Revista de la Escuela de Gestión Ambiental PUCESE
Diciembre 2016/ Año 7 Nº 14

GESTION AMBIENTAL

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

VARIACIÓN ESPACIAL DEL ENSAMBLE DE PECES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO TEAONE

CALIDAD DE LOS RÍOS TEAONE Y ATACAMES EMPLEANDO MACROINVERTEBRADOS

LEPIDÓPTEROS DIURNOS EN LA HACIENDA EXPERIMENTAL MÚTILE

EXPERIENCIAS DE CONSERVACIÓN EN EL PARQUE NACIONAL YASUNÍ

GESTION AMBIENTAL

Diciembre 2016

Publicación irregular de la Escuela de Gestión Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, encargada de difundir trabajos en las áreas de la gestión ambiental.

Sonia Mateos Marcos
Editora

Aitor Urbina García de Vicuña
Prorector

María de los Lirios Bernabé
Directora Académica

Lucía Vernaza Quiñónez
Directora Escuela
Gestión Ambiental

Sonia Mateos Marcos
Jon Molinero Ortiz
Eduardo Rebolledo Monsalve
Silvia Cabrera Erazo
Consejo Editorial

Pedro Jiménez Prado
Patricia Molleda Martínez
Jorge Velazco Vargas
Cuerpo Editorial

Cristina Marmolejo Cueva
Diseño Portada

de2de
diseño gráfico
Sabrina Marcillo
Diseño y diagramación

Nuria Rey Somoza
Ilustración en contraportada

Han colaborado en esta edición:
Gloria Cárdenas Tenorio, Michelle Mora Rodríguez, Max Murrieta Quiñónez, Brenda Quiñónez Mina, Bryan Véliz Angulo, Fernando Vásquez Galarza, Glenda Bravo Quiñónez, Jennifer Oleas Ramírez, Yireny Bravo Aguas, Kenner Clevel Altafuya, Josselyn Mera Carranza, Andrea Benítez Barro, Israel Leyva Luján, Haydeé Ramírez Lozada.

Contacto
Revista Gestión Ambiental
Escuela de Gestión Ambiental
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas
Loma de Santa Cruz
(Calle Espejo y Subida a Santa Cruz)
Teléfonos 593 06 2721983 – 2721595 –
2716744 - 2721459 Ext. 111
www.pucese.edu.ec
sonia.mateos@pucese.edu.ec

Los artículos representan la opinión de los autores
y no constituyen la opinión oficial de la PUCESE.
Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra para fines educativos
siempre y cuando se cite la fuente.

El impacto humano realizado sobre el planeta tierra ha marcado una nueva época geológica, el Antropoceno. ¿Quién iba a pensar que nosotros como especie íbamos a marcar un antes y un después en este planeta? Pues sí, los geólogos lo han demostrado. Las piedras, por así decirlo, ¡hablan! Estratigráficamente en los sedimentos más nuevos se han hallado combinaciones de plásticos, cenizas de combustible pulverizado, radionuclidos, metales, pesticidas, nitrógeno reactivo, y las consecuencias del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero. El Holoceno ha pasado a la historia, y 1950 es el año que se establece para esta nuestra nueva época, el Antropoceno, con el comienzo de las explosiones nucleares, plásticos desechables y el boom de la población humana.

Pero, ¿qué significa este cambio de ciclo histórico? ¿Significa que enfrentamos una nueva crisis? ¿O una crisis en la que ya sabemos que estamos inmersos desde hace mucho tiempo? Está claro que la huella humana ya es una realidad y que enfrentar el cambio climático no es un chiste. Rehacer la biosfera con nuevos paradigmas de vida no sólo es una asignatura pendiente, sino todo un reto ecosocial. Cabría preguntarse si en esta nueva época, no podría acaso, extinguirnos como especie.

El Antropoceno, un comienzo para entender quiénes somos, qué hacemos y qué responsabilidades tenemos como especie.

¡Feliz Nueva Época!
Y sobre todo... ¡Feliz Nuevo reto Ecosocial al que nos enfrentamos!

EDITORIAL

CONTENIDO

CARACTERIZACIÓN DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS PRESENTES EN TRES ÁREAS DE LA HACIENDA EXPERIMENTAL MÚTILE *Pág. 5*

VARIACIÓN ESPACIAL DEL ENSAMBLE DE PECES EN EL SISTEMA FLUVIAL DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO TEAONE *Pág. 15*

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LOS RÍOS TEAONE Y ATACAMES EMPLEANDO MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES *Pág. 22*

EXPERIENCIAS DE CONSERVACIÓN EN EL PARQUE NACIONAL YASUNÍ *Pág. 31*

A FLOR DE PIEL *Pág. 35*

CARACTERIZACIÓN DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS PRESENTES EN TRES ÁREAS DE LA HACIENDA EXPERIMENTAL MÚTILE

*Gloria Cárdenas, Michelle Mora, Max Murrieta, Brenda Quiñónez y Bryan Véliz**

Resumen

Los lepidópteros son un grupo de insectos que tienen la capacidad de dar a conocer el grado de influencia antropogénica de un lugar debido a la sensibilidad que poseen frente a los cambios ambientales.

El presente estudio se llevó a cabo en la Hacienda experimental "Mútile" en tres áreas escogidas que incluían: bosque tropical seco, área de usos agropecuarios y el campus de la universidad. Los individuos se capturaron con redes entomológicas mediante caminatas en los tres lugares durante un lapso de 6 horas por cinco recolectores en 4 salidas de campo. Se utilizaron técnicas de preservación, montado y sujeción torácica del espécimen.

El análisis de conglomerados mostró que el bosque tenía una pequeña diferencia de similitud con respecto al área de usos agropecuarios y el campus. El gráfico de componentes demostró que en el bosque había mayor predominancia de los morfotipos de la familia Nymphalidae, mientras que el área de usos agropecuarios y el campus tuvo mayor predominancia de morfotipos de la familia Pieridae y Hesperiidae.

El índice de similitud de Jaccard indicó que el bosque seco tropical tuvo baja similitud con el área de usos agropecuarios y el campus universitarios con valores de 0,48 y 0,32 respectivamente, al igual que en el índice de similitud de Morisita, donde el bosque seco tropical con respecto al área de usos agropecuarios y el campus universitario presentó baja similitud tanto en diversidad como en abundancia de morfotipos y familias, con valores de 0,48 y 0,32 respectivamente, por el hecho de que el bosque está menos influenciado por la intervención del hombre.

Introducción

Los bioindicadores se definen como un grupo taxonómico o de especies que tienen la capacidad de dar a conocer el estado actual de un hábitat, el grado de endemismo, variación de gradientes y la relación existente con otras zonas geográficas. El orden lepidóptera es el segundo grupo más abundante después de los coleópteros con un aproximado de 250 000 especies en el planeta.

