



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí**

**EFFECTO DE LAS OBRAS DE COSECHA DE AGUA EN LA  
RIQUEZA, DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE AVES EN  
ECOSISTEMAS ANTROPIZADOS**

**Trabajo monográfico**

**para optar al grado de**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor**

Br. Enmanuel de Jesús Leiva García

**Tutor**

Dr. Kenny López Benavides

**Asesor**

MSc. Josué Tomas Urrutia Rodríguez

**Estelí, 28 febrero 2022**



## **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo primeramente a Dios que me ha permitido la vida y me dio fortaleza y por ser quien me ilumina y me ha guiado siempre para llegar hasta el final de mi carrera.

A mi mamá Alejandra García Velásquez, mi papá Pablo Leiva Centeno y familia por ser quienes me alientan y apoyan incondicionalmente cada día para que pueda alcanzar cada una de mis metas.

A todos los maestros que durante este recorrido han sembrado conocimiento para formarme profesionalmente y así mismo a mis compañeros porque hemos sabido organizar nuestro esfuerzo en cada materia durante todo este camino y por este gran logro que estamos obteniendo.

## **Agradecimiento**

Principalmente a Dios por el Don de la Vida, y por haberme permitido llevar a término este trabajo

A mi tutor el Dr. Kenny López Benavides a quien considero una persona muy profesional, pero sobre todo admiro su calidad de ser humano, por cada uno de sus consejos y compartir sus conocimientos para llevar a feliz término mi trabajo monográfico.

Al MSc. Josué Tomás Urrutia Rodríguez por su valioso apoyo en la identificación de las especies de aves. Sin su colaboración este trabajo no hubiera sido posible.

A todos mis docentes que han hecho parte en este proceso de formación que deja como resultado un grupo de ingenieros graduados en donde les recordaremos por su entrega para cada una de sus asignaturas.

Al financiamiento del proyecto de cosecha de agua que está dirigido por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por tomarnos en cuenta para poder desarrollar nuestro trabajo monográfico

A la FAREM – Estelí, UNAN – Managua: ya que gracias a ella que se me abrió la puerta para llevar acabo uno de mis más grandes sueños mi formación profesional y humana.

A mis compañeros de clase en donde este proceso de formación profesional, deja como resultado un grupo de ingenieros ambientales bien formados.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, ESTELÍ  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TECNOLÓGICAS Y SALUD

“2022: VAMOS POR MAS VICTORIAS EDUCATIVAS”

*Estelí, 16/03/2022*

**MSc. Wilfredo José Van de Velde Blandón**  
**Director del Dpto. Ciencias Tecnológicas y Salud**  
**FAREM-Estelí / UNAN-Managua**

Reciba mis más respetuosos saludos.

Por este medio hago constar que el trabajo titulado: *Efecto de las obras de cosecha de agua en la riqueza, diversidad y abundancia de aves en ecosistemas antropizados*, cumple con los requisitos académicos requeridos para una Monografía, y ha sido presentado, defendido y corregido a satisfacción del tutor, con lo cual, está optando al título de Ingeniero Ambiental. El autor de este estudio es el bachiller Enmanuel de Jesús Leiva García (carné 17510972); quien, durante la ejecución de esta investigación demostró responsabilidad, ética y conocimiento sobre la temática. Así mismo, este estudio aporta a la gestión y conservación de la diversidad biológica en ecosistemas antropizados en el norte del corredor seco nicaragüense. En este sentido, será de mucha utilidad para la comunidad estudiantil y las personas interesadas en esta temática.

Atentamente,

---

Nombre y firma del tutor/a  
<https://orcid.org/0000-0002-3527-4138>  
FAREM-Estelí / UNAN-Managua

¡A la libertad por la Universidad!  
Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENEL, Tel 27137734, Ext 7430  
Cod. Postal 49 - Estelí, Nicaragua  
dctys.esteli@unan.edu.ni | www.farem.unan.edu.ni

## **Resumen**

Los bosques son importantes para el mantenimiento de la biodiversidad y para la regulación del clima global. Uno de los ecosistemas que se ha visto más afectado es el Bosque seco Tropical, convirtiéndose en uno de los más amenazados, en la mayoría de las regiones del planeta. El estudio se realizó en cuatro unidades hidrográficas: El Gualiqueme, Río Espinal, Paluncia, y Río Santo Domingo, ubicadas en los municipios de San Lucas, Pueblo Nuevo, Somoto y Totogalpa. Se registraron aves observadas y escuchadas en cada hábitat durante un periodo de al menos 10 minutos en cada punto de muestre, durante dos días consecutivos en horas de la mañana y la tarde. Con distanciamiento entre puntos de muestreo de al menos 150 metros para evitar el recuento. En los diferentes sistemas de manejo de obras de cosecha de agua, manejo con sistema manantial agroforestal, escorrentia con sistema silvopastoril y escorrentía con sistema agroforestal; asociados a las obras de cosecha de agua establecidas en cuatro unidades hidrográficas del norte del corredor seco nicaragüense. Se observaron un total de 2, 181 aves distribuidas en 108 especies, 87 géneros y 35 familias. La familia Tyrannidae fue la más representada, con un total de 12 géneros y 18 especies. Los sistemas manantiales agroforestal, escorrentía sistema agroforestal y escorrentía sistema silvopastoril lograron un esfuerzo de muestreo optimo al estabilizase las curvas de acumulación de especies. Estos sistemas alcanzaron los mayores índices de diversidad; lo cual podría sugerir que los usos de suelo asociados a las obras de cosecha de agua aportan al mantenimiento o aumento de la biodiversidad, pero no a su disminución.

**Palabras claves:** Trópico seco, unidad hidrográfica, sistema agroforestal, sistema silvopastoril, escorrentía.

## **Resume**

Forests are important for maintaining biodiversity and for regulating the global climate. One of the most affected ecosystems is the Tropical Dry Forest, one of the most threatened in the majority of regions in the planet. The research was carried out in four hydrographic units: El Gualiqueme, Río Espinal, Paluncia, and Río Santo Domingo, which are located in the municipalities of San Lucas, Pueblo Nuevo, Somoto and Totogalpa respectively. Information of birds observed and heard in each habitat for a period of at least 10 minutes at each sampling point, during two consecutive days in the morning and afternoon were recorded; and with distance between sampling points of at least 150 meters to avoid re-counting. In the different management systems of water harvesting works, management with the agroforestry wellspring system, runoff with the silvopastoral system and runoff with the agroforestry system; associated with the water harvesting works established in four hydrographic units in the North of the Nicaraguan Dry Corridor, a total of 2,181 birds distributed in 108 species, 87 genders and 35 families were observed. The Tyrannidae family was the most represented with a total of 12 genders and 18 species. The agroforestry wellspring systems, agroforestry system runoff and silvopastoral system runoff achieved an optimal sampling effort by stabilizing the species accumulation curves. These systems reached the highest diversity indexes; which could suggest that the land uses associated with the water harvesting works contribute to the maintenance or increase of biodiversity, but not to its decrease.

**Keywords:** Dry tropic, hydrographic unit, agroforestry system, silvopastoral system, runoff

## INDICE DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del problema.....	2
3. Justificación .....	3
4. OBJETIVOS.....	4
4.1. Objetivo General.....	4
4.2. Objetivos Específicos.....	4
Capítulo II.....	5
5. MARCO REFERENCIAL .....	5
5.1 Antecedentes .....	5
5.2 Marco teórico.....	7
5.2.1 Diversidad biológica.....	7
a. Niveles de Biodiversidad.....	7
b. Componentes de la Biodiversidad.....	7
c. La Diversidad genética.....	8
d. Comunidades ecológicas .....	8
5.2.2 Propiedades emergentes de las comunidades .....	9
a. Riqueza de especies .....	9
b. Composición de especies .....	9
c. Estructura .....	9
d. Diversidad .....	10
5.2.3 Ecosistemas antropizados .....	10
5.2.4 Generalidades de las aves .....	10
5.2.5 Definiciones .....	11
6. Hipótesis/Supuesto .....	12
Capítulo III.....	13
7. METODOLOGIA .....	13
7.1 Tipo de Investigación .....	13
7.2 Ubicación del área de estudio.....	14
7.2.1 Descripción del área de estudio.....	15
a) Unidad hidrográficas Gualiqueme.....	15
b) Unidad hidrográfica del río Espinal.....	15

c) Unidad hidrográfica Palencia .....	15
d) Unidad hidrográfica del río Santo Domingo, Totogalpa .....	16
7.3 Etapas generales del proceso de investigación .....	16
Etapa I: Planificación y preparación .....	16
Etapa II: Ejecución .....	19
Etapa III: Procesamiento y análisis .....	21
7.4 Variables .....	22
7.4.1 Variables de caracterización .....	22
7.4.2 Índices de diversidad .....	23
Capítulo IV .....	26
8. Análisis y discusión de los resultados .....	26
Capítulo V .....	33
9. Conclusiones .....	33
10. Recomendaciones .....	34
11. Referencias bibliográficas .....	35
12. Anexos .....	37
12.1 Ficha de recolección de datos ornitológicos .....	37
12.2 Tabla de Familia, género y especies .....	38
12.3 Tabla de especies encontradas por ecosistemas .....	42
12.4 Cronograma de actividades .....	46
12.5 Presupuesto .....	48



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio. ....	14
<b>Figura 2.</b> Dominancia de especies en diferentes usos de suelo asociados a obras de cosecha de agua en cuatro unidades hidrográficas. ....	27
<b>Figura 3.</b> Frecuencias de especies por familia en diferentes usos de suelo asociados a obras de cosecha de agua en cuatro unidades hidrográficas. ....	27
<b>Figura 4.</b> Curva de Whittaker para los sistemas de manejo asociados a las obras de cosecha de agua. ....	28
<b>Figura 5.</b> Curva de saturación estimada y proyectada de especies de aves en cuatro unidades hidrográficas. ....	29
<b>Figura 6.</b> Curva de saturación por tipos de uso de suelo en los sistemas ....	30
<b>Figura 7.</b> Similitud de aves en ecosistemas naturales y antropizados. ....	32

## Capítulo I

### 1. Introducción

Los bosques son importantes para el mantenimiento de la biodiversidad y para la regulación del clima global. El deterioro que presentan actualmente las áreas boscosas tropicales, como consecuencia de las acciones antrópicas, han traído como resultado la fragmentación y reducción a pequeños parches o sistemas de bosques aislados (Wright & Muller-Landau 2006; Morales, A. & Sarmiento, D. 2008). Uno de los ecosistemas que se ha visto más afectado es el Bosque seco Tropical, convirtiéndose en uno de los más amenazados, en la mayoría de las regiones del planeta. En Nicaragua se estima que solo queda aproximadamente 2% de lo que era originalmente este ecosistema (Janzen 1983, IAvH 1997; Morales, A. & Sarmiento, D. 2008).

El ecosistema bosque seco tropical, ha sido alterado por la transformación en zonas agrícolas y ganaderas, siendo uno de los ecosistemas más perturbados, menos conservados y principalmente poco estudiados de los diferentes grupos taxonómicos del neo trópico del mundo. El conocimiento de la flora y fauna de este tipo de ecosistema, se convierte en un insumo necesario para emprender acciones de protección y conservación de la biodiversidad (Narváez, 2012).

