangifera indica</i> | 2 |
| Plaza Humberth Terraza | Fabaceae | N/I | <i>Fabaceae sp.5</i> | 1 |
| Plaza Humberth Terraza | Arecaceae | Attalea | <i>Attalea maripa</i> | 1 |
| Plaza Humberth Terraza | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe oleracea</i> | 1 |
| Plaza Humberth Terraza | Arecaceae | Reystonea | <i>Reystonea regia</i> | 1 |

| | | | | |
|---------------------------|---------------|-------------|-------------------------------|----|
| Plaza Humberth Terraza | Arecaceae | Dypsis | <i>Dypsis lutescens</i> | 1 |
| Plaza Humberth Terraza | Arecaceae | Acrocomia | <i>Acrocomia aculeata</i> | 1 |
| Plaza Jaime Paz Zamora | Fabaceae | N/I | <i>Fabaceae sp.5</i> | 9 |
| Plaza Jaime Paz Zamora | Combretáceae | Terminalia | <i>Terminalia sp.</i> | 2 |
| Plaza Jaime Paz Zamora | Arecaceae | Euterpe | <i>Euterpe oleracea</i> | 1 |
| Plaza Jaime Paz Zamora | Arecaceae | Attalea | <i>Attalea maripa</i> | 2 |
| Plaza Jaime Paz Zamora | Myrtaceae | Syzygium | <i>Syzygium jambos</i> | 2 |
| Plaza Judicial | Bignoniaceae | Spathodea | <i>Spathodea campanulata</i> | 9 |
| Plaza Judicial | Fabaceae | Clitoria | <i>Clitoria fairchildiana</i> | 1 |
| Plaza Judicial | Moraceae | Ficus | <i>Ficus benamina</i> | 6 |
| Plaza Judicial | Arecaceae | Reystonea | <i>Reystonea regia</i> | 3 |
| Plaza Judicial | Fabaceae | Adenanthera | <i>Adenanthera pavonina</i> | 1 |
| Plaza Mapajo | Anacardiaceae | Anacardium | <i>Anacardium occidentale</i> | 2 |
| Plaza Mapajo | Anacardiaceae | Mangifera | <i>Mangifera indica</i> | 4 |
| Plaza Mapajo | Arecaceae | Dypsis | <i>Dypsis lutescens</i> | 4 |
| Plaza Mapajo | Fabaceae | Clitoria | <i>Clitoria fairchildiana</i> | 1 |
| Plaza Mapajo | Arecaceae | Dypsis | <i>Dypsis lutescens</i> | 1 |
| Plaza Mapajo | Fabaceae | Adenanthera | <i>Adenanthera pavonina</i> | 1 |
| Plaza Petrolero | Fabaceae | N/I | <i>Fabaceae sp.5</i> | 13 |
| Plaza Petrolero | Arecaceae | Reystonea | <i>Reystonea regia</i> | 2 |
| Plaza Petrolero | Moraceae | Ficus | <i>Ficus benamina</i> | 1 |
| Prado | Arecaceae | N/I | <i>Arecaceae sp.1</i> | 3 |
| Prado | Fabaceae | N/I | <i>Fabaceae sp.3</i> | 12 |
| Prado | Moraceae | Ficus | <i>Ficus benamina</i> | 17 |
| Prado | Arecaceae | Reystonea | <i>Reystonea regia</i> | 34 |
| Prado | Bignoniaceae | Tabebuia | <i>Tabebuia sp.2</i> | 2 |

| | | | | |
|-------|--------------|--------------|------------------------------|----|
| Prado | Fabaceae | Dellonix | <i>Dellonix regia</i> | 15 |
| Prado | Arecaceae | Chelyocarpus | <i>Chelyocarpus chuco</i> | 5 |
| Prado | Arecaceae | Vietchia | <i>Vietchia merillii</i> | 17 |
| Prado | Bignoniaceae | Tabebuia | <i>Tabebuia sp.1</i> | 11 |
| Prado | Bignoniaceae | Spathodea | <i>Spathodea campanulata</i> | 10 |
| Prado | Fabaceae | Adenanthera | <i>Adenanthera pavonina</i> | 2 |

Nota: Elaboración Propia.

Anexo B

Tablas de cálculo de diversidad biológica en el Área Natural de Gestión Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía y las Áreas Verdes Urbanas del Municipio de Cobija.

