



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y
DEL AMBIENTE**

Trabajo de Tesis

**“Disponibilidad de alimentos bentónicos para aves
playeras migratorias en el sitio RAMSAR humedal
de Tisma”**

Autores:

Br. Elías Isaac Noguera López

Br. Johnny de Jesús Sequeira Lazo

Asesor:

Ing. Msc. Luz Esmelda Reynoza

Co asesor:

Lic. Heraldo Salgado Aráuz

Managua, Nicaragua

Septiembre, 2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE**

Trabajo de Tesis

**Disponibilidad de alimentos bentónicos para aves
playeras migratorias en el sitio RAMSAR humedal
de Tisma**

Autores:

Br. Elías Isaac Noguera López

Br. Johnny de Jesús Sequeira Lazo

Asesor:

Ing. Msc. Luz Esmelda Reynoza

Co asesor

Lic. Heraldo Salgado Aráuz

Managua, Nicaragua

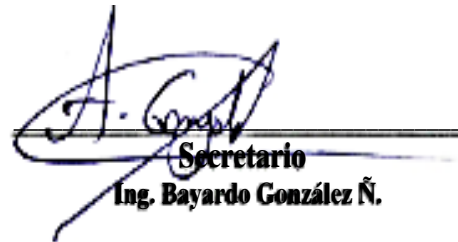
Septiembre, 2022

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la **Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Miembros del Tribunal Examinador


Presidente
Msc. Miguel Garmendia Z.


Secretario
Ing. Bayardo González N.

Managua, Nicaragua
Septiembre, 2022

DEDICATORIA

Como autores del presente estudio dedicamos este trabajo:

A Dios por ser fuente de vida, sabiduría, salud, paciencia, además fuerza de brindarnos la oportunidad de lograr culminar satisfactoriamente este trabajo.

A nuestros padres en recompensa de sus sacrificios siendo el ejemplo de vida, inspiración, educación y apoyo incondicional en todo momento:

Ileana del Socorro López Morales,

Martha Irene Lazo

Álvaro José Noguera

Apolonio Exequiel Sequeira Fletes

A nuestras amistades por brindarnos apoyo y experiencias, siendo ahora como familia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la salud y sabiduría hasta culminar el presente trabajo.

A nuestros padres por su ardua paciencia y trabajo formándonos, siendo el mejor ejemplo hasta lo que somos actualmente.

A nuestros asesores Msc. Luz Esmelda Reynoza y Lic. Heraldo Salgado Aráuz, por brindarnos la oportunidad de realizar esta investigación y apoyo en todo momento de la Tesis.

A nuestros profesores por brindarnos de sus conocimientos y experiencias, siendo también fuentes de inspiración.

A nuestras amistades por su apoyo, motivación, experiencia y amistad durante nuestra trayectoria universitaria, convirtiéndose en una familia, en especial a Deborah Raquel Coronado y Eyner Antonio Busto que nos brindaron acompañamiento, hospedaje y alimentación durante la etapa de muestreo.

Por todo su apoyo voluntario otorgado sin lucro alguno.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III MARCO DE REFERENCIA	4
3.2 Antecedentes	4
3.2 Marco Teórico	5
3.3 Marco Conceptual	6
IV MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1 Generalidades del área de estudio	8
4.2 Diseño Metodológico	12
4.3 Variables evaluadas	14
4.4 Análisis de Datos	15
V RESULTADOS Y DISCUSION	18
5.1 Composición taxonómica y densidad poblacional de Macroinvertebrados bentónicos.	18
5.2 Densidad poblacional de Macroinvertebrados bentónicos	19
5.3 Comparación de diversidad biológica de los sitios	25
5.4 Comparación de similitud de los sitios para Macroinvertebrados	28
5.5 Identificación de Aves Playeras Migratorias	29
VI CONCLUSIONES	34
VII BIBLIOGRAFÍA	35

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Clasificación Taxonómica de las familias encontradas durante el muestreo	19
2. Cantidad de individuos encontrados por familia en cada mes en el sitio 1	20
3. Cantidad de individuos encontrados por familia en cada mes en el sitio 2	22
4. Cantidad de individuos encontrados por familia en cada mes en el sitio 3.	23
5. Cantidad de individuos encontrados por familia en cada mes en el sitio 4	25
6. Cuadro de comparación de familias compartidas en los sitios por mes de muestreo.	29
7. Composición Taxonómica de Especies de Aves migratorias playeras	30
8. Cuadro de cantidad de individuos por familias y porcentaje de incidencia en el mes de octubre.	31
9. Cuadro de cantidad de individuos por familias y porcentaje de incidencia en el mes de noviembre.	31
10. Cuadro de cantidad de individuos por familias y porcentaje de incidencia en el mes de diciembre.	32
11 Listado de aves migratorias playeras que se alimentan de macroinvertebrados bentónicos.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.	8
2. Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de colecta de muestras.	13
3. Figura 3. Índice de Simpson de los sitios en los diferentes meses.	26
4. Figura 4. Índices de Similitud de Jaccard en los meses de muestreo.	28

ÍNDICE DE ANEXOS.

ANEXO	PÁGINA
1. Señalización de entrada al sistema Lagunar de Tisma, Sitio RAMSAR 1141	39
2. Vista al Sitio de Muestreo 1	39
3. Vista a entrada Sitio de Muestreo 2	40
4. Vista al Sitio de Muestreo 2	40
5. Vista al Sitio de Muestreo 3	41
6. Vista al Sitio de Muestreo 4	41
7. Tubo de Colecta de Muestras	42
8. Identificación de Individuos con Estereoscopio, individuos de la familia Hydrobiidae	43
9. Identificación en Laboratorio con Estereoscopio, individuos de la Familia Planorbidae.	44
10. Identificación de individuos en laboratorio, individuos de la familia Succineidae	45
11. Formulario para conteo de individuos de macroinvertebrados en laboratorio	46

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el año 2019 en los meses de septiembre hasta diciembre en el Sitio Ramsar Humedal de Tisma, ubicada dentro de los departamentos de Granada y Masaya, con el objetivo de identificar las familias bénticas presentes en el sitio de estudio y que son utilizadas como fuente de alimento para especies de aves migratorias. Se muestrearon 4 sitios a lo largo de un transepto para coleccionar sedimento. Para la identificación de estos individuos se utilizaron Guías ilustradas de gasterópodos. Se encontró una riqueza taxonómica general de 7 familias, 6 órdenes, 3 Clases (la Clase Ostracoda se identificó hasta Clase, reportándose individuos solo en el río Grande de Matagalpa y Lago Cocibolca) y 2 filos, registrándose la familia Thiridae en el sitio 3, para determinar la disponibilidad de alimento de aves migratorias se utilizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis para datos no paramétricos, el resultado $p = 0.02$ ($\alpha < 0.05$), indicando que existen diferencias significativas en los sitios. Se registró una densidad poblacional que varía entre los sitios y los meses de muestreo, el sitio 4 presenta la densidad poblacional más alta con 78,959 Ind/m² en septiembre, 15,895 Ind/m² en octubre, 18,465 Ind/m² en noviembre y 112,608 Ind/m² en diciembre, dominando la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos encontrados, el sitio 2 presenta la menor cantidad de individuos registrada con 144 Ind/m² en Septiembre, 216 Ind/m² en Octubre, 1,336 Ind/m² en Noviembre y 336 Ind/m² en Diciembre, debido a que la laguna presenta diferencias en el desplazamiento de la costa con menor oleaje y más presencia de materia orgánica, registrando en mayor densidad la Familia Physidae, tolerante a estas condiciones.

Palabras clave: Gasterópodos, Macroinvertebrados bentónicos, Planorbidae, Physidae, Ampullariidae, Hydrobiidae, Sphaeriidae, Índices de similitud, Índices de Dominancia.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in 2019 in the months of September to December in the Tisma Wetland Ramsar Site, located within the departments of Granada and Masaya, with the objective of identifying the benthic families present in the study site and that they are used as a food source for migratory bird species. Four sites along a transept were sampled to collect sediment. Illustrated gastropod guides were used to identify these individuals. A general taxonomic richness of 7 families, 6 orders, 3 classes was found (Class Ostracoda was identified up to class, reporting individuals only in the Río Grande de Matagalpa and Lake Cocibolca) and 2 phylum, registering the Thiridae family in site 3, to determine the availability of food for migratory birds, the Kruskal-Wallis statistical test was used for non-parametric data, the result being $p = 0.02$ ($\alpha < 0.05$), indicating that there are significant differences in the sites. A population density that varies between the sites and the sampling months, site 4 has the highest population density with 78,959 Ind/m² in September, 15,895 Ind/m² in October, 18,465 Ind/m² in November and 112,608 Ind/m² in December, dominating the Hydrobiidae family with the highest number of individuals found, site 2 has the lowest number of individuals recorded with 144 Ind/m² in September, 216 Ind/m² in October, 1,336 Ind/m² in November and 336 Ind/m² and 336 Ind/m² in December, due to the fact that the lagoon presents differences in the displacement of the coast with lower waves and more presence of organic matter, registering in greater density the Family Physidae, tolerant to these conditions.

Keywords: Gastropods, Benthic Macroinvertebrates, Planorbidae, Physidae, Ampullariidae, Hydrobiidae, Sphaeriidae, Indices of similarity, Indices of Dominance.

I. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente la mitad de todas las especies conocidas de aves realizan desplazamientos migratorios, que son movimientos estacionales entre los lugares en que nidifican y se reproducen, en el verano, y aquellos en que pasan el invierno. Se estima que cada año se movilizan por esa causa alrededor de 50 mil millones de individuos (Cueto, et al, 2015).

Las aves migratorias que provienen desde Norteamérica, hasta América del Sur, lo hacen desde sus lugares de nidificación y cría a las de invernada, motivada por la escasez de alimento y por una baja en las temperaturas. La migración comprende una gran variedad de órdenes de especies como: *Paseriformes*, *Anseriformes*, *Falconiformes*. Es importante mencionar que muchas aves, se van quedando en el camino, en países de Centroamérica y los países del norte de América del Sur (Servicio Agrícola y Ganadero, 2015).

Actualmente la migración de las aves es un campo activo de investigación y ha hecho avances notables en la comprensión de los factores ecológicos, de conducta y fisiológicos asociados con los procesos de la migración, así como sobre la historia evolutiva del fenómeno (Cueto, et al, 2015).

A causa del gran costo energético que la migración representa, las aves utilizan estaciones en las áreas donde ellas puedan dormir y rellenar su recarga energética. La duración de esta estancia en estos sitios acumula aproximadamente el 80% del tiempo de migración. La disponibilidad de alimentos puede ser la mayor restricción para recuperar estas reservas de energía requeridas para continuar con la migración (Ferreti et al, 2019).

Los macroinvertebrados bentónicos son utilizados como fuente de alimento, dentro de ellos tenemos los moluscos, después de los artrópodos, constituyen el grupo más diverso en el reino animal. Hay descritas cerca de 93,000 especies, incluyendo algunos de los invertebrados más conocidos como las caracolas o los pulpos (Brusca & Brusca, 2005). El término bento se usa para designar a las comunidades asociadas a la interfase agua-material sólido, de la cubeta de un lago o río (Infante A, 1992).

El sistema lagunar de Tisma es un área protegida, es de mucha importancia por su diversidad biológica, en especial por la variedad de aves y recursos acuáticos (Gutiérrez Torrez & Rueda Hernández, 2000), de ahí la importancia de conservar esta área como fuente de energía para estas aves.

El aviturismo en Nicaragua no es aún una práctica a gran escala, pero poco a poco comienza a ser popular y a considerarse como uno de los futuros atractivos ecoturísticos más grandes a nivel nacional. Como actividad turística, el avistamiento de aves presenta un positivo bajo impacto ambiental (el caminar silenciosamente en reservas naturales causa insignificantes perturbaciones a la biodiversidad), así como otras tantas buenas consecuencias socio-económicas (Aviturismo, 2018).

El estudio tiene como objetivo la identificación de los Macroinvertebrados que están presente en el sitio, que son fuentes de alimentos de estas aves, que utilizan la laguna como un punto de alimento que brinda la suficiente energía para continuar su vuelo, hasta su sitio final.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Caracterizar la diversidad biológica de la comunidad de invertebrados bentónicos como alimento para aves playeras migratorias en el sitio Ramsar humedal de Tisma.

2.2 Objetivos Específicos:

Determinar la composición taxonómica y densidad poblacional de los invertebrados bentónicos.

Comparar la diversidad biológica de las familias de invertebrados bentónicos de los sitios muestreados con el índice de Simpson.

Contrastar la similitud biológica de las familias de invertebrados bentónicos de los sitios muestreados con el coeficiente de Jaccard.

Catalogar las aves playeras migratorias que visitaron el sitio Ramsar humedal de Tisma.

III. MARCO DE REFERENCIAS

3.2 Antecedentes

3.2.1 Aves migratorias en el país.

En 1966, Holmes menciona que “Todos los años cerca de cincuenta especies de aves playeras migratorias incluyendo: chorlos, playeritos, avocetas y falaropos (conocidos en Nicaragua como tigüises) se reproducen en la parte norte del continente americano. Una característica generalizada de estas especies es la migración, por lo cual pasan el invierno boreal, en busca de condiciones menos extremas. Durante la primavera, verano y otoño, grandes números de aves playeras se concentran en las costas e islas en áreas designadas como sitios de escala o estación” (Citado por Aguilar Arroyo y López Osorto, 2000).

De acuerdo a una recopilación preliminar de Birdlife International (2006), en Centroamérica se registran un total de 210 especies migratorias neárticas (el 62% de todas las especies de América), de las cuales 190 especies han sido registradas en Nicaragua. 32 de ellas tienen poblaciones migratorias y residentes, 121 invernan en el país y 37 son transeúntes (Morales *et ál.* 2007). Por regiones, se han registrado 126 en la región del Pacífico, 112 en el centro - norte y 96 en el Caribe.

En la región del Pacífico, 22 especies acumulan el mayor número de registros, entre las cuales se pueden encontrar las cercetas aliazul (*Anas discors*) y común (*A. crecca*), el porrón menudo (*Aythya affinis*), los zorzales ustulado (*Catharus ustulatus*) y grande (*Hylocichla mustelina*) y el azulito multicolor (*Passerina ciris*). En la región centro-norte se encuentran varias especies exclusivas de esta área, como las reinitas pechinegras (*Dendroica chrysoparia*) y atigrada (*D. tigrina*), así como el pocoyo gritón (*Caprimulgus vociferus*) (Morales, Zolotoff, y Torrez, 2009).

La Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP) es una estrategia de conservación internacional cuya misión es conservar las especies de aves playeras y sus hábitats mediante una red de sitios clave en todo el continente americano. Actualmente se

han designado 90 sitios en 13 países a lo largo del continente. De éstos, 17 (19%) están en México y 12 (13%) de ellos en el noroeste (Carmona, et al, 2015).

La Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP) designa tres categorías de Reservas de aves playeras áreas de importancia hemisférica (500,000 aves playeras por año o al menos el 30% de la población biogeográfica), Áreas de importancia internacional (100,000 aves playeras por año o al menos el 10% de la población biogeográfica) y regional (al menos 20,000 aves playeras por año y el 1% de la población) (Senner et al., 2017).

3.2 Marco Teórico.

Las aves migratorias que provienen desde Norteamérica, hasta América del Sur, lo hacen desde sus lugares de nidificación y cría a las de invernada, motivada por la escasez de alimento y por una baja en las temperaturas. La migración comprende una gran variedad de órdenes de especies como: *Paseriformes*, *Anseriformes*, *Falconiformes*, *Charadeiformes*. Es importante mencionar que muchas aves, se van quedando en el camino, en países de Centroamérica y los países del norte de América del Sur (Servicio Agrícola y Ganadero, 2015).

Ocampo Peñuela (2010) describió que, el comportamiento migratorio es un movimiento persistente y directo llevado a cabo por los esfuerzos locomotores propios de un animal o por su embarque activo en un vehículo. Depende de alguna inhibición temporal de las respuestas propias del mantenimiento de un territorio o un ámbito doméstico, pero promueve su recurrencia y desinhibición eventual.

Las características que diferencian a la migración de cualquier otro movimiento habitual de los animales son que:

- 1) Involucra el desplazamiento persistente de una población o de un grupo de individuos de la misma especie, su duración y alcance son muy superiores a las de los movimientos que llevan a cabo las especies para la dispersión de individuos juveniles, el mantenimiento de un territorio o durante sus recorridos rutinarios alrededor de un ámbito doméstico.

2) Es un movimiento direccional, las especies migratorias tienen un destino definido de su viaje.

3) La supresión inicial o inhibición de respuestas a estímulos particulares; incluso cuando las condiciones son ideales las especies migratorias emprenden su jornada de vuelta a los terrenos reproductivos; o por ejemplo algunas aves mientras vuelan en rutas migratorias no se alimentan, hasta llegar a su destino final.

4) El desarrollo de patrones de actividad particular para la partida o la llegada de los animales. Muchas especies migratorias alteran sus comportamientos normales mientras están migrando: algunas aves diurnas vuelan de noche para evitar predadores rapaces, que normalmente son solitarias se vuelven gregarias para emprender las largas jornadas, y en muchas aves se evidencia la "inquietud migratoria", una alteración del comportamiento en la que los individuos permanecen alterados y moviéndose rápidamente en los días próximos a su partida.

5) La asignación de energía para propiciar el desplazamiento. Muchas aves acumulan reservas de grasa que son metabolizadas durante la migración, permitiendo los extensos viajes sin paradas de aprovisionamiento; adicionalmente algunas aves suspenden procesos fisiológicos que demandan energía para ahorrar en su travesía (p. 189)

3.3 Marco Conceptual.

Migración de Aves: Es el movimiento periódico de individuos entre un sitio (áreas de reproducción) y otro (áreas de invernada o descanso) (F. Petracci, Canevari, & Bremer, 2005).

Migración Vertical: Desplazamiento altitudinal dentro de una misma región, generalmente en respuesta a la disponibilidad estacional del recurso (Ocampo Peñuela, 2010).

Migración Horizontal: Desplazamiento dentro de un cinturón latitudinal, en respuesta a la disponibilidad de hábitat o a la presencia de recursos abundantes en parches específicos (Ocampo Peñuela, 2010).

Migración Latitudinal: Movimiento estacional entre continentes o al menos con un cambio significativo en latitud (Ocampo Peñuela, 2010).

Humedal: Son las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

Macroinvertebrados Bentónicos: Son organismos que, por sus características, tanto a nivel individual como de comunidad, son considerados como eficientes bioindicadores de la calidad de los cuerpos de agua, los principales son moluscos, larvas de insectos y crustáceos (Gutiérrez Tórrez y Rueda Hernández, 2002).

Índices de Dominancia: Son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

Índice de Simpson: Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001).

Coefficiente de similitud/disimilitud: Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (Moreno, 2001).

Coefficiente de similitud de Jaccard: El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Generalidades del área de estudio.

4.1.1 Ubicación del área y fecha de estudio.

La Laguna de Tisma está ubicada en el Municipio de Tisma departamento de Masaya, el área de Laguna se encuentra junto al río Tipitapa, entre el lago de Managua y el lago de Nicaragua y comprende el curso medio del río Tipitapa más los humedales aledaños comprendidos entre éste y la costa noroeste del Lago de Nicaragua, también abarca las lagunetas y pantanos de El Genízaro teniendo una extensión de 102.95 Km², centrandó este estudio en la parte perteneciente a Masaya, durante los meses de septiembre a diciembre (Reserva natural laguna de tisma, s.f.).

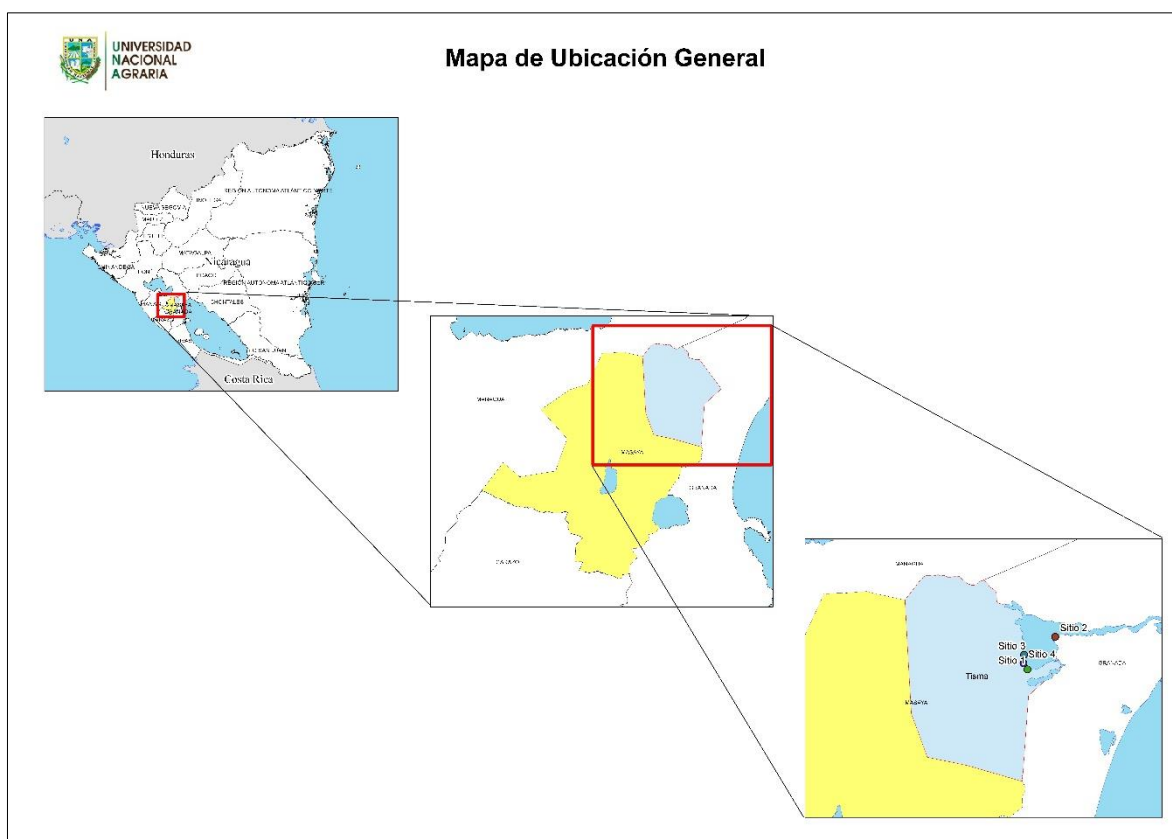


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

4.1.2 Aspectos biofísicos del área de estudio.

Geología.

Se origina del terciario - cuaternario con materiales de tobas, aglomerados, lapilli y cenizas compactadas, también está formada por el cuaternario - aluvial de materiales inconsolidados moderadamente sementados de arena, limo y grava, depósitos aluviales constituidos por limos en forma de dunas de 10m. de espesor (Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua, 2000).

Suelo.

Muy superficiales a superficiales, tienen una tabla de agua con una profundidad de 25 a 40cm, textura arcillosa a pesada, drenaje imperfecto, inundaciones muy frecuentes a severa y permanentes (Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua, 2000).

Uso actual del suelo: Vegetación arbustiva, vegetación herbácea y gramíneas, vegetación de pantanos y vegetación de cuerpos de aguas (Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua, 2000).

Clima.

La precipitación pluvial anual es de unos 1,200 mm, concentrada principalmente durante el semestre lluvioso, la temperatura media anual de los territorios alrededor de la laguna es de 27°C, en una zona tropical zona (Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua, 2000).

Flora.

- Vegetación de cuerpos con aguas permanentes.

Se caracteriza por presentar una vegetación flotante propias de esta agua, predominando; la Lechuga de agua *Pista stratiotes* y Jacinto de agua *Eichornia crassipe*, estas se encuentran en gran abundancia tanto en la laguna y lagunetas como en las zonas pantanosas. Formando

una densa capa vegetal que cubre el espejo de agua de las zonas donde emergen (Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua, 2000).

- Vegetación de suelos pantanosos.

Esta se caracteriza por tener especies emergentes, constituyendo extensas formaciones vegetales predominando el Tule *Typha latifolia*, Junquillo *Selrpuslacustris*; encontramos también formaciones extensas de Tamarindo montero *Parkinsonia aculeata*, y en menor proporción Botoncito blanco *Melanthera hastata*, Palma Paseña *Sabal mexicana*, y grandes proporciones de Lechuga de agua *Pista stratiotes* y Jacinto de agua *Eichornia crassipe* (Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua, 2000).

- Vegetación de tierras sujetas a inundación.

Está caracterizada por especies propias o indicadoras del bosque seco tropical, asociadas con pastos naturales; predominan el Nacascolo *Caesalpinia coriaria*, Papaturro *Coccoloba caracasana*, Guácimo de Ternero *Guazumo ulmifolia*, Ceiba *Ceiba pentandra*, Vainillo *Senna atomaria*, Tiguilote *Cordia dentata*, Cimarra *Jacquina aurantica*, Aromo *Acasia farnesiana*, entre otros (Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua, 2000).

Fauna.

La comunidad más sobresaliente de este humedal es la avifauna migratoria, como residente; merecen especial mención ya que son blancos de los cazadores que entran al sitio y las repercusiones de la actividad del cultivo del arroz. Las especies, Cuaca *Ncticorax ncticorax*, Paloma ala blanca *Zenaida asiatica* y Paloma llanera *Zenaida macroura*, que migran de Norte América, se radican en los pantanos de Tisma por períodos de tres meses que va de noviembre a enero: la Garza del ganado *Bubulcus ibis*, cosmopolita se considera residente por la adaptación que ha tenido en esta zona (Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua, 2000).

Hidrología.

El aporte está ubicado en el área de la meseta de los pueblos donde el agua subterránea se encuentra en las cotas de más de 400 m.s.n.m, drenando un porcentaje al río Tipitapa y la otra hacia el Lago de Nicaragua, esto se une al registro anual de recarga que es de 914.1 millones de m³ anuales significando un flujo unitario de 10 Lts /Seg / Km, con respecto al área. El flujo base de las corrientes permanentes del área, la alimentación subterránea para Lagos y Lagunas, reserva del sistema acuífero y volumen disponible está estimado en 508.2 millones m³.

Descarga: Actualmente el acuífero pierde por percolación profunda y extracciones (mediante bombeo) 405.9 millones m³ significando el 44% de la recarga. Esto incide en los cuerpos de agua del humedal.

Profundidad: con respecto a la profundidad subterránea en el entorno de la Laguna de Tisma el nivel del terreno varía de 1 a 10 m, y en el área de descarga cercana a los Lagos la profundidad alcanza valores menores de 1 m. Fluctuaciones de nivel y permanencia de agua: Las variaciones del nivel de la Laguna fluctúan en 0.35 millones m³ de forma estacional, lo cual implica una conexión directa y dependiente de las aguas subterráneas, para todo el acuífero el abatimiento es del orden de 0.40 millones m³ anuales como promedio, también se han determinado descensos regionales del acuífero del orden de 0.96 millones m³ anuales como promedio.

Cuenca de escurrimiento y de captación hídrica: el acuífero La Sierra tiene tres direcciones de escurrimiento: hacia el pacífico, el Lago Xolotlán y Lago Cocibolca. El Lago Xolotlán es la principal amenaza para el acuífero afectando la Laguna ya que este la contamina con los desechos domésticos, industriales y pluviales. La lámina de escurrimiento de la subcuenca es de 300 millones m³ anuales con una infiltración de 235 millones m³ anuales, el escurrimiento subterráneo saliente para el acuífero de esta cuenca Masaya – Tisma es de 68.1 millones de m³.

La captación hídrica está en dependencia de las características hidráulicas, las cuales en el área de recarga se estima un espesor de 600 m^3 para el espesor del acuífero. En el área de descarga cerca del Lago Xolotlán y la Laguna de Tisma, se tiene evidencia de que el basamento del acuífero se encuentra a un poco más de 280 m^3 , lógicamente en la zona de la Laguna de Tisma, los mayores valores se alcanzan en la parte Sur caracterizados por transmisividad y permeabilidad alta (MARENA, 2018).

4.2 Diseño Metodológico.

En el sitio Ramsar Laguna de Tisma se establecieron 4 sitios de muestreos, con 2 parcelas de 1 m^2 por cada sitio y un área total de 2 m^2 por sitio. Los sitios de muestreos se seleccionaron estratégicamente y se tomó como criterios de selección: el acceso a los sitios, cantidad de aves el principal indicador de fuente de alimentos en los sitios, tomando en cuenta: la convergencia de las aves migratorias que permitió determinar la distribución espacio-temporal en la composición y abundancia de las especies de macroinvertebrados bentónicos del fango de la Laguna de Tisma, se seleccionó los diferentes microhábitats más marcados en los sitios que son utilizados como fuente de alimentos de aves migratorias.

4.2.1 Criterio de selección del sitio de muestreo.

Para el reconocimiento de áreas potenciales se realizó un recorrido en toda la Laguna de Tisma para establecer sitios de muestreo, siendo seleccionados por criterios de accesibilidad al sitio, vegetación, profundidad, e incidencia de aves migratorias (indicador de disponibilidad de alimento en el área), así logrando abarcar diferentes tipos de microhábitat de macroinvertebrados de la Laguna de Tisma mejorando la distribución de las muestras. Según Alba, Pardo, Prat y Pujante (2005), los sitios de muestreos se caracterizan en 5 hábitat fluviales, siendo estos: macrófitos sumergidos o emergente, rápidos sobre sustratos duros, orillas vegetadas, detritos (hojarasca, ramas, madera) y pozas; en la Laguna de Tisma se identificaron 2, los cuales son: Orillas vegetadas y Detritos (hojarasca, rama, madera). La estación de muestreo comprende un tramo fluvial representativo de la masa de agua a la que pertenece aproximada a 100 m de longitud.

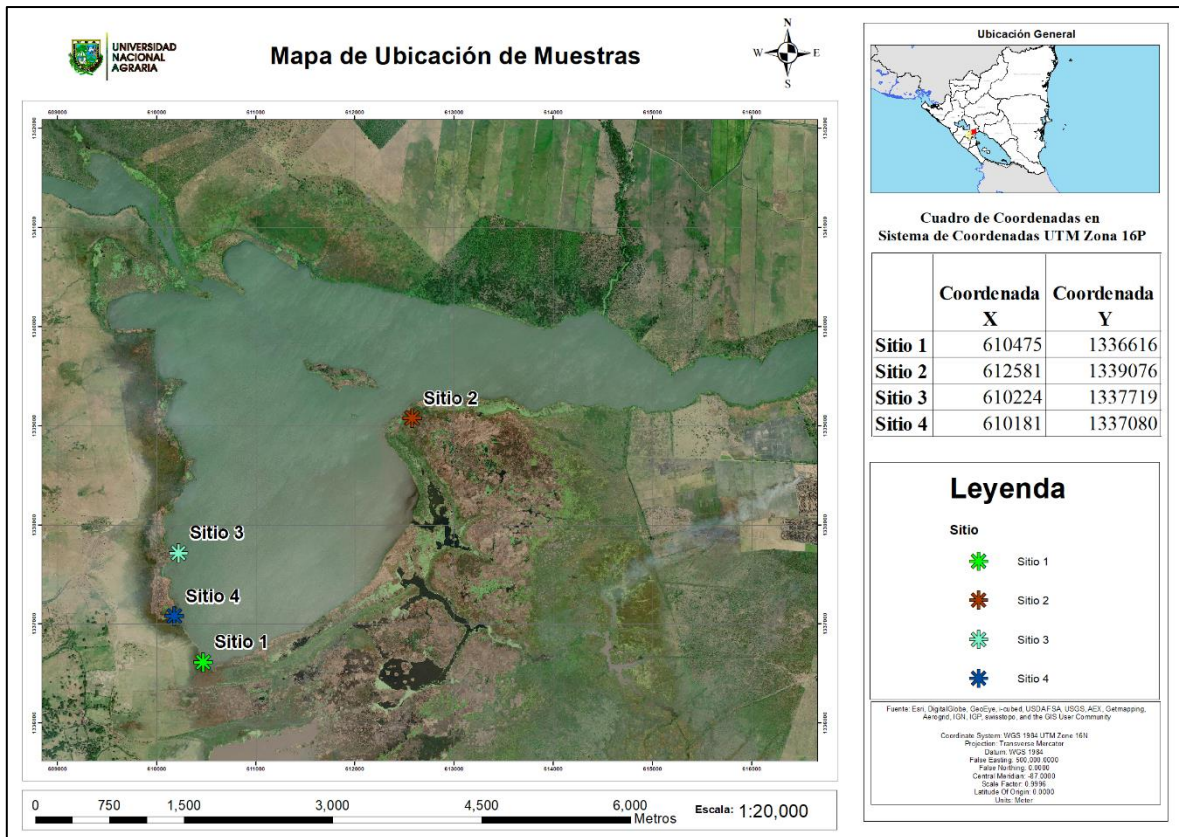


Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de colecta de muestras.

4.2.2 Población y Muestra.

Según Infante (1992), el humedal del sitio Ramsar Laguna de Tisma, es un ecosistema, el cual sirve como hábitats a muchas especies de aves e invertebrados bentónicos residentes de los sedimentos acuáticos.