La riqueza y diversidad de especies son propiedades emergentes de las comunidades biológicas y comúnmente son utilizadas para describir una taxocenosis, para determinar su distribución y presencia, para evaluar sus respuestas a las perturbaciones ambientales y para establecer planteamientos contemporáneos de conservación (Magurran, 1988; Gaston, 1996; Rosenstock et al., 2002).

También, se ha demostrado la fiabilidad de indicadores biológicos para determinar el grado de alteración antrópica dentro de áreas degradadas; Alonso, Finegan, Brenes, Gunter, & Palomeque (2017) destacan la importancia de los ecosistemas alterados como agente de conservación de las especies. Por otro lado, acentúan la relevancia de las aves como bioindicadores de integridad ecológica; (...) su ocurrencia y abundancia está influenciada por las características del hábitat que les rodea ya que son especies sensibles al cambio (Villegas & Garitano, 2008)

## **2. Planteamiento del problema**

En el mundo, en nuestro país y en la zona norte de Nicaragua las aves son excelentes indicadores de la alteración de los ecosistemas antropizados y demuestran cómo está distribuida la riqueza, diversidad y abundancia de aves y permite poner en valor las áreas de importancia ambiental, principalmente en los sistemas de cosecha de agua.

La avifauna constituye uno de los mejores grupos para estudios biológicos en general; es considerado como un excelente bioindicador del estado de la conservación y la alteración de los ecosistemas.

A nivel mundial factores como el cambio climático, la deforestación, la contaminación de suelos y aguas, están poniendo en riesgo la supervivencia de un gran número de especies que han evolucionado por millones de años y que cada vez y de forma alarmante se ven disminuidas en sus poblaciones naturales

Una de las consecuencias de esta problemática ambiental, es la disminución de la diversidad avifaunística de Nicaragua, ya que muchas especies encuentran serias limitaciones para adaptarse a los cambios inducidos por el ser humano, y otras en peligro de extinción.

### 3. Justificación

Cada tipo de especie de ave juega un papel muy importante para el buen funcionamiento de los ecosistemas antropizados, cumpliendo diferentes tipos de funciones como dispersar semillas, polinizar plantas, controlar plagas, y cumplen una importante función sanitaria limpiando los desechos orgánicos, colaborando con el bienestar de la salud ambiental, por lo tanto, son fundamental en la conservación de algunos hábitats.

Nicaragua desde hace ya varios años sufre un proceso de deterioro en los ecosistemas, producto de las malas prácticas y el exceso de la frontera agrícola insostenibles, los ecosistemas sobreexplotados se consideran áreas de tierras degradadas.

Actualmente existe una lista roja de especies en peligro de extinción o amenazadas, elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En ella se encuentran muchas de las especies avifaunísticas que en Nicaragua están desapareciendo. Es por ello que es imprescindible realizar una investigación en el trópico seco, por ser uno de los ecosistemas más diversos y representativos de Nicaragua y más aún en cuatro unidades hidrográficas, El Gualiqueme, Espinal, Paluncia, Santo Domingo. Estas unidades hidrográficas están ubicadas en la zona norte de los municipios de San Lucas, Pueblo Nuevo, Somoto y Totogalpa. Que no cuenta con estudios relacionados a la diversidad. Riqueza y abundancia de aves.

Esta investigación será de mucha utilidad para los habitantes de las diferentes comunidades, como son: El Tablón, San Antonio, Gualiqueme, San José de Palmira, Caculai, El Limón, San Juan, El Horno, El Jicaral siendo los protagonistas principales del proyecto, en el cual conocerán diversidad de aves presente en la zona, con el fin de conservarlo, protegerlo, restaurarlo y de esta manera promover el cuide a las especies encontradas. Por otra parte, servirá como complemento del proyecto Cosecha de agua y de base para otras investigaciones que se quieran impulsar en la zona.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Evaluar la composición de aves en ecosistemas antropizados representativos del bosque seco tropical en la zona norcentral de Nicaragua para la gestión y conservación.

### **4.2. Objetivos Específicos**

1. Describir la composición taxonómicamente de aves encontradas en ecosistemas antropizados.
2. Estimar la riqueza, abundancia y diversidad de aves en ecosistemas antropizados en las unidades hidrográficas de interés.

## Capítulo II

### 5. MARCO REFERENCIAL

#### 5.1 Antecedentes

De acuerdo con el estudio realizado por Arendt, Tórrez y Vilchez (2012) se desprenden algunos resultados sobre aves en tres paisajes en el departamento de Jinotega (El Jaguar, El Gobiado y Santa Maura):

- Se documentaron 187 especies en 4843 detecciones. Las familias con mayor número de especies fueron *Tyrannidae* (23), *Parulidae* (21), *Trochilidae* (12), *Icteridae* (10) y *Emberizidae* (9). Las cinco especies con mayor número de detecciones fueron *Henicorhina leucosticta* (6,7%), *Chlorospingus ophthalmicus* (5,8%), *Cyanocorax morio* (3,9%), *Psarocolius montezuma* (3,8%) y *Dives Montezuma* (3,8%)
- Se encontraron 44 especies únicamente en hábitat con cobertura boscosa (BS, T, BR). El 18% de estas especies fueron migratorias, destacando individuos como *Oporornis formosa* y *Parkesia noveboracensis*. Entre estas especies destacan individuos que aparecen en Lista Roja ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)) como *Vermivora chrysoptera* y *Pharomachrus mocinno*, así como especies sensibles a la pérdida de hábitat como *Dendrocincla anabatina* y *Anabacerthia variegaticeps*. Así mismo 41 especies (21%) fueron encontradas exclusivamente en hábitat con baja cobertura boscosa (cafetal y área abierta), 34% de ellas migratorias.
- Comparación entre hábitats según la riqueza, número de detecciones y diversidad. Encontramos diferencias entre los tipos de hábitats según el número de especies y detecciones promedio. El Gobiado mostró que los bosques secundarios y tacotales como los hábitats con mayor número de especies promedio que los bosques de ribera y las áreas abiertas (Wald  $\chi^2_{4,144} = 16,17$ ,  $p = 0,0028$ ). En cambio, las detecciones

de aves fueron menores en bosques de ribera que en el resto de hábitats (Wald  $\chi^2_{4,144} = 25,84$ ,  $p < 0,0001$ ). Para El Jaguar no hubo diferencias significativas entre los hábitats para el número de especies (Wald  $\chi^2_{4,210} = 3,42$ ,  $p = 0,4904$ ) ni para el número de detecciones (Wald  $\chi^2_{4,210} = 8,32$ ,  $p = 0,0574$ ). Santa Maura mostró diferencias, el número de especies (Wald  $\chi^2_{4,153} = 13,69$ ,  $p = 0,0034$ ) y número de detecciones (Wald  $\chi^2_{4,153} = 42,69$ ,  $p < 0,0001$ ); los bosques ribereños registraron menor número de especies y detecciones de aves que el resto de hábitats.

De acuerdo con el estudio Diversidad de avifauna en las cuencas endorreicas Jocote Pando y Las Palmitas, Inter- cuenca Río Estelí en el período de agosto- diciembre 2015, realizado por Laguna y Aguirre (2016), en cuencas del departamento de Estelí, encontraron en ecosistemas de bosque de galería, bosque seco y sistema silvopastoril un total de 87 especies de aves, distribuidas en 29 familias y 71 géneros. Siendo, Tyrannidae la familia más representativa. La época lluviosa presentó mayor número de especies migratorias en relación a la época seca.

## 5.2 Marco teórico

### 5.2.1 Diversidad biológica

La diversidad biológica, también denominada biodiversidad, es la variedad de especies animales y vegetales, la variación genética que existe dentro de cada especie, y el abanico de comunidades ecológicas en que estas especies interaccionan entre sí y con el medio físico. (Martinez-Sanchez et al., 2001)

#### a. Niveles de Biodiversidad

La diversidad biológica es la suma de la variabilidad ecológica expresada a tres niveles: Intraespecífico (dentro de una misma especie), interespecífico (entre un conjunto de especies), y ambiental. Tanto la variación a nivel intraespecífico como interespecífico tienen una base genética, pero para los efectos de este trabajo vamos a limitar el uso del término “diversidad genética” a la que se presenta dentro de una misma especie.

La diversidad interespecífica, que aquí convenimos en llamar “diversidad de especies” la colocaremos en un segundo nivel. En un tercer nivel aparece la diversidad de ecosistemas o comunidades naturales. Cada uno de estos niveles tiene múltiples conexiones con el siguiente nivel, de forma tal que los genes forman la base para la formación de las especies, y las especies, en combinación con su ambiente físico, son los componentes que forman comunidades y ecosistemas. (Martinez-Sanchez et al., 2001)

#### b. Componentes de la Biodiversidad

De acuerdo con MARNA (2003), citado por Rodríguez (2008), en cada uno de los tres niveles, genes, especies y comunidades, la diversidad se puede describir analizando tres componentes:

1. **Composición:** que es el número de diferentes genes, especies o comunidades ecológicas dentro de una determinada área.
2. **Estructura:** que es la distribución espacial de genes, especies o comunidades ecológicas.



3. **Función:** que son los procesos ecológicos que llevan a cabo los genes, las especies y las comunidades ecológicas.

Estos tres componentes son esenciales para la conservación de la biodiversidad, ya que nos permiten discriminar entre comunidades que pueden ser muy similares en su composición, pero pueden ser marcadamente diferentes en su estructura, o sea, en la distribución espacial de estas mismas especies. (Martinez-Sanchez et al., 2001)

#### **c. La Diversidad genética**

La diversidad genética es la variedad de genes dentro de una misma especie. Esta diversidad es la materia prima sobre la que trabaja la selección natural, y confiere el potencial adaptativo de un individuo al medio ambiente en que vive.

En una forma amplia la diversidad Genética puede ser considerada a dos niveles: la diversidad genética entre especies, o diversidad genética interespecífica y la diversidad genética dentro de las especies, o diversidad genética intraespecífica. Para propósito de este manual trataremos solo el segundo caso. Entretanto es importante ver que la diversidad genética intraespecífica puede a su vez considerarse a los subniveles intrapoblacional o interpoblacional (Klug y Cummings, 2003, citado por MARNA, 2004).

Así la diversidad Genética es la variación genética observada dentro de los individuos de una especie, incluyendo, las diferencias genéticas que se observan entre las poblaciones de la misma especie y entre los individuos pertenecientes a dichas poblaciones (MARN 2004).

#### **d. Comunidades ecológicas**

Una comunidad ecológica se define como un conjunto de poblaciones de muchas especies que conviven en un sitio donde interactúan de diversas formas, al menos potencial mente (Valverde & Cano). Comunidad es un grupo de poblaciones que viven en una superficie determinada. La comunidad es sinónimo de biocenosis que significa vida y tierra funcionando juntos.