Tabla 4 Cálculo De Diversidad Biológica En El Área Natural De Gestión Integral De La Cuenca Del Arroyo Bahía

| <i>Especie</i> | AA | pi | pi ² | LNpi*pi |
|---------------------------------|----|-------|-----------------|------------|
| <i>Acacia loretensis</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Apeiba guianensis</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Apeiba tibourbou</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Aspidosperma macrocarpon</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Aspidosperma vargassi</i> | 5 | 0.029 | 0.00084 | 0.10242352 |
| <i>Bauhinia sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Bertholletia excelsa</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>bocageopsis multiflora</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Brosimun guianense</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Brosimun latescens</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Capirona decorticans</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Casearia javitensis</i> | 7 | 0.040 | 0.00164 | 0.12977844 |
| <i>Cecropia sciadophylla</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Cedrelinga catenaeformis</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Ceiba pentandra</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Ceiba sp.</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Clarisia biflora</i> | 6 | 0.035 | 0.00120 | 0.11658493 |
| <i>Cordia aniodora</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Cordia sp.</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Couratari macrosperma</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Didymopanax morototoni</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Duguetia quitarensis</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |

| | | | | |
|---------------------------------|------------|-------|----------------|-------------|
| <i>Duguetia sp.</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Eschweilera albiflora</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Euterpe precatória</i> | 4 | 0.023 | 0.00053 | 0.0870982 |
| <i>Geissosp.ermum laeve</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Guarea sp.</i> | 7 | 0.040 | 0.00164 | 0.12977844 |
| <i>Guateria sp.</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Handroanthus sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Heisteria nitida</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Hevea brasiliensis</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Hiriantera sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Hirtella sp.</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Hymenaea parvifolia</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Inga eduli</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Inga sp.1</i> | 4 | 0.023 | 0.00053 | 0.0870982 |
| <i>Inga sp.2</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Maclura tinctoria</i> | 4 | 0.023 | 0.00053 | 0.0870982 |
| <i>Manilkara bidentata</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Mauriri sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Mezilaurus itauba</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Ocotea sp.</i> | 7 | 0.040 | 0.00164 | 0.12977844 |
| <i>Physocalymma scaberrimum</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Pourouma guianensis</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Pourouma minor</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Protium sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Pseudolmedia laevis</i> | 8 | 0.046 | 0.00214 | 0.14214336 |
| <i>Sapium marmieri</i> | 5 | 0.029 | 0.00084 | 0.10242352 |
| <i>Scheelea princeps</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Sclerolobium guianense</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Spp.</i> | 8 | 0.046 | 0.00214 | 0.14214336 |
| <i>siparuna dasyantha</i> | 8 | 0.046 | 0.00214 | 0.14214336 |
| <i>siparuna sp.</i> | 4 | 0.023 | 0.00053 | 0.0870982 |
| <i>Sterculia sp.</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Tabebuia roseo-alba</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Tabebuia serratifolia</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Tabebuia sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Tachigali sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Tapirira guianensis</i> | 2 | 0.012 | 0.00013 | 0.05156236 |
| <i>Tetragastris altissima</i> | 4 | 0.023 | 0.00053 | 0.0870982 |
| <i>Tetragastris sp.</i> | 4 | 0.023 | 0.00053 | 0.0870982 |
| <i>Trema sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| <i>Urera sp.</i> | 3 | 0.017 | 0.00030 | 0.07031236 |
| <i>Virola sp.</i> | 4 | 0.023 | 0.00053 | 0.0870982 |
| <i>Vitex sp.</i> | 1 | 0.006 | 0.00003 | 0.02978781 |
| TOTAL | 173 | | 0.02376 | 3.94 |

Nota* AA= Abundancia Absoluta, pi= Abundancia Relativa y pi^2 = Dominancia.