La población del estudio está compuesta por las familias de Macroinvertebrados bentónicos de la Laguna de Tisma, de las cuales las de mayor densidad poblacional fueron de las familias Hydrobiidae y Planorbidae. Los datos de aves migratorias que visitaron la zona fueron obtenidos de la base de datos de la página web GBIF (<https://www.gbif.org>), que colecciona los datos de diferentes fuentes, donde se realizan muestreos y observación de la biodiversidad, los datos de aves fueron registrados por eBird - Observation Dataset (<https://science.ebird.org/en/use-ebird-data/download-ebird-data-products>)

4.2.3 Establecimiento de las parcelas.

Debido a que el sitio Ramsar Laguna de Tisma posee una costa de aproximadamente 8 km, se establecieron 4 sitios de muestreos, con 2 parcelas de 1m² por cada sitio para un área total de 2 m² por sitio, tratando de abarcar el espacio donde se alimentan las aves migratorias, los sitios de muestreo fueron seleccionados estratégicamente tomando en cuenta la convergencia de las aves migratorias. Se muestreó una vez al inicio de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, estando la estación lluviosa en estos meses, y que es el tiempo de permanencia en el país de las aves migratorias. Los muestreos se realizaron durante la mañana. Por cada sitio de muestreo se tomó 4 muestras de sedimentos, utilizando un tubo de PVC con una altura de 15 cm y con un área de captura de 17.3 cm².

4.3 Variables evaluadas.

4.3.1 Levantamiento de muestras en campo.

4.3.1.1 Macroinvertebrados bentónicos

Los sedimentos como muestras del colector de PVC se depositaron en bolsas plásticas dobles de cinco libras, siendo éstas rotuladas con la siguiente información de campo: lugar, sitio, punto de muestreo, fecha de recolección y observación (breve descripción del sitio).

4.3.2 Levantamiento de datos en laboratorio.

Preparación y Manipulación de muestras.

Cada muestra se juntó para dejar una sola muestra para el mes y sitio de muestreo y se filtró a través de un colador con una malla de luz de 1 mm, con el propósito de remover el exceso de sedimento, cada muestra se almacenó en recipientes de 800 ml con alcohol al 95%, se etiquetó cada recipiente con información recolectada del sitio, siendo estas: lugar, sitio de muestreo y la fecha de recolección de la muestra.

Análisis de muestra de individuos bentónicos.

La muestra se separó, en un plato Petri con la ayuda de un estereoscopio, se contó e identificó cada uno de los organismos bentónicos.

Los organismos se identificaron con guías ilustradas de Moluscos (López de la Fuente y Urcuyo Ramos, 2009; Nieto-Bernal, Chasqui V., Rodríguez R., Castro G., e I. Gil-Agudelo, 2012; Brusca & Brusca, 2005; Hernández Quinta et al, y se utilizó un estudio de la composición de la laguna de Tisma, (Gutiérrez Torrez y Rueda Hernández, 2000), los organismos identificados se llevaron hasta el nivel de familia, exceptuando los individuos de la clase Ostracoda, esta clase tiene reporte solo en el Río Grande de Matagalpa, Lago Cocibolca y ahora en la Laguna de Tisma quedando identificado hasta Clase, cada individuo se identificó hasta el nivel de familia y cuantificados en una hoja de observación. Los individuos observados e identificados se depositaron en viales con capacidad de 20 ml, en alcohol al 95%.

4.4 Análisis de Datos.

4.4.1 Densidad poblacional.

El objetivo de calcular la densidad poblacional de cada sitio es determinar cuáles sitios tienen más potencial de fuente de alimentación en base a su densidad de macro invertebrados, debido a que los macroinvertebrados están fuertemente ligados a bioindicadores de calidad de agua estos datos sirvan como base para determinar la calidad en los hábitat de los sitios de muestreo, para calcular la densidad poblacional se utilizó la siguiente fórmula (Aguilar Arroyo & López Osorto, 2000):

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Núm. Ind.}}{\text{Área total}}$$

Donde:

Núm. Ind. = Es el número de Individuos contabilizados en total.

Área total = Es el área sumada de las parcelas de muestreo expresada en m².

4.4.2 Prueba de Normalidad

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk dado que la cantidad de muestras es inferior a las 50, para determinar la normalidad ajustada a los datos de densidad de individuos en las muestras se utilizó la siguiente fórmula (Hanusz, Tarasinska, & Zielinski, 2016).

$$W = \frac{(\sum_i^n \alpha_i X_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Donde:

X = Es el valor de la muestra.

α = Es el valor del coeficiente de confianza tabulado.

4.4.3 Prueba estadística

Para el cálculo estadístico se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal & Wallis (2005):

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Donde:

N = Rango de todas las observaciones ordenando desde los valores más bajos a los más altos.

R = El promedio de los rangos de los datos de cada muestra.

n = Número de observaciones en la muestra.

4.4.3 Índice de Diversidad.

Con el objetivo de indicar cuales de los sitios de muestreo están siendo dominados (indicador de menos potencial alimenticio por su baja diversidad) se utilizó el índice de dominancia de Simpson (1949) descritos a continuación:

Índice de dominancia Simpson (Moreno, 2001).:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie.

i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

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

Donde:

n_i = número de individuos de la especie i .

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

4.4.4 Índice de Similitud.

Para determinar aquellos sitios con más similitud en su fauna bentónica siendo esto un indicador de la conexión que tienen estos sitios en base a su similitud.

Índice de Similitud de Jaccard (Moreno, 2001)

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a: Número de Taxas de invertebrados en el microhabitat A.

b: Número de Taxas de invertebrados en el microhabitat B.

c: Número total de Taxas comunes en los micros hábitat

V. RESULTADOS Y DISCUSION

De las muestras de sedimentos en cada uno de los sitios, se obtuvieron un total de 16 muestras, desde el mes de septiembre hasta diciembre en los 4 sitios seleccionados. El resultado de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indica que la variable de densidad poblacional no sigue una distribución normal; $W(16) = 0.768$; $p = 0.001$, dado que “ p ” no es mayor a $\alpha = 0.05$ indica que los datos de densidad no siguen una normalidad, por tanto se utilizó una prueba estadística no paramétrica con Kruskal-Wallis tomando como categorías de agrupación los sitios de muestreo.

El resultado demuestra que son datos estadísticamente significativos, $H(3) = 9.816$; $p = 0.02$, podemos concluir con una significancia del 5%, que hay una diferencia significativa en las medias de las muestras de cada sitio, es decir que la distribución de las densidades de individuos con los meses de muestreo difiere en cada sitio, donde “Molina Arias, 2017” nos dice que el valor de “ p ” indica si hay una diferencia o no en los grupos, cuyo resultado será más fiable cuanto menor sea “ p ” de 0.05, es lo suficientemente improbable que el valor de las muestras se deba al azar, si “ P ” es mayor que 0.05 no se tiene la confianza para poder negar que la diferencia de los valores reales del muestreo sea obra del azar.

5.1 Composición taxonómica y densidad poblacional de Macroinvertebrados bentónicos

Se colectaron un total de 12 muestras en 4 sitios de muestreo durante los meses de septiembre hasta diciembre, los cuales están agrupados en 7 familias, 5 órdenes, 3 clases y 2 filos; la familia más representativa fué la Hydrobiidae con un promedio de 32,512 Ind/m².

En el Sitio 1 se registró una riqueza taxonómica de 6 familias, 5 órdenes, 3 clases y 2 filos, siendo la Familia Thiariidae la única ausente. En el Sitio 2 se registró una riqueza taxonómica de 5 familias, 4 órdenes, 2 clases y 1 filo. En el Sitio 3 se registró una riqueza taxonómica de 7 familias, 5 órdenes, 3 clases y 2 filos, este sitio es el que contiene todas las familias identificadas, indicando que es el sitio con más diversidad. La riqueza en el Sitio 4, se encontraron, 4 familias, 3 órdenes, 2 2lases, 2 filos.

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de las familias encontradas durante el muestreo

Phylum	Clase	Orden	Familia	Sitio encontrado
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae Physidae	1, 2, 3, 4
		Architaenioglossa	Ampullariidae	1, 2, 3, 4
		Neotaenioglossa	Hydrobiidae	1, 2, 3, 4
			Thiaridae	3
		Stylommatophora	Succineidae	1, 3
Bivalva	Sphaeriida	Sphaeriidae	1, 2, 3	
Arthropoda	Ostracoda			1, 3, 4

5.2 Densidad poblacional de Macroinvertebrados bentónicos.

Se registró un promedio general de 33,456 Ind/m² para el Phylum Mollusca, mostrando similitud con los datos reportados en el estudio de (Gutiérrez Tórrez y Rueda Hernández, 2000) que registró 30,192 Ind/m², siendo la familia Hydrobiidae con la mayor densidad poblacional promedio de 130,048 Ind/m², y el mes de septiembre con mayor densidad con 213,981 Ind/m² y noviembre la más baja con 50,216 Ind/m² esto se debe a que hubo una mayor precipitación, aumentando los márgenes de la laguna y arrastrando a los individuos de invertebrados bentónicos hacia otros lugares. Las densidades poblacionales más bajas las registró la familia Thiaridae con apenas 120 Ind/m² y el mes de octubre con la densidad de más alta con 253 Ind/m² y registrando ausencia de observación en el mes de noviembre.

5.2.1 Densidad poblacional del sitio 1

Durante el mes de septiembre se registró un total 245,951 Ind/m², siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 234,826 Ind/m², representando el 95.48% de individuos, seguido por la familia Ampullariidae con 4,046 Ind/m², representando 1.65%, la clase Ostracoda con menor cantidad de individuos con 722 Ind/m², representando 0.29% de individuos, registró ausencia de las familias Thiaridae y Esphaeriidae.

Durante el mes de octubre se registró un total de 8,669 Ind/m², en este sitio se encontraron solo 3 familias, siendo la familia Planorbidae con mayor número de individuos con 5,780 Ind/m², representando el 66.67% de individuos, seguido por la familia Hydrobiidae con 2,745 Ind/m², representando 31.66% de individuos, la familia Ampullariidae con menor cantidad

de individuos con 144 Ind/m², representando solo el 1.66%, registró ausencia de individuos de las familia Thiaridae, Physidae, Succineidae, Esphaeriidae y Ostracoda.

Durante el mes de noviembre se registró un total de 74,997 Ind/m² siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 69,653 Ind/m², representando el 92.87% de individuos, seguido la familia Physidae con 1,878 Ind/m², representando 2.50% de individuos, las familias Succineidae, Esphaeriidae, Ostracoda con menor cantidad de individuos con 144 Ind/m² representando cada una con 0.19%, registró ausencia de individuos de la familia Thiaridae.

Durante el mes de diciembre se registró un total de 6,214 Ind/m², siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 4,046 Ind/m², representando el 65.13% de individuos, seguido por la familia Ampullariidae con 1,156 Ind/m², representando el 18.61% de individuos, las familias Physidae y Succineidae con 144 Ind/m², representado cada una con 2.32%, registró ausencia de individuos de las familias Thiaridae, Esphaeriidae y Ostracoda.

De las familias encontradas en el sitio 1, la que mayor densidad poblacional tiene es la familia Hydrobiidae durante los meses de septiembre, noviembre y diciembre, y la familia Planorbidae en octubre siendo estas las familias que mayor aporte energético brindan a las especies de aves migratorias playeras.

Cuadro 2. Cantidad de individuos encontrados por familia en cada mes en el sitio 1

Familia	Ind/m ²				Total general	Abundancia Relativa (%)			
	Sept	Oct.	Nov.	Dic.		Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Planorbidae	3,034	5,780	1,734	722	11,270	1.23	66.67	2.31	11.62
Ampullariidae	4,046	144	1,300	1,156	6,646	1.65	1.66	1.73	18.61
Hydrobiidae	234,826	2,745	69,653	4,046	311,270	95.48	31.66	92.87	65.13
Thiaridae					-				
Physidae	1,300		1,878	144	3,322	0.53		2.50	2.32
Succineidae	2,023		144	144	2,311	0.82		0.19	2.32
Sphaeriidae			144		144			0.19	

Ostracoda	722		144		866	0.29		0.19	
Total general	245,951	8,669	74,997	6,212	335,829	100	100	100	100

5.2.2 Densidad poblacional del sitio 2

Durante el mes de septiembre se registró un total 576 Ind/m², en este mes se encontró cuatro familias cada una con 144 Ind/m², registró ausencia de las familias Thiaridae, Physidae, Succineidae y Ostracodas.

Durante el mes de octubre se registró un total de 433 Ind/m², se encontraron solo 2 familias, siendo la Ampullariidae con mayor número de individuos con 289 Ind/m², representando el 66.74% de individuos y la Physidae con 144 Ind/m², representando el 33.26% de individuos, se registró ausencia de individuos en las familias Planorbidae, Hydrobiidae, Thiaridae, Succineidae, Esphaeriidae y Ostracodas.

Durante el mes de noviembre se registró un total de 5,345 Ind/m², siendo la familia Physidae con mayor número de individuos con 3,612 Ind/m², representando 67.58% de individuos, la familia Hydrobiidae con menor número de individuos con 144 Ind/m², representando el 2.69% de individuos, se registró ausencia de las familias Thiaridae, Succineidae, Esphaeriidae y Ostracoda.

Durante el mes de diciembre se registró un total de 1,010 Ind/m², se encontraron 3 familias, siendo la Hydrobiidae con mayor número de individuos con 722 Ind/m², representando el 71.49% de individuos, las familias Planorbidae y Ampullariidae cada una con 144 Ind/m², representando cada una el 14.26% de individuos, se registró ausencia de las familias Thiaridae, Physidae, Succineidae, Esphaeriidae, Ostracoda.

De los sitios muestreados el sitio 2 fue el que menor número de individuos reportó en comparación a las densidades poblacionales de los otros sitios de muestreo, esto debido a la baja calidad del sitio como hábitat, el sitio presentó mayor cantidad de materia orgánica, siendo evidente durante el levantamiento de las muestras en la que se presentó más cantidad en el sedimento que en los otros sitios, las familias con más número de individuos fueron las Hydrobiidae y Physidae, pero en menor cantidad respecto a los demás sitios, según (Gutiérrez

Tórrez & Rueda Hernández, 2002) son familias que resisten alto grados de contaminación mayor, la familia Physidae vive en ambientes con muchas sales, como indicador de aguas duras y alcalinas, algunas especies viven con vegetación acuática y restos orgánicos.

Cuadro 3. Cantidad de individuos encontrados por familia en cada mes en el sitio 2

Familia	Ind/m ²				Total general	Abundancia Relativa (%)			
	Sept	Oct.	Nov.	Dic.		Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Planorbidae	144		867	144	1,155	25.00		16.22	14.26
Ampullariidae	144	289	722	144	1,299	25.00	66.74	13.51	14.26
Hydrobiidae	144		144	722	1,010	25.00		2.69	71.49
Thiaridae					0				
Physidae		144	3,612		3,756		33.26	67.58	
Succineidae					0				
Sphaeriidae	144				144	25.00			
Ostracoda					0				
Total general	576	433	5,345	1,010	7,364	100	100	100	100

5.2.3 Densidad poblacional del sitio 3

Durante el mes de septiembre se registró un total de 237,859 Ind/m², encontrando todas las familias, siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 229,190 Ind/m², representando el 96.36% de individuos, seguido por la familia Planorbidae con 3,468 Ind/m², representando el 1.466% de individuos, la clase Ostracoda alcanzando el menor número de individuos con 144 Ind/m², representando el 0.06% de individuos.

Durante el mes de octubre se registró un total de 446,384 Ind/m², siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 440,606 Ind/m², representando el 98.71% de individuos, seguido por la familia Ampullariidae con 1,878 Ind/m², representando el 0.42% de individuos, la familia Succinedae con menor número de individuos con 722 Ind/m², representando 0.16% de individuos, registró ausencia de las familias Esphaeriidae y Ostracoda.

Durante el mes de noviembre se registró un total de 58,958 Ind/m², siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 56,213 Ind/m², representando el 95.34%

de individuos, seguido por la familia Planorbiidae con 1,011 Ind/m², representando el 2.20% de individuos, la familia Succineidae con menor número de individuos con 289 Ind/m², se registró ausencia de las familias Thiaridae, Physidae, Esphaeriidae y Ostracoda.

Durante el mes de diciembre se registró un total de 85,981 Ind/m², siendo la Hydrobiidae con mayor número de individuos con 82,658 Ind/m², representando el 96.14% de individuos, seguido por la familia Planorbiidae con 2,023 Ind/m², representando el 2.35% de individuos, la Thiaridae con el menor número de individuos con 144 Ind/m², representando el 0.17% de individuos, se registró ausencia de las familias Succineidae, Esphaeriidae, Ostracodas.

De las familias encontradas en el sitio 3, la que mayor densidad poblacional tiene es la familia Hydrobiidae en todos los meses de muestreo aportando más del 95% de las densidades de poblacionales en comparación a las otras familias, esta es la familia que mayor aporte energético brindan a las especies de aves migratorias playeras.

Cuadro 4. Cantidad de individuos encontrados por familia en cada mes en el sitio 3.

Familia	Ind/m ²				Total general	Abundancia Relativa (%)			
	Sept	Oct.	Nov.	Dic.		Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Planorbidae	3,468	1,011	1,300	2,023	7,802	1.46	0.23	2.20	2.35
Ampullariidae	289	1,878	1,156	578	3,901	0.12	0.42	1.96	0.67
Hydrobiidae	229,190	440,606	56,213	82,658	808,667	96.36	98.71	95.34	96.14
Thiaridae	289	1,011		144	1,444	0.12	0.23		0.17
Physidae	867	1,156		578	2,601	0.36	0.26		0.67
Succineidae	2,745	722	289		3,756	1.15	0.16	0.49	
Sphaeriidae	867				867	0.36			
Ostracoda	144				144	0.06			
Total general	237,859	446,384	58,958	85,981	829,182	100	100	100	100

5.2.4 Densidad poblacional del sitio 4

Durante el mes de septiembre se registró un total de 394,796 Ind/m², siendo la Hydrobiidae con mayor número de individuos con 391,763 Ind/m², representando el 99.23% de individuos, seguido por la familia Planorbidae con 1,300 Ind/m², representando el 0.33% de individuos, las familias Physidae y Ostracoda con el menor número de individuos cada una con 433 Ind/m², representando el 0.11% de individuos, se registró ausencia de individuos de las familias Thiaridae, Succineidae, Esphaeriidae.

Durante el mes de octubre se registró un total de 47,686 Ind/m², se encontró solo 3 familias, siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 45,086 Ind/m², representando el 94.55% de individuos, seguido por la familia Planorbidae con 1,878 Ind/m², representando el 3.94% de individuos, la familia Ampullariidae con menor número de individuos con 722 Ind/m², representando el 1.51% de individuos, se registró ausencia de las familias Thiaridae, Physidae, Succineidae, Esphaeriidae y Ostracoda.

Durante el mes de noviembre se registró un total de 75,722 Ind/m², se encontró solo 4 familias, siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 74,855 Ind/m², representando el 98.86% de individuos, seguido por las familias Planorbidae, Ampullariidae y Physidae cada una con 289 Ind/m², representando cada una el 0.38% de individuos, se registró ausencia de las familias Thiaridae, Succineidae, Esphaeriidae y Ostracoda.

Durante el mes de diciembre se registró un total de 450,432 Ind/m², se encontró solo 4 familias, siendo la familia Hydrobiidae con mayor número de individuos con 448,121 Ind/m², representando el 99.49% de individuos, seguido por la familia Planorbidae con 1,734 Ind/m², representando el 0.38% de individuos, la familia Ampullariidae con menor número de individuos con 144 Ind/m², representando solo el 0.03% de individuos, se registró ausencia de las familias Thiaridae, Succineidae, Esphaeriidae y Ostracoda

De las familias encontradas en el sitio 4, sigue el patron del sitio 3, la familia que mayor densidad poblacional tiene es la familia Hydrobiidae en todos los meses de muestreo aportando más del 94% de las densidades de poblacionales en comparación a las otras

familias, esta es la familia que mayor aporte energético brindan a las especies de aves migratorias playeras.

Cuadro 5. Cantidad de individuos encontrados por familia en cada mes en el sitio 4

Familia	Ind/m ²				Total general	Abundancia Relativa (%)			
	Sept	Oct.	Nov.	Dic.		Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Planorbidae	1,300	1,878	289	1,734	5,201	0.33	3.94	0.38	0.38
Ampullariidae	867	722	289	144	2,022	0.22	1.51	0.38	0.03
Hydrobiidae	391,763	45,086	74,855	448,121	959,825	99.23	94.55	98.86	99.49
Thiaridae					0				
Physidae	433		289	433	1,155	0.11		0.38	0.10
Succineidae					0				
Sphaeriidae					0				
Ostracoda	433				433	0.11			
Total general	394,796	47,686	75,722	450,432	968,636	100	100	100	100

5.3 Comparación de diversidad biológica de los sitios.

Durante el mes de septiembre con base a los resultados obtenidos, se registró que el índice de diversidad de Simpson (λ) fue mayor para el Sitio 2 ($\lambda = 0.75$), indicando que el sitio es menos diverso y es dominado por un menor número de familias, siendo indicador también de su bajo potencial para atraer más cantidad de aves migratorias playeras al sitio, el sitio contiene el 0.07% del total de individuos, el porcentaje más bajo del total de individuos, este valor nos indica que la probabilidad de seleccionar dos individuos al azar de una misma familia es alta, en relación a los otros sitios, por su baja diversidad, el Sitio 4 ($\lambda = 0.01$) registró el índices de Simpson (λ) más bajo, indicando que para este mes es el sitio con mayor potencial alimenticio debido a su diversidad, aumentando las probabilidades de atraer más especies de aves migratorias playeras en el sitio, además que registró el 44.90% del total de individuos, el porcentaje más alto en comparación con los demás sitios.

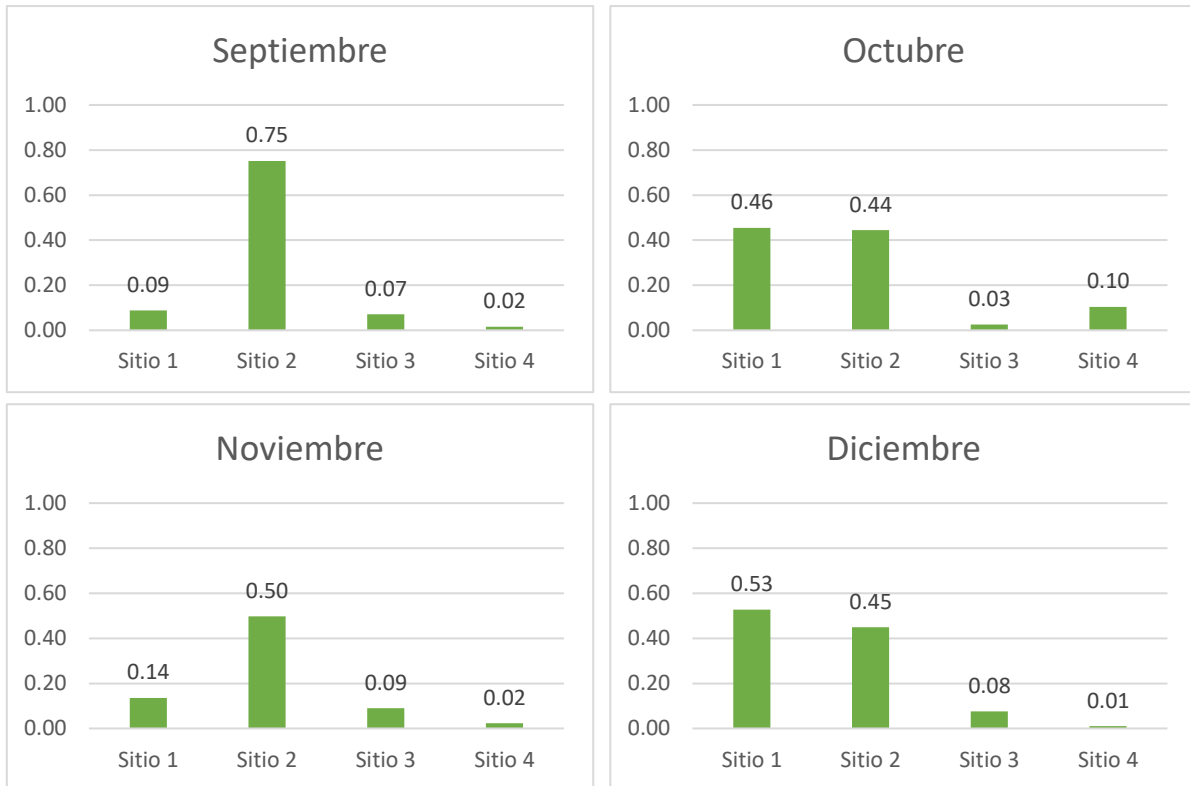


Figura 3. Índice de Simpson de los sitios en los diferentes meses.

Durante el mes de octubre en el Sitio 1 ($\lambda = 0.46$) y Sitio 2 ($\lambda = 0.44$) se registraron el índice de Simpson (λ) con mayor valor, esto debido a que disminuyó su densidad poblacional y registrando menor número de familias, indicando que el potencial para atraer a más variedad de aves migratorias es bajo, el Sitio 3 ($\lambda = 0.3$) registró el índice de Simpson (λ) más bajo, indicando que el sitio posee más diversidad de familias bentónicas y aumentando las probabilidades de atraer mayor número de aves migratorias playeras al sitios, se registró el 88.71% del total de individuos, el porcentaje más alto en comparación con los demás sitios.

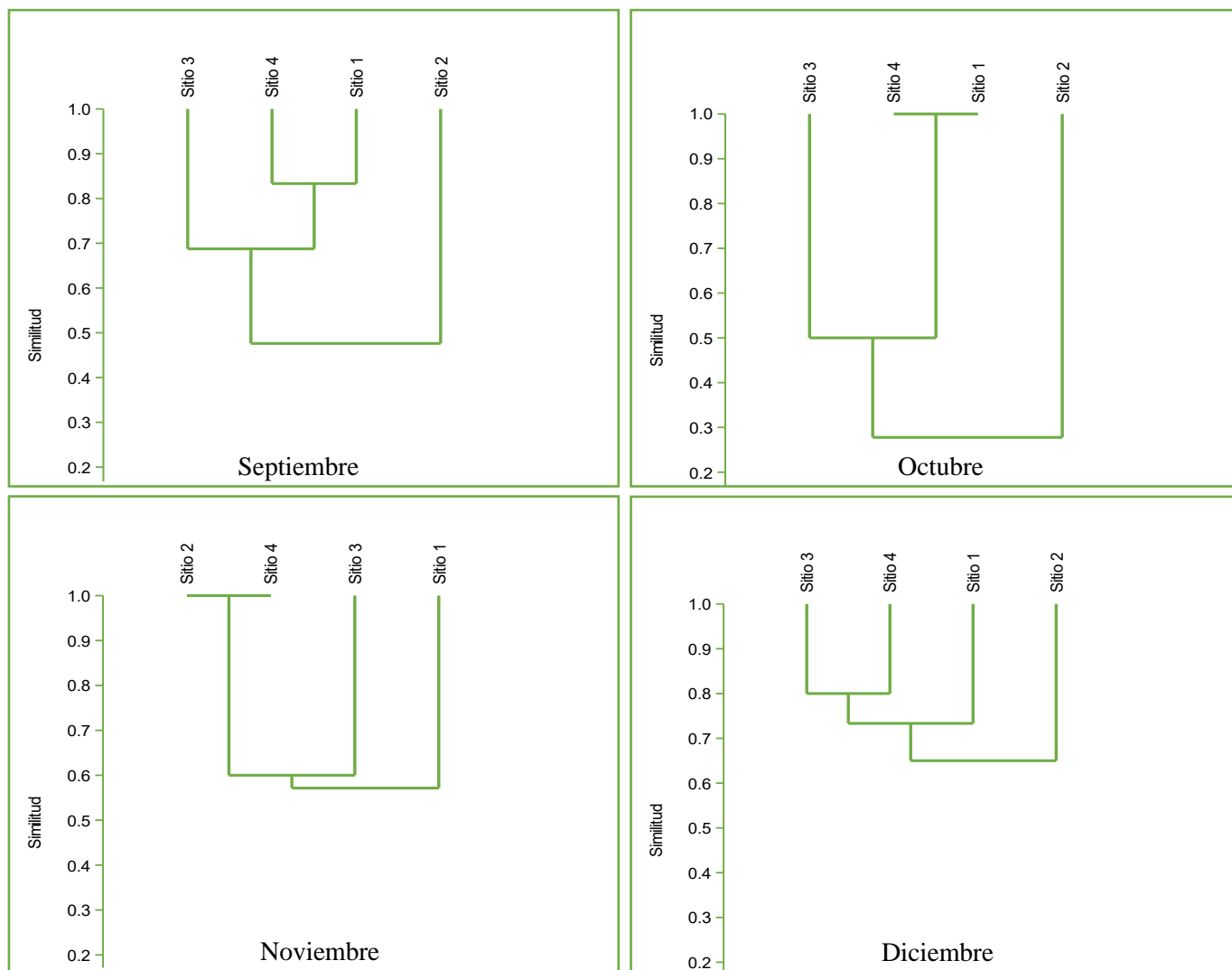
Durante el mes de noviembre se registró según el índice de Simpson (λ), el Sitio 2 ($\lambda = 0.50$) es el sitio que presentó mayor valor, indicando que el sitio está dominado por un menor número de familias, disminuyendo el potencial para atraer más especies de aves migratorias playeras al sitio, además que registró la densidad poblacional más baja con 2.49%, el Sitio 4 ($\lambda = 0.02$) registró el índice de Simpson (λ) más bajo, indicando que su potencial para atraer más número de especies de aves migratorias playeras es alto gracias a su alta diversidad de familias de bentónicos, los sitios que reportaron mayor número de individuos fueron el Sitio 1 con 34.88% y el Sitio 4 con 35.22%.

Durante el mes de diciembre se registró según el índice de Simpson (λ), el Sitio 1 ($\lambda = 0.53$) es el sitio que presentó mayor valor, seguido por el Sitio 2 ($\lambda = 0.45$), indicando que estos sitios está siendo dominado por un menor número de familias, bajando su potencial para atraer mayor número de individuos de aves migratorias playeras, además de poseer una baja densidad poblacional durante este mes, el Sitio 1 con apenas 1.14% y el Sitio 2 con apenas 0.19%, el Sitio 4 registró el índice de Simpson más bajo, con Simpson=0.010, el más bajo de todos los meses, indicando un alto valor alimenticio dado que aumenta las probabilidades de atraer más especies de aves migratorias playeras, este sitio registró el 82.85% del total de individuos durante este mes, además variaciones altas en las cantidades de individuos por familia.

El índice de Diversidad en el sitio 2 fue el que mostró mayor resultado en Simpson (λ) siendo este sitio el que presenta una mayor dominancia en las familias presentes, lo anterior se debe a que en este sitio las familias que se encontraron son muy resistentes al grado de salinidad y la familia Physidae es la que según (Gutiérrez Tórriz & Rueda Hernández, 2002) son indicadores de aguas extremadamente polucionada y viven donde existe materia orgánica en descomposición y suelen aparecer en aquellos sitios con abundante carbonato de calcio, de los 4 sitios muestreados el Sitio 4 es el que mayor potencial alimenticio muestra, debido a sus altas densidades poblacionales y su mayor diversidad de familias bentónicas, siendo más probable que el sitio sea más visitado durante la migración.

5.4 Comparación de similitud de los sitios para Macroinvertebrados.

Figura 4. Índices de Similitud de Jaccard en los meses de muestreo.



Durante el mes de septiembre según el Coeficiente de Jaccard los sitios con más similitud son los Sitios 1 y 4, resultando $I_J = 0.83$, compartiendo el 83.33% de las familias registradas en cada sitio, los menos similares son los sitios 1 y 2, resultando $I_J = 0.43$, compartiendo solo el 43% de las familias.

Para el mes de octubre se registró según el coeficiente de Jaccard que los sitios más similares fueron los Sitios 1 y 4, resultando $I_J = 1$, compartiendo el 100% de las familias encontradas

en ambos sitios, los sitios menos similares fueron los Sitios 1-2 y los Sitios 2-4, resultando para $I_J = 0.25$, compartiendo solo el 33.33% de las familias registradas en cada sitio.

Para el mes de noviembre se registró según el coeficiente de Jaccard que los sitios más similares fueron los Sitios 2 y 4, resultando $I_J = 1$, compartiendo el 100% de las familias encontradas en ambos sitios, los sitios menos similares fueron los Sitios 1-2, 1-3 y 1-4, resultando para $I_J = 0.57$, compartiendo solo el 57.14% de las familias registradas en cada sitio.

Para el mes de diciembre se registró según el coeficiente de Jaccard que los sitios más similares fueron los Sitios 1-4 y 3-4 resultando $I_J = 0.80$, compartiendo el 80% de las familias encontradas en ambos sitios, los sitios menos similares fueron los Sitios 1-2 y 2-3, resultando para $I_J = 0.60$, compartiendo solo el 60% de las familias registradas en cada sitio.

En el coeficiente de Jaccard los sitios 1-4 son los que tienen mayor grado de similitud y comparten las mismas familias.

Sitios	% Familias compartidas			
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1-2	43.00	33.33	57.14	60.00
1-3	75.00	50.00	57.14	67.00
1-4	83.33	100.00	57.14	80.00
2-3	50.00	33.33	60.00	60.00
2-4	50.00	33.33	100.00	75.00
3-4	63.00	50.00	60.00	80.00

Cuadro 6. Cuadro de comparación de familias compartidas en los sitios por mes de muestreo.

5.5 Identificación de Aves Playeras Migratorias.

Los datos de avistamiento de aves obtenidos por la página web GBIF (<https://www.gbif.org>) fueron de los primeros 15 días de los meses de octubre, noviembre, y diciembre haciendo observación por tres días seguidos, la web colectó los registros de la web por EOD - eBird Observation Dataset (<https://science.ebird.org/en/use-ebird-data/download-ebird-data-products>) (GBIF Occurrence Download, 2020).

Los datos están disponibles desde octubre hasta diciembre del 2019 y fueron filtrados primero a nivel de país, después a nivel de departamento y después por localidad en este caso “Laguna

de Tisma”, del listado de aves resultante, se identificaron las especies migratorias con la Guía “*Nicaragua Una Guía de Aves*”, y eliminando de la base de datos aquellas aves que no son migratorias, el punto de observación en Coordenadas Geográficas Decimales 12.0879° Latitud y -85.9896° Longitud, punto más cercano a los Sitios de muestreo 1 y 4.

5.5.1 Avistamiento de aves Migratorias

La identificación de las aves playeras migratorias se realizó a través de una guía ilustrada de aves de Nicaragua (Chavarría-Duriaux & Muñoz) y el programa eBird by Cornell Lab. Se registraron 6 órdenes, 15 familias, 25 género y 33 especies.

El mes de octubre registró, 6 órdenes, 10 familias, 13 géneros y 18 especies, el mes de noviembre registró 5 órdenes, 8 familias, 11 géneros y 13 familias, el mes de diciembre aumentó su número de taxonías con 6 órdenes, 14 familias, 24 géneros y 31 especies.

Mes	Orden	Familia	Género	Especie	N. Indiv.
Octubre	6	10	13	18	1058
Noviembre	5	8	11	13	131
Diciembre	6	14	24	31	1541

Cuadro 7. Composición Taxonómica de Especies de Aves migratorias playeras

5.5.2 Densidad poblacional de aves

Se registró un total de 2,730 individuos que visitaron la Laguna de Tisma entre los meses de octubre a diciembre.

El mes de octubre registró un total de 1,058 de individuos de visitas, representando el 38.75% del total de individuos en los meses, siendo la familia Hirundinidae con mayor número de individuos, registrando 510 individuos de la especie *Hirundo rustica* (Golondrina Común), representando el 48.20%, seguido por la familia Recurvirostridae con la especie *Himantopus mexicanus* (Cigüeñuela cuellinegra) con 169 individuos, representando el 15.97%, las familias Falconidae con la especie *Falco peregrinus* (Falco peregrino) y la familia Tyrannidae con la especie *Empidonax traillii* (Mosquero saucero), registraron la menor cantidad de individuos, teniendo solo 1 visita, representando solo 0.09%.

Familias	Individuos	Porcentaje
Anatidae	126	11.91%
Ardeidae	68	6.43%
Falconidae	1	0.09%
Hirundinidae	510	48.20%
Pandionidae	13	1.23%
Parulidae	2	0.19%
Recurvirostridae	169	15.97%
Scolopacidae	166	15.69%
Turdidae	2	0.19%
Tyrannidae	1	0.09%
Total general	1058	100%

Cuadro 8. Cuadro de cantidad de individuos por familias y porcentaje de incidencia en el mes de octubre.

El mes de noviembre registró un total de 131 de individuos de visitas, mostrando una baja densidad de visitas, representando el 4.80% del total de individuos en los meses, siendo a la familia Hirundinidae con mayor número de individuos, registrando 52 individuos de la especie *Hirundo rustica* y representando 39.69%, seguida por la familia Ardeidae con 18 individuos de la especie *Egretta caerulea* y la especie *Egretta thula* con 15 individuos sumando 33 individuos representando el 25.19% de individuos, la familia Parulidae registró la menor cantidad de individuos, teniendo 2 visitas de la especie *Setophaga petechia*, representando 1.53% de individuos.

Familias	Individuos	Porcentaje
Anatidae	9	6.87%
Ardeidae	33	25.19%
Hirundinidae	52	39.69%
Pandionidae	4	3.05%
Parulidae	2	1.53%
Recurvirostridae	5	3.82%
Scolopacidae	18	13.74%
Tyrannidae	8	6.11%
Total general	131	100%

Cuadro 9. Cuadro de cantidad de individuos por familias y porcentaje de incidencia en el mes de noviembre.

El mes de diciembre fue el mes con más visitas registrando 1,541 individuos, representando el 56.45% del total de individuos, siendo la familia Scolopacidae con mayor número de

individuos registrando una suma de 1,135 individuos y representando 73.65%, de esta familia la especie con mayor número de individuos fue la *Calidris minutilla* que 462 individuos visitaron el lugar, seguido por la familia Anatidae con 273 individuo, con 271 individuos de la especie *Anas discors* y 2 individuos de la especie *Anas clypeata*, representando el 17.72%, las familias Cardinalidae con la especie *Pheuctus ludovicianus*, Charadriidae con la especie *Charadrius semipalmatus*, e Icteridae con la especie *Icterus rustica*, registraron la menor cantidad de individuos, teniendo solo 1 visita, representando 0.06%.

Familias	Individuos	Porcentaje
<i>Accipitridae</i>	2	0.13%
<i>Anatidae</i>	273	17.72%
<i>Ardeidae</i>	81	5.26%
<i>Cardinalidae</i>	1	0.06%
<i>Charadriidae</i>	1	0.06%
<i>Falconidae</i>	2	0.13%
<i>Hirundinidae</i>	6	0.39%
<i>Icteridae</i>	1	0.06%
<i>Laridae</i>	6	0.39%
<i>Pandionidae</i>	10	0.65%
<i>Parulidae</i>	7	0.45%
<i>Recurvirostridae</i>	2	0.13%
<i>Scolopacidae</i>	1135	73.65%
<i>Tyrannidae</i>	14	0.91%
Total general	1541	100%

Cuadro 10. Cuadro de cantidad de individuos por familias y porcentaje de incidencia en el mes de diciembre.

De las especies que visitaron el humedal, la especie *Calidris pusilla* (Playero Semipalmado) se encuentra como “Cercano a la Amenaza” a nivel global según la UICN, siendo este humedal de gran importancia, brindando a esta especie un sitio temporal donde alimentarse, pero que lamentablemente se han realizado cambios en la estructura del humedal al dedicar las áreas cercanas al humedal como pastizales para ganado (además de la práctica de pastorear al ganado en la laguna), la pesca (utilizan mallas para la pesca donde se ponen en la madrugada y se quitan en la tarde del día siguiente) y la agricultura (realizando cultivos como sandía, tomate, sorgo, maíz y arroz de riego en la parte Norte y Este del Humedal), siendo ésta una de las actividades que más afectaciones evidencia, que podrían afectar la composición del humedal, así como las arroceras que están ejerciendo una fuerte presión sobre el recurso agua, debido a que utilizan grandes volúmenes de agua para sus sembradíos

(Ramsar, 2000), lo que ha afectado la escala de las aves migratorias que la usan como fuentes de alimentación y recarga de energía de las aves.

Se identificaron un total de 143 individuos de aves migratorias playeras que se alimentan directamente de moluscos invertebrados bentónicos en lodazales o playas como el el humedal del sitio Ramsar Laguna de Tisma.

Nombre Científico	Oct.	Nov.	Dic.	Total.	Dieta
Actitis macularius	75	6	6	87	Camina en los bordes de riachuelos, estanques y lagos en busca de invertebrados. (eBird, 2022)
Anas clypeata			2	2	Filtra plancton, insectos, pequeños crustáceos, otros invertebrados acuáticos y semillas de los que se alimenta. (iNaturalistEc, 2022)
Calidris mauri			4	4	con el pico o recogiendo el alimento a la vista, generalmente invertebrados marinos. Durante la estación de cría se alimentan en la tundra y en las praderas húmedas. Comen principalmente insectos, pequeños crustáceos y moluscos. (NaturaLista, 2022)
Charadrius semipalmatus			1	1	Se alimenta en lodazales y playas. (eBird, 2022)
Limnodromus griseus	24		25	49	Se alimenta principalmente de invertebrados, a menudo por el rápido sondeo con su pico en el barro, a la una manera máquina de coser. Consumen crustáceos, moluscos, semillas e insectos acuáticos. (NaturaLista, 2022)
Total general	99	6	38	143	

Cuadro 11. Listado de aves migratorias playeras que se alimentan de macroinvertebrados bentónicos.

VI. CONCLUSIONES

La composición taxonómica del macrozoobento en el Sitio Ramsar Humedal de Tisma está conformada por 2 phylum, 3 clases, 5 órdenes y 7 familias. Unos individuos solo se pudieron identificar hasta clases. El sitio 4 registra una mayor densidad poblacional, la familia Hydrobiidae es la que cuenta con mayor número de individuos.

En el índice de Diversidad el sitio 2 fue el que mostró mayor resultado en Simpson siendo este sitio el que presenta una mayor dominancia de una familia, al haber pocas familias y ser bastante iguales en número, la probabilidad de encontrar individuos de la misma familia en la muestra es alta.

En el coeficiente de Similitud de Jaccard de los sitios 1-4 son los que tienen mayor grado de similitud, este coeficiente se basa en la presencia y ausencia de las familias presentes teniendo un valor muy cercano a 1.

El Sitio Ramsar Humedal de Tisma es trascendental para la Migración de aves, ya que es un sitio importante de alimento y de paso para las aves Migratorias y más con las que se encuentran en el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Arroyo, S. M., & López Osorto, H. L. (2000). *Disponibilidad de Alimento para Aves Playeras Migratorias en la Bahía de Bluefields*. Managua, Nicaragua. Recuperado el 2018
- Alba, J., Pardo, I., Prat, N., & Pujante, A. (2005). *Protocolo de Muestreo y Análisis para Invertebrados Bentónicos*. España: Ministerio del Ambiente, Confederación Hidrográfica del EBRO.
- Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua. (2000). *Ficha tecnica del Humedal de Tisma*. Masaya. Recuperado el 09 de Enero de 2022, de <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/NI1141RIS.pdf>
- Bairlein, F., & Simons, D. (1995). NUTRITIONAL ADAPTATIONS IN MIGRATING BIRDS. *ISRAEL JOURNAL OF ZOOLOGY*, 41, 357-367. doi:10.1080/00212210.1995.10688805
- Brey, T. (1990). Estimating productivity of macrobenthic invertebrates from biomass an mean individual weight. *Meeresforsch*, 32, 329-343.
- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2005). *Invertebrados*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Carmona, R., Arce, N., Ayala Pérez, V., F. Mendoza, L., Hernández Álvarez, A., & Ángel Cruz, M. (2015). Importancia del noroeste de México para la migración e invernación de las Aves Playeras. *CANABIO*, 121(6). Recuperado el 16 de Noviembre de 2018, de <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/Biodiv121art2.pdf>
- Castillo Lara, F. S. (2018). *Evaluacion de la calidad ambiental del Humedal Refugio de Vida Silvestre Sistema Lagunar de Tisma, Masaya, Nicaragua* . Masaya.
- Castillo Lara, F. S. (Febrero de 2018). *Evaluación de la calidad ambiental del Humedal Refugio de Vida Silvestre Sistema Lagunar de Tisma, Masaya, Nicaragua* . Managua. Recuperado el 23 de Enero de 2020
- Chavarría-Duriaux, L., & Muñoz, F. (s.f.). *A guide to the Birds of Nicaragua*. Nicaragua.
- Cueto , V. R., Jahn, A. E., Tuero , D. T., Guaraldo , A. C., Sarasola , J. H., Bravo , S. P., . . . Jiménez , J. E. (Febrero de 2015). Las aves migratorias de América del Sur, Nuevas técnicas revelan información sobre su comportamiento. *Red Aves Internacionales*, 24(142). Obtenido de <http://hdl.handle.net/11336/5637>
- Dice, L. R. (1 de July de 1945). Measures of the Amount of Ecologic Association Between Species. *Ecological Society of America*. doi:<https://doi.org/10.2307/1932409>
- eBird*. (21 de Septiembre de 2022). Obtenido de eBird: <https://ebird.org/species/sposan?siteLanguage=es>

- eBird*. (21 de Septiembre de 2022). Obtenido de eBird:
<https://ebird.org/species/sempla?siteLanguage=es>
- Estadística no Paramétrica aplicada a la Investigación científica con software SPSS, MINITAB Y EXCEL* (Vol. 1). (2019). Colombia: EIDEC. Recuperado el 21 de Octubre de 2021, de <https://www.editorialeidec.com/wp-content/uploads/2020/01/Estadística-no-paramétrica-aplicada.pdf>
- F. Petracci, P., Canevari, M., & Bremer, E. (2005). *Guía de Aves Playeras y Marinas migratorias del Sur de América del Sur*. Buenos Aires, Argentina: Programa Escuelas Hermanas de Aves Playeras. Recuperado el 17 de Noviembre de 2018, de http://awsassets.wwfar.panda.org/downloads/guia_aves_marinas_y_migratorias_sudamericanas.pdf
- Ferreti , A., Maggini, I., Lupi, S., Cardinale, M., & Fusani, L. (2019). The amount of available food affects diurnal locomotor activity in migratory songbirds during stopover. *natureresearch*. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-019-55404-3>
- GBIF*. (10 de Marzo de 2020). doi:<https://doi.org/10.15468/dl.b2rhap>
- Gutierrez Torrez, W., & Rueda Hernández, M. (2000). *Composición y Abundancia del Macro Zoobento de la Laguna de Tisma*. Masaya, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Gutiérrez Tórrez, W., & Rueda Hernández, M. (2002). *Composición y abundancia del macro zoobento de la Laguna de Tisma, Masaya-Nicaragua, 2000*. Mangua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Recuperado el 18 de Noviembre de 2018, de <http://repositorio.unan.edu.ni/5837/1/493.PDF>
- Hanusz, Z., Tarasinska, J., & Zielinski, W. (2016). Shapiro–Wilk Test with Known Mean. *REVSTAT-Statistical Journal*, 14, 89–100. doi:<https://doi.org/10.57805/revstat.v14i1.180>
- Hernández Quinta, M., Alvarez Lajonchere ponce de León, L., Martínez Borrego, D., Maciera Filguera, D., Fernández Velázquez, A., & Espinosa Sáez, J. (s.f.). *Moluscos Terrestres y Dulceacuicolas* (Vol. 1). Cuba.
- iNaturalistEc*. (21 de Septiembre de 2022). Obtenido de iNaturalistEc:
<https://ecuador.inaturalist.org/taxa/6961-Anas-clypeata>
- Juarez, Villatoro, & López. (s.f.). Recuperado el 21 de Octubre de 2021, de <http://www.rincondepaco.com.mx/rincon/Inicio/Apuntes/Proyecto/archivos/Documentos/Chi.pdf>

- Kober, K., & Bairlein, F. (2009). Habitat choice and niche characteristics under poor food conditions. A study on migratory nearctic shorebirds in the intertidal flats of Brazil. *Ardea*(97), 31-42.
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (2005). Journal of the American Statistical Association. *Encyclopedia of Biostatistics*, 4.
- la Asociación Ambientalista Audubon de Nicaragua. (2000). *Ficha técnica del Humedal de Tisma*. Masaya. Recuperado el 09 de Enero de 2022, de <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/NI1141RIS.pdf>
- López de la Fuente, A., & Urcuyo Ramos, J. (2009). *Moluscos De Nicaragua II: Gastrópodos* (Primera ed.). Managua: MARENA.
- Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)* (Sexta ed.). (2013). Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar. Recuperado el 17 de Noviembre de 2018, de <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-sp.pdf>
- MARENA. (18 de Noviembre de 2018). Obtenido de MARENA Tisma: http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/MARENA/MARENA0206/FichaRamsarLagunaTisma.pdf
- MENDOÇA, V. M., RAFFAELLI, D. G., & BOYLE, P. R. (Septiembre de 2007). Interactions between shorebirds and benthic invertebrates at Culbin Sands lagoon, NE Scotland: Effects of avian predation on their prey community density and structure. *SCIENTIA MARINA*(71), 579-591.
- Molina Arias, M. (Octubre-Diciembre de 2017). *SCielo*. Recuperado el 28 de Octubre de 2021, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322017000500014
- Morales, S., Zolotoff, J. M., & Torrez, M. (2009). *Important Bird Areas Americas -Priority sites for biodiversity conservation*. (D. F. Díaz Fernández, C. Devedish, R. P. Clay I, I. Davidson, & I. Yépez Zabala, Edits.) Quito, Ecuador: BirdLife Conservation. Recuperado el 15 de Noviembre de 2018, de http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/IBAs/AmCntryPDFs/Nicaragua_es.pdf
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA .
- NaturaLista*. (21 de Septiembre de 2022). Obtenido de NaturaLista: <https://www.naturalista.mx/taxa/3855-Calidris-mauri>
- NaturaLista*. (21 de Septiembre de 2022). Obtenido de NaturaLista: <https://www.naturalista.mx/taxa/3869-Limnodromus-griseus>

- Nieto-Bernal, R., Chasqui V., L., Rodriguez R., A. M., Castro G., E., & I Gil-Agudelo, D. (2012). *Composición, abundancia y distribución de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial en La Guajira, Caribe colombiano*. La Guajira. Recuperado el 23 de Enero de 2021
- Ocampo Peñuela, N. (2010). El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia*, 14(2). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14n2/v14n2a09.pdf>
- Ramsar. (30 de Junio de 2000). Obtenido de Servicio de Información sobre Sitios Ramsar: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/NI1141RIS.pdf>
- Reserva natural laguna de tisma. (s.f.). Recuperado el 09 de Enero de 2022, de Instituto Nicaragüense de Turismo: <https://www.mapanicaragua.com/reserva-natural-laguna-de-tisma/>
- Senner, S., Andres, B., & Gates, R. (2017). *Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Americas*. New York, Estados Unidos: National Audubon Society. Recuperado el 16 de Noviembre de 2018, de https://www.shorebirdplan.org/wp-content/uploads/2018/03/ECAPRPA_espanol_final.pdf
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2015). *AVANCE DE FLUJOS MIGRATORIOS DE AVES DEL HEMISFERIO NORTE*. Santiago. Obtenido de http://www.sag.gov.cl/sites/default/files/informe_2_migratorias_semana_14-11_a_3-12_2015.pdf
- Shanon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication Urbana*. Illinois: The University of Illinois Press.
- Simpson, E. H. (1949). *Measurement of diversity*. *Nature*. doi:10.1038/163688a0
- Vianica.com *Explore Nicaragua en línea*. (15 de Noviembre de 2018). Obtenido de Vianica.com: <https://vianica.com/sp/go/specials/23-aviturismo-nicaragua.html>

VIII. ANEXOS



Anexo 1. Señalización de entrada al sistema Lagunar de Tisma, sitio RAMSAR 1141.



Anexo 2. Vista al sitio de muestreo 1.



Anexo 3. Vista a entrada sitio de muestreo 2.



Anexo 4. Vista al sitio de muestreo 2.



Anexo 5. Vista al sitio de muestreo 3.



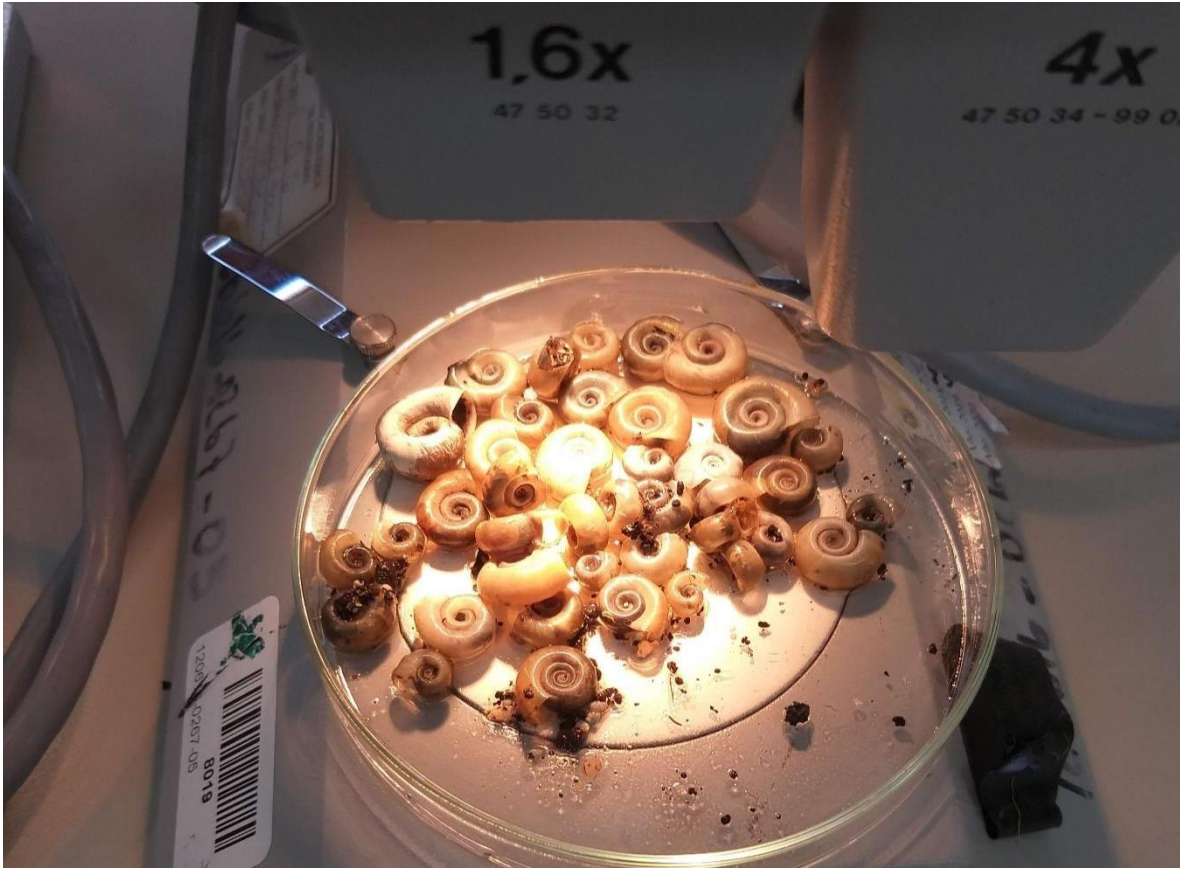
Anexo 6. Vista al sitio de muestreo 4.



Anexo 7. Tubo de colecta de muestras.



Anexo 8. Identificación de individuos con Estereoscopio, individuos de la familia Hydrobiidae.



Anexo 9. Identificación en laboratorio con Estereoscopio, individuos de la familia Planorbidae.



Anexo 10. Identificación de individuos en laboratorio, individuos de la familia Succineidae.

Formulario para conteo de individuos de Macroinvertebrados en laboratorio

Fecha: _____

Coordenadas

Sitio: _____

X: _____

Y: _____

N°	Nombre Común	Familia	Individuos(Un)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Anexo 11. Formulario para conteo de individuos de Macroinvertebrados en laboratorio.