Las comunidades son ensamblajes de especies que cohabitan en una misma área geográfica. Los ecosistemas se definen como la combinación de las comunidades con el medio físico en que se encuentran, tales como el suelo, la precipitación o el régimen de vientos de una determinada localidad.

### **5.2.2 Propiedades emergentes de las comunidades**

Las características exclusivas de las comunidades constituyen sus propiedades emergentes. Entre ellas se distinguen dos grupos: 1) las estáticas, es decir, las propiedades que pueden ser analizadas en un momento particular en el tiempo, y 2) las dinámicas, es decir, las relacionadas con las modificaciones que sufren las comunidades con el paso del tiempo, cuyo análisis requiere necesariamente de observaciones repetidas en diferentes momentos (Carabias, Meave, Valverde, & Cano, 2009)

#### **a. Riqueza de especies**

La riqueza de especies (riqueza específica o simplemente riqueza) es el número de especies que conforman una comunidad. Aunque es prácticamente imposible conocer la riqueza real de las comunidades ecológicas, esta labor no es tan difícil para las subcomunidades que las conforman (Carabias, Meave, Valverde, & Cano, 2009).

#### **b. Composición de especies**

La composición de una comunidad es el conjunto de especies que la conforman, es decir, indica cuáles especies están presentes. A veces es muy difícil conocer la identidad específica de las especies de una comunidad bajo estudio; en tales casos, el análisis se puede basar en categorías taxonómicas de mayor jerarquía (géneros, familias o inclusive órdenes) (Carabias, Meave, Valverde, & Cano, 2009)

#### **c. Estructura**

Se refiere a la forma en la que están organizadas las comunidades. Algunas se caracterizan por su estructura vertical, que es la manera en la que se distribuyen los componentes de la comunidad a lo largo del eje vertical, esto es, la altura sobre el suelo (en comunidades

terrestres). La estructura horizontal, se refiere a la manera en que se distribuyen los componentes de la comunidad en el terreno que ocupan (Valverde & Cano)

#### **d. Diversidad**

Es la variedad de organismos que forman una comunidad. La diversidad tiene dos componentes: la riqueza de especies y su abundancia. El término de diversidad se usa erróneamente como sinónimo de riqueza, sin embargo, los términos se refieren a características distintas de la comunidad (Valverde & Cano)

#### **5.2.3 Ecosistemas antropizados**

En el caso de algunos bienes y servicios, tales como la producción de alimentos, se ha incrementado la capacidad de los agroecosistemas para satisfacer las necesidades de la población. En otros casos, como la purificación del agua o la conservación de la biodiversidad, se ha degradado notablemente su capacidad. En el hecho, el hombre crea muchas veces nuevos sistemas humanos simplificados (ecosistemas antropizados), cuyas características fundamentales distan notoriamente de las que presenta un ecosistema natural (Acuña, y otros).

En la medida que un ecosistema pierde componentes, ya sean especies o funciones, la estabilidad y la flexibilidad del ecosistema se ven afectadas, lo que repercute en la capacidad del ecosistema para proveer los servicios ecológicos correspondientes. Por lo tanto, si queremos lograr una verdadera conservación de la biodiversidad, tenemos que pensar no solamente en la diversidad de especies sino también en la estabilidad y la flexibilidad de los ecosistemas.(Martínez-Sánchez et al., 2001).

#### **5.2.4 Generalidades de las aves**

Las aves son animales vertebrados, de sangre caliente, manteniendo una temperatura corporal alta de 40 a 44°C., su cuello es normalmente largo, no tienen dientes, pero en su lugar tienen pico distintivo. Caminan, saltan o se mantienen sólo sobre las extremidades posteriores, mientras que las extremidades anteriores están modificadas como alas que, al igual que muchas otras características anatómicas únicas, son adaptaciones para volar, el cuerpo está

cubierto por plumas y tiene escamas en las patas. Se reproducen por huevos, poseen un comportamiento paternal. Las aves se originaron a partir de los dinosaurios hace 150-200 millones de años (Laguna y Aguirre (2016)).

### 5.2.5 Definiciones

**a) Cosecha de agua**

Es la recolección del agua de lluvia para darle un uso productivo. En lugar de dejar que la corriente cause erosión, el agua es captada y utilizada para la agricultura o la ganadería.

**b) Manantial**

Es un sistema donde el agua brota naturalmente entre las piedras o de la tierra. El manantial, por lo tanto, es una fuente de agua que puede ser temporal o permanente.

**c) Escorrentia**

El producto de la precipitación de aguas lluvia, nieve u otras fuentes que no se infiltran en el terreno y se dirigen hacia la cosecha de agua moviéndose sobre la superficie del terreno mediante la acción de la gravedad se conoce como escorrentía superficial, y corresponde a aguas meteóricas que no quedan detenidas en las depresiones del suelo generadas por la geomorfología de la zona, y que escapan a los fenómenos de evotranspiración.

**d) Agroforestal**

Es un sistema productivo que integra árboles, ganado y pastos en una misma unidad productiva. Este sistema está orientado a mejorar la productividad de las tierras y, al mismo tiempo, ser ecológicamente sustentable.

**e) Silvopastoril**

Es un sistema de producción animal que combina ganado, pasto y árboles y/o arbustos (leñosas perennes) en una misma área. Los tres componentes interactúan por medio de un sistema de manejo integral que permite que los árboles actúen de forma benéfica sobre los pastos y animales.

## 6. Hipótesis/Supuesto

**H<sub>i</sub>:** Las obras de cosecha de agua manantial con manejo agroforestal, esorrentía con manejo agroforestal y silvopastoril tienen efecto en el aumento de la riqueza, abundancia y diversidad de aves en ecosistemas antropizados en el norte del corredor seco nicaragüense.

## Capítulo III

### 7. METODOLOGIA

#### 7.1 Tipo de Investigación

La investigación conlleva un enfoque mixto. Cuantitativo ya que se obtuvo información numérica usando técnicas estadísticas para comparar el índice de diversidad de especie, abundancia y riqueza. y cualitativa al obtener información no numérica describiendo las características taxonómicas de las especies en los ecosistemas antropizados, así como la identificación de las especies migratorias y no migratorias, por esta razón el alcance de la investigación abarca el nivel descriptivo.

#### **LÍNEA CNE-1: MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RRNN, GESTIÓN INTEGRAL Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.**

Considera a la investigación sobre el manejo y consideración de los recursos naturales y la biodiversidad, el impacto de la contaminación debido a las actividades antropógenas, así como la gestión y rehabilitación de ecosistemas, monitoreo y gestión integral de la calidad y disponibilidad del recurso hídrico y terrestres; teniendo como ejes transversales a la educación ambiental, el cambio global y el desarrollo sostenible.

#### **SUB LÍNEA CNE-1.1: MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES.**

Los recursos naturales proporcionan bienes y servicios ecológicos de vital importancia para el desarrollo humano por lo que esta sub línea responde a la necesidad de manejar y conservar los recursos naturales y los ecosistemas de forma integral y sostenible, minimizando las pérdidas de biodiversidad.

## 7.2 Ubicación del área de estudio

El estudio se pretende realizar en cuatro Unidades hidrográficas priorizadas por el proyecto Cosecha de Agua, en cada microcuenca se instalarán tres parcelas de muestreo por cada tipo de formación forestal.

1. Unidad hidrográfica El Gualiqueme.
2. Unidad hidrográfica del río Espinal.
3. Unidad hidrográfica Paluncia.
4. Unidad hidrográfica del río Santo Domingo.

Estas Unidades hidrográficas están ubicadas en la zona norte de los municipios de San Lucas, Pueblo Nuevo, Somoto y Totogalpa.

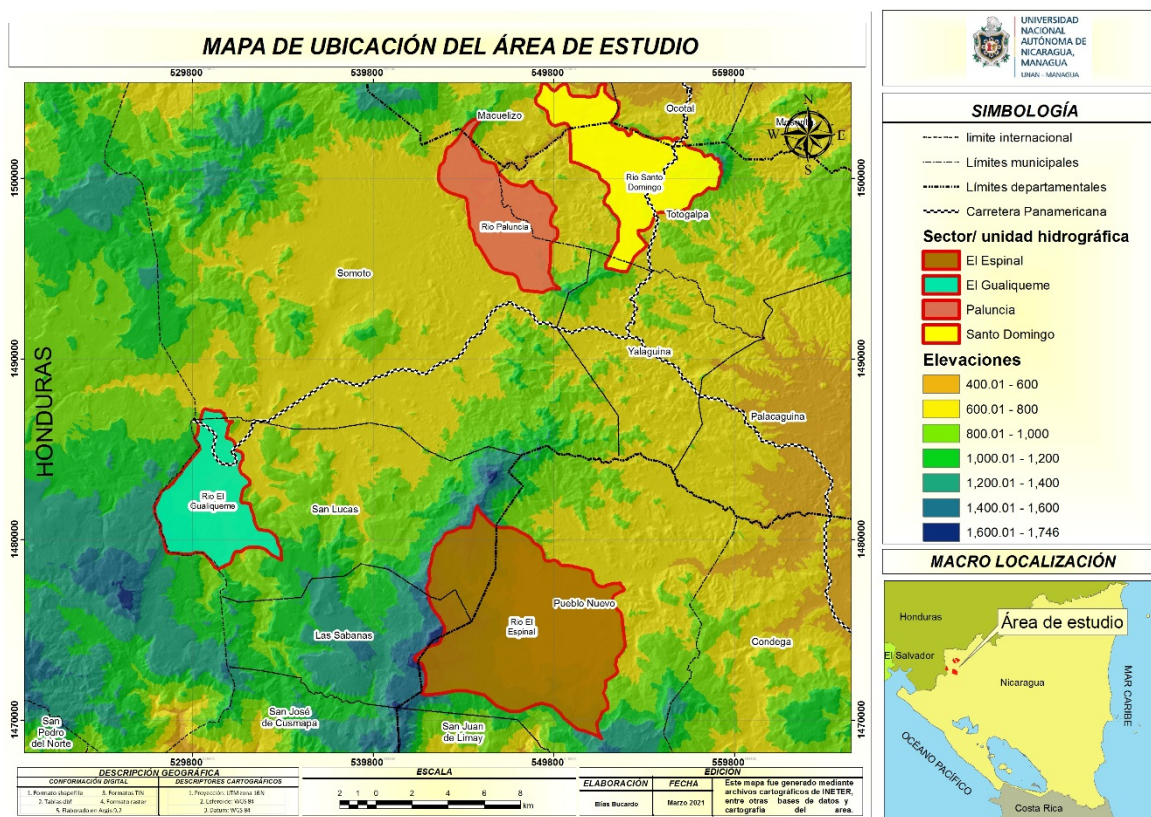


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

## 7.2.1 Descripción del área de estudio

### a) Unidad hidrográficas Gualiqueme

La Unidad hidrográfica El Gualiqueme, con un área de 31 km<sup>2</sup>, se encuentra ubicado en los municipios de San Lucas (98 % de su territorio) y en Somoto (2 % del territorio). Está conformado por siete comunidades rurales como son Aguas Calientes, El Jobo, El Gualiqueme, La Barranca, Los Tablones, La Ceiba, El Espino. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 13° 22' 20" y 13° 27' 10" Latitud Norte y entre los 86° 40' 45" y 86° 44' 39" Longitud Oeste (Proyecto Cosecha de Agua, 2021).

### b) Unidad hidrográfica del río Espinal

La unidad hidrográfica del río Espinal, posee una extensión territorial de 92 km<sup>2</sup> y se encuentra ubicada en los municipios de Pueblo Nuevo (81 % de su territorio), San Lucas (15 % de su territorio), Las Sabanas (4 % de su territorio). Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 13° 17' 10" y 13° 24' 15" Latitud Norte y entre los 86° 30' 15" y 86° 36' 41" Longitud Oeste (Proyecto Cosecha de Agua, 2021).

Está conformada por 38 comunidades rurales: Santa Marta, El Aguay, Llano Plan de la Quesera, Los Llanos II, Los Llanos, San Francisco II, Rincones, El Porvenir, El Chagüitón, Los Horcones, Soncuán, La Patasta, El Caracol, San José, El Eden, Macuelizo, La Virgen, Hatillos, Casa Blanca, El Encino, El Chorro, Las Violetas, El Jicaral, La Calera, Sabana Grande, Paso Hondo, Cerro Grande, El Rosario, El Espinal, Empalme Paso Hondo, Quebrada Abajo, El Chorro, El Macuelizo, Quebrada Abajo, El Horno, El Naranjo, Montolín, Motolin (Proyecto Cosecha de Agua, 2021).

### c) Unidad hidrográfica Paluncia

La Unidad hidrográfico Paluncia, con una extensión territorial de 30 km<sup>2</sup>, se encuentra ubicada en los municipios de Somoto (78 % de su territorio), Totogalpa (21 % de su territorio) y Macuelizo (2 % del territorio). Está conformado por cuatro comunidades rurales como San Francisco De Las Canas, Rodeo Grande, El Cacao, Las Limas. Geográficamente se encuentra



entre las coordenadas 13° 30' 39" y 13° 35' 55" Latitud Norte y entre los 86° 32' 19" y 86° 35' 55" Longitud Oeste (Proyecto Cosecha de Agua, 2021).

#### **d) Unidad hidrográfica del río Santo Domingo, Totogalpa**

La unidad hidrográfica del río Santo Domingo, con 41 m<sup>2</sup>, se encuentra ubicada en los municipios de Totogalpa (78 % de su territorio), Macuelizo (19 % de su territorio), Yalagüina y Ocotal (3 % de su territorio). Está conformada por nueve comunidades rurales: El Jobo, Santo Domingo, Buena Vista, La Caldera, Totogalpa, Agua Dulce, Apatoro, Los Ángeles, San José de Palmira. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 13° 31' 16" y 13° 36' 57" Latitud Norte y entre los 86° 27' 15" y 86° 32' 56" Longitud Oeste (Proyecto Cosecha de Agua, 2021).

### **7.3 Etapas generales del proceso de investigación**

#### **Etapa I: Planificación y preparación**

##### ***A. Elaboración de protocolo de investigación***

La etapa de elaboración del protocolo de investigación se realizó según los intereses de cada institución de acuerdo a una problemática previamente planteada, la cual, se estructuró con la revisión de antecedentes y mutuo acuerdo en conjunto con técnicos del CATIE.

##### ***B. Búsqueda de antecedentes***

La etapa de planificación consistirá en la revisión de antecedentes en diferentes fuentes de información vinculados a la temática de investigación recolectados de trabajos anteriores, lo cual permitirá la familiarización con el objeto de estudio, la disponibilidad de diferentes recursos metodológicos para la elaboración del estudio de tesis.

Se recolectará información existente sobre las diferentes especies de aves existentes en la zona, a partir de trabajos desarrollados por otros investigadores en diferentes lugares del norte de Nicaragua y que se han basado en procesos de muestreo y observación. Entre la información que será recopilada se encuentran:

- Datos de estaciones de monitoreo y observación de aves.
- Bases de datos cartográficas, así como de distribución de especies de aves existentes.

- Publicaciones relacionadas con la distribución de aves en la zona norte de Nicaragua.
- Datos de caracterización a nivel climático, hidrológico y morfológico que permitirían cruzar información con los diferentes índices.
- Metodologías para el maestro y toma de datos sobre aves.

### ***C. Delimitación del área de estudio***

Se pretende hacer la delimitación del área de estudio mediante la selección de diferentes estratos que dependerán de los siguientes criterios:

- Áreas con presencia de cosecha de agua: porque pueden ser importantes por ser fuentes de agua y generalmente podrían ser sitios propicios para el avistamiento.
- Áreas sin presencia de cosecha de agua: como un factor comparativo para saber si puede haber diferencias significativas en áreas sin este tipo de infraestructura.
- Paisaje antropizado: porque la diversidad y distribución está asociada al nivel de intervención humana, para saber los tipos de especies que más prosperan en este tipo de paisajes.
- Paisaje poco antropizado: porque en algunos casos, puede asociarse que una mayor diversidad se concentra en áreas con menos o casi nula intervención, por ejemplo, bosques de nebliselva, bosque seco, etc.
- Información de base sobre el comportamiento de especies de aves emblemáticas, que tienen ciertos patrones de distribución territorial.

### ***D. Organización del trabajo y muestreos***

Se definirá una metodología de muestreo, la cual incluirá una serie de estratos y criterios que deberían tomarse en cuenta:

- Diseño de transeptos de acuerdo a un diseño previo utilizando métodos aleatorios.
- Selección del método estadístico de muestreo.
- Selección del método estadístico de análisis.
- Frecuencia de muestreo (uno sólo, varios, temporalidad, etc.)
- Movilidad de las especies durante el día.

- Estratificación por tipo de ecosistema, por tipo de dosel, etc.

### ***E. Definición de variables de análisis del área***

Se definen los tipos de variables que se desarrollarán en el área de estudio, para conocer en qué condiciones habitan esas especies. Cabe señalar que durante la etapa de campo las fichas de levantamiento incorporarán algunos de estos elementos como son:

- Flora
- Fauna
- Tipos de ecosistemas.
- Uso de la tierra
- Actividades antropogénicas.
- Clima
- Hidrología.
- Fuentes de agua
- Cosecha de agua.

### ***F. Diseño de puntos, parcelas o transeptos de muestreo***

Se diseñará la disposición de los puntos de muestreo, utilizando los criterios anteriormente descritos. Se podrán utilizar parcelas de muestreo o transeptos al azar. Además, se calculará la distancia para definir rutas de observación, frecuencia de muestreo, etc.

### ***G. Elaboración de instrumentos para el levantamiento de datos***

Los instrumentos que se desarrollarán para el levantamiento de información de campo son:

- Ficha de colecta de datos en campo, la cual contendrá el tipo de tecnología de cosecha de agua, coordenadas, riqueza y abundancia de aves.
- Guías para la identificación de aves en campo.

## **Etapa II: Ejecución**

### ***A. Fase de preparación (visita al área)***

Inicialmente se espera realizar contacto con los líderes y técnicos del proyecto en los territorios, a fin identificar de manera conjunta los subsistemas de interés donde se situarán los puntos de muestreo. En este sentido, se planificará la logística para el levantamiento a nivel de transporte, hospedaje, alimentación y compra de materiales.

### ***B. Campaña de muestreos de campo***

#### ***Identificación en campo de los puntos potenciales para el avistamiento de aves***

Durante visita guiada, se identifica con baqueanos el punto exacto donde se harán los muestreos de aves, pero también solicitar a los propietarios de esas áreas su autorización. Además, esta gira pretende identificar de primera mano:

- Si la zona cumple con los requerimientos para desarrollar el proceso de observación-
- Identificar posibles variantes para calibrar los procesos de muestreo y observación.
- Puntos donde generalmente se concentran aves

#### ***Identificación de hábitat de muestreo***

Se muestrearán aves en tres tipos de hábitat como son bosque seco (BS), sistemas agroforestales (SAF), silvopastoriles (SSP) y cercas vivas, en microcuencas prioritarias. Se realizarán un total de al menos tres réplicas por hábitat. Durante el levantamiento, se llenará una ficha donde se podrán identificar datos sobre vegetación, dosel, georreferenciación, cercanía a fuentes de agua, etc.

#### ***Parcelas y transeptos de muestreo***

Se identificarán un total de 6 parcelas muestreo. Las parcelas serán distribuidas al azar, con un radio de aproximadamente 55 metros.

Estas parcelas serán seleccionadas al azar, a partir de puntos de referencia o mapas de uso actual e imágenes satelitales actualizadas a partir de Google Earth

En el caso de hábitats lineales como las cercas vivas, se utilizarán transectos de 350 metros lineales. Estos transectos serán identificados al azar en el área de estudio.

### ***Recuento de aves***

Se utilizará, el método de recuento de aves observadas y escuchadas en punto sin estimación de distancia (radio ilimitado), en diferentes direcciones durante un periodo de tiempo de 10 minutos (Wunderle 1985, Hutto et al. 1986).

En este contexto, se ubican puntos de conteo en cada parcela definida, en los cuales se registran aves vistas y oídas dentro del hábitat durante un periodo de al menos 10 minutos en cada punto durante dos días consecutivos.

En las parcelas de muestreo los puntos de conteo se colocan en las esquinas, a una distancia de 100 m, y en las parcelas lineales se ubican a una distancia de 100 m en línea recta.

Los muestreos (registros) se realizarán a primeras horas de la mañana de 6 a 10 am y de 3 a 6 pm. Caminando trayectos a una velocidad de 1km/h, con paradas sistemáticas a distancia de 150 m entre los puntos de observación para evitar el doble conteo e independencia del recuento (Verner 1985, Bibby et al. 1992).

Para la identificación de las aves tomamos como referencia las formas y tamaños de aves comunes conocidas por todos, tales como gorriones, patos, garzas, gavilanes, loros, etc.... uno puede empezar el proceso de identificación. Una vez que te has familiarizado con las Forma del ave, tamaño del ave, comportamiento del ave, tipo de hábitat, colores y patrones de plumaje te ayudaran a eliminar otras posibilidades y llegar a la identificación correcta esto guiado y comprobándolo en la (Primera Guía completa de aves Nicaragua, Managua, Julio 2014)

### ***Levantamiento de datos complementarios***

En cada punto se levanta información básica, si existe sistemas de cosecha de agua y sus características que pudieran estar asociadas con el avistamiento. Otro tipo de información relevante es el grado de intervención de los ecosistemas, grado de cobertura en los puntos de muestreo, amenazas para las aves, etc.

### **Etapa III: Procesamiento y análisis**

#### ***Análisis estadístico***

Los datos se analizaron a través de técnicas no paramétricas análisis de Kruskall – Wallis con separación de medias de Bonferroni corrected p values. También, se determinarán índices de diversidad de Shannon y Winner  $H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i$  y de similaridad (análisis clúster). Se utilizaron los paquetes estadísticos Paleontological Statistics (PAST) versión 4 y GRAPHPAD PRISM versión 7.