El bosque seco tropical representa el 22 % de las áreas boscosas en Latinoamérica. Actualmente, se le considera como un ecosistema amenazado y degradado debido a la presencia de potreros, cultivos y actividades agropecuarias. Este tipo de bosque es objeto de estudio investigativo porque alberga gran cantidad de insectos, incluidos las mariposas dando a conocer las condiciones ambientales del lugar [(1)].

La biodiversidad y riqueza de una zona se puede determinar mediante el uso de mariposas diurnas, puesto que son organismos sensibles a los cambios ambientales, además de que son fácilmente observables e identificables; por estas razones son consideradas como bioindicadores[(1)].

En Ecuador existen aproximadamente 2 726 Lepidópteros diurnos. La riqueza de los lepidópteros está directamente relacionada con la cobertura vegetal[(2)].

Los estudios de lepidópteros son importantes desde el punto de vista ecológico, ya que son necesarios para el análisis del estado ecosistémico. Debido a la degradación actual de los ecosistemas y la poca información acerca del estudio entomológico de lepidópteros en el cantón de Esmeraldas, se consideró realizar un análisis en 3 áreas seleccionadas en la Hacienda experimental Mútile, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres cuyas áreas de influencia son: bosque seco tropical, área de usos agropecuarios y campus universitario.

El objetivo de este estudio fue determinar la riqueza de lepidópteros diurnos presentes en las tres áreas seleccionadas en La Hacienda Experimental Mútile, sede de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales para la caracterización de las familias tomando en cuenta la distribución de éstas en cada una de las zonas.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

La Hacienda Experimental Mútile, sede de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales en el cantón de Esmeraldas, está ubicado a 20 kilómetros de la ciudad de Esmeraldas, frente a la parroquia San Mateo, cuyas coordenadas geográficas son: 0° 56'14.64"N,79° 40'1.2"W. Presenta un clima con dos estaciones definidas: tropical monzón entre los meses de junio a noviembre y tropical húmedo entre los meses de noviembre y mayo.

Dentro de la hacienda, se escogieron tres áreas de interés con diferentes grados de perturbación (Ilustración 1). El bosque seco tropical cuyas coordenadas geográficas son 0° 53' 40.48"

N, 79° 37' 04.56", el cual se caracteriza por la poca perturbación antrópica. El área de uso agropecuarios con coordenadas 0° 53' 26.16"N, 79° 37' 32.79"W, se observan agricultura y pastoreo vacuno y equino. El Campus universitario con coordenadas 0° 53' 31.32" N, 79° 37' 15.56", se observa la perturbación antrópica.

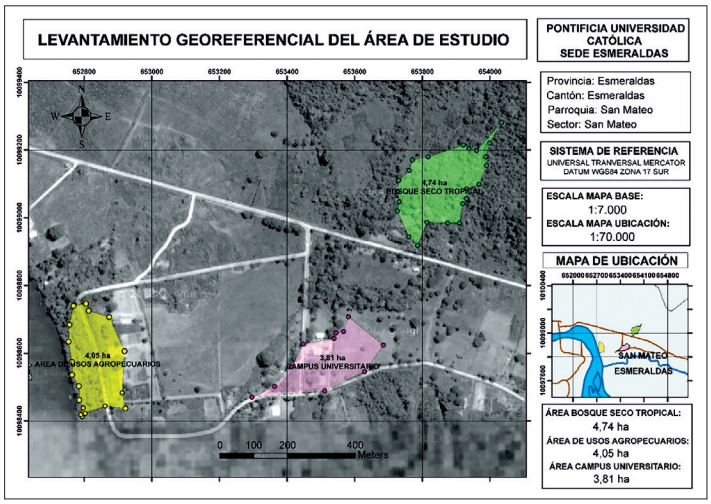


Ilustración 1. Levantamiento Georreferencial del área de estudio

Diseño y método de captura

Los muestreos se realizaron en cada área de influencia entre los meses de junio y julio de 2016 con un total de cuatro salidas, aplicando un esfuerzo de muestreo de 6 horas por cinco recolectores, para un esfuerzo de muestreo de 30 h diarios, para un total de 120 horas de colecta.

Se realizaron caminatas en senderos claros del bosque, áreas de uso agropecuario y alrededor del campus universitario, iniciando desde las 8:00 horas de la mañana, donde se realizó una captura activa con redes entomológica, una por cada miembro del equipo, hasta las 14:00 horas. Se dedicaron dos horas por cada área de interés, cambiando el orden de muestro por cada salida.

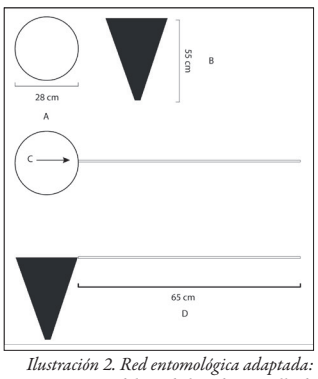


Ilustración 2. Red entomológica adaptada: A. Diámetro del aro de la red, B. Malla de tul, C. Unión de la malla con el mango, D. Tamaño del mango, y vista horizontal de la red terminada

Red Entomológica o Lepidopterológica.

Consiste en un aro de 28 cm de diámetro (Ilustración 2A), un mango de red de 65 cm (Ilustración 2D), y un cono de tela de tul suave, de 55 cm (Ilustración 2B), que termina en una punta redondeada, para evitar lesiones en las alas o cuerpo de las mariposas al ingresar a la red [3].

Técnica de Sacrificio

Se utilizaron dos técnicas de sacrificio: el "pinching" o sujeción torácica, la cual consiste en presionar el tórax de la mariposa con los dedos pulgar e índice, evitando tocar las alas ya que se puede estropear el ejemplar[3], y la cámara letal, que consiste en colocar la muestra dentro de un frasco de vidrio preparado con tollas absorbentes humedecidas con formol durante dos o tres minutos, con la finalidad de asfixiar al insecto. Esta técnica fue utilizada principalmente para el sacrificio de las polillas, debido a que su caja torácica es mucho más grande que la de las mariposas y el sacrificio por pinching estropea el ejemplar[4].

Técnica de Preservación y Montado

Una vez sacrificado el ejemplar se lo colocó con las alas abiertas, en un triángulo de papel mantequilla preparado manualmente, utilizando papel mantequilla, el cual posee unas dimensiones de 14,5 x 10,5 cm (Ilustración 3A). Para realizar el triángulo, se dobla uno de los extremos sobre sí mismo de forma perpendicular dejando dos de sus lados libres (Ilustración 3B), los lados libres se doblan hacia dentro a manera de tapa (Ilustración 3C y 3D), para evitar la pérdida de los ejemplares [3].

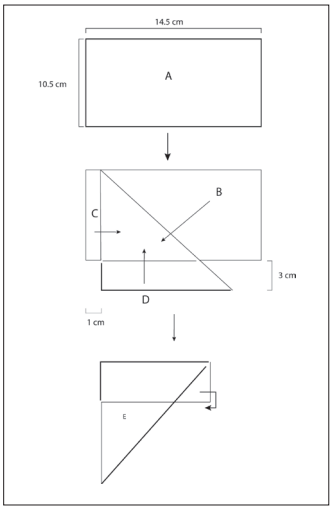


Ilustración 3. Triángulo de papel mantequilla. A. rectángulo de papel mantequilla, B. primeros dobles, C. segundo dobles, D. tercer dobles para hacer tapa del sobre, E. espacio para colocar datos de la localidad de recolecta

El montaje de los ejemplares se realizó de la siguiente manera: mediante el uso de un alfiler entomológico se realizó una pequeña punción en la región del tórax, donde el alfiler debía quedar de forma vertical en el centro del tórax y salir verticalmente entre el segundo y tercer par de patas [4]. Las alas de las mariposas son un factor indispensable para su identificación, por ello se procedió a elaborar extensores de cartón atravesados con alfileres para colocar en medio de éstos las alas de las mariposas y evitar que se cierren[3].

Identificación

Para la identificación de los lepidópteros se tomaron fotografías de las alas de los especímenes en su parte posterior y anterior con una cámara Nikon COOLPIX S2800. Con la ayuda de claves dicotómicas de mariposas se procedió a la identificación de las mismas[5,6].

Índices

Cálculo del índice de Jaccard

Para determinar la similitud de las tres zonas se calculó el coeficiente de asociación de Jaccard cuya fórmula es:

$$J = a / a + b - c$$

Donde:

a= el número de especies comunes entre dos sitios, b= número de especies presentes en el primer sitio y no en el segundo, c= el número de especies presentes en el segundo sitio y no en el primero, a+b – c = el número total de especies diferentes presentes en el conjunto de los dos sitios[7]

Con éstos valores se determinó si hay un alto o bajo índice de similitud entre los tres sitios: 0 (similitud mínima) hasta 1 (similitud máxima).

Cálculo de índice de Margalef (DMg)

Para medir la diversidad alfa o la riqueza específica utilizamos el índice de Margalef. Este índice da a conocer el número de especies por punto de muestreo. Relacionando así, el número de especies de acuerdo con número total de individuos[8].

$$DMg = S – 1 / \ln N$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Con estos valores determinamos si hay una alta o baja diversidad, sabiendo que: 0 (baja diversidad) a 5 (alta diversidad)[8]

Cálculo índice de Simpson (λ)

Determina la estructura de las comunidades, la cantidad de especies y las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. Muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar en una muestra correspondan a la misma especie[8].

$$\lambda = \Sigma (n^2 / N^2) = \Sigma\, pi^2$$

Donde:

N = es el total de organismos muestreados (o unidades cuadradas)

n = es el número de ejemplares por especie

pi = abundancia proporcional de la especie i, (lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i) dividido entre el número total de individuos de la muestra

Sus valores están comprendidos entre 0 y 1, cuanto menor sea su valor la diversidad de nuestra zona será mayor. El menor valor para este índice es 1 (1 indica que no hay diversidad)[8].

Cálculo índice Shannon-Wiener (H')

Es un índice de equidad, tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. Asume que todas las especies están representadas en las muestras (en abundancia)[8].

$$H' = -\Sigma^{s}_{i=1} pi\, (\log_2 pi)$$

Donde:

pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)

Comprende valores en un rango de 0 a 5, cuanto mayor sea este valor habrá una mayor diversidad en la zona. Valores por encima de 3 son interpretados como "diversos"[8].

Cálculo índice de Morisita-Horn

Índice para medir la diversidad beta, similitud o disimilitud. Expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos muestras (comunidades). Es un método cuantitativo. Relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y total[8].

$$I_{M\text{-}H} = 2 \Sigma (an_i\, bn_j) / (da + db)\, aN\, bN$$

Donde:
ani = número de individuos de la iésima especie en el sitio A
bnj = número de individuos de la jésima especie en el sitio B
da = ∑ ani 2/aN2
db = ∑ bnj 2/bN2
aN = número total de individuos en el sitio A
bN = número total de individuos en el sitio B

Cálculo índice de CHAO-1

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etc.[9]

Gráfico de análisis de componentes

Para conocer la distribución de los lepidópteros se utilizó un análisis de componentes, que es una técnica estadística para sintetizar información, el cual da a conocer una combinación lineal de las variables originales. Para la interpretación de los resultados se generó un gráfico denominado "gráfico de componentes", el mismo que permitió examinar en un plano bidimensional qué áreas compartían los mismos morfotipos[10].

Curva de rarefacción

Para tener la seguridad de que el número de muestreos fue suficiente respecto al número de morfotipos hallados se calculó una curva de rarefacción, la cual es un índice que indica la relación que existe entre la diversidad y abundancia de cada morfotipo en el muestreo de especies, se pretende que ésta llegue a ser asíntota, es decir, si la curva llega a ser asíntota se ha tenido un buen muestreo de acuerdo al número de especies identificadas. En el eje X se muestra la abundancia de especímenes (n; número de especímenes). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (Sn) [11].

Resultados

El análisis de clúster respecto al índice de similitud de Jaccard mostró dos grupos principales (Figura 1). El primero estuvo representado por el bosque seco tropical y el segundo estuvo representado por el campus y el área de usos agropecuarios. En la misma Figura se observó que el campus y el área de usos agropecuarios no tenían diferencias significativas en la similitud de morfotipos, mientras que el bosque seco tropical mostró una pequeña variación en comparación a los lugares antes mencionados, lo cual dio a conocer que es un área con morfotipos diferentes.

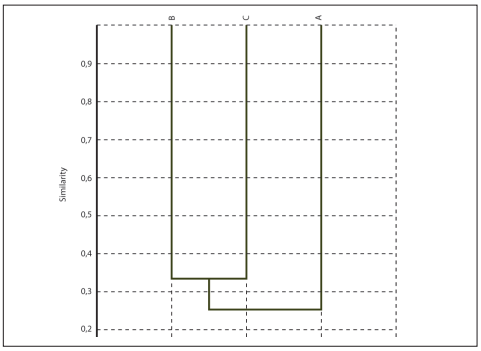


Figura 1. Análisis de Clúster de los morfotipos de mariposas entre los hábitats en la Hacienda experimental Mútile, con base en los índices de similaridad de Jaccard. A= Bosque; B= Río; C= Campus

Los índices de similitud de Jaccard (Tabla 1) indicaron que, entre el bosque y el área de usos agropecuarios hubo mayor similitud una con un valor de 0,3 con respecto a los morfotipos identificados, esta misma cantidad se obtuvo en el área de usos agropecuarios y el campus, mientras que, el bosque frente al campus presentó un valor de 0,2.

Tabla 1. Relación de los índices de similitud de Jaccard de las tres áreas A= Bosque; B= Área de usos agropecuarios; C= Campus

Relación	A	B	C
A	*	0,30	0,20
B	0,30	*	0,33
C	0,20	0,33	*

El análisis de clúster (Figura 2), utilizando el índice de similitud de Morisita, mostró dos grupos principales. El primer grupo representado por el campus y el área de usos agropecuarios y el segundo grupo lo representó el bosque seco tropical.

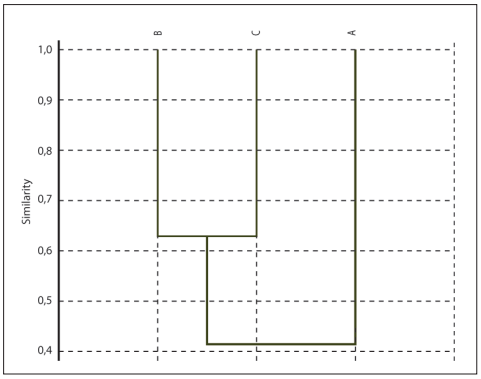


Figura 2. Análisis de clúster de los morfotipos de mariposas entre los hábitats en la Hacienda experimental Mútile, con base en los índices de similitud de Morisita. A= Bosque; B= Río; C= Campus

Los índices de similitud de Morisita (Tabla 2) demostraron que hubo mayor similitud en diversidad y abundancia entre el área de usos agropecuarios y el campus con un valor de 0,62, mientras que el bosque y el campus presentaron menor similitud con un valor de 0,32.

Tabla 2. Relación de los índices de similitud de Morisita de las tres áreas A= Bosque; B= Área de usos agropecuarios; C= Campus

Relación	A	B	C
A	*	0,48	0,32
B	0,48	*	0,62
C	0,32	0,62	*

En los sitios muestreados se pudo observar mediante un gráfico de componentes (Gráfico 1) que el área de usos agropecuarios y el campus compartan mayor número de morfotipos comparado con el bosque. Se comprobó que en el bosque hubo mayor predominancia de los morfotipos de la familia Nymphalidae, mientras que en el campus y el área de usos agropecuarios hubo mayor predominancia de los morfotipos de las familias: Hesperiidae y Pieridae. Por otro lado, algunos de los morfotipos de la familia Nymphalidae se encontraron en todas las áreas muestreadas.

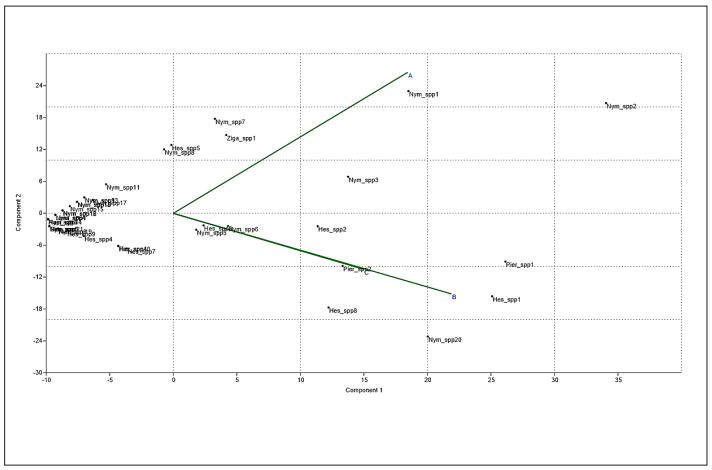


Gráfico 1. Análisis de componentes relacionado con la distribución de los morfotipos en los tres sitios muestreados

Los datos de la Tabla 3 reflejan que:
En el índice de Simpson, el campus es quien refleja mayor diversidad con un valor de 0,82 seguido del bosque y el área de usos agropecuarios con valores de 0,92.

El índice de Shannon, dio a conocer que, en términos de abundancia, el bosque presenta el mayor valor siendo éste de 2,9, seguido del área de usos agropecuarios con 2,8, mientras que el campus presentó un valor de 1,9.

En el índice de Margalef, en cuanto a la riqueza de los morfotipos, se pudo observar que el bosque presentó el mayor valor con 4,73, seguido del área de usos agropecuarios con 4,09, mientras que el campus presentó el menor valor con tan solo 1,45. Para el caso del índice de Chao-1, en el bosque se obtuvo un número de 29 morfotipos esperados, en el área de usos agropecuarios 26, y en el campus un numero de 8 morfotipos esperados.

Tabla 3. Índices de diversidad ecológica de las tres áreas muestreadas A= Bosque; B= Área de usos agropecuarios; C= Campus

Índices	A	B	C
Simpson_1-D	0,92	0,92	0,82
Shannon_H	2,92	2,80	1,90
Margalef	4,73	4,09	1,45
Chao-1	29,00	26,00	8,00

Respecto a la relación de diversidad de morfotipos entre las áreas de estudio (Tabla 4), se observa que, el área de usos agropecuarios y el campus presentaron mayor relación de diversidad en cuanto a los morfotipos de la familia Nymphalidae con un valor 0,61, mientras que, el bosque y el campus presentaron menor relación con un valor de 0,30. Para el caso de los morfotipos de la familia Pieridae, las tres áreas presentaron una relación alta, sin embargo, el bosque y el campus presentaron mayor relación con un valor de 0,99. Para los morfotipos de la familia Hesperiidae, el campus y el área de usos agropecuarios presentaron la mayor relación con un valor de 0,57 mientras que el campus y el bosque presentaron una relación baja con un valor de 0,18. Para los morfotipos de la familia Zigaenidae, el área de bosque y de usos agropecuarios presentó relación alta con un valor total de 1. Respecto al resto de morfotipos no se presentó ningún tipo de relación entre las áreas estudiadas.

Tabla 4. Relación de diversidad entre las áreas de estudio respecto a la presencia de morfotipos de cada familia A= Bosque; B= Área de usos agropecuarios; C= Campus

Familias	A - B	B - C	C - A
Nymphalidae	0,55	0,61	0,30
Pieridae	0,91	0,92	0,99
Hesperiidae	0,539	0,577	0,187
Geometridae	0	0	0
Limantriidae	0	0	0
Papilionidae	0	0	0
Zigaenidae	1	0	0

Respecto a la estadística de rarefacción de individuos (Gráfico 2) se obtuvo una estimación de la población dentro de cada área de muestreo. Esta estimación permite analizar la población muestreada relacionando la cantidad de especímenes encontrados con el número de morfotipos identificados para encontrar la cantidad máxima de especies existentes del área considerándose en el gráfico una seguridad del 95 %. Notándose un amplio margen de error (línea azul, Gráfico 2), además de no llegar a formar una curva normal en forma de campana, nos indica que no llega a la cantidad máxima de especies que posiblemente existen en el área.

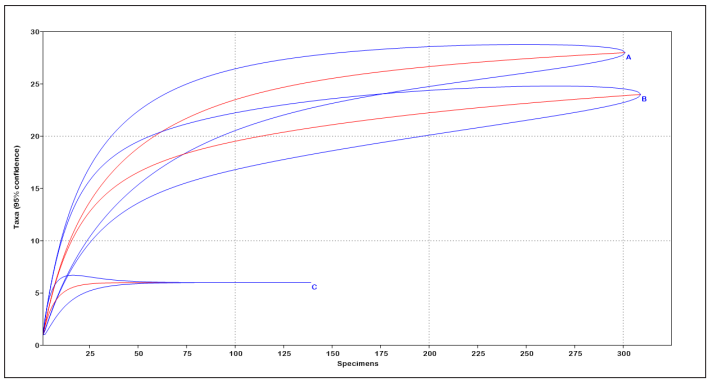


Gráfico 2. Estimación de la población de lepidópteros diurnos en las tres áreas de muestreo. A= Bosque; B= Área de usos agropecuarios; C= Campus

Según la Tabla 5, la capacidad por unidad de esfuerzo (CPUE) dio a conocer que la captura de Lepidópteros fue más efectiva en el área de usos agropecuarios con 309 individuos, seguido del bosque con una cantidad de 301 individuos y finalmente el campus con un número de 139 individuos por un total de 4 muestreos y 2 horas en cada área.

Tabla 5. Cálculos del CPUE de las tres áreas de muestreo

ÁREA A		
Familias	Individuos capturados	Cpue
Nymphalidae	207	2,50
Papilionidae	1	
Pieridae	22	
Hesperiidae	47	
Zigaenidae	22	
Limantriidae	2	
Total	301	
ÁREA B		
Nymphalidae	115	
Pieridae	71	
Hesperiidae	119	
Zigaenidae	3	2,57
Geometriidae	1	
Total	309	
ÁREA C		
Nymphalidae	81	1,15
Pieridae	34	
Hesperiidae	24	
Total	139	

Según la Tabla 6, la familia Nymphalidae presentó mayor predominancia en el bosque con un total de 25 morfotipos, en el campus con un número de 3 morfotipos y en el área de usos agropecuarios con un total de 7 morfotipos, mientras que, en el área de usos agropecuarios la familia Hesperiidae fue la que predominó con una cantidad de 10 morfotipos. A su vez también se puede ver que el bosque presentó el mayor número de familias y morfotipos con un total de 6 familias y 41 morfotipos respectivamente.

Tabla 6. Número de familias y morfotipos de las tres áreas de muestreo

Familia	Bosque	Campus	Área de usos agropecuarios
Nymphalidae	25	3	7
Hesperiidae	9	1	10
Pieridae	2	1	5
Zigaenidae	2	0	1
Limantriidae	2	0	0
Papilionidae	1	0	0
Geometridae	0	0	1
Total	41	5	24

Discusión

Comparación de las familias en las tres zonas escogidas

En el estudio realizado sobre la caracterización de lepidópteros diurnos de Moreno (2015) realizado en dos sectores del Santuario de flora y fauna Los Flamencos en Colombia, reportaron un número de 1126 individuos del orden Lepidóptera, siendo la familia Nymphalidae la más predominante, seguido de la familia Pieridae. En el presente estudio, respecto al bosque seco tropical, fue predominante la familia Nymphalidae, seguida de la familia Hesperiidae. En ambos estudios se observó un menor número de especies pertenecientes a la familia Papilionidae. Este mismo autor justificó que el hecho de encontrar una baja diversidad de la familia Papilionidae es debido a la escasa presencia de plantas hospedadoras Mimosaceae y Aristolocheaceae, lo cual se asemeja a lo encontrado en nuestro estudio[12].

En el trabajo realizado por Hernández (2003), sobre la determinación de la abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en Nicaragua, se registraron 3 familias de lepidópteros: Papilionidae, Nymphalidae y Pieridae de las cuales, la familia Nymphalidae fue la más predominante, al igual que el presente estudio, cabe mencionar que en el presente estudio la familia Papilionidae no fue encontrada en el área de usos agropecuarios, sino en el bosque seco tropical[13].

Un estudio realizado por Orozco (2009) en el bosque seco tropical de Antioquia en Colombia, donde se determinó la diversidad de Lepidópteros diurnos, se dividió el área en cinco zonas debido a la presencia de áreas de pastizales, ganaderas, área de construcción de un relleno sanitario y plantas ornamentales, ésta última bordeada por un parche de bosque continuo, en donde se obtuvo una cantidad de 993 individuos pertenecientes a las familias: Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Rionidae y Hesperiidae, de igual manera que en los estudios anteriores la familia más predominante fue Nymphalidae. En el mismo estudio de Orozco, las zonas 1 y 2 correspondientes al bosque continuo y los pastizales fueron las áreas en donde se encontró un mayor número de especies. Los datos de Orozco convergen con los datos del presente estudio donde se registró un mayor número de especies en el bosque seco tropical en comparación con el campus y el área de usos agropecuarios, ya que es una zona menos perturbada por el hombre, y al igual que Orozco hubo mayor predominancia de la familia Nymphalidae para el caso del bosque seco tropical y el área de usos agropecuarios[14].

Comparación de la biodiversidad entre los hábitats y los índices de similitud

En el presente proyecto realizado en Mútile tanto el área de usos agropecuarios como el bosque presentaron menor diversidad en morfotipos con valores de 0,92 para ambos casos, mientras que el campus obtuvo una mayor diversidad con un valor de 0,82. Sin embargo, en términos de abundancia, el bosque obtuvo mayor número de individuos colectados por cada familia, en comparación a las otras dos áreas. Hernández (2003) justifica el hecho de haber más diversidad y abundancia en las áreas boscosas debido al grado de conservación que éstas poseen. En el área de usos agropecuarios y en el campus hubo mayor similitud de morfotipos y familias, a diferencia del bosque en donde hubo mayor variación, Hernández (2003) justifica estos resultados debido a que el campus y el área de usos agropecuarios son considerados áreas abiertas, es decir, espacios que han sido intervenidos por el hombre, razón por la que pueden llegar a compartir los mismos morfotipos[13].

En el estudio realizado por Carrero (2013) tanto como en la presente investigación, el análisis de conglomerados mostró que el paisaje agropecuario está caracterizado por dos grupos de familias bien definidas, Pieridae y Hesperiidae[15].

Comparación entre los índices ecológicos

Ospina (2015) registró valores significativos acerca de la diversidad de mariposas enfocadas a tres lugares diferentes en Tolima-Colombia, donde el área de usos agropecuarios registró un valor de 2,53 y en el bosque de 4,57 en relación al índice de Margalef. En el presente proyecto para el caso del área de usos agropecuarios se obtuvo un valor de 4,09 y en el bosque de 4,73 respecto al índice de Margalef. Ospina obtuvo en el área de usos agropecuarios un valor de 2,52 y en el bosque un valor de 3,35 respecto al índice de Shannon, mientras que, en el presente estudio, en el área de usos agropecuarios se obtuvo un valor de 2,80 y en el bosque de 2,92, es decir, que en ambos estudios el índice de Shannon fue mayor en el bosque[16].

Concha y Parra (2006) en su estudio sobre la cuantificación de la diversidad de mariposas en el hábitat de praderas y bosques de tierras bajas de Chiloé en Chile, registraron en el bosque un valor de 1,49 y en la pradera un valor de 1,59 respecto al índice de Shannon. De igual manera en el presente estudio, se obtuvieron en el bosque un valor de 2,92 y en el área de usos agropecuarios 2,80 según el índice de Shannon, además de que el área de praderas se encuentra con mayor diversidad que el bosque en el estudio de Concha y Parra (2006), lo cual justifican por el hecho de poseer una vegetación con flores y mayor exposición a la radiación solar, lo cual se debe a que las mariposas depositan sus huevos en éstas plantas que servirán de alimento para sus larvas y la radiación solar se debe al hecho de que por ser insectos necesitan obtener calor del sol para regular su temperatura corporal. En cuanto al índice de Simpson Concha y Parra (2006) obtuvieron valores en el bosque de 0,81 y en la pradera de 0,823, mientras que en el estudio presente se registró en el bosque y en el área de usos agropecuarios valores de 0,92 [17].

Conclusiones

Se identificaron 7 familias de Lepidópteros diurnos en las tres áreas seleccionadas para el estudio, realizándose una diferenciación por morfotipo de los diversos especímenes dentro de cada una de estas familias, llegando a un total de 749 individuos colectados.

En el presente estudio se encontraron especies únicas y compartidas para el caso del bosque seco tropical y el área de usos agropecuarios, mientras que en el campus se hallaron únicamente especies compartidas tanto del bosque seco tropical como del área de usos agropecuarios.

Los índices de similitud tanto de Jaccard como de Morisita indicaron que el bosque seco tropical tiene diferencias significativas tanto en diversidad como en abundancia de morfotipos y familias, además de que la presencia o ausencia de los morfotipos y las familias en los tres lugares mostró mayor diferencia en el bosque seco tropical en comparación con el campus y el área de usos agropecuarios, por el hecho de que el bosque está menos influenciado por intervención del hombre.

Es necesario realizar en estudios futuros un mayor número de muestreos para obtener resultados más reales, ya que el gráfico de rarefacción obtenido dio a conocer que los muestreos no llegan a una normalidad estadística.

** Estudiantes de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE.*

Referencias

(1) Boom–Urueta C, Seña-Ramos L, Vargas-Zapata M, Martínez–Hernández N. Mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de bosque seco tropical, Atlántico, Colombia. Bol Científico Cent Mus Mus Hist Nat. 2013;17(1):149–167.

(2) G. BV. Diversidad y distribución de Lepidópteros Diurnos Ropalóceros en cinco categorías de vegetación y dos estratos de bosque (sotobosque – subdosel) en el bosque protector Cerro Blanco Guayaquil – Ecuador. 2013. Disponible en: http://www.academia.edu/13717175/TESIS_DIVERSIDAD_Y_DISTRIBUCI%C3%93N_DE_LEPID%C3%93PTEROS_DIURNOS_ROPAL%C3%93CEROS_EN_CINCO_CATEGOR%C3%8DAS_DE_VEGETACI%C3%93N_Y_DOS_ESTRATOS_DE_BOSQUE_SOTOBOSQUE_SUBDOSEL_EN_EL_BOSQUE_PROTECTOR_CERRO_BLANCO_GUAYAQUIL_ECUADOR

(3) Bañol H, Reinel E, Triviño P, others. TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y MONTAJE DE MARIPOSAS EN ESTUDIOS DE BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN.(LEPIDOPTERA: HESPEROIDEA-PAPILIONOIDEA). Rev Acad Colomb Cienc Exactas Físicas Nat. 2013;37(144):311–325.

(4) Márquez Luna J. Técnicas de colecta y preservación de insectos. 2005;37:385-408.

(5) Canada, editor. CITES identification guide. guide to the identification of butterfly species controlled under the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora = Guide d'identification CITES. Papillons: guide d'identification des papillons protégés par la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. Butterflies. Ottawa: Environment Canada; 2000. 1 p.

(6) Biodiversidad virtual. Pyronia. Clave de especies. Pyronia. Disponible en: http://www.biodiversidadvirtual.org/taxofoto/taxofoto/1183

(7) Apaza MA, Osorio F, Pastrana A. Evaluación del grado de amenaza al hábitat a través de bioindicadores (Lepidóptera) en dos comunidades dentro del área de influencia del PN ANMI MADIDI. 2006;1(1).

(8) von Humboldt A. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. 2004; Disponible en: http://www.academia.edu/download/34256878/Manual_de_metodos_para_inventarios_de_biodiversidad.pdf

(9) Espinosa T. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de CHAO. Elementos: ciencia y cultura. 52:53-6.

(10) Peña Sánchez de Rivera D. Estadística. Modelos y métodos: 2. Modelos lineales y series temporales. Madrid: Alianza; 1994.

(11) Jiménez-Valverde A, Hortal J. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. 2003;8:151-61.

(12) Moreno G, Acuña J, Medellín M, Martínez N. CARACTERIZACIÓN DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS EN DOS SECTORES DEL SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA LOS FLAMENCOS (SAN LORENZO DE CAMARONES, LA GUAJIRA). Bol Científico Cent Mus Mus Hist Nat. 1 de junio de 2015;19(1):221-34.

(13) Hernández B, Maes J-M, Harvey CA, Vílchez S, Medina A, Sánchez D. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. Agroforestería En Las Américas. 2003;10(39-40):93–102.

(14) Orozco S, Muriel SB, Palacio J. Diversidad de lepidópteros diurnos en un área de bosque seco tropical del occidente antioqueño. Rev Actual Biológicas. 2010;31(90):31–41.

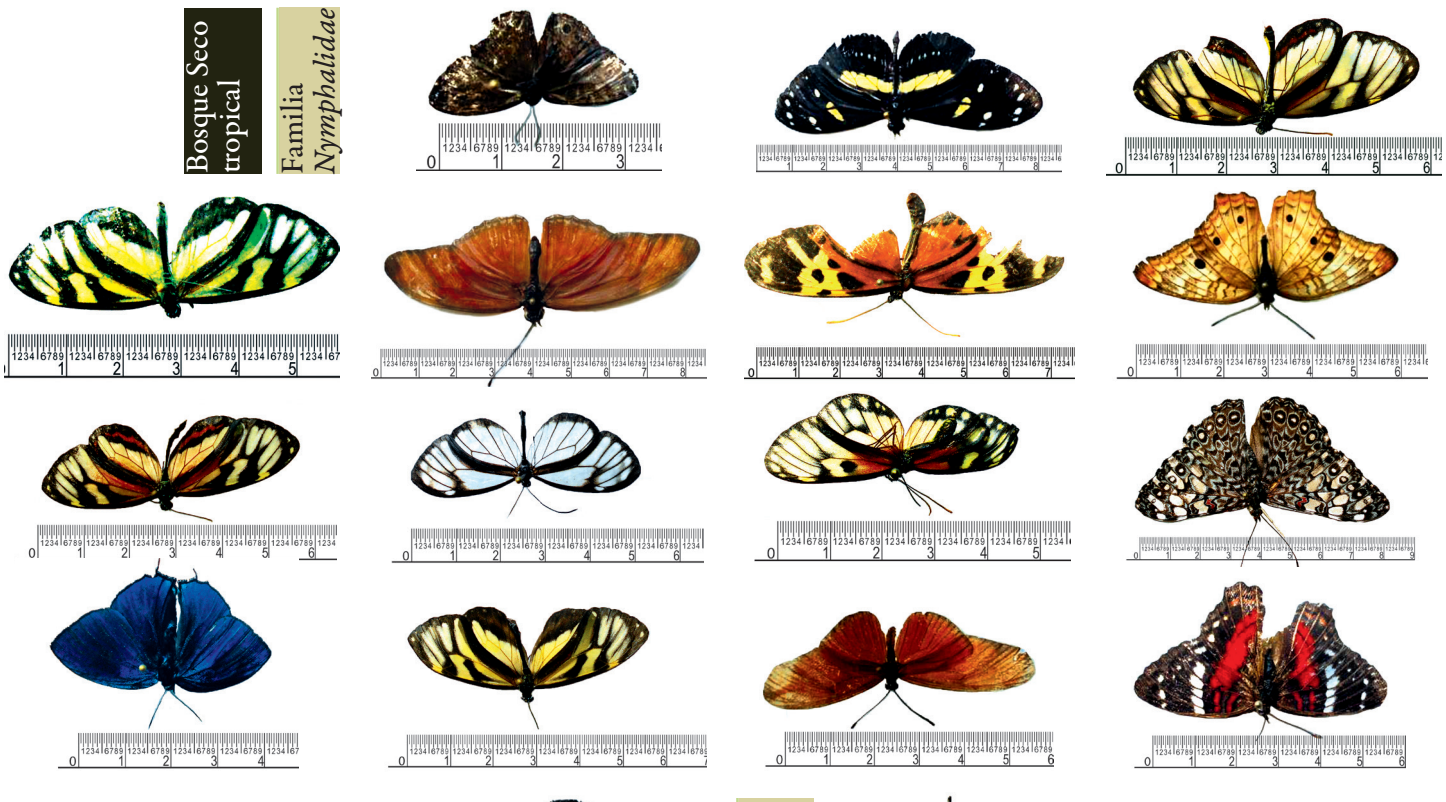
(15) Carrero S, Armando D, Sánchez Montaño LR, Tobar L, Enrique D. diversidad y distribución de mariposas diurnas en un gradiente altitudinal en la región nororiental andina de Colombia. Bol Científico Cent Mus Mus Hist Nat. 2013;17(1):168–188.

(16) Ospina-López LA, Andrade-C. MG, Reinoso-Flórez G. Diversidad de mariposas y su relación con el paisajeen la cuenca del río Lagunillas, Tolima, Colombia. Rev Acad Colomb Cienc Ex Fis Nat. 2015;39(153):455-74.

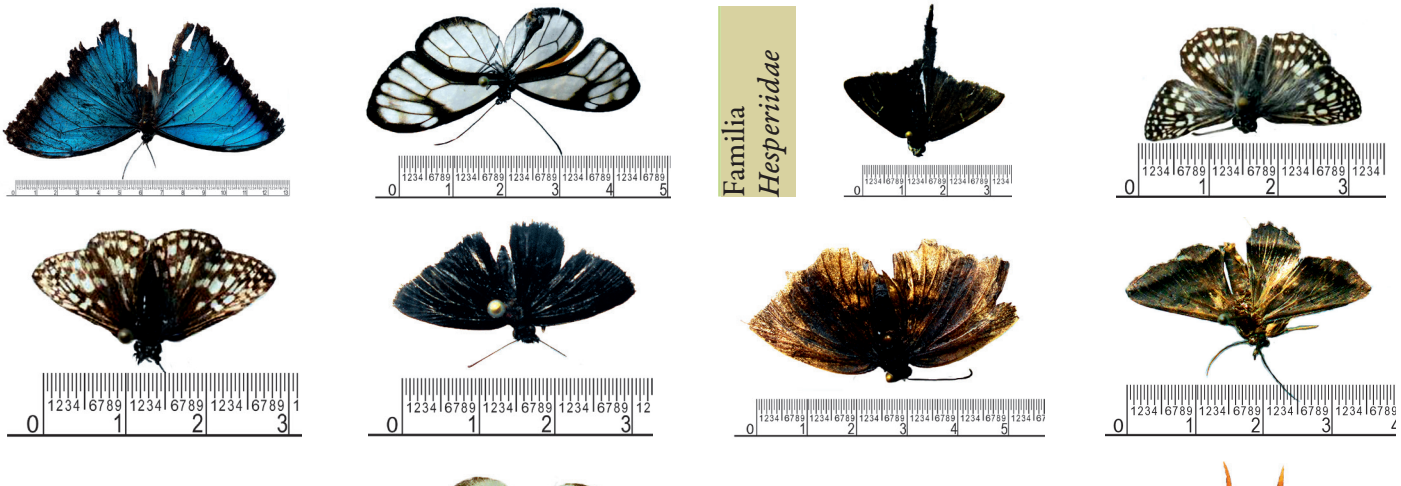
(17) Concha-Bloomfield I, Parra LE. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de mariposas de la estación biológica Senda Darwin, Chiloé, X Región, Chile. Gayana Concepc. 2006;70(2):186–194.

Bosque Seco tropical

Familia *Nymphalidae*

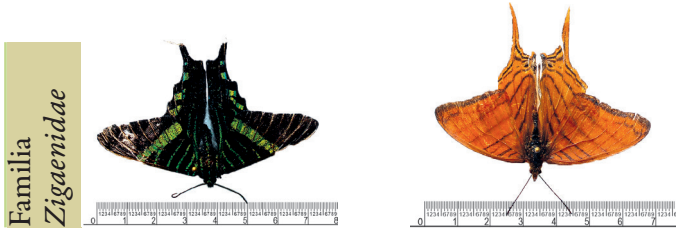


Familia *Hesperiidae*



Familia *Pieridae*

Familia *Zigaenidae*



Familia *Limantriidae*

Familia *Papilionidae*

Área de usos agropecuarios

Familia *Nymphalidae*

Familia *Pieridae*

Familia *Hesperiidae*

Familia *Zigaenidae*

Familia *Geometridae*

Campus

Familia *Nymphalidae*

Familia *Pieridae*

Familia *Hesperiidae*

VARIACIÓN ESPACIAL DEL ENSAMBLE DE PECES EN EL SISTEMA FLUVIAL DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO TEAONE

Fernando Vásquez Galarza y Glenda Bravo Quiñónez *

Palabras clave:
Ictiofauna, variación espacial, ensamble, río Teaone, tallas corporales

Introducción

Los peces son los vertebrados más numerosos, se estima que existen cerca de 50.000 especies vivientes. Cada año nuevas especies están siendo descubiertas, hecho que probablemente se incremente en el futuro y sean los peces los vertebrados con más especies conocidas. El 58 % de los peces del mundo son de agua salada, el 41 % viven en agua dulce y el 1 % restante vive en ambos ambientes. La alta proporción de peces de agua dulce se debe a los ambientes aislados, donde se genera una reducción en el flujo genético y una alta tasa de especiación[1].

En el año 2012, en Ecuador se registraron 944 especies, evidenciándose así la riqueza ictiológica de agua dulce del país[2]. Según Jimenez et al. (2015), en la vertiente occidental ecuatoriana se han registrado 112 especies, en la región Norte presenta 85 especies, de las cuales, 65 se registraron en la cuenca del río Esmeraldas[3].

La ictiofauna de los sistemas fluviales se distribuye heterogéneamente a lo largo del cauce y presentan patrones comunitarios tales como el incremento de la riqueza específica, abundancia y diversidad en el sentido de la corriente[4,5]. El sistema fluvial sufre cambios graduales desde el heterotrófico hasta el autotrófico. Las adaptaciones de las comunidades a lo largo del río son visibles. El modelo del río continuo prevé que la materia que no es procesada en los tramos de la cabecera del cauce, debe ser transportada río abajo y utilizada por las comunidades a lo largo del río, de manera que la dinámica del sistema en su conjunto se mantiene en equilibrio[4].

Rojas y Rodríguez (2008) afirman que el número de especies en una localidad se regula debido a una combinación azarosa de escalas multiespaciales (local contra regional) y temporales (contemporánea contra histórica), así como un arreglo de factores abióticos-bióticos que organizan, limitan y ordenan a la ictiofauna; por lo que se debe considerar la importancia relativa de los procesos de mega escala (por ejemplo la dispersión), los cuáles generalmente determinan la posibilidad de presencia local, así como los eventos de pequeña escala (competencia, disturbio), lo que limita temporalmente el número de especies que ocurren en una zona[5].

Pérez (2011) y Carrasco (2013) sostienen que en un continuo fluvial existen patrones de abundancia y distribución espacio temporal de los ensambles de peces determinados por cambios en los factores ambientales tales como ancho de cauce, salinidad, temperatura, tipos de sustrato, tipo de vegetación riparia, velocidad de la corriente y turbidez del agua[6,7]. Así, la diversidad de peces en un río puede variar de acuerdo con el orden del mismo[8]. El orden de un río hace referencia a la confluencia de sus tributarios, es decir, un río de orden 1 no tiene afluentes, uno de orden 2 es cuando confluyen dos de orden 1, los de orden 3 cuando confluyen dos de orden 2, y asi sucesivamente[9].

El río Teaone (Figura 1) cuenta con un área de 504,8 km^2 y 131,99 km de perímetro, un índice de compacidad de 1,64 km, un desnivel de 400 m y una pendiente de 0,70 %[10]. Dentro del área se evidencia actividad humana sobre la vegetación, con áreas destinados a la agricultura y cultivo de plátano, cacao, habas y maíz. La vegetación nativa remanente se encuentra limitada a pequeños tramos de manglar en la parte baja, a sábanas de gramíneas y de ciperáceas, así como a la presencia de grandes árboles aislados, que sirven como hábitat y alimento para especies de aves, insectos y reptiles[11]. El río Teaone, que nace en la Reserva Mache–Chindul, pasa atravesando la mayoría de centros poblados y cabeceras parroquiales de Carlos Cocha, Tabiazo y Vuelta Larga, como también algunos kilómetros a bajo en su cauce del río se encuentran los barrios de las parroquias urbanas Simón Plata Torres y "5 de Agosto". Además de los barrios pasa cercanamente a los complejos de Refinación de Petróleos y de Generación de Energía Eléctrica (Refinería de Petróleos y TermoEsmeraldas), para luego desembocar en el río Esmeraldas.

Los objetivos de este trabajo son evaluar las variaciones espaciales de la composición, diversidad, abundancia y tallas corporales del ensamble de peces a lo largo de la cuenca media del río Teaone.

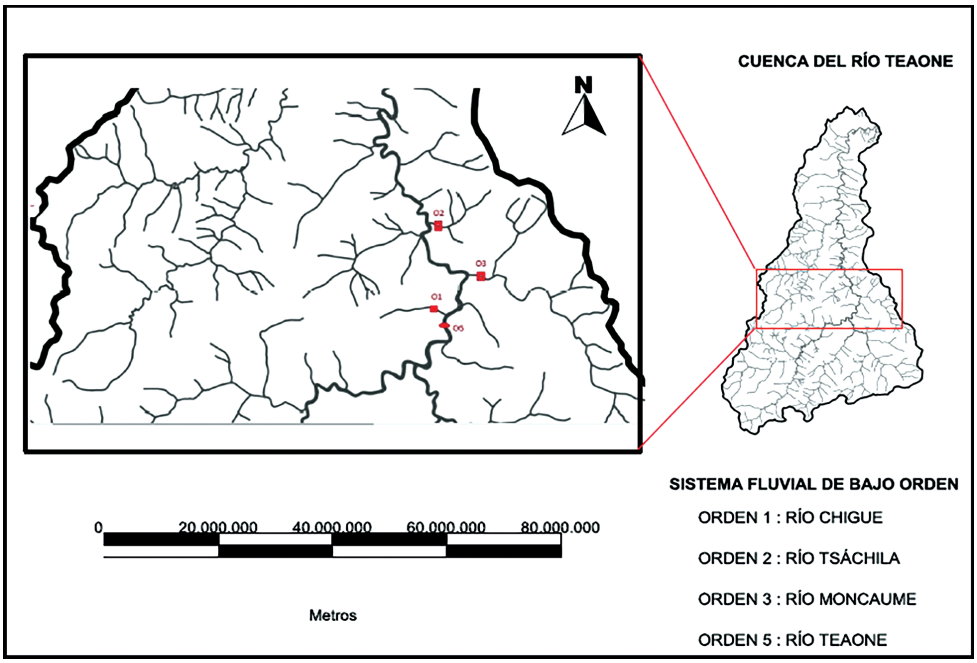


Figura 1. Mapa del sistema fluvial de bