

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ciencias de la Vida**

Despertando a los durmientes o atrapando a los que caen del cielo: mecanismos de recuperación de microcrustáceos en un cuerpo de agua permanente

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Biólogo(a)**

Presentado por:

Orly Javier Palacios Criollo

Cindy Rossana Quinde Yépez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedicamos a nuestros padres por su amor, consejos y valores inculcados, quienes nos apoyaron de manera incondicional a lo largo de nuestra carrera universitaria.

A todas las personas especiales que nos acompañaron durante esta etapa, aportando a nuestra formación tanto profesional y como ser humano.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar este trabajo queremos utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones y a nuestros padres que han sabido darnos su ejemplo de trabajo y compromiso.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra preparación como profesionales, de manera especial, al Dr. Carlos López, tutor de nuestro proyecto integrador quien nos han brindado su apoyo, saber y experiencia, y al equipo de trabajo del Centro de Agua y Desarrollo Sustentable que hicieron del laboratorio un ambiente ameno donde trabajar, y no dudaron ni un segundo en brindarnos su ayuda.

Finalmente, queremos agradecer a nuestros amigos y futuros colegas que nos ayudaron de manera desinteresada, gracias por su ayuda y buena voluntad.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Orly Javier Palacios Criollo, Cindy Rossana Quinde Yépez* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

.....  
Orly Palacios

.....  
Cindy Quinde

# EVALUADORES

---

MSc. Diego Gallardo

**PROFESOR DE LA MATERIA**

---

Dr. Carlos López

**PROFESOR TUTOR**

## RESUMEN

A lo largo del tiempo se ha ignorado la importancia de los mecanismos de colonización en microcrustáceos a nivel de la región Neotropical en el campo de la conservación. Por ello, con el presente trabajo se busca interpretar los procesos de colonización en microcrustáceos de cuerpos de agua pequeños permanentes que puedan ser utilizados en la recuperación de ambientes acuáticos.

Se estableció un diseño experimental cerca de la albarrada Las Cañas del Bosque Protector Prosperina que simulaba los procesos de colonización a través del aire y el banco de huevos en estado de latencia proveniente del sedimento de la albarrada. Se tomaron muestras de agua del experimento y de la albarrada durante un período de 65 días, las cuales fueron analizadas en el laboratorio. Se empleó el programa estadístico SPSS® y el test de la prueba U de Mann-Whitney para distinguir la importancia de los procesos de dispersión en la albarrada.

Los resultados mostraron que el primer grupo en aparecer en el experimento fue el de los copépodos a través del aire, mientras que por el banco de huevos en el sedimento se encontraron a los cladóceros y a los ostrácodos. Por otro lado, el test empleado determinó que la distribución de organismos es la misma entre las categorías de mecanismos de dispersión.

Finalmente, se llegó a la conclusión que ambos mecanismos de dispersión tienen el mismo grado de importancia para el cuerpo de agua debido a la contribución particular de los copépodos a través del aire, y de los cladóceros y ostrácodos mediante el banco de huevos en el sedimento.

**Palabras Clave:** microcrustáceos, mecanismos de dispersión, aire, banco de huevos en estado de latencia, cuerpo de agua permanente.

## **ABSTRACT**

*Over time the importance of the mechanisms of colonization in microcrustaceans at the level of the Neotropical region in conservation has been ignored. For this reason, the present project seeks to interpret the colonization processes in microcrustaceans of small permanent water bodies that can be used in the recovery of aquatic environments.*

*An experimental design was established near the albarrada Las Cañas from Bosque Protector Prosperina that simulated the processes of colonization through the air and the bank of resting eggs from the sediment of the albarrada. Water samples were taken from the experiment and the albarrada during a period of 65 days, which were analyzed in the laboratory. The statistical program SPSS® and the test U of Mann-Whitney were used to distinguish the importance of dispersion processes in the albarrada,*

*The results showed that the first group to appear in the experiment was the copepods through the air, while the cladocerans and the ostracods were found through the egg bank in the sediment. On the other hand, the test determined that the organism distribution is the same among the categories of dispersion mechanisms.*

*Finally, it was concluded that both mechanisms of dispersion have the same degree of importance for the body of water due to the contribution of the copepods through the air, and the cladocerans and ostracods through the bank of eggs in the sediment.*

**Keywords:** *microcrustaceans, dispersion mechanisms, air, bank of resting eggs, permanent water body.*

## ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación del problema .....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Microcrustáceos .....	3
1.4.2 Importancia reproductiva en microcrustáceos.....	3
1.4.3 Mecanismos de colonización en microcrustáceos .....	6
1.4.4 Importancia del banco de huevos de resistencia en el campo de la conservación .....	7
CAPÍTULO 2 .....	8
2. Metodología.....	8
2.1 Área de estudio .....	8

2.2 Fase de campo.....	9
2.2.1 Caracterización fisicoquímica del agua.....	11
2.2.2 Toma de muestras.....	12
2.3 Fase de laboratorio.....	13
2.3.1 Cuantificación de muestras de microcrustáceos .....	13
2.4 Análisis de datos estadísticos.....	13
CAPÍTULO 3 .....	14
3. Resultados y Análisis .....	14
3.1 Composición y abundancia en el experimento.....	14
3.1.1 Aire.....	14
3.1.2 Sedimento .....	14
3.2 Composición y abundancia en la albarrada .....	15
3.3 Riqueza de microcrustáceos .....	17
3.3.1 Copépodos Ciclopoide .....	18
3.2.2 Cladóceros .....	18
3.2.3 Ostrácodos .....	20
3.3 Parámetros ambientales en el experimento.....	21
3.4 Parámetros ambientales en la albarrada .....	24
3.5 Análisis estadístico .....	25
CAPÍTULO 4 .....	28
4. Conclusiones y Recomendaciones .....	28
4.1 Conclusiones.....	28
4.2 Recomendaciones.....	29
BIBLIOGRAFÍA .....	30
APÉNDICES.....	34

## **ABREVIATURAS**

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

BPP Bosque Protector Prosperina

## SIMBOLOGÍA

ml	Mililitro
mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
cm	Centímetro
μs	MicroSiemens
OD	Oxígeno disuelto
°C	Centígrados
L	Litro
Ind	Individuos
S	Sedimento
A	Aire

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Copépodo Ciclopoide .....	4
Figura 1. 2 Cladóceros: Moina sp. ....	5
Figura 2. 1 Mapa del sendero hacia la albarrada “Las Cañas” .....	8
Figura 2. 2 Diseño experimental .....	9
Figura 2. 3 Secado de las muestras recolectadas en los alrededores de la albarrada (40°) .....	10
Figura 2. 4 Grupos experimentales que simulan los medios de dispersión .....	11
Figura 2. 5 Toma de parámetros fisicoquímicos en el experimento .....	11
Figura 2. 6 Medición de la morfometría en la albarrada Las Cañas .....	12
Figura 2. 7 Recuento de microcrustáceos en cámara de Bogorov .....	13
Figura 3. 1 A: Número de Ind/L de copépodos ciclopoide en aire y; B: Número de Ind/L de copépodos ciclopoide en sedimento. ....	14
Figura 3. 2 Número de Ind/L de cladóceros Ilyocryptus en aire y; B Número de Ind/L de ostrácodo.....	15
Figura 3. 3 A: Abundancia de microcrustáceos en copépodo ciclopoide; B: Abundancia total de nauplios; C: Abundancia total de Alona sp; D: Abundancia total de Moina sp; D: Abundancia total de Ilyocryptus en albarrada Las Cañas.....	16
Figura 3. 4 A: Riqueza total de microcrustáceos en la albarrada; B: Riqueza total de microcrustáceos en aire; C: Riqueza total de microcrustáceos en sedimento.....	17
Figura 3. 5 Copépodo Ciclopoide .....	18
Figura 3. 6 Alona sp. ....	19
Figura 3. 7 Moina sp. ....	19
Figura 3. 8 Ilyocryptus .....	20
Figura 3. 9 Ostrácodo .....	20
Figura 3. 10 A: Datos registrados de temperatura en aire (verde) y sedimento (naranja); B: conductividad de las muestras en aire (verde) y sedimento (naranja); C: registro del pH en ambas muestras aire (verde), sedimento (naranja); D: Oxígeno disuelto tanto para aire (verde) como para sedimento (naranja); E: Datos registrados de la evaporación .....	22

Figura 3. 11 A: Segunda semana del experimento en ambas muestras se suscitaban plantas acuáticas que permanecieron hasta el B: Noveno muestreo, última semana del experimento ..... 23

Figura 3. 12 Datos fisicoquímicos recolectados en la albarrada de A: Conductividad; B: Transparencia; C: Oxígeno disuelto y D: temperatura desde a inicios del montaje del experimento (13//Octubre2018) hasta la última semana (17/Diciembre/2018) .... 24

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Pruebas de normalidad aplicada a los datos obtenidos del diseño experimental. Elaborado por: Investigación propia .....	25
Tabla 3. 2 Pruebas no paramétricas aplicada a los datos obtenidos del diseño experimental. Elaborado: Investigación propia .....	26

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre los mecanismos de recuperación de microcrustáceos, los cuales se definen como el proceso que asegura la supervivencia de las comunidades en ambientes acuáticos; estos organismos responden rápidamente a cambios drásticos de distintas maneras, como es el caso de los bancos de huevos de resistencia. Otras formas que tiene el zooplancton de mantener su población, es a través de los mecanismos de colonización, en los que comprenden procesos de dispersión que permiten su traslado desde un cuerpo de agua a otros mediante el viento, animales y el banco de huevos.

Se ha ignorado la importancia de los mecanismos de colonización a nivel de la región Neotropical, en comparación a Norte América y Europa. Es necesario abordar estos procesos para el entendimiento del origen de la diversidad, y el funcionamiento de las comunidades en cuerpos de agua permanentes; así mismo, para la recuperación de ambientes degradados y el aprovechamiento del banco de huevos en acuicultura.

Es de vital importancia el levantamiento de información para conocer los mecanismos de colonización, y que estos puedan ser de gran ayuda para el campo de la conservación. Al mismo tiempo, la aportación de información que pueda contribuir a muchos escenarios sobre el problema planteado.

Se espera con el desarrollo de este trabajo, comprender la importancia de los procesos de colonización en microcrustáceos de cuerpos de agua pequeños permanentes (anemocoria o bancos de huevos en estado de latencia) que permitan el discernimiento de los orígenes de la biodiversidad y los mecanismos que puedan ser utilizados en la recuperación de ambientes acuáticos.

### 1.1 Descripción del problema

A través del tiempo se ha ignorado la importancia que tienen los mecanismos de colonización de los microcrustáceos en los cuerpos de agua (Battauz Y. , 2016). Dichos mecanismos tienen una relevancia ecológica, debido a que aseguran la dispersión y la repoblación de nuevos espacios. Estos mecanismos de colonización pueden darse a través del viento, por medio de animales y en el banco de sedimentos. Los animales son considerados como agentes de dispersión debido a que se movilizan de un lugar a otro, transportándolos en su tracto digestivo o en la superficie corporal. La

dispersión por el viento es una dispersión pasiva, la cual se cree que es la más importante ya que funciona sin vectores. Los bancos de huevos en estado de latencia encontrados en el sedimento es un mecanismo que asegura la supervivencia de la diversidad total de las comunidades (Lopes P. , Bozelli, Bini, & Santangelo, 2016).

El establecimiento de la importancia relativa de estos mecanismos es clave para entender el funcionamiento de estas comunidades, comprender el origen de su diversidad y plantea la posibilidad de desarrollar planes de recuperación de comunidades ante perturbaciones que las puedan afectar.

## **1.2 Justificación del problema**

Debido la importancia que hoy en día reviste el tema de los mecanismos de colonización, es imprescindible destacar su estudio en cuerpos de agua permanente, especialmente en la región Neotropical, los estudios acerca de los mecanismos en comparación con Norte América y Europa son escasos. Cabe recalcar que a pesar de la enorme biodiversidad que existe en regiones más cálidas como Sudamérica, los estudios que se centran en los bancos de huevos en microcrustáceos, son aún más escasos (Iglesias, Bonecker, Brandáo, Crispim, & Eskinazi-Sant'Anna, 2016).

El estudio de estos mecanismos junto con la comprensión de factores bióticos y abióticos debería ser de gran interés, ya que regulan la dinámica y la estructura de las comunidades naturales, en este contexto las investigaciones dirigidas a la comunidad de microcrustáceos permitirán conocer las estrategias que les permiten sobrevivir a condiciones extremas (Battaüz Y. , 2016). Por tanto, es de vital importancia el levantamiento de datos, el previo entendimiento de la dinámica de las comunidades de microcrustáceos y sus mecanismos de colonización en cuerpos de agua permanente.

El presente proyecto permitió conocer la importancia de estos procesos en microcrustáceos en el campo de la conservación y propuso formas de recuperación que sirvan para generar acciones tendientes en ambientes degradados.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Interpretar los procesos de colonización en microcrustáceos (anemocoria o bancos de huevos en latencia) de cuerpos de agua pequeños permanentes que permitan el

discernimiento de los orígenes de la biodiversidad y los mecanismos que puedan ser utilizados en la recuperación de ambientes acuáticos.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las especies pioneras y sucesión de la albarrada “Las Cañas” para el entendimiento de los procesos que intervienen en la biodiversidad de cuerpos de agua pequeños permanentes.
- Distinguir la importancia de los procesos de dispersión de la albarrada “Las Cañas” para su uso en la recuperación de ambientes degradados.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Microcrustáceos**

Uno de los componentes principales de los sistemas acuáticos dentro de las comunidades biológicas es el zooplancton, estos microcrustáceos zooplanctónicos son invertebrados acuáticos que, además, de habitar en ecosistemas acuáticos marinos, marismas y riberas son abundantes en ecosistemas no marinos hidrológicamente aislados como son los cuerpos de agua permanentes; la mayoría de las comunidades están constituidas especialmente cladóceros, copépodos y ostrácodos.

La composición podría ser un buen criterio para caracterizar el estado trófico del cuerpo de agua y deducir su estructura (Arcifa, Peticarrari, Bunioto, Domingos, & Minto, 2016).

### **1.4.2 Importancia reproductiva en microcrustáceos**

Generalmente los microcrustáceos presentan alta fecundidad y una vida corta, destacando que estas características peculiares le permiten responder a cambios drásticos en el ambiente de forma rápida. Durante su ciclo de vida asexual producen estructuras de resistencia a manera de embriones enquistados, denominada diapausa, lo cual, le permite afrontar las condiciones desfavorables (abióticas y/o bióticas) muy parecidas a la estrategia del banco de semillas en vegetales (Iglesias, Bonecker, Brandáo, Crispim, & Eskinazi-Sant'Anna, 2016).

#### **1.4.2.1 Tipo de reproducción en copépodos**

Los copépodos siempre requieren de fertilización cruzada para su reproducción, por lo que es completamente normal encontrar tanto hembras como machos en las poblaciones. En partenogénesis, las hembras diploides son capaces de producir

huevos diploides sin fertilización. Así que, las hembras son genéticamente idénticas a la madre. Además, como estrategia de supervivencia se basaría solo en la regulación del desarrollo con prolongación de algún estadio de copepodito hasta la inactividad y enquistamiento en cualquier estadio (Naess & Nilssen, 1991); (Williamson & Reid, 2001). Cuyos estadios son denominados “huevos de resistencia” (Hairton NG Jr, 1996); (Alekseev, Ravera, & De Sattio, 2007).



**Figura 1. 1 Copépodo Ciclopoide. Fuente: Investigación propia**

Se puede observar en la figura 1.1 en la parte inferior del copépodo, dos ovisacos donde aglomeran sus huevos mediante una secreción producida oviducto, los cuales penden del segmento genital de la hembra.

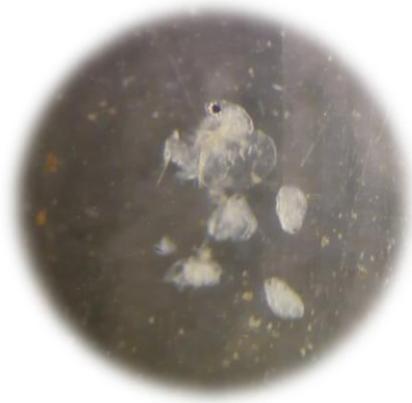
#### **1.4.2.2 Tipo de reproducción en cladóceros**

Los cladóceros son crustáceos con características biológicas y morfológicas distintivas que denotan claras manifestaciones de radiación adaptativa (Carruyo, Reyes, Casler, & Reverol, 2004).

Su reproducción depende de las condiciones ambientales, las cuales se comprenden de asexual y sexual. La primera se produce por partenogénesis, la segunda la hembra produce óvulos que luego son fertilizados por el macho y que se alojan en el epifio. Los mismos que son mecanismos predictivos, capaces de combinar señales ambientales y el “reloj biológico interno” están determinados por la diapausa (Alekseev, Ravera, & De Sattio, 2007) consiste en la formación de estadios específicos que toleren las condiciones desfavorables.

Son llamados huevos de resistencia, los cuales representan un papel fundamental para asegurar la subsistencia de la población (Lopes P. , Bozelli, Bini, & Santangelo, 2016).

La acumulación de este banco de huevos, se acumulan en el lecho de los cuerpos de agua, de esta manera, podrían alcanzar una mayor diversidad y abundancia permaneciendo viables durante varios años (Porcuna, Ramos, & Morales, 2004). En la figura 1.2 se distinguen sus larvas emergiendo de su bolsa incubadora.



**Figura 1. 2 Cladóceros: Moina sp. Fuente: Investigación propia**

#### **1.4.2.3 Tipo de reproducción en Ostrácodos**

El tipo de reproducción más común en los ostrácodos es partenogenético, en otras palabras, las hembras ponen huevos fértiles que dan lugar a nuevas generaciones, sin que produzca machos. La reproducción sexual se da al parecer en las poblaciones de latitudes bajas o en condiciones de estrés ambiental.

Al existir recombinación sexual esto permite que los huevos, puedan adaptarse al ambiente, siendo resistentes ante condiciones adversas como el congelamiento o desecación (Echeverría, 2016).

En líneas generales, los organismos con dispersión pasiva tienden a monopolizar los recursos como estrategia evolutiva. Un claro ejemplo, es que en condiciones adversas activan su reproducción sexual, permitiendo así el aumento de la diversidad genética a su descendencia o cambiar el tipo de reproducción asexual, los cuales generan un pool genético que afronte aquellas condiciones (Hairston, Vna Brunt, & Engstrom, 1995); (Battaaz, Paggi, & Paggi, 2015).

### **1.4.3 Mecanismos de colonización en microcrustáceos**

#### **1.4.3.1 Dispersión**

Se conoce que la mayor parte de las especies de zooplancton tienen la habilidad de producir huevos en estado de latencia muy resistentes, lo que permitirá su dispersión a través del banco de huevos en reposo o por tierra (Lopes & Bozelli, 2016). Existen muchos vectores que son responsables del transporte terrestre del zooplancton en su fase inactiva, tales como algunos invertebrados, aves, anfibios, mamíferos, y el viento; siendo este último considerado como el más importante (Vanschoenwinkel & Mergeay, 2011).

Cuando los agentes de dispersión son los animales, éstos al desplazarse de un cuerpo de agua a otro, pueden transportar en su tracto digestivo o en su superficie corporal huevos en estado de latencia sin que pierdan su viabilidad (Battauz, Paggi, & Paggi, 2014). Se cree que el viento es el principal vector de difusión debido a la coincidencia que existe entre la composición de las comunidades y la dirección dominante a favor de este. Se lo ha identificado como un vector de difusión que opera a escalas locales entre 10 a 100 metros generando patrones espaciales de dispersión pasiva en metacomunidades (Horváth & Ptacnik, 2016).

#### **1.4.3.2 Banco de huevos**

El banco de huevos en reposo, además de asegurar la persistencia de las comunidades de microcrustáceos ante condiciones desfavorables en un cuerpo de agua, también brindan ventajas que puedan promover la colonización de nuevos ambientes a través del transporte pasivo contribuyendo a mantener la diversidad biológica (Moreno, 2012). Por ello, son considerados banco de huevos de resistencia. Esta estrategia de vida tiene muchas implicaciones evolutivas, ecológicas y sistemáticas, debido a que, si los huevos en reposo colonizan nuevos hábitats con una heterogeneidad ambiental crearía una presión de selección y eliminaría a todos los individuos, con excepción para aquellos con genes óptimos para la supervivencia y reproducción, dando como resultado a un aislamiento genético como primer paso en el proceso de especiación. Adicionalmente, presentan su estructura y dinámica de eclosión determinada por las características del ambiente en donde son depositados, la cantidad de huevos, el lugar, la depredación, dispersión y tasa de senescencia (Caceres & Hairston, 1998); (Battauz Y. , 2016).

#### **1.4.4 Importancia del banco de huevos de resistencia en el campo de la conservación**

Los microcrustáceos buscan proteger su estado de predominancia en los cuerpos de agua a través del banco de huevos de resistencia, lo cual, también puede ser propicio para permitirle ser un componente clave en la regeneración de ambientes degradados (Mazzeo, Borthagaray, Fosalba, Ballabio, & Larrea, 2010). Las alteraciones de un ambiente degradado de origen antrópico, especialmente cuyos ambientes que tienden a originar cambios en la estructura ambiental como canalizaciones y endicamientos de cursos de agua serían las principales amenazas a la diversidad de esta fauna. Por ello, el análisis de la composición del banco de huevos presente en los sedimentos es una de las más importantes herramientas para el estudio de conservación (Vandekerkhove, Declerck, & Jeppesen, 2005).

En la fase activa se ha demostrado que la riqueza total de las comunidades en los cuerpos de agua no se encuentra suspendidas en la columna de agua y esto se debe a que en mucho de los casos la composición de las especies se encuentra en sus etapas inactivas (García, Armengol, Carmona, & Serra, 2008).

Sin embargo, los microcrustáceos necesitan de ambientes propicios no solo para su desarrollo sino para el desarrollo de todo un ecosistema. Uno de los tantos hábitats en donde se desarrollan es en los sistemas de aguadas por retención o humedales lénticos artificiales, llamados albarradas (Álvarez, 2016).

La Espol ha creado varios espacios de agua abiertos dentro del Bosque Protector la Prosperina (BPP), que sin duda alguna ha sido de gran beneficio como aporte biológico a sus alrededores. Y en efecto, Las Cañas es una de las tantas albarradas que existe en el BPP que se podría llamar cuerpo de agua permanente, debido a que no sufre cambios estacionarios es decir que en la época seca se mantiene con un nivel considerable de agua. El aprovechamiento de muchos organismos hacia la albarrada es vital y lo logran gracias a los invertebrados acuáticos con dispersión pasiva, convirtiéndose en modelos biológicos interesantes para su correspondiente campo de investigación y estudio en la ecología y evolución.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Área de estudio

El Bosque Protector Prosperina es un proyecto a cargo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en el Campus Gustavo Galindo, creado para conservar y potenciar la biodiversidad, convirtiéndolo en un referente del bosque seco (Ponce & Sánchez, 2015). Cuenta con un sistema de construcciones hidráulicas delimitadas con muros de tierra que sirven como aporte de variedad y abundancia del bosque, llamado albarrada. Es en uno de estos sistemas, en donde se ejecutó el proyecto y se procedió a realizar el diseño experimental desde el mes de septiembre hasta diciembre del 2018. La albarrada “Las Cañas” (coordenadas - UTM: 0614938/9761576) es un cuerpo de agua pequeño, permanente que forma parte del Sendero Huella Ecológica (Ponce & Sánchez, 2015). Tiene una profundidad longitudinal de 11 metros y una transversal de 6 m. Se encuentra colonizada por plantas acuáticas del tipo palustres y ninfaceas, y se puede observar la presencia de peces de pequeño tamaño.

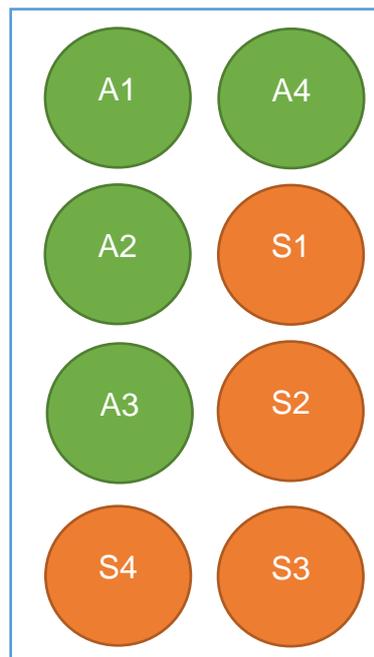


Figura 2. 1 Mapa del sendero hacia la albarrada “Las Cañas”

Fuente: ArcMap, Geo tracker

La recolección de las coordenadas de interés se llevó a cabo mediante un navegador GPS para rutas de senderismo sin conexión a internet. Luego, se procedió a elaborar el mapa a través de la aplicación ArcMap para la visualización de los datos geográficos recolectados (véase Fig. 2.1).

## 2.2 Fase de campo



**Figura 2. 2 Diseño experimental**

**Verde: Aire - Naranja: Sedimento**

Se utilizó un diseño de botellas al azar, simulando dos escenarios de colonización de zooplancton: a través del banco de huevos o epifios encontrados en el sedimento (S), y a través de la dispersión en el aire (A). Cada uno de estos dos grupos experimentales contaba con cuatro réplicas, que se las seleccionó aleatoriamente para aire y sedimento lo que hacía un total de ocho botellas (véase fig. 2.2).

Para el montaje del diseño de estudio se cavó un agujero pequeño para evitar la evapotranspiración cerca de la albarrada, cuyo experimento fue realizado en botellas plásticas de 10 litros. Cada botella estuvo completamente sellada previo a la ejecución del experimento.

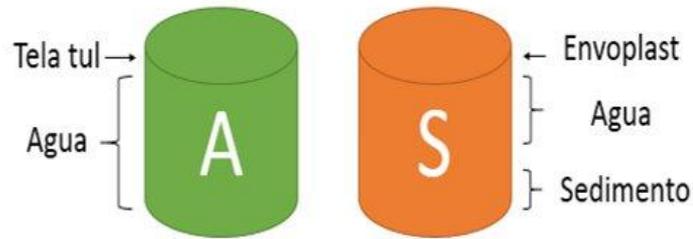
Las ocho botellas fueron ubicadas al azar una a lado de otra a unos metros sobre la albarrada. Se colocaron las botellas en el agujero, y luego se lo relleno con tierra y hojas secas para lograr una mejor estabilidad.

Antes de llenar las botellas con agua, se les agregó sedimento de la albarrada a cuatro de las ocho botellas para crear el efecto de colonización a través del banco de huevos. Estos huevos se encuentran en estado de latencia, esperando las condiciones adecuadas para eclosionar y desarrollarse en el cuerpo de agua. El sedimento fue colectado de diferentes partes de la albarrada, tomando en consideración 3 dedos desde de la superficie, luego secado a 40° durante 96 horas con el objetivo de eliminar todo resto de agua, y al mismo tiempo los organismos que se puedan encontrar en ella (véase figura 2.3).



**Figura 2. 3 Secado de las muestras recolectadas en los alrededores de la albarrada (40°)**

Se usó Envoplast para cubrir las botellas y así evitar la colonización de zooplancton por medio de dispersión aérea, pero, se colocaron sorbetes con algodón de manera que permita el intercambio de gases con el medio. Para el grupo experimental a través de dispersión en el aire, se utilizó tela tul para cubrir las botellas, y así prevenir la invasión de predadores invertebrados, de modo que solo permita la colonización aérea por zooplancton.



**Figura 2. 4 Grupos experimentales que simulan los medios de dispersión**

### 2.2.1 Caracterización fisicoquímica del agua



**Figura 2. 5 Toma de parámetros fisicoquímicos en el experimento**

En el experimento, se llevó a cabo la evaluación fisicoquímica del agua “in situ” para la determinación de oxígeno disuelto (mg/L), temperatura (°C) y conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), se pudieron medir con un multiparámetro (véase *figura 2.5*), el pH se midió en laboratorio con la ayuda de colecta de muestras tanto para aire como sedimento.

Para la obtención de mediciones limnológicas en la albarrada, se procedió a usar el disco secchi para la medición de la transparencia, mientras que por medio de una vara graduada se midió la profundidad del cuerpo de agua (véase *fig. 2.6*). Luego se midieron los parámetros fisicoquímicos con excepción del pH.



**Figura 2. 6 Medición de la morfometría en la albarrada Las Cañas**

### **2.2.2 Toma de muestras**

En la albarrada, las muestras fueron colectadas mediante arrastre vertical a través de una red de zooplancton de 65 micras de diámetro para luego colocarlas en frascos de 100ml, los que fueron preservados en formol al 4%, posteriormente se procedió a rotular las muestras con su respectiva fecha, nombre de la albarrada y número de muestra. Y en el experimento, se colectó una muestra para cada botella del experimento, mediante la ayuda de una piseta y un cubilete de 36 micras de diámetro seguido de la recolección y preservación de la muestra tal y como el procedimiento anterior. Y por último se rotuló la muestra.

## 2.3 Fase de laboratorio

### 2.3.1 Cuantificación de muestras de microcrustáceos



**Figura 2. 7 Recuento de microcrustáceos en cámara de Bogorov**

Los recuentos fueron realizados en una cámara de Bogorov bajo microscopio estereoscópico. Los valores de abundancia fueron expresados en individuos por litro.

## 2.4 Análisis de datos estadísticos

Se elaboró una matriz a partir de los datos encontrados tanto en el experimento como en la albarrada. A partir de estos valores, se generaron gráficas que se usarían como representación visual de los resultados obtenidos.

Se usó el programa estadístico SPSS para determinar si los datos del experimento tenían una distribución normal con la ayuda de la prueba de normalidad Kolmogorov-Smimov y Shapiro-Wilk.

Luego, se procedió a realizar pruebas no paramétricas para determinar si se aceptaba o se rechazaba la hipótesis nula con el test de la prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes.

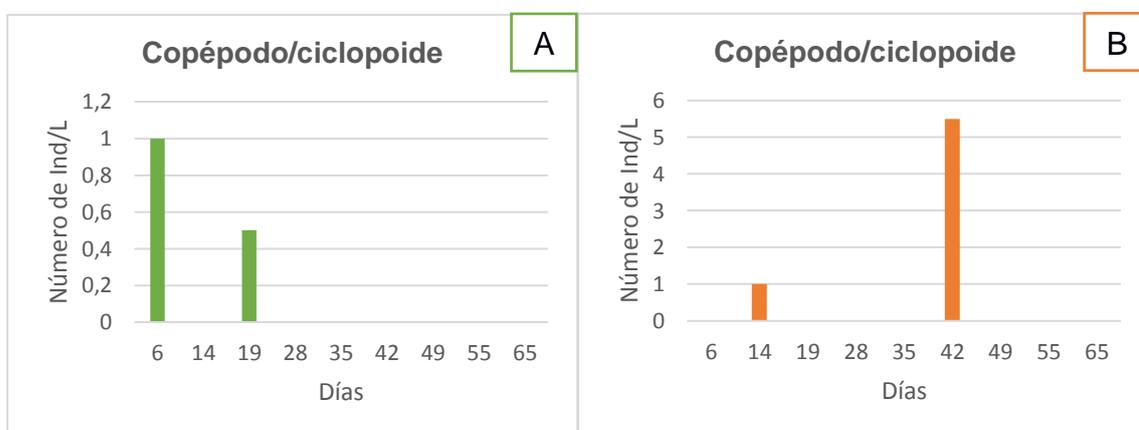
# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Composición y abundancia en el experimento

#### 3.1.1 Aire

Fueron los copépodos Ciclopoide los primeros en llegar a través de la dispersión por aire, debido a que se consideran un grupo exitoso por su amplia distribución y colonización en distintas latitudes. En las muestras de sedimento se encontraron algunos copépodos Ciclopoide, pero se tiene en consideración que los copépodos pudieron permanecer enterrados en el sedimento mucho antes de empezar con el experimento. No se encontró ningún otro microcrustáceo a través de este mecanismo de dispersión.

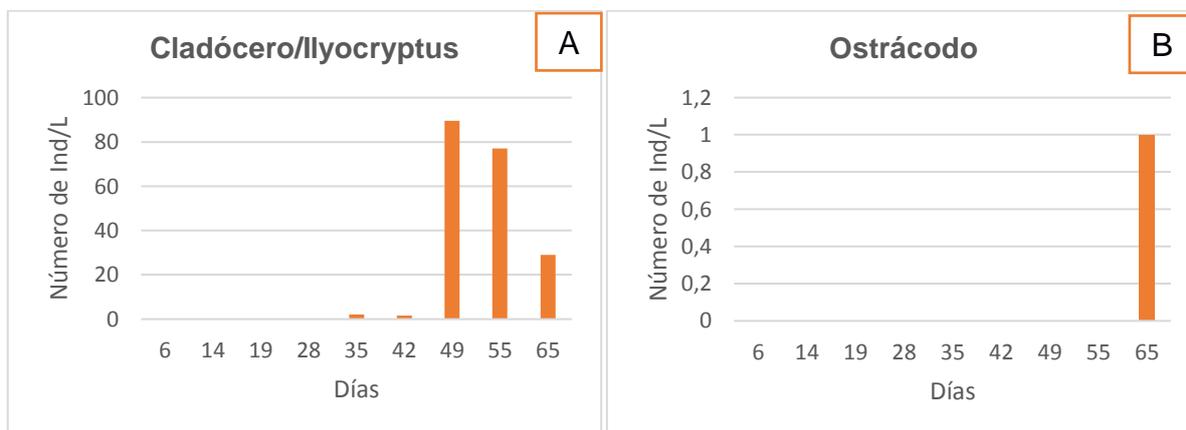


**Figura 3. 1 A: Número de Ind/L de copépodos ciclopoide en aire y; B: Número de Ind/L de copépodos ciclopoide en sedimento.**

#### 3.1.2 Sedimento

Se presentó una especie de cladócero y otra de ostrácoda, que no habían emergido en las muestras de la albarrada. Estos organismos proliferaron por medio de huevos de resistencia que se encontraban en el sedimento. El tipo de estrategia que usaron pudo haber sido inducida por la exposición directa e indirecta con depredadores, especialmente de peces que residen en la albarrada.

A partir del día 35 se registró el cladócero *Ilyocryptus*, la misma que siguió presente en el experimento hasta la última semana del muestreo (véase fig. 3.2 A). En cambio, a los 65 días el ostrácodo emergió en una de las muestras de sedimento (véase fig. 3.2 B).

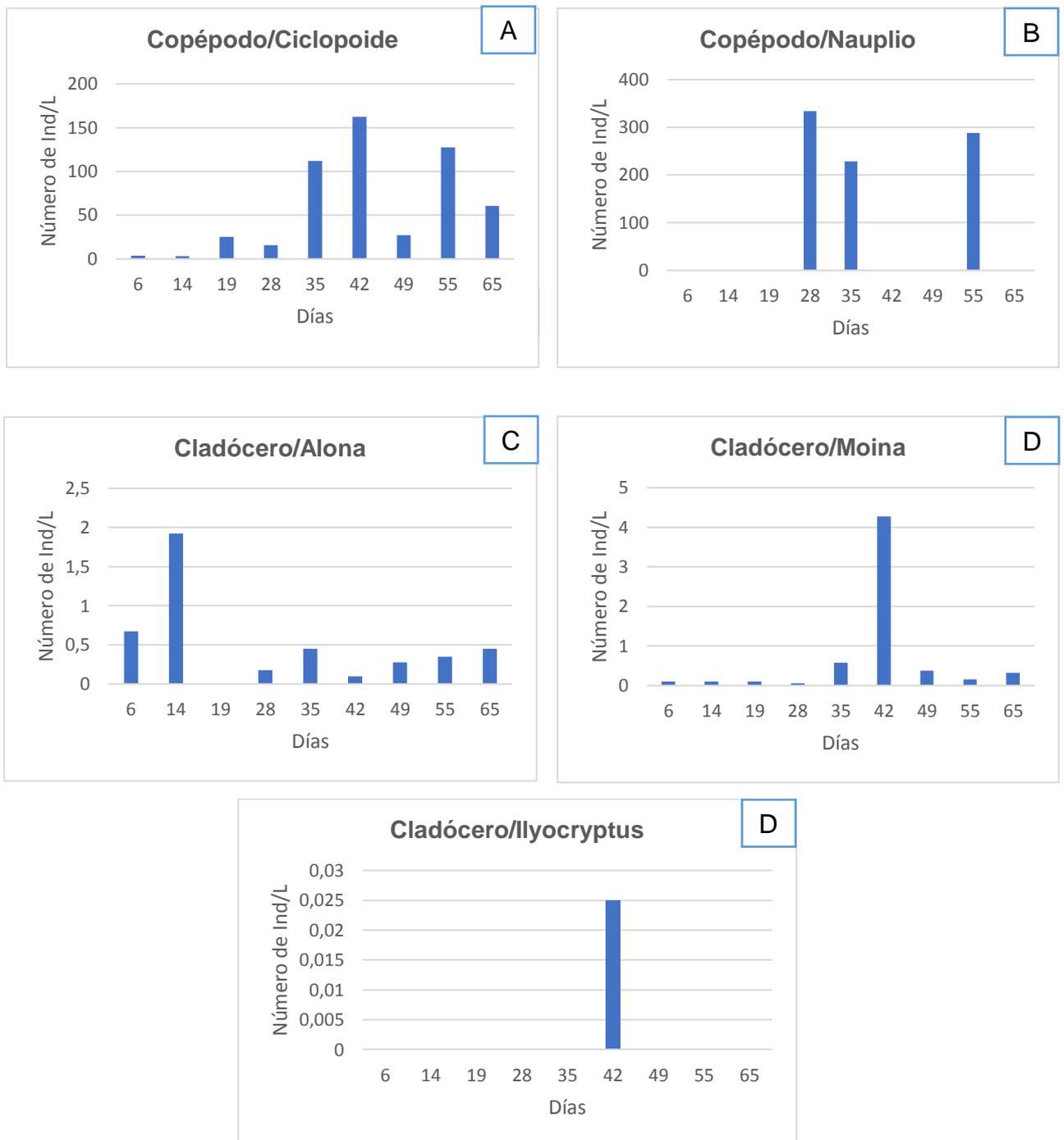


**Figura 3. 2 Número de Ind/L de cladocero Ilyocryptus en aire y; B Número de Ind/L de ostrácodo**

### 3.2 Composición y abundancia en la albarrada

Los copépodos presentaron una mayor abundancia en la albarrada, debido a que tienen una alta resistencia a diferentes condiciones ambientales. Existió una alta variación entre el número de individuos cada semana, es decir que en la primera semana hubo muchos copépodos y en la siguiente más nauplios que copépodos.

Y en efecto, a los 19 días del muestreo se observó una cantidad considerable de hembras ovadas, por lo que a la semana siguiente (28 días) hubo una gran abundancia de nauplios y una baja cantidad de copépodos adultos demostrando su ciclo y tiempo de vida corta (véase *fig. 3.3 A y B*).



**Figura 3. 3 A: Abundancia de microcrustáceos en copépodo ciclopoide; B: Abundancia total de nauplios; C: Abundancia total de alona sp; D: Abundancia total de moina sp; E: Abundancia total de Ilyocryptus en albarrada Las Cañas**

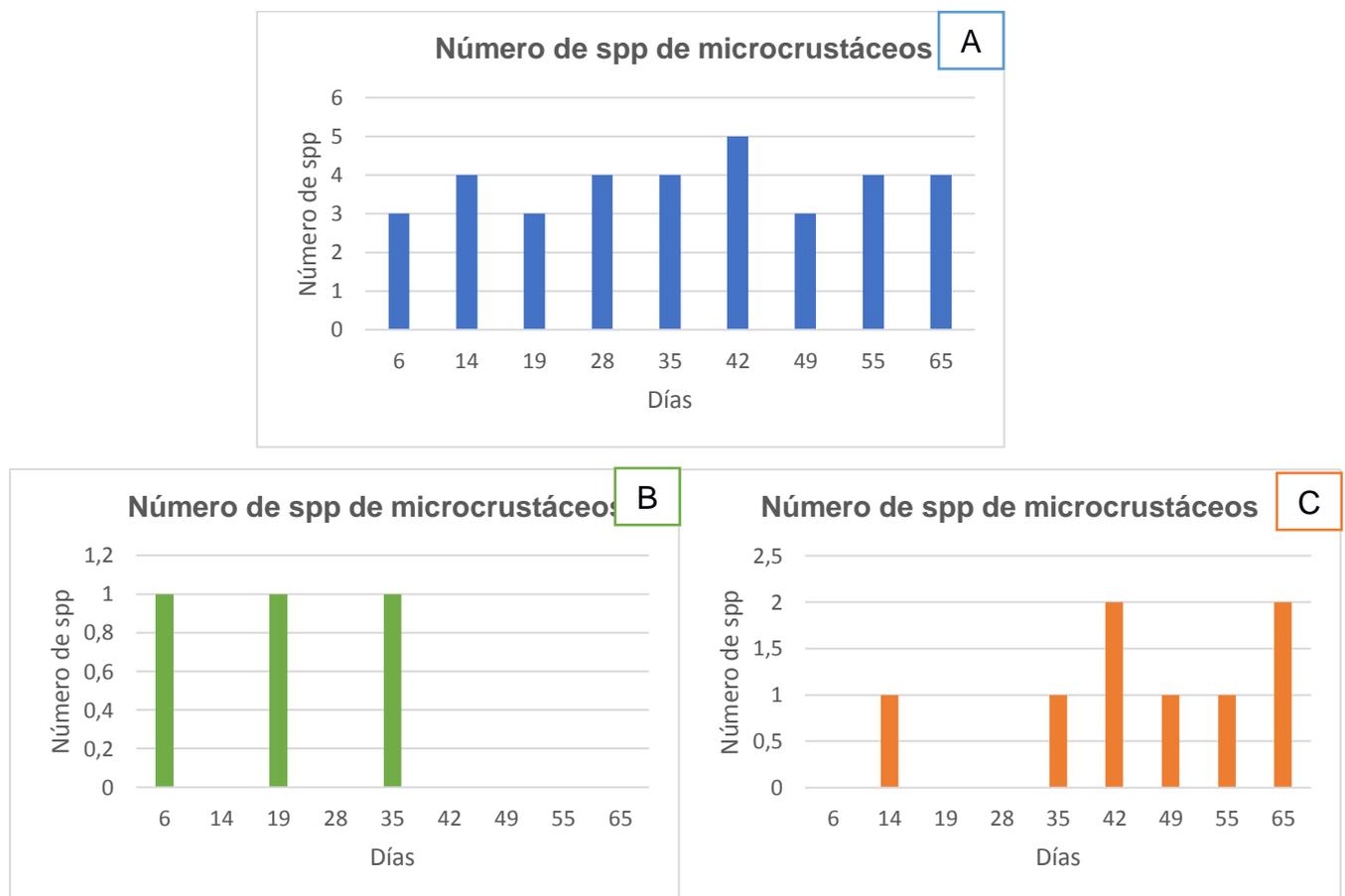
En cladóceros, se encontró tres especies: *Moina sp* y *Alona sp* e *Ilyocryptus*, las cuales presentan datos variables en el número de individuos con respecto a los días del muestreo. *Alona sp*, mantiene una baja población con excepción del día 14 que

aumentó considerablemente. *Moina sp*, presentó una muy baja población, excepto a los 42 días. Se encontró solo 1 *Ilyocryptus* que apareció a los 42 días en la albarrada después de haber emergido en el experimento.

### 3.3 Riqueza de microcrustáceos

A lo largo del experimento en general se identificó un total de 3 especies de cladóceros, copépodos y ostrácodos. Los cladóceros corresponden a *Moina sp*, *Alona sp* e *Ilyocryptus*, donde este último solo se lo encontró en el diseño experimental.

La especie más abundante en el diseño experimental fueron los *Ilyocryptus*, las demás especies como los copépodos ciclopoide fueron más abundantes en la albarrada.

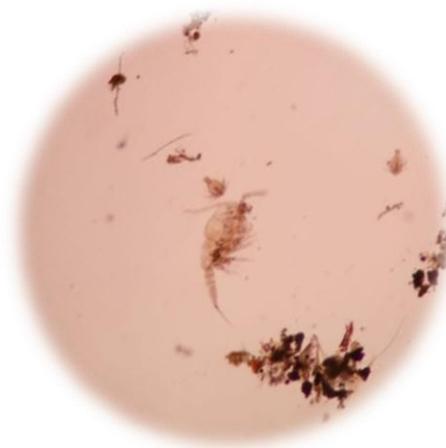


**Figura 3. 4 A: Riqueza total de microcrustáceos en la albarrada; B: Riqueza total de microcrustáceos en aire; C: Riqueza total de microcrustáceos en sedimento**

El número de especies encontradas en la albarrada incremento conforme se fue muestreando, aunque con algunas oscilaciones, desde el día 19 hasta el día 49, y luego permaneció constante. La riqueza tuvo un promedio de 3.8 especies por muestreo. La riqueza de especies en dispersión por aire solo se vio reflejada en una especie, que fue el copépodo Ciclopoide, mientras que en el sedimento se encontraron dos especies que no se encontraron en la albarrada. La primera fue *Ilyocryptus*, la cual se suscitó al inicio del experimento y días más tarde en la albarrada. La otra especie fue la del ostrácodo que se presentó en los últimos días de muestreo.