#### ***A. Redacción y revisión de informe de investigación***

Una vez realizado los análisis estadísticos, se procederá a organizar el capítulo de resultados en el orden de los objetivos específicos y la discusión de los mismos. Lo cual permitirá la elaboración de las conclusiones, recomendaciones y de esta manera concluir el informe final de investigación.

#### ***B. Elaboración de manuscrito de artículo científico***

Finalizado el informe de investigación, se procederá a identificar una revista científica de interés en la temática, conocer sus normas editoriales de publicación. A fin de preparar el manuscrito y someterlo a publicación.

#### ***C. Devolución de resultados a actores clave***

Se realizarán a través de una asamblea participativa entre los actores claves (productores, técnicos) del proyecto y tomadores de decisiones.

## **7.4 Variables**

### **7.4.1 Variables de caracterización**

#### ***A. Tipos de ecosistemas***

De acuerdo con el mapa de ecosistemas, observación participante, se determinará el tipo de ecosistema donde se hicieron los muestreos.

#### ***B. Uso de la tierra***

Se identificará el uso de la tierra, mediante categorías, elaboradas producto de los procesos de clasificación de suelos que pudieran existir en el área de estudio. Se obtienen áreas por microcuenca de diferentes categorías de uso de la tierra, que generalmente se han realizado mediante clasificación supervisada. Entre las principales variables que pueden deducirse:

- Uso de la tierra con cobertura forestal.
- Uso de la tierra con cobertura agrícola.
- Tasa de deforestación.
- Grado de fragmentación.

Esto se hará tomando en cuenta otros estudios, previamente identificados, así como bases de datos en SIG que pudieran existir del territorio.

#### ***C. Cosecha de agua***

En este caso, mediante los registros de las cosechas de agua, se identifican, diferentes variables relacionadas con las obras de cosecha de agua del territorio, evaluando algunas variables como:

- Volumen de las captaciones.
- Usos de las captaciones.
- Importancia para la biodiversidad.

#### ***D. Variables climáticas***

A partir de la revisión de información, se identifican variables climáticas que podrían incidir en la distribución de las especies:

- Precipitación
- Temperatura.

#### ***E. Vegetación (especies más comunes que sirven para alimentación, refugio de aves***

Durante los recorridos, se podrían identificar las especies más comunes que ayudan a las diferentes especies de aves en términos de alimentación, refugio y reproducción.

### **7.4.2 Índices de diversidad**

Como ya se señaló, los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son: (1) el índice de Simpson ( $D_{Si}$ ), y (2) el índice de Shannon-Wiener ( $\hat{H}'$ ).

#### ***A. Índice de Simpson (1949), $D_{Si}$***

Este fue el primer índice de diversidad usado en ecología:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

$p_i$  = abundancia proporcional de la  $i$ -ésima especie; representa la probabilidad de que un individuo de la especie  $i$  esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de  $p_i$  igual a 1.



$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número total de individuos para todas las  $S$  especies en la comunidad

La ecuación de  $D_{Si}$  se aplica para comunidades ‘finitas’ donde todos los miembros han sido contados, es decir que  $n = N$ . Considerando una comunidad ‘extensa’, un estimador adecuado de la diversidad calculado a partir de datos provenientes de una muestra de tamaño  $n$  sería:

$$D'_{Si} = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos ‘extracciones’ sucesivas al azar sin ‘reposición’. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad:

$$S_{iD} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 = 1 - D_{Si}$$

$S_{iD}$  = índice de diversidad de Simpson que indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos ‘extracciones’ sucesivas al azar sin ‘reposición’. Este índice le da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre ‘0’ (baja diversidad) hasta un máximo de  $[1 - 1/S]$ . ( $D_{Si}$  □, 1971)

### B. Índice de Shannon-Wiener (1949)

El índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949),  $H'$ . Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por  $S$  clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son  $p_i$  ... $p_S$ ) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

$H'$  = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies  $S$ . También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de  $S$  especies y  $N$  individuos.

Por lo tanto,  $H' = 0$  cuando la muestra contenga solo una especie, y,  $H'$  será máxima cuando todas las especies  $S$  estén representadas por el mismo número de individuos  $n_i$ , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa ( $H'$  max, ver la sección siguiente). Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. En la ecuación original se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como  $e$  (nits/ind.) o 10 (decits/ind.). La precisión en la estimación del índice de Shannon-Wiener puede calcularse mediante la aproximación siguiente:

$$SD_{H'} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^S \log_2 n_i - [\sum_{i=1}^S n_i \log_2 n_i]^2}{n^2}}$$

$SD_{H'}$  = desviación estándar del índice de Shannon-Wiener.

La ecuación de  $\hat{H}'$  se aplica para comunidades extensas donde se conocen todas las especies  $S$  y las abundancias proporcionales  $p_i$  de todas ellas. En la práctica los parámetros son estimados como:

$$\hat{H}' = - \sum_{i=1}^S \left[ \left( \frac{n_i}{n} \right) \times \log_2 \left( \frac{n_i}{n} \right) \right]$$

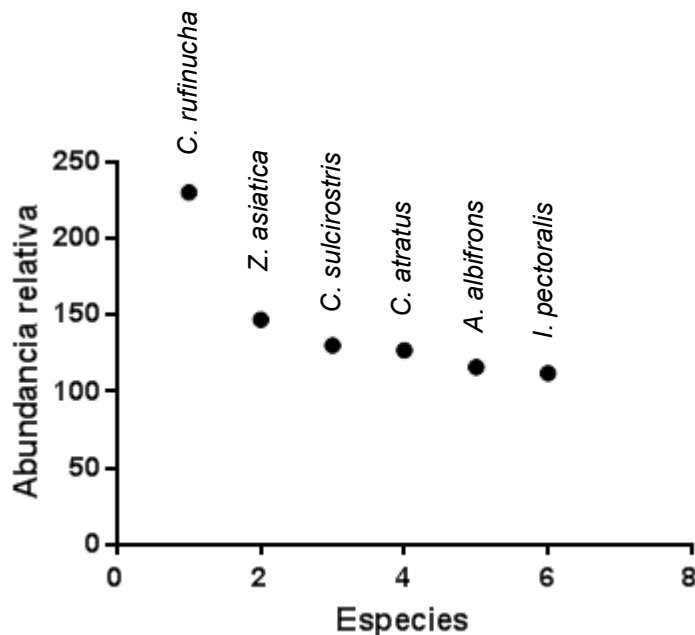
## Capítulo IV

### 8. Análisis y discusión de los resultados

#### 8.1. Composición taxonómica de aves encontradas en ecosistemas antropizados.

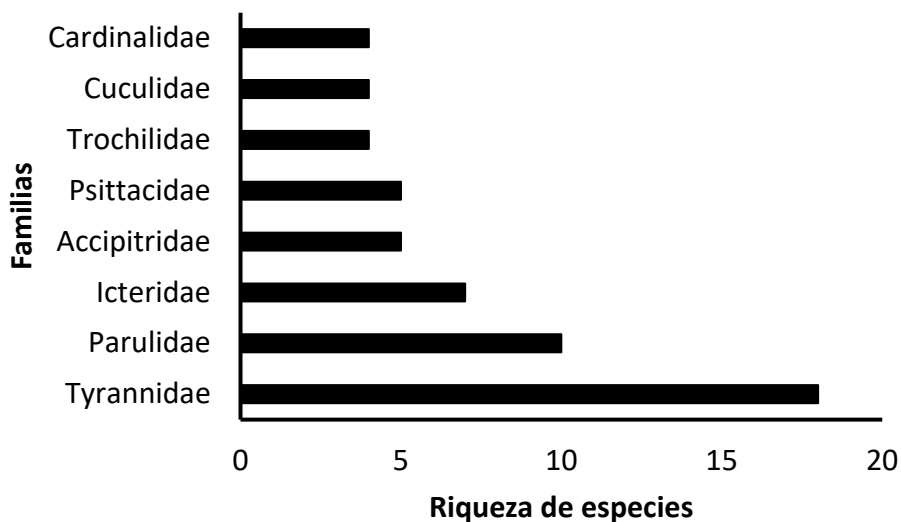
En ecosistemas naturales bosque de roble, de galería y ecosistemas antropizados con obras de cosecha de agua manantial con manejo agroforestal, escorrentía con manejo silvopastoril y agroforestal. Establecidas en un paisaje dominado por una matriz de uso agropecuario con algunos reductos de vegetación, en cuatro unidades hidrográficas del norte del corredor seco nicaragüense. Se observaron un total de 2, 155 aves (individuos) distribuidas en 108 especies, 87 géneros y 35 familias. La cantidad de especies identificadas en este estudio representa el 14.32% de las reportadas para Nicaragua (Martinez-Sanchez et al., 2014).

Las especies de aves dominantes en los sistemas de manejo estudiados fueron *Campylorhynchus rufinucha* (230 individuos), *Zenaida asiatica* (147 individuos), *Crotophaga sulcirostris* (130 individuos), *Coragyps atratus* (127 individuos), *Amazona albifrons* (116 individuos) e *Icterus pectoralis* (112 individuos) (Figura 1). Mientras, que algunas de las especies menos dominantes representadas con un individuo *Bubulcus ibis*, *Campephilus guatemalensis*, *Coccyzus minor*, *Colorhamphus parvirostris*, *Columba livia* y *Contopus cinereus*.



**Figura 2.** Dominancia de especies en diferentes usos de suelo asociados a obras de cosecha de agua en cuatro unidades hidrográficas.

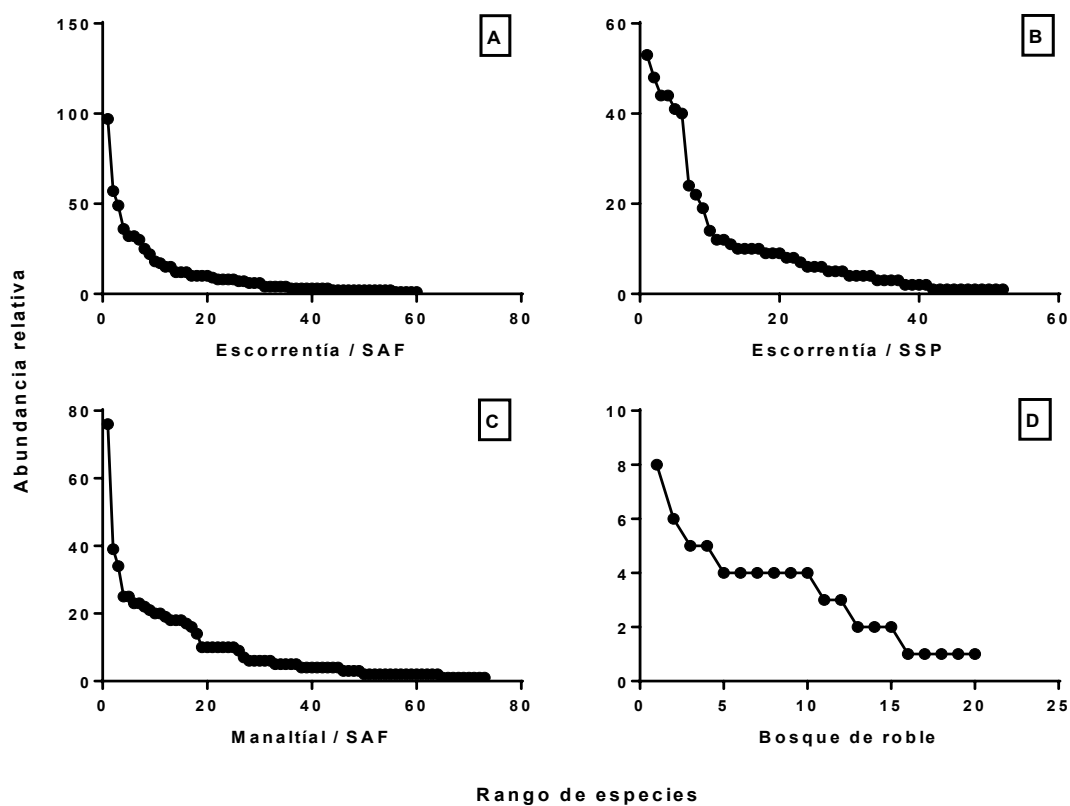
La familia Tyrannidae fue la más representada, con un total de 12 géneros y 18 especies (Figura 3). Esta familia es la más representativa del hemisferio occidental y con preferencia de hábitats abiertos y secos (Styles y Skutch, 1999). Además, esto indica su capacidad de adaptación a diferentes pisos altitudinales (Ramos et al., 2012). También, Alonso et al. (2018), reportaron que está familia fue la más abundante en cuanto a número de especies encontradas en los tres estratos de un pinar natural de *Pinus tropicalis*. Algunas de las especies de esta familia tienen una alimentación variada, desde insectos y frutas (Garrido y Kirkconnell, 2011). Favoreciendo el mantenimiento del bosque, la creación natural de bancos de semilla a través de la dispersión y el control de insectos.



**Figura 3.** Frecuencias de especies por familia en diferentes usos de suelo asociados a obras de cosecha de agua en cuatro unidades hidrográficas.

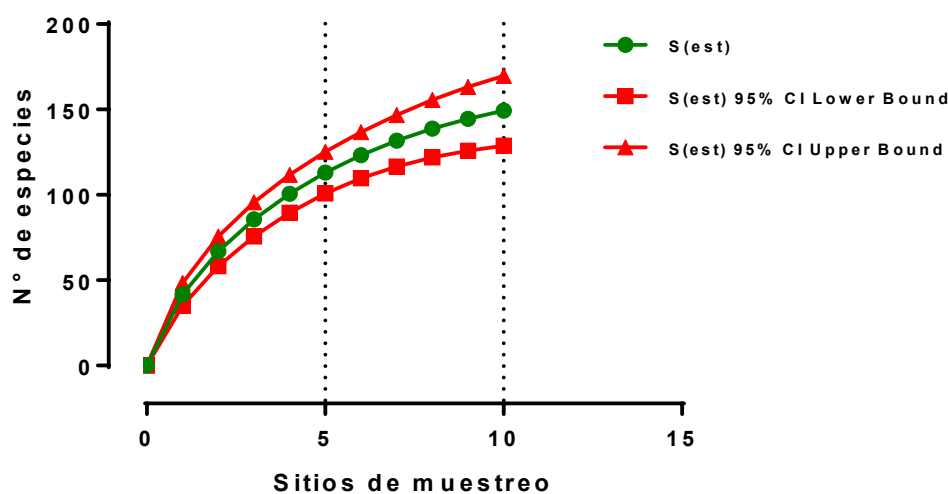
### ***Estructura de la comunidad de aves en diferentes usos de suelo ecosistemas antropizados en cuatro unidades hidrográficas.***

La curva de Whittaker representa la abundancia relativa de las especies identificadas en los usos de suelo manantial agroforestal, escorrentía silvopastoril, escorrentía agroforestal asociados a las obras de cosecha de agua y bosque de roble con predominio de *Quercus segoviensis* Liebm. Las mayores abundancias se observaron en el sistema de escorrentía con manejo agroforestal con 97 individuos de *Campylorhynchus rufinucha* (Figura 4A), seguido de manantial agroforestal con 76 individuos de *Campylorhynchus rufinucha* (Figura 4C) y escorrentía con manejo silvopastoril se registraron 53 individuos de *Crotophaga sulcirostris* (Figura 4B). Esta especie fue reportada como dominante en los sistemas silvopastoriles de Matiguas y Rio Blanco, Nicaragua (Pérez et al., 2006). Mientras que el bosque de roble, registró la menor menos frecuencia de individuos (8) de *Oreothlypis peregrina* (Figura 4D).



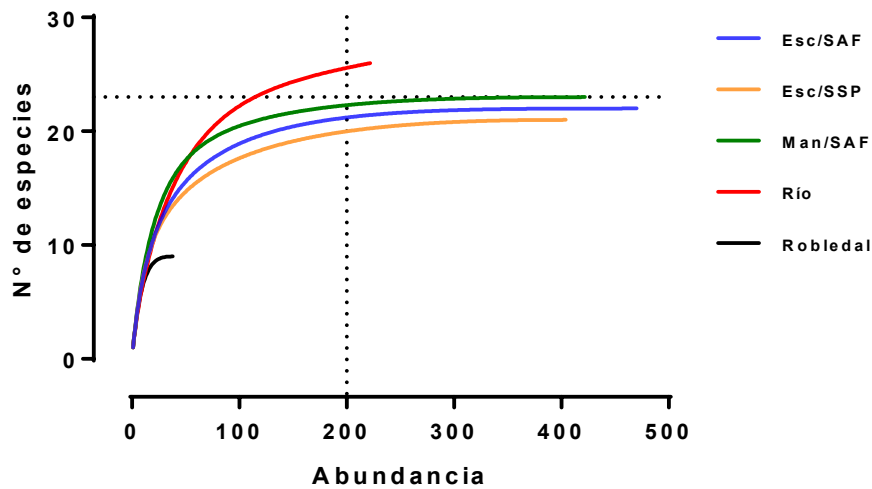
**Figura 4.** Curva de Whittaker para los sistemas de manejo asociados a las obras de cosecha de agua.

Las curvas de saturación y sus intervalos de confianza se elaboraron considerando una escala de paisaje (todas las unidades hidrográficas), es decir, considerando todos los datos colectados de abundancia en ambas épocas del año (seca y húmeda), en función de las especies identificadas y los usos de suelo asociados a las obras de cosecha de agua establecidas (Figura 5). En términos generales se observa que la curva no se estabiliza teniendo en cuenta todos los datos de los cinco sitios de muestreo, ni aun proyectando el esfuerzo de muestreo a un cien por ciento.



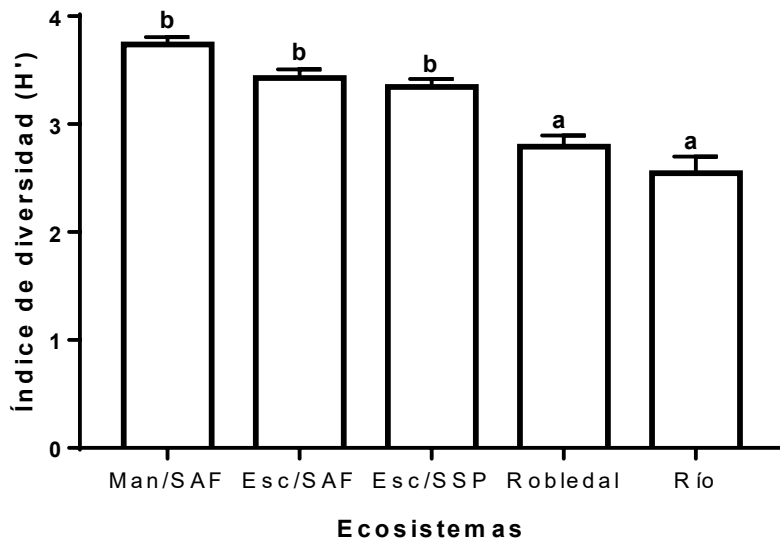
**Figura 5.** Curva de saturación estimada y proyectada de especies de aves en cuatro unidades hidrográficas.

Se observa que las curvas de saturación lograron estabilizarse para los usos de suelo: manantial con sistema agroforestal (Man/SAF), escorrentía con sistema agroforestal (Esc/SAF) y escorrentía con sistema silvopastoril (Esc/SSP). Lo cual, indica un esfuerzo de muestreo aceptable (Figura 4). Sin embargo, las curvas en el sistema de bosque con predominio de *Quercus segoviensis* (Robledal) y río no se estabilizaron, indicando que es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo en estos sitios.



**Figura 6.** Curva de saturación por tipos de uso de suelo en los sistemas estudiados.

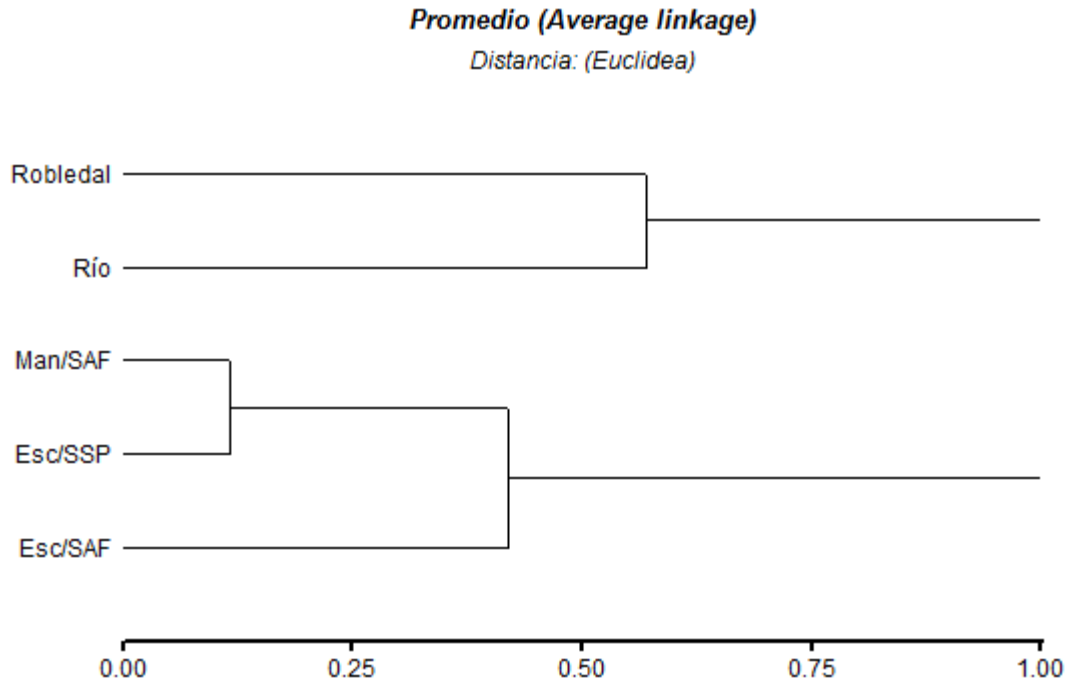
Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.000$ ) en los índices de diversidad para los sistemas estudiados (Figura 7). También, se observa que los valores mayores medios del índice de diversidad se encontraron en los usos de suelo asociados a las obras de cosecha de agua: manantial con sistema agroforestal ( $\text{Man/SAF} = 3.739 \pm 0.039$ ), escorrentía con sistema agroforestal ( $\text{Esc/SAF} = 3.428 \pm 0.045$ ) y escorrentía con sistema silvopastoril ( $\text{Esc/SAF} = 3.344 \pm 0.043$ ). Mientras que los sistemas con los menores valores de diversidad fueron el bosque de roble ( $\text{Robledal} = 2.790 \pm 0.061$ ) y bosque de galería ( $2.545 \pm 0.089$ ).



**Figura 7.** Diversidad de aves en usos de suelo asociados a obras de cosecha de agua.

Se evidencian tres niveles de agrupamiento, el primer nivel entre los usos de suelos Man/SAF y Esc/SAF asociados a las obras de cosecha de agua, comparten el 12 % de las especies encontradas, un agrupamiento separado del 42 % de las especies encontradas en el uso de suelo de Esc/SAF de los dos usos anteriores. Sin embargo, los ecosistemas bosque de roble y bosque ripario se agrupan en un 57 % de similitud de las especies observadas (Figura 7). Este resultado es similar al reportado por Zolotoff-Pallais et al. (2020) donde el bosque ripario no se agrupo con ecosistemas silvoganaderos.





**Figura 7.** Similitud de aves en ecosistemas naturales y antropizados.

## Capítulo V

### 9. Conclusiones

La familia de aves más representativa en los sistemas estudiados fue la Tyrannidae.

En términos específicos los sistemas manantial agroforestal, esorrentía sistema agroforestal y esorrentía sistema silvopastoril lograron estabilizar las curvas de acumulación de especies. Además, estos sistemas alcanzaron los mayores índices de diversidad; lo cual podría sugerir que los usos de suelo asociados a las obras de cosecha de agua aportan al mantenimiento o aumento de la biodiversidad.

## 10. Recomendaciones

Aumentar el esfuerzo de muestreo por época del año, de manera que se realicen al inicio a mediado y al final de cada época. A fin de estudiar de manera más completa el comportamiento de las comunidades de aves en ecosistemas antropizados. También, distribuir de forma homogénea el tiempo para la recolección de datos en los sistemas y las épocas.

## 11. Referencias bibliográficas

- Alexander Von Humbolt. (2006). Dinámica y estructura del bosque seco. En I. editores (Ed.), El Bosque Seco Tropical de Colombia (pág. 7 pp.). Colombia. Recuperado el 09 de Enero de 2016, de <http://www.imeditores.com/banocc/seco/creditos.htm>
- Animals planet. (S.F). Aves. Asociación Defensa Derechos Animales, 2 pp. Recuperado el Septiembre de 2015, de [www.addaong.org/es/](http://www.addaong.org/es/)
- Ahumada, J. A., C. E. F. Silva, K. Gajapersad, C. Hallam, J. Hurtado, E. Martin, A. McWilliam, B. Mugerwa, T. Obrien, F. Rovero, et al. (2011). Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B: Biological Sciences* 366:2703–2711
- Aranda, U. D., Dorado, F. C., Anta, M. B., González, J. G. Á., Alboreca, A. R., & González, A. D. R. (2005). *Prácticas de Dasometría*.
- Acuña, A., Aguilera, R., Aguayo, M., Azócar, G., Barra, R., & Fuentes, D. (s.f.). *Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable*. INET- GTZ GmbH.
- Alonso, Y., 2016. Composición y estructura de pinares de Altura de Pizarras y su relación con la diversidad de aves asociadas, caso estudio localidad el Tibisí, Empresa Agroforestal Minas [en línea]. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. La Habana, Cuba: Universidad de la Habana. Disponible en: <http://www.worldcat.org/title/composicion-y-estructura-de-pinares-de-altura-de-pizarras-y-su-relacion-con-la-diversidad-de-aves-asociadas-caso-estudio-localidad-el-tibisi-empresa-agroforestal-minas/oclc/1001378534>
- Blake, J. G., J. Guerra, D. Mosquera, R. Torres, B. A. Loiselle, y D. Romo. (2010). Use of mineral licks by white-bellied Spider Monkeys (*Ateles belzebuth*) and red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in eastern Ecuador. *International Journal of Primatology* 31:471–483.
- Carabias, J., Meave, J., Valverde, T., & Cano, Z. (2009). *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*. México: Pearson Educación. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1253/1/Carabias-medio%20ambiente.pdf>

- Garrido, O. y Kirkconnell, A., 2011. Aves de Cuba [en línea]. S.l.: Cornell University Press, Ithaca and London. ISBN 978-0-8014-7691-4. Disponible en: <https://www.barnesandnoble.com/w/aves-de-cuba-orlando-hgarrido/1107733720>
- José M. Zolotoff (zolotoff@ibw.ni) y visitar su portal (<http://www.latangara.org>) para ver los contenidos de los boletines que se han publicado hasta la fecha.
- MAGFOR. (2013). Departamento de Río San Juan y sus municipios.
- Martinez-Sanchez, J. C., Chavarría-Duriaux, L., Muñoz, F. J. (2014). A Guide to the Birds of Nicaragua. Westarp & Partner Digitaldruck.
- Medina, A., Martínez, J., Saldaña, O., Aguirre, Y., & Jordan, C. (2018). Libro Rojo de los mamíferos de Nicaragua. Revista Nicaragüense de Biodiversidad.
- Martinez-Sanchez, J. C., Maes, J.-M., van den Berghe, E., Morales, S., & Castaneda, E. A. (2001). Biodiversidad zoológica en nicaragua.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2010). Nicaragua IV Informe Nacional Al Convenio Sobre la Diversidad Biológica. 505, 115.
- Pérez, A. M. (2004). *Aspectos Conceptuales, Análisis numérico, Monitoreo y Publicación de Datos sobre Biodiversidad*. Managua, Nicaragua: MARENA – ARAUCARIA.
- Proyecto Cosecha de Agua. (2021). Caracterización rápida de siete sectores hidrográficos del área de influencia del Proyecto Cosecha de Agua en los departamentos de Estelí y Madriz, Nicaragua. Somoto.
- Ramos García (eds.). Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba [en línea]. La Habana, Cuba: Academia, pp. 258-259. Disponible en: <https://www.gbif.org/species/6092877>
- Stiles, F. G. y A. F. Skutch. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Cornell Univ. Press, New York
- The, C. O. F., Of, M., & Medina-fitoria, A. (2012). Lista patrón de los mamíferos de nicaragua. 1–17.
- Valverde, T., & Cano, Z. (s.f.). Ecología y medio ambiente (Primera ed.). Ciudad de México, México: Pearson Educación. Obtenido de [https://books.google.com.ni/books?id=oHJqJzvVdQoC&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ni/books?id=oHJqJzvVdQoC&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Verner, J. (1985). Assessment of counting techniques. *Current Ornithology* 2:247–302

Whittaker, R. H. (1965). Dominance and diversity in land plant communities: numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. Science, 147(3655), 250-260.

## 12. Anexos

### 12.1 Ficha de recolección de datos ornitológicos en campo

**Unidad hidrográfica:** El espinal, Pueblo Nuevo

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Comunidad:** \_\_\_\_\_

**Nombre del propietario:** \_\_\_\_\_ **Tel:** \_\_\_\_\_

**Tipo de obra:** \_\_\_\_\_ **Tipo de manejo:** \_\_\_\_\_

**Coordenadas:** \_\_\_\_\_ **Anotador:** \_\_\_\_\_

**Hora del muestreo:** \_\_\_\_\_

Nº	Especie	Abundancia	Nombre Científico	Familia
1				
2				
3				
4				
5				

## 12.2 Tabla de Familia, género y especies

Familia	Genero	Especie
Accipitridae	Buteogallus	urubitinga
		anthracinus
	Buteo	jamaicensis
	Circus	cyanus
	Gypaetus	barbatus
Anatidae	Dendrocygna	autumnalis
Ardeidae	Ardea	alba
	Bubulcus	ibis
Cathartidae	Cathartes	aura
	Coragyps	atratus
Cerylidae	Choloceryle	americana
Ciconiidae	Mycteria	americana
Columbidae	Columbina	passerina
		minuta
		talpacoti
		inca
	Zenaida	asiatica
	Patagioenas	flavirostris
	Leptotila	verreauxi
	Columba	livia
Corvidae	Aphelocoma	unicolor
	Cyanocorax	Yncas
	Calocitta	formosa
Cardinalidae	Passerina	caerulea
		ciris

	Piranga	rubra
		ludoviciana
Cotingidae	Procnias	tricarunculatus
Cracidae	Ortalis	leucogastra
Cucos	Crotophaga	sulcirostris
Cuculidae	Piaya	cayana
	Coccyzus	americanus
		minor
Geococcyx	menor	
Emberizidae	Amaurospiza	concolor
Falconidae	Caracara	cheriway
	Hepertothers	cachinnans
Fringillidae	Euphonia	affinis
	Spinus	psaltria
Hirundinidae	Tachyneta	bicolor
	Hirundo	rustica
Icteridae	Sturnella	magna
	Molothrus	aeneus
	Icterus	pectoralis
		pustulatus
		chrysater
	Angeliaus	phoeniceus
Quiscalus	mexicanus	
Mimidae	Mimus	gilvus
Momotidae	Momotus	momota
	Eumomota	superciliosa
Odontophoridae	Colinus	cristatus
Parulidae	Setophaga	magnolia
		petechia
	Basileuterus	culicivarus



		rufifrons
	Myioborus	miniatus
	Parkesia	motacilla
	Vermivora	cyanoptera
	Oreothlypis	peregrina
		superciliosa
	Cardelina	pusilla
Passerellidae	Aimophila	rufescens
	Passer	domesticus
	Peucaea	ruficauda
Picidae	Melanerpes	hoffmannii
	Campephilus	guatemalensis
	Dryocopus	lineatus
Poliophtilidae	Poliophtila	albiloris
Psittacidae	Brotogeris	jugularis
	Aratinga	caniculares
		strenua
	Amazona	albifrons
Pionus	senilis	
Ramphastidae	Pteroglossus	torquatus
Thraupidae	Saltator	atriceps
	Sporophila	torqueola
		schistacea
Tityridae	Tityra	semifasciata
Trochilidae	Amazilia	rutila
	Phaetornis	longirostris
	Threnetes	ruckeri
	Helimaster	longirostris
Troglodytidae	Campylorhynchus	rufinucha
	Thryophilus	pleurostictus

	Troglodytes	aedon
Turdidae	Turdus	assimilis
		grayi
	Catharus	ustulatus
Tyrannidae	Pitangus	sulphuratus
	Todirostrum	cinereum
	Empidonax	minimus
		traillii
		Virescens
	Contupos	cinereus
	Colorhamphus	Parvirostris
	Tolmomyias	sulphurescens
	Elaenia	flavogaster
	Crypturellus	cinnamomeus
	Tyrannus	melancholicus
		verticalis
		forficatus
	Myiarchus	tirannulus
		nuttingi
	Myiodynastes	maculatus
luteiventris		
Megarynchus	Pitangua	
Tytonidae	Tyto	alba

### 12.3 Tabla de especies encontradas por ecosistemas

<b>Especie</b>	<b>Esc/SAF</b>	<b>Esc/SSP</b>	<b>Man/SAF</b>	<b>Rio</b>	<b>Robledal</b>
<i>Icterus pectoralis</i>	32	44	25	7	4
<i>Setophaga petechia</i>	7	4	2	1	0
<i>Aimophila rufescens</i>	22	7	4	0	4
<i>Amazilia rutila</i>	4	5	5	0	0
<i>Amaurospiza concolor</i>	3	1	0	0	0
<i>Amazona albifrons</i>	0	40	0	76	0
<i>Angeliaus phoeniceus</i>	0	4	0	0	4
<i>Aphelocoma unicolor</i>	0	0	0	0	2
<i>Aratinga caniculares</i>	4	14	6	0	0
<i>Aratinga strenua</i>	25	10	18	4	0
<i>Ardea alba</i>	4	2	3	2	0
<i>Basileuterus culicivarus</i>	0	0	2	0	0
<i>Basileuterus rufifrons</i>	0	0	2	0	0
<i>Brotogeris jugularis</i>	4	0	3	4	4
<i>Bubulcus ibis</i>	0	1	0	0	0
<i>Buteo jamaicensis</i>	0	0	2	0	0
<i>Buteogallus anthracinus</i>	8	0	0	0	0
<i>Buteogallus urubitinga</i>	3	9	10	0	0
<i>Calocitta formosa</i>	10	5	10	6	0
<i>Campephilus guatemalensis</i>	0	0	1	0	0
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	97	48	76	6	3
<i>Caracara cheriway</i>	0	1	10	0	0
<i>Cardelina pusilla</i>	8	0	0	0	0
<i>Cathartes aura</i>	10	12	7	0	0
<i>Catharus ustulatus</i>	7	3	17	3	0

<i>Choloceryle americana</i>	0	0	0	5	0
<i>Circus cyaneus</i>	2	0	0	0	0
<i>Coccyzus americanus</i>	0	0	2	0	0
<i>Coccyzus minor</i>	0	0	1	0	0
<i>Colinus cristatus</i>	0	0	10	0	0
<i>Colorhamphus parvirostris</i>	0	0	1	0	0
<i>Columbina inca</i>	3	8	0	0	0
<i>Columba livia</i>	0	0	1	0	0
<i>Columbina minuta</i>	6	0	4	0	0
<i>Columbina passerina</i>	12	10	22	0	0
<i>Columbina talpacoti</i>	36	22	23	7	0
<i>Contopus cinereus</i>	0	0	1	0	0
<i>Coragyps atratus</i>	57	44	20	6	0
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	32	53	34	8	3
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	2	0	0	0	0
<i>Cyanocorax yncas</i>	0	0	6	0	0
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	0	0	2	0	0
<i>Dryocopus lineatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Elaenia flavogaster</i>	0	0	2	0	0
<i>Empidonax minimus</i>	6	6	5	0	1
<i>Empidonax traillii</i>	2	0	0	0	0
<i>Empidonax virescens</i>	1	0	0	0	0
<i>Eumomota superciliosa</i>	15	11	21	0	0
<i>Euphonia affinis</i>	18	6	4	0	0
<i>Geococcyx menor</i>	0	0	1	0	0
<i>Gypaetus barbatus</i>	0	1	1	0	0
<i>Heliomaster longirostris</i>	1	0	0	0	0
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	0	0	4	0	0
<i>Hirundo rustica</i>	0	1	0	0	0
<i>Icterus chrysater</i>	0	0	0	0	1

<i>Icterus pustulatus</i>	0	0	3	0	0
<i>Leptotila verreauxi</i>	9	6	20	4	0
<i>Megarynchus pitangua</i>	0	4	0	0	0
<i>Melanerpes hoffmannii</i>	10	9	16	0	0
<i>Mimus gilvus</i>	2	2	0	0	0
<i>Molothrus aeneus</i>	15	3	23	7	0
<i>Momotus momota</i>	1	10	10	0	1
<i>Myiarchus nuttingi</i>	0	0	2	0	0
<i>Mycteria americana</i>	1	0	0	0	0
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	0	0	3	0	0
<i>Myioborus miniatus</i>	2	0	2	0	0
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	2	0	4	0	1
<i>Myiodynastes maculatus</i>	0	0	2	0	0
<i>Oreothlypis peregrina</i>	12	0	6	1	8
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	0	0	1	0	0
<i>Ortalis leucogastra</i>	0	3	19	0	0
<i>Parkesia motacilla</i>	0	0	2	0	0
<i>Passer domesticus</i>	2	0	5	0	0
<i>Passerina caerulea</i>	3	2	10	1	0
<i>Passerina ciris</i>	8	0	0	0	0
<i>Patagioenas flavirostris</i>	6	9	9	4	0
<i>Peucaea ruficauda</i>	0	1	0	0	0
<i>Phaetornis longirostris</i>	0	0	0	0	1
<i>Piaya cayana</i>	12	12	14	8	5
<i>Pionus senilis</i>	0	0	1	0	0
<i>Piranga ludoviciana</i>	2	2	0	0	0
<i>Piranga rubra</i>	0	1	0	0	6
<i>Pitangus sulphuratus</i>	30	19	25	15	2
<i>Polioptila albiloris</i>	10	4	4	0	0
<i>Procnias tricarunculatus</i>	0	0	0	2	0

<i>Pteroglossus torquatus</i>	0	0	5	0	0
<i>Quiscalus mexicanus</i>	17	3	18	25	0
<i>Saltator atriceps</i>	3	0	4	3	0
<i>Setophaga magnolia</i>	0	0	0	0	4
<i>Spinus psaltria</i>	2	0	0	0	0
<i>Sporophila schistacea</i>	3	0	0	0	0
<i>Sporophila torqueola</i>	1	0	0	0	0
<i>Sturnella magna</i>	3	0	0	0	2
<i>Tachyneta bicolor</i>	3	8	2	0	0
<i>Threnetes ruckeri</i>	0	0	2	0	0
<i>Thryophilus pleurostictus</i>	0	0	2	0	0
<i>Tityra semifasciata</i>	0	0	6	0	0
<i>Todirostrum cinereum</i>	2	0	0	0	0
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	0	1	0	0	0
<i>Troglodytes aedon</i>	0	0	0	1	0
<i>Turdus assimilis</i>	2	0	4	0	0
<i>Turdus grayi</i>	0	10	5	4	4
<i>Tyrannus forficatus</i>	0	5	0	0	0
<i>Tyrannus melancholicus</i>	4	24	18		0
<i>Tyrannus verticalis</i>	8	1	10	0	0
<i>Tyto alba</i>	2	1	6	0	0
<i>Vermivora cyanoptera</i>	0	0	2	0	0
<i>Zenaida asiatica</i>	49	41	39	13	5

## 12.4 Cronograma de actividades

Este estudio de investigación se desarrollará entre abril de 2021 y marzo de 2022, durante los cuales se desarrollarán todas las etapas y actividades descritas en este protocolo.

Actividades	2021										2022		
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
<b>Etapas I: Planificación y preparación</b>													
A. Búsqueda de antecedentes													
B. Elaboración de protocolo de investigación													
C. Identificación del área de estudio													
D. Organización del trabajo y muestreos													
E. Definición de variables de análisis del área													
F. Diseño de puntos de muestreo													
G. Elaboración de instrumentos para el levantamiento de datos													
<b>Etapas II: Ejecución (recolección de datos)</b>													
A. Fase de preparación (visita al área)													
B. Organización del inicio de la etapa de campo													

Actividades	2021										2022		
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
C. Talleres participativos con actores clave para la selección de especies emblemáticas													
D. Campaña de muestreos de campo													
<b>Etapa III: Procesamiento y análisis</b>													
A. Elaboración de base de datos, saneamiento y tratamiento estadístico													
B. Redacción y revisión de informe de investigación													
C. Elaboración de manuscrito de artículo científico													
D. Devolución de resultados a actores clave													
E. Entrega de informe final													



## 12.5 Presupuesto

El presupuesto estimado para desarrollar este estudio de tesis es de USD **8,406** (ocho mil cuatrocientos seis dólares), de los cuales el proyecto Cosecha de Agua, podría asumir USD **3,723** (tres mil setecientos veintitrés dólares) y UNAN/ FAREN asumiría como contrapartida USD **4,683** (cuatro mil seiscientos ochenta y tres dólares).

Rubro	Unidad	CATIE			Contrapartida (UNAN/ FAREN)		
		Cantidad	Costo	Subtotal	Cantidad	Costo	Subtotal
			Unitario	(Dólares)		(Dólares)	Unitario
<b>Equipos, insumos y análisis de laboratorio</b>							
Tablas de campo	unidades	4	5	20			
Cintas métricas de 50 m	unidades	3	10	30			
Lápiz de grafito (una cajita)	unidades	1	3	3			
Materiales para realización de talleres	Varios	1	70	70			
GPS	unidades				1	100	100
Binoculares	unidades				3	100	300
Cámara fotográfica	Unidad				1	500	500
Guías de campo para identificación de aves	unidades				3	100	300
Publicación	unidades	1	100	100			
<b>Subtotal 1.1</b>				<b>223</b>			<b>1,200</b>
<b>Consumibles de oficina</b>							
Oficina y mobiliario	unidad			0	1	1,000	1,000
<b>Subtotal 1.2</b>				<b>0</b>			<b>1,000</b>
<b>Honorarios</b>							

Rubro	Unidad	CATIE			Contrapartida (UNAN/ FAREN)		
		Cantidad	Costo Unitario	Subtotal	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
			(Dólares)	(Dólares)		(Dólares)	(Dólares)
Magíster en Ciencias Ambientales	días			0	10	158	1,583
Tesistas	unidades			0	3	300	900
<b>Subtotal 1.3</b>				<b>0</b>			<b>2,483</b>
<b>Total 1</b>				<b>223</b>			<b>4,683</b>
<b>Gastos operativos</b>							
Transporte para muestreos (estudiantes, docentes, conductor)	viaje	10	100	1,000			0
Alimentación (estudiantes, docente y personal asociado)	Días	50	14	700			0
Alimentación (talleres de identificación de especies y devolución de resultados)	días	80	10	800			0
Hospedaje (estudiantes y personal asociado)	unidades	50	20	1,000			0
<b>Subtotal 2.1</b>				<b>3,500</b>			<b>0</b>
<b>Total de gastos operativos (USD)</b>				<b>3,500</b>			<b>0</b>
<b>Total</b>				<b>3,723</b>			<b>4,683</b>
			<b>Total</b>			<b>8,406</b>	