Nota : *Elaboración propia*

Tabla 5 Cálculo De Diversidad Biológica en Las Áreas Verdes Urbanas

| Especie | AA | pi | pi² | Lnpi*pi |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------------------|----------------|
| <i>Acacia sp.</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Acrocomia aculeata</i> | 6 | 0.009 | 0.00009 | 0.044 |
| <i>Anacardium occidentale</i> | 2 | 0.003 | 0.00001 | 0.018 |
| <i>Annona sp.</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Artocarpus heterophyllus</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Attalea maripa</i> | 6 | 0.009 | 0.00009 | 0.044 |
| <i>Bauhinia forficata</i> | 7 | 0.011 | 0.00012 | 0.050 |
| <i>Caesalpinia pulcherrima</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Cassia fistula</i> | 2 | 0.003 | 0.00001 | 0.018 |
| <i>Cecropia sp.</i> | 6 | 0.009 | 0.00009 | 0.044 |
| <i>Chelyocarpus chuco</i> | 5 | 0.008 | 0.00006 | 0.038 |
| <i>Citrus aurantium</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Clitoria fairchildiana</i> | 167 | 0.263 | 0.06938 | 0.351 |
| <i>Cocos nucifera</i> | 3 | 0.005 | 0.00002 | 0.025 |
| <i>Dypsis lutescens</i> | 7 | 0.011 | 0.00012 | 0.050 |
| <i>Elaeis guineensis</i> | 13 | 0.021 | 0.00042 | 0.080 |
| <i>Euterpe oleracea</i> | 20 | 0.032 | 0.00100 | 0.109 |
| <i>Ficus benjamina</i> | 67 | 0.106 | 0.01117 | 0.237 |
| <i>Ficus incipida</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Guarea sp.</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Inga eduli</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Maclura tinctoria</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Mangifera indica</i> | 11 | 0.017 | 0.00030 | 0.070 |
| <i>Ormosia macrocalyx Ducke</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Psidium guajava</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Reystonea regia</i> | 78 | 0.123 | 0.01514 | 0.258 |
| <i>Arecaceae sp.1</i> | 3 | 0.005 | 0.00002 | 0.025 |
| <i>Hibiscus tiliaceus</i> | 17 | 0.027 | 0.00072 | 0.097 |
| <i>Fabaceae sp.3</i> | 23 | 0.036 | 0.00132 | 0.120 |
| <i>Dellonix regia</i> | 16 | 0.025 | 0.00064 | 0.093 |
| <i>Fabaceae sp.5</i> | 28 | 0.044 | 0.00195 | 0.138 |
| <i>Fabaceae sp.6</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Lophanthera lactescens</i> | 9 | 0.014 | 0.00020 | 0.060 |
| <i>Adenanthera pavonina</i> | 10 | 0.016 | 0.00025 | 0.065 |
| <i>Spathodea campanulata</i> | 63 | 0.099 | 0.00987 | 0.229 |

| | | | | |
|-------------------------------|------------|-------|-------------|-------------|
| <i>Syzygium jambos</i> | 6 | 0.009 | 0.00009 | 0.044 |
| <i>Tabebuia sp.1</i> | 19 | 0.030 | 0.00090 | 0.105 |
| <i>Tabebuia sp.2</i> | 2 | 0.003 | 0.00001 | 0.018 |
| <i>Terminalia sp.</i> | 3 | 0.005 | 0.00002 | 0.025 |
| <i>Theobroma cacao</i> | 1 | 0.002 | 0.00000 | 0.010 |
| <i>Theobroma grandiflorum</i> | 2 | 0.003 | 0.00001 | 0.018 |
| <i>Vietchia merillii</i> | 20 | 0.032 | 0.00100 | 0.109 |
| TOTAL | 634 | | 0.12 | 2.72 |

Nota* AA= Abundancia Absoluta, pi= Abundancia Relativa y pi²= Dominancia.

Nota: *Elaboración Propia*

Anexo C

Registro fotográfico del trabajo de campo en el Área Natural de Gestión de Integral de la Cuenca del Arroyo Bahía



Figura 19 Señalización de los vértices del cuadrante.

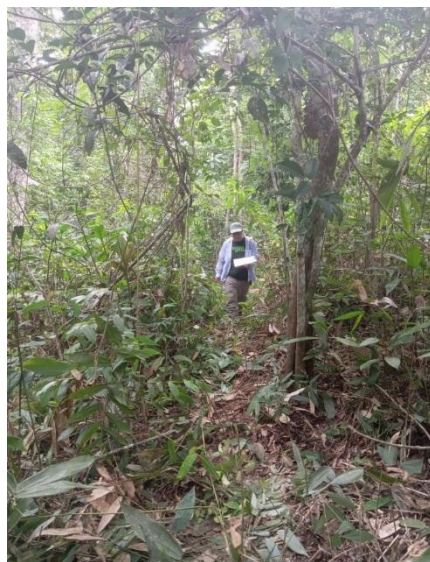


Figura 20 Transepto Principal Del Cuadrante



Figura 21 Consulta Bibliográfica De La Taxonomía.



Figura 22 Medición De La Temperatura Ambiente En Un Remanente De Bosque.



Figura 23 *Medición De La Temperatura Ambiente En El Camino.*



Figura 24 *Medición de la temperatura ambiente en un pastizal.*



Figura 25 *Medición de Temperatura del Suelo en un pastizal.*



Figura 26 *Medición de Temperatura del Suelo en un remanente de bosque.*



Figura 27 *Medición De Temperatura Del Suelo En El Pavimento*



Figura 28 *Medición De La Intensidad De La Luz En Un Remanente De Bosque*



Figura 29 *Colecta De Testigos De Suelo Para La Determinación De La Humedad Del Suelo.*



Figura 30 *Pesado De Las Colectas De Suelo.*



Figura 31 *Secado De Las Colectas De Suelo*

Institución Auspiciadora