### 3.3.1 Copéodos Ciclopoide

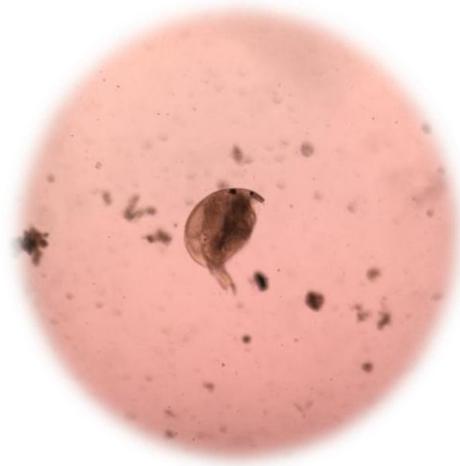
Su gran relevancia en los sistemas acuáticos es dada por su gran diversidad, abundancia y distribución. Seres ubicuos con intervalos estrechos de tolerancias o variaciones de los factores ambientales. Por esta razón, fueron los primeros en colonizar el experimento, ya que su acoplamiento permite organizarse ecológicamente cualquier cuerpo de agua (López, 2015).



**Figura 3. 5 Copépodo Ciclopoide. Fuente: Investigación propia**

### 3.2.2 Cladóceros

Como se muestra en la figura 3.6 *alona sp* presentó un cuerpo ancho, son individuos filtradores que se alimentan de microalgas, materia orgánica y bacterias (Muñoz, Otero, Medina, & Cruz, 2013), este comportamiento característico hace que no tenga ningún problema, para que recurra al uso de huevos de resistencia.



**Figura 3. 6 Alona sp. Fuente: Investigación propia**

*Moina sp* prefiere la luz media, por esta razón se concentra en el agua por las mañanas o en días con menos luz. Puede llegar a alcanzar un tamaño considerable por lo que es muy apetecible por los peces. Su alta densidad en los cuerpos de agua requiere de aguas temporales, que les proporcionen las condiciones adecuadas durante un corto periodo de tiempo por esta razón existió una baja densidad.

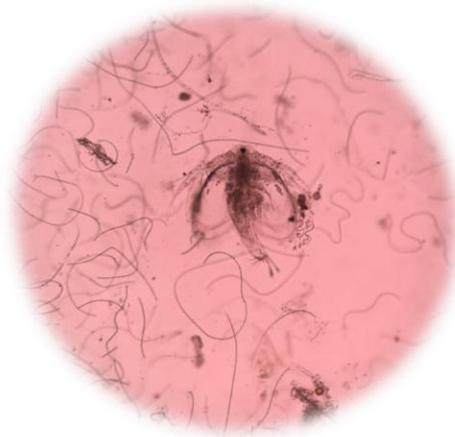
Fácil adaptación en ambientes con cambios en los niveles de oxígeno, lo cual se debe a su capacidad para sintetizar hemoglobina.



**Figura 3. 7 Moina sp. Fuente: A Investigación propia**

El limitado material disponible para su estudio es un gran problema para investigaciones futuras para *Ilyocryptus*. Sin embargo, se tiene conocimiento que son numerosos, y que dominan la profundidad de muchos ríos grandes y reservorios de

agua especialmente en el fondo del sedimento (Kolov & Pavel, 1992). Entre muchos de los organismos zooplanctónicos, los cladóceros son más vulnerables a la depredación (Paggi, 2004), lo cual explicaría su presencia en el sedimento a través del banco de huevos.



**Figura 3. 8 Ilyocryptus. Fuente: Investigación propia**

### **3.2.3 Ostrácodos**

Son caracterizados por estar provistos de un caparazón bivalvo de carbonato de calcio. En aguas continentales son bentónicos, habitan en los fondos del cuerpo de agua o sedimento, aunque varias especies pueden nadar alrededor de la vegetación sumergida. Además, de ser excelentes indicadores de las variaciones hidrogeológicas (Palacios, 2016).

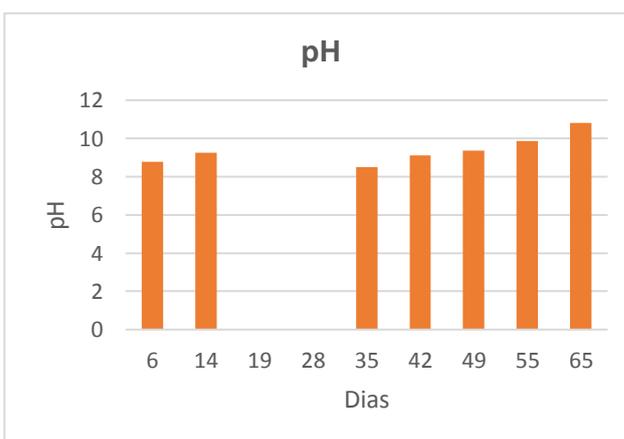
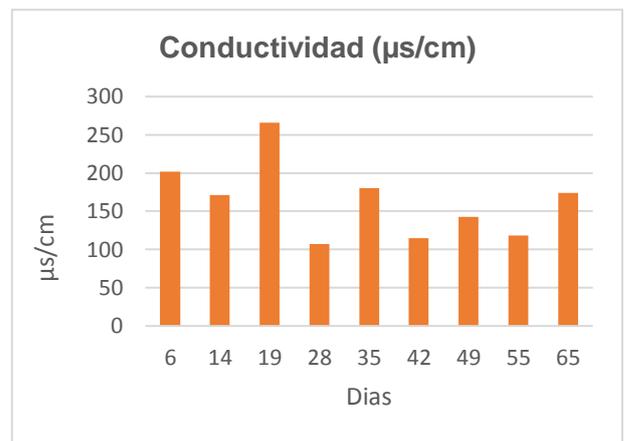
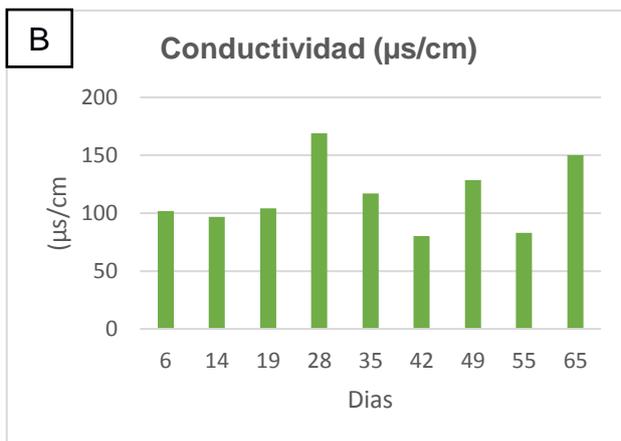
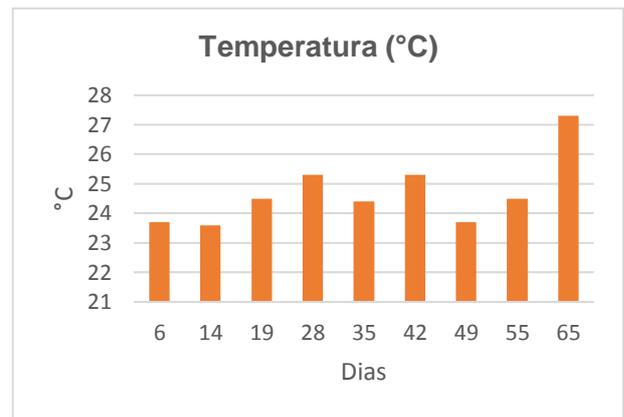
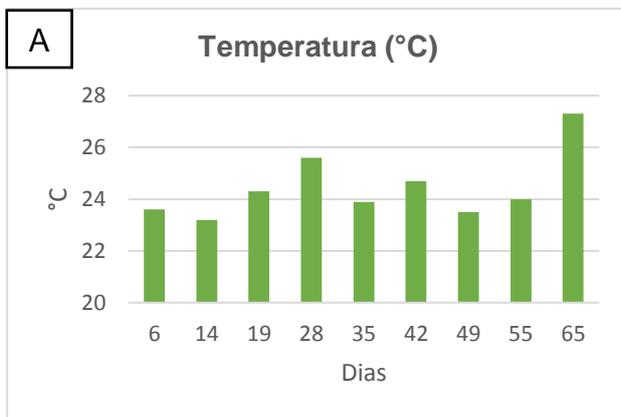


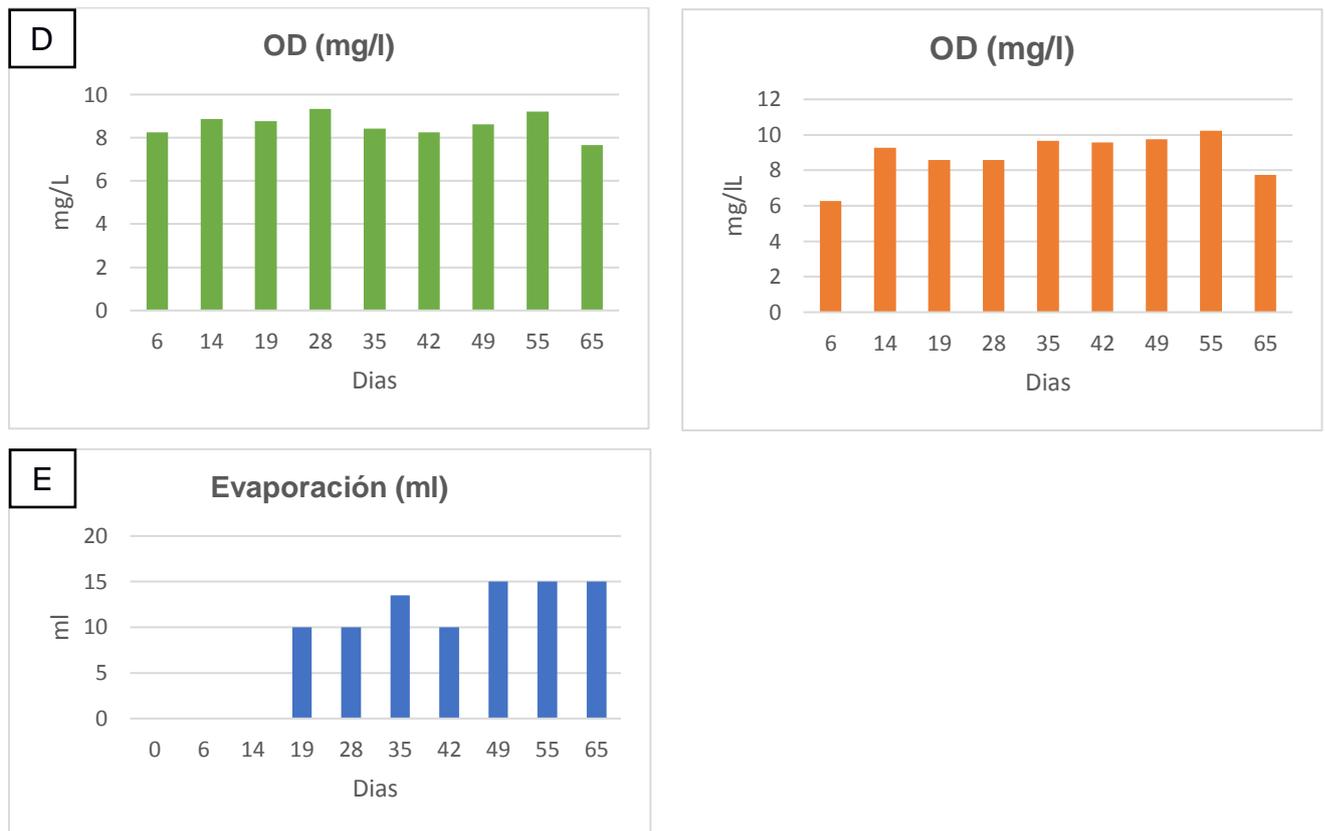
**Figura 3. 9 Ostrácodo. Fuente: Investigación propia**

En la figura 3.9 se refleja en la parte superior las antenas o apéndices torácicos, los cuales son importantes para su locomoción.

### 3.3 Parámetros ambientales en el experimento

No existió variabilidad en los datos, ambos mostraron las mismas condiciones





**Figura 3. 10 A:** Datos registrados de temperatura en aire (verde) y sedimento (naranja); **B:** conductividad de las muestras en aire (verde) y sedimento (naranja; **C:** registro del pH en ambas muestras aire (verde), sedimento (naranja); **D:** Oxígeno disuelto tanto para aire (verde) como para sedimento (naranja); **E:** Datos registrados de la evaporación

Las muestras se encontraban juntas todo el tiempo del muestreo (véase gráfico 3.10) por eso sus condiciones no variaron, la temperatura promedio para aire y sedimento fue de 24.6°C (véase fig.3.10 A). Se considera que para los ostrácodos la temperatura es un factor muy importante, ya que se tomó en consideración que en el día 65 la temperatura aumento debido al cambio de estación de seco a lluvioso.

La Conductividad es un indicador útil de la calidad de aguas dulceacuícolas, por lo tanto, la muestra de sedimento presenta más iones que estos a su vez se relacionan con la salinidad, puesto que la conductividad será mayor en la muestra de aire (véase fig.3.10 B). Algunos ostrácodos no son tan tolerantes a la conductividad, eso explicaría el bajo número de individuos que emergieron en el sedimento. Con respecto al pH para ambas muestras se mantuvieron constante en valores de 8 a 9.2.

Generalmente, los ostrácodos prefieren un pH de 7 a 9 por que las condiciones son muy propicias para su desarrollo aire (véase *fig.3.10 C*). El oxígeno disuelto se relaciona con la temperatura de manera que si la temperatura aumenta no habrá suficiente oxígeno en el agua. La cantidad de oxígeno disuelto que necesite un organismo dependerá de la especie (véase *fig.3.10 D*).

Para los copépodos Ciclopoide toleran cambios extremos del ambiente por lo que las condiciones expuestas no fueron un problema al momento de colonizar el experimento. La evaporación se mantuvo entre los valores de 10 y 14.5.

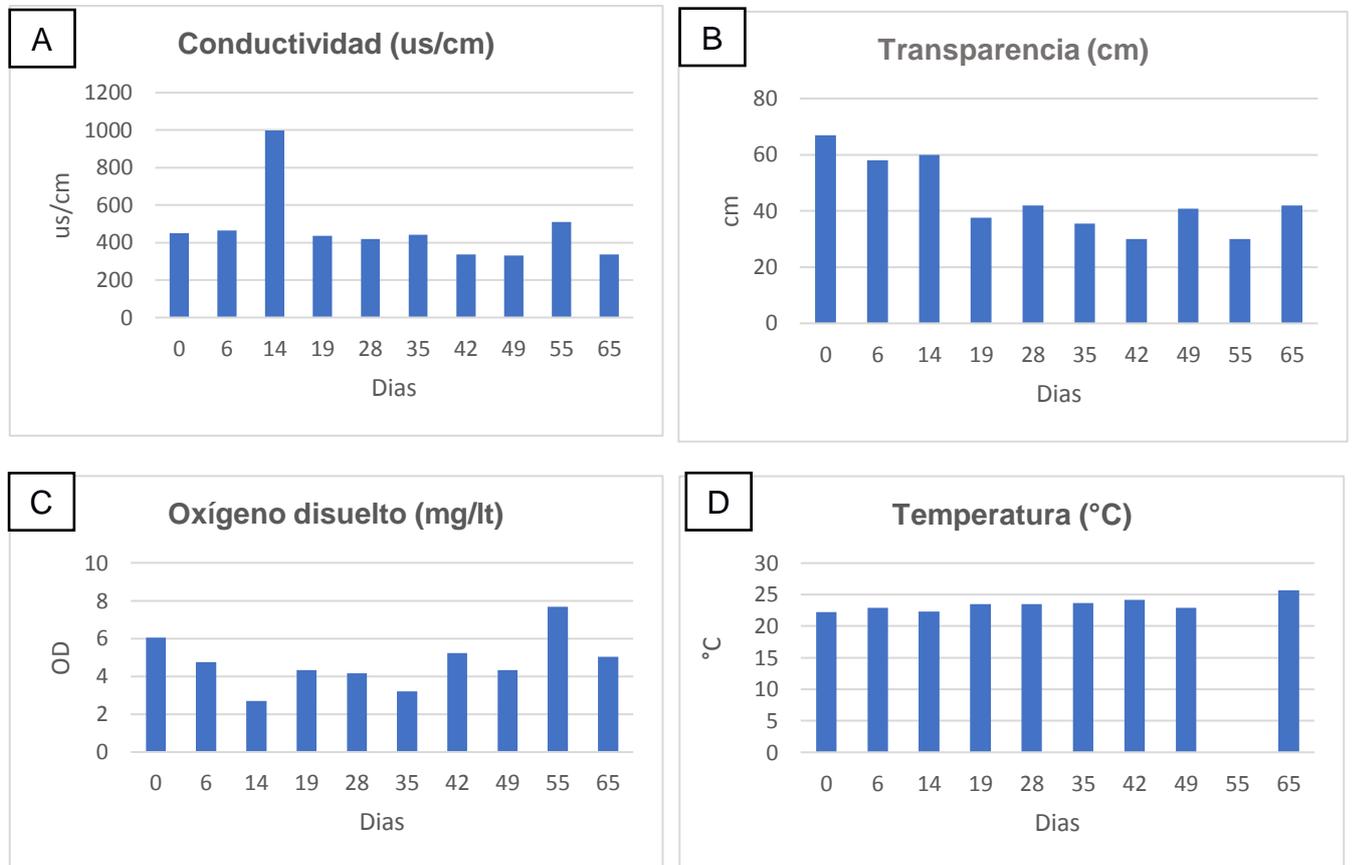


**Figura 3. 11 A: Segunda semana del experimento en ambas muestras se suscitaban plantas acuáticas que permanecieron hasta el B: Noveno muestreo, última semana del experimento**

Se consideró la presencia de algunas plantas acuáticas, las mismas que estando en un medio tan pequeño como lo fue el experimento, logro que obtuviera un promedio de 8.6 mg/L en aire y 8.9 mg/L en sedimento de OD. Consecuentemente, la producción de OD llego al rango aceptable (5 a 12 mg/L) donde creo las condiciones óptimas en comparación con la albarrada (promedio de 4.8 mg/L). Este aumento de OD está

claramente vinculado con la fotosíntesis que produjeron las plantas sumergidas en las botellas (véase fig. 3.10).

### 3.4 Parámetros ambientales en la albarrada



**Figura 3. 12 Datos fisicoquímicos recolectados en la albarrada de A: Conductividad; B: Transparencia; C: Oxígeno disuelto y D: temperatura desde a inicios del montaje del experimento (13//Octubre2018) hasta la última semana (17/Diciembre/2018)**

Los parámetros fisicoquímicos en la albarrada se mantuvieron estables, estas condiciones fueron una referencia para el experimento. Por otro lado, en los datos recolectados de la profundidad no hubo variaciones significativas, esto quiere decir que su comportamiento como tal es el de un cuerpo de agua permanente.

### 3.5 Análisis Estadístico

Luego de realizar las pruebas de normalidad con la ayuda del programa estadístico SPSS, se pudo determinar que los valores no cumplían una distribución normal (Véase tabla 1).

**Tabla 3. 1 Pruebas de normalidad aplicada a los datos obtenidos del diseño experimental. Elaborado por: Investigación propia**

Pruebas de normalidad							
Medios de Dispersión		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Individuos	Aire	,529	36	,000	,311	36	,000
	Sedimento	,464	36	,000	,325	36	,000
Número de especies	Aire	,414	9	,000	,617	9	,000
	Sedimento	,223	9	,200*	,838	9	,055
Número total de individuos	Aire	,402	9	,000	,658	9	,000
	Sedimento	,339	9	,004	,698	9	,001
Copépodo ciclopoide	Aire	,459	9	,000	,564	9	,000
	Sedimento	,432	9	,000	,478	9	,000
Copépodo Nauplio	Aire	,519	9	,000	,390	9	,000
Cladóceros Ilyocryptus	Sedimento	,378	9	,001	,673	9	,001
Ostrácodo	Sedimento	,519	9	,000	,390	9	,000

Teniendo en cuenta que los valores no cumplían una distribución normal, se probó el test U de Mann-Whitney de muestras independientes de pruebas no paramétricas para con esto corroborar si se aceptaba o se rechazaba la hipótesis nula (Véase Tabla 2).

**Tabla 3. 2 Pruebas no paramétricas aplicada a los datos obtenidos del diseño experimental. Elaborado: Investigación propia**

<b>Pruebas no paramétricas</b>				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
Individuos	La distribución de Individuos es la misma entre las categorías de Mecanismos de dispersión.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes.	0,072	Retener la hipótesis nula.
Número de especies	La distribución de Número de especies es la misma entre las categorías de Mecanismos de dispersión.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes.	0,161	Retener la hipótesis nula.
Número total de individuos	La distribución de Número total de individuos es la misma entre las categorías de Mecanismos de dispersión.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes.	0,063	Retener la hipótesis nula.
Copépodo ciclopoide	La distribución de Copépodo ciclopoide es la misma entre las categorías de Mecanismos de dispersión.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes.	0,931	Retener la hipótesis nula.
Copépodo nauplio	La distribución de Copépodo nauplio es la misma entre las categorías de Mecanismos de dispersión.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	0,730	Retener la hipótesis nula.
Cladóceros Ilyocryptus	La distribución de Cladóceros Ilyocryptus es la misma entre las categorías de Mecanismos de dispersión.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	0,500	Retener la hipótesis nula.

	dispersión.			
Ostrácodo	La distribución de Ostrácodo es la misma entre las categorías de Mecanismos de dispersión.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	0,730	Retener la hipótesis nula.

Luego de aplicar la Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes se tomó como decisión el retener la hipótesis nula, la cual era que la distribución de los individuos es la misma entre las categorías de mecanismos de dispersión.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

1. El estudio permitió conocer cuál es la diversidad total de microcrustáceos presentes, las señales ecológicas como el riesgo de la depredación en ciertas especies latentes y la dinámica de las comunidades de microcrustáceos aportando en la poca información que se ha suscitado en cuerpos de agua permanentes de la región Neotropical.
2. El primer grupo en aparecer en el experimento fue el de los copépodos a través del aire, mientras que por el banco de huevos en el sedimento se encontraron a los cladóceros y ostrácodos.
3. Se determinó que ambos mecanismos de dispersión tienen el mismo grado de importancia para el cuerpo de agua debido a la contribución particular de los copépodos a través del aire, de los cladóceros y ostrácodos mediante el bando de huevos en el sedimento.
4. El reconocimiento de la importancia de ambos mecanismos de colonización permitirá predecir los efectos ambientales futuros en sistemas acuáticos siendo un excelente criterio para caracterizar el estado trófico y la estructura de las comunidades de microcrustáceos.
5. Los mecanismos de dispersión son una estrategia para evitar los períodos inestables y críticos, asegurando la supervivencia y de esa manera favoreciendo la recuperación de ambientes luego de algún disturbio, potenciando la resiliencia de los ecosistemas.
6. El uso de diseños experimentales que simulen el proceso de colonización de microcrustáceos, se podría considerar como una excelente herramienta para el estudio de mecanismos de origen de la diversidad de cuerpos de agua.

## **4.2 Recomendaciones**

1. Desarrollar investigaciones que informen si las interacciones de depredación entre peces y microcrustáceos inducen a que estos utilicen como estrategia de supervivencia los bancos de huevos de resistencia.
2. Considerar el extender los días de muestreos para una mayor obtención de diversidad de microcrustáceos a través del diseño de estudio. De esta manera, se conocería en su totalidad la diversidad que existe en los cuerpos de agua.
3. Tener en consideración la cantidad de especies inactivas que se pudieron identificar a través del experimento en sedimento, se recomienda que la identificación de huevos de resistencia sea una de las próximas investigaciones que se lleve a cabo en el Neotrópico.
4. Es necesario proporcionar descripciones de especies que han sido registradas y no presentan mucha información, para que en un futuro sean correctamente identificadas.

# BIBLIOGRAFÍA

- Alekseev, V., Ravera, O., & De Sattio, B. (2007). *Diapause in Aquatic Invertebrates Theory and Human Use*. Springer Nature.
- Álvarez, S. (2016). Campos de camellones y jagüeyes en Ecuador: una visión integral desde la arqueología al presente socioambiental. *Intersecciones en antropología*, 19-34.
- Arcifa, M. S., Peticarrari, A., Bunioto, T. C., Domingos, A. R., & Minto, W. J. (2016). Microcrustaceans and predators: diel migration in a tropical lake and comparison with shallow warm lakes. *Limnetica*, 281-296.
- Battauz, Y. (2016). *Propagulos del zooplancton: Importancia en el mantenimiento de la diversidad en los ambientes acuáticos y dispersión de las especies*. Paraná.
- Battauz, Y. S., Paggi, J., & Paggi, J. (2015). Endozoochory by an ilyophagous fish in the Paraná River floodplain: a window for zooplankton dispersal. *Hydrobiologia*, 161-171.
- Battauz, Y., Paggi, J. d., & Paggi, J. (2014). Passive zooplankton community in dry littoral sediment: reservoir of diversity and potential source of dispersal in a subtropical floodplain lake of the Middle Paraná River (Santa Fe, Argentina). *Hydrobiologia*, 277-286.
- Bohona, A., & Jenkin, D. (2003). Ecological and evolutionary of dispersal by freshwater invertebrates. *Eco. Lett*, 6: 783-796.
- Caceres, C., & Hairston, N. (1998). Benthic-pelagical coupling in planktonic crustaceans: the role of the benthos. *Ergeb. Limnol*, 163-174.
- Carruyo, J., Reyes, J., Casler, C., & Reverol, Y. (2004). *Cladoceros (crustacea, branchiopoda) de la Laguna de Kunana, Sierra de Perija, Estado Zulia, Venezuela*. Maracaibo: Estación de Investigaciones Hidrobiológicas de Guayana.
- Echeverría, P. (2016). *Ostracodos (crustacea: ostracoda) en lagos kársticos (Montebello, Selva Lacandon y El Petén) en el norte de los Neotropicos en relación a un gradiente altitudinal: diversidad, distribución y ecología*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Elener Avalos Perez, A. G. (2010). *Guía Práctica de Recursos Hidrobiológicos*. Andalucía: Junta de Andalucía Consejería de Medio Ambiente y Ordenación .
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2018). *Bosque Protector La Prosperina*. Obtenido de Bosque Protector La Prosperina Web site: <http://www.bosqueprotector.espol.edu.ec/>
- FAO, O. d. (2014). *Cultivo de microcrustáceos de agua dulce*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/012/i0283s/i0283s02.pdf>
- Gabellone, N., Solari, L., Casco, M., & Clapsa, M. (2013). Conservación del plancton y protección de las cuencas hídricas. El caso de la cuenca inferior del río del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Especial de Aguas*, 5: 100-119.
- García, R., Armengol, X., Carmona, M., & Serra, M. (2008). Assessing rotifer diapausing egg bank diversity and abundance in brackish temporary environments: an ex situ sediment incubation approach. *Fundam. appl. Limnol*, 79-88.
- Hairton, N., Vna Brunt, R., & Engstrom, D. (1995). Age and survivorship of diapausing eggs in an egg bank. *Ecology*, 1706-1711.
- Hairton NG Jr, C. C. (1996). Distribution of crustacean diapause: micro and macroevolutionary pattern and process. *Hydrobiologia*, 27-44.
- Havel, J., & Shurin, J. (2004). Mechanisms, effects, and scales of dispersal in freshwater zooplankton. *Limnol. Oceanogr*, 49: 1229 - 1238.
- Havens, K. E., Beaver, J. R., Manis, E. E., & East, T. L. (2015). Inter-lake comparisons indicate that fish predation, rather than high temperature, is the major driver of summer decline in *Daphnia* and other changes among cladoceran zooplankton in subtropical Florida lakes. *Hydrobiologia*, 57-67.
- Horváth, Z., & Ptacnik, R. (2016). Wind dispersal results in a gradient of dispersal limitation and environmental match among discrete aquatic habitats. *Ecography*, 726-732.
- Iglesias, C., Bonecker, C., Brandão, Crispim, L. M., & Eskinazi-Sant'Anna, M. (2016). Current knowledge of South American cladoceran diapause: A brief review. *International Review of Hydrobiology*, 1-14.
- Kolov, A., & Pavel, S. (1992). *Guía para la identificación de los microinvertebrados de las aguas continentales del mundo. Cladocera: Familia Ilyocryptidae (branchiopoda: cladocera: Anomopoda)*. H.J.F. Dumont. Kenobi productions.

- Kristin, S., & C, F. (1980). *Guía para los Copepodos (Calanoida y cyclopoida) de Cuba*. Waterloo. Ontario, Canadá: Academia de Ciencias de Cuba - Departamento de Zoología .
- Lopes, P., & Bozelli, R. (2016). Contributions of airborne dispersal and dormant propagule recruitment to the assembly of rotifer and crustacean zooplankton communities in temporary ponds. *Freshwater Biology*, 658-669.
- Lopes, P., Bozelli, R., Bini, L. M., & Santangelo, J. M. (2016). Contributions of airborne dispersal and dormant propagule recruitment to the assembly of rotifer and crustacean zooplankton communities in temporary ponds. *Freshwater Biology*, 658-669.
- Lopes, Paloma; Bozelli, Reinaldo. (2016). Contributions of airborne dispersal and dormant propagule recruitment to the assembly of rotifer and crustacean zooplankton communities in temporary ponds. *Freshwater Biology*, 658-669.
- López, D. (2015). *Los copepodos cyclopoida de diferentes ambientes acuáticos en la concensión para la conservación Río Los Amigos, Madre de Dios, Peru*. Lima .
- Mazzeo, N. I., Borthagaray, A., Fosalba, C., Ballabio, R., & Larrea, D. (2010). Trophic cascade effects of *Hoplasmalabaricus* (Characiformes, Erythrinidae) in subtropical lakes food webs: a mesocosm approach. *Hydrobiologia*, 325-335.
- Moreno, J. (2012). La estructuración de las comunidades ecológicas por selección natural: una lección para la ecología de Wallace y Darwin. *Revista de la sociedad española de biología evolutiva*, 33-38.
- Muñoz, M., Otero, A., Medina, V., & Cruz, P. (2013). Comportamiento reproductivo de *Alona* sp. y *Diaphanosoma* sp. (crustacea: cladocera) bajo diferentes fotoperiodos. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal: REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 17-24.
- Naess, T., & Nilssen, J. (1991). Diapausing fertilized adults: a new pattern of copepod life cycle. *Oecologia*, 368-371.
- Paggi, J. (2004). Importancia de la fauna de "Cladoceros" (crustacea, branchiopoda) del Litoral Fluvial Argentino. *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino. INSUGEO, Miscelánea*, 239 - 246.

- Palacios, M. (2016). Ostracodos (crustacea) de la Cuenca de Mexico: Implicaciones plaeontologicas y geoarqueologicas. *Biodiversidad en la ciudad de Mexico, Conabio/Sedema*, 303-310.
- Ponce, N., & Sánchez, M. (2015). *Diseño de una ruta turística en el Bosque Protector La Prosperina y sus zonas de influencias*. Guayaquil.
- Porcuna, C., Ramos, J., & Morales, E. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trofica de los ecosistemas lenticos. *Revista científica y tecnica de ecologia y medio ambiente*, 23-29.
- TepBac, A. e. (28 de Enero de 2012). *TepBac*. Obtenido de TepBac: <https://vn.linkedin.com/in/tep-bac>
- Vandekerkhove, J., Declerck, S., & Jeppesen, E. (2005). Oecologia. *Dormant propagule banks integrate spatio-temporal heterogeneity in cladoceran communities*, 109-116.
- Vanschoenwinkel, B., & Mergeay, J. (2011). Long Distance Dispersal of Zooplankton Endemic to Isolated Mountaintops - an Example of an Ecological Process Operating on an Evolutionary Time Scale. *PLoS ONE*.
- Williamson, C., & Reid, J. (2001). Copepoda. En: Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates. *Academic Press*, 915-954.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

Individuo	Cantidad								
	Primer muestreo (19/10/18)	Segundo muestreo (27/10/18)	Tercer muestreo (1/11/18)	Cuarto muestreo (10/11/18)	Quinto muestreo (17/11/18)	Sexto muestreo (24/11/18)	Séptimo muestreo (1/12/18)	Octavo muestreo (7/12/18)	Noveno muestreo (17/12/18)
Copépodo/Ciclopoide	144	136	1001	623	4484	6501	1094	5088	2415
Copépodo/Nauplio	0	12	11	13342	9126	2	0	11538	24
Cladóceros/Moina	4	4	4	2	23	171	15	6	13
Cladóceros/Alona	27	77	0	7	18	4	11	14	18
Cladóceros/Ilyocryptus	0	0	0	0	0	1	0	0	0

**Figura A. Datos en bruto de los nueve muestreos realizados en la albarrada Las Cañas, con su respectivo número de individuos por semana**

## APÉNDICE B

		AIRE									SEDIMENTO								
Días		6	14	19	28	35	42	49	55	65	6	14	19	28	35	42	49	55	65
Individuos		6	14	19	28	35	42	49	55	65	6	14	19	28	35	42	49	55	65
Copépodo/Ciclopoide		1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5,5	0	0	0
Copépodo/Nauplio		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cladóceros/Ilyocryptus		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,5	89,5	77	29
Ostrácodo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>		1	0	0,5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	7	89,5	77	30
<b>RIQUEZA</b>		1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	2

Tratamientos	A	S
Niveles de colores		
0		
< 1		
1 a 10		
11 a 30		
> 30		

**Figura B. Datos del experimento tanto de sedimento (naranja) como de aire (verde)**

## APÉNDICE C

Días	6	14	19	28	35	42	49	55	65
Individuos	6	14	19	28	35	42	49	55	65
Copépodo/Ciclopoide	3,6	3,4	25	15,58	112,1	163	27,35	127,2	60,375
Copépodo/Nauplio	0	0,3	0,28	333,6	228,2	0,05	0	288,45	0,6
Cladóceros/Moina	0,1	0,1	0,1	0,05	0,575	4,28	0,375	0,15	0,325
Cladóceros/Alona	0,68	1,93	0	0,175	0,45	0,1	0,275	0,35	0,45
Cladóceros/Ilyocryptus	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0
TOTAL	4,38	5,73	25,4	349,4	341,3	167	28	416,15	61,75
RIQUEZA	3	4	3	4	4	5	3	4	4

Niveles de colores	
0	
< 1	
1 a 10	
11 a 30	
31 a 100	
> 100	

**Figura C. Datos del número de individuos de la albarra Las Cañas**

## APÉNDICE D

MORFOMETRÍA																				
Puntos	13/10/2018		19/10/2018		27/10/2018		01/11/2018		10/11/2018		17/11/2018		24/11/2018		01/12/2018		07/12/2018		17/12/2018	
	Profundidad		Profundidad		Profundidad		Profundidad		Profundidad		Profundidad		Profundidad		Profundidad		Profundidad		Profundidad	
	Transversal (m). 6,35 m	Longitudinal (m). 11,3 m	Transversal (m) 6,35m	Longitudinal (m). 11,3 m	Transversal (m) 6,05	Longitudinal (m) 10,98 M	Transversal (m). 6,05m	Longitudinal (m). 10,33 m	Transversal (m). 6,05m	Longitudinal (m). 10,33 m	Transversal (m). 6,05m	Longitudinal (m). 10,33 m	Transversal (m). 6,05m	Longitudinal (m). 10,33 m	Transversal (m). 6,05m	Longitudinal (m). 10,33 m	Transversal (m). 6,05m	Longitudinal (m). 10,33 m	Transversal (m). 6,05m	Longitudinal (m). 10,33 m
P0	0	0	0	0	0	0														
P1	0,28	0,3	0,2	0,38	0,22	0,55														
P2	0,64	0,35	0,68	0,8	0,59	0,7														
P3	0,9	0,8	0,8	0,84	0,8	0,76														
P4	0,82	0,8	1	0,92	0,85	0,76														
P5	0,78	0,9	0,85	0,8	0,8	0,73														
P6	0,72	0,62	0,8	0,89	0,73	0,7														
P7	0	0,78	0	0,85	0	0,6														
P8		0,65		0,71		0,5	Solo hubo variación en la parte sur- longitudinal de la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	No hubo variación en la albarrada, por tal motivo, no se tomó la morfometría	
P9		0,5		0,67		0,4														
P10		0,4		0,4		0														
P11		0		0																
P12																				
P13																				
P14																				
P15																				
P16																				
P17																				
P18																				
P19																				

**Figura D. Profundidad (transversal y longitudinal) de la albarrada como dato importante para corroborar que pertenece a un cuerpo de agua permanente.**

**Datos tomados en la temporada seca**

## APÉNDICE E

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS										
DIAS	0	6	14	19	28	35	42	49	55	65
FECHAS	13/10/2018	19/10/2018	27/10/2018	01/11/2018	10/11/2018	17/11/2018	24/11/2018	01/12/2018	07/12/2019	17/12/2018
NOMBRE DE ALBARRADA	CAÑAS	CAÑAS	CAÑAS	CAÑAS	CAÑAS	CAÑAS	CAÑAS	CAÑAS		
SECCHI (cm)	67	58	60	37,5	42	35,5	30	40,8	30	42
Hora	10:40 AM	10:30 AM	10:40	10:21	10:30 AM	10:05 AM	-	10:34 AM	10:45 a.m.	15:04 p.m.
Conductividad (us/cm)	450	464	998	437	420	441	336	332	509	336
Oxígeno disuelto (mg/lt)	6,04	4,74	2,71	4,33	4,16	3,22	5,24	4,34	7,67	5,03
Porcentaje de oxígeno	70,60%	56,60%	32%	51,5%	52,60%	38,80%	64,10%	58,70%	97,8%	63,6%
Temperatura (°C)	22,2	22,9	22,3	23,53	23,5	23,7	24,2	22,95	22,25	25,7
PH	-	valor errado	valor errado	valor errado	valor errado	valor errado	valor errado	valor errado	valor errado	valor errado
Evaporación (ml)	0	0	0	10	10	13,5	10	15	15	15
TDS	-	-	645 mg/lt	284 mg/lt	275 mg/lt	289 mg/lt	218 mg/lt	213 mg/lt		220 mg/lt
Salinidad	-	-	0,48 PSU	-	0,14 PSU	0,44 PSU	-	0,11 PSU	0,24	0,11 PSU
NH3	-	-	3,36 mg/lt	-	1,14 mg/lt	-	-	0,06 mg/lt		
NH4	-	-	24,29 mg/lt	14,75 mg/lt	-	-	-	-		
NO3	-	-	419,5 mg/lt	3585,6 mg/lt	-	-	-	-		
OBSERVACIONES	Crecimiento de plantas acuáticas como los palustres, agua de color verde oscuro.	Crecimiento de plantas acuáticas como los palustres, agua de color verde oscuro.	Crecimiento de plantas acuáticas como los palustres, agua de color verde oscuro.	Crecimiento de plantas acuáticas, agua turbia, albarrada media llena. Crecimiento de ninfáceas	Crecimiento de plantas acuáticas, agua turbia, albarrada media llena. Crecimiento de ninfáceas	Crecimiento de plantas acuáticas, agua turbia, albarrada media llena. Crecimiento de ninfáceas	Crecimiento de plantas acuáticas, agua turbia, albarrada media llena. Crecimiento de ninfáceas	Crecimiento de plantas acuáticas, agua turbia, albarrada media llena. Crecimiento de ninfáceas	Crecimiento de plantas acuáticas, agua turbia, albarrada media llena. Crecimiento de ninfáceas	Crecimiento de plantas acuáticas, agua turbia, albarrada media llena. Crecimiento de ninfáceas

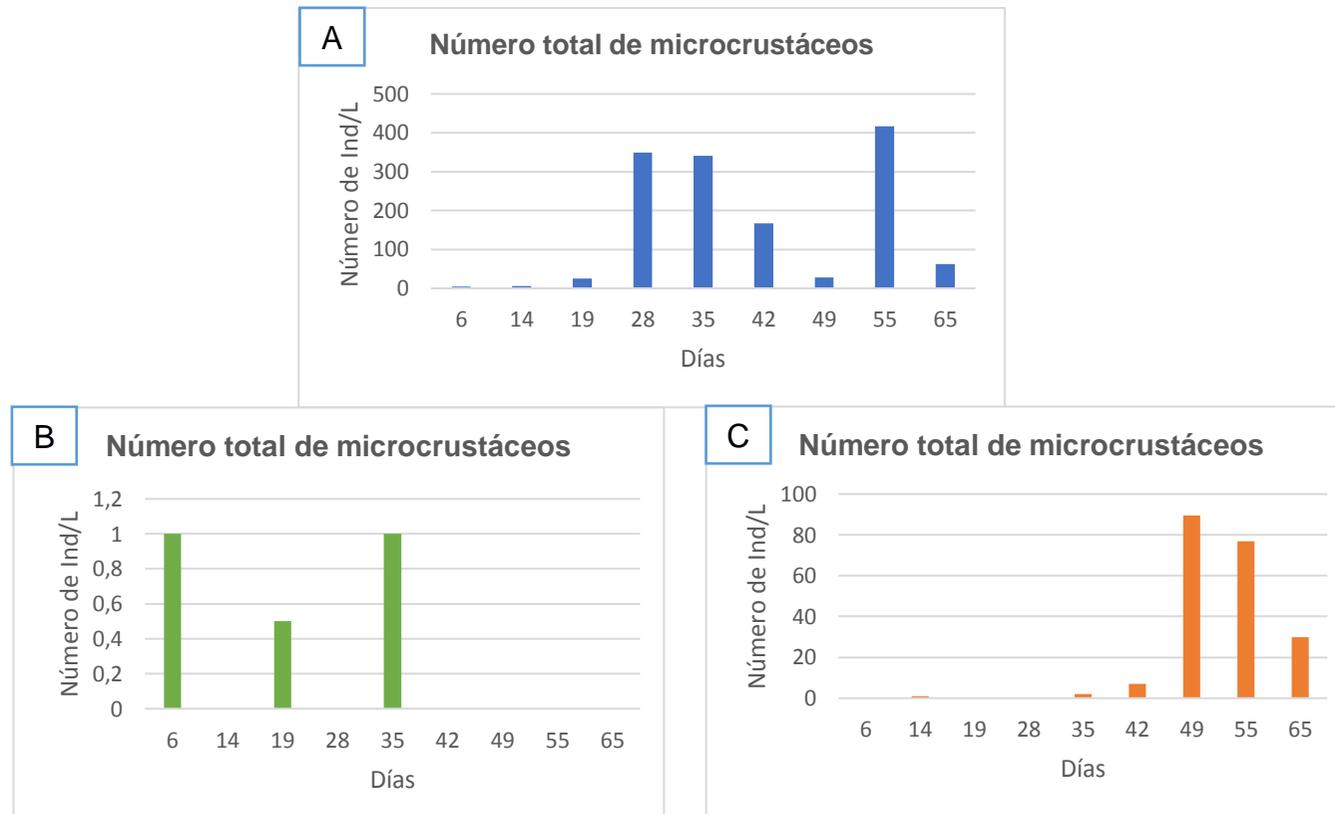
**Figura E. Parámetros fisicoquímicos de la albarrada Las Cañas.**

## APÉNDICE F

MEDICIONES PARAMÉTRICAS	AIRE								
	6	14	19	28	35	42	49	55	65
Temperatura (°C)	23,6	23,2	24,3	25,6	23,9	24,7	23,5	24	27,3
Conductividad (μs/cm)	102	97	104	169	117	80	128,6	83	150,1
pH	8,34	8,71			7,8	7,12	6,87	8,66	9,14
OD ( % )	99,2	105,9	105,5	117,2	102,2	101,2	104	112,1	96,7
OD (mg/l)	8,24	8,86	8,77	9,34	8,42	8,25	8,61	9,21	7,67
MEDICIONES PARAMÉTRICAS	SEDIMENTO								
	6	14	19	28	35	42	49	55	65
Temperatura (°C)	23,7	23,6	24,5	25,3	24,4	25,3	23,7	24,5	27,3
Conductividad (μs/cm)	202	171	266	107	180	115	143	118	174,3
pH	8,78	9,25			8,5	9,1	9,35	9,85	10,8
OD ( % )	76	110,5	104,9	106,7	118,3	119,7	118	125,5	98,1
OD (mg/l)	6,27	9,26	8,59	8,58	9,67	9,57	9,74	10,23	7,74

**Figura F. Parámetros fisicoquímicos del experimento tanto para aire como para sedimento**

## APÉNDICE G



**Figura G. A: Abundancia total de microcrustáceos en la albarrada; B: Abundancia total de microcrustáceos en aire; C: Abundancia total de microcrustáceos en sedimento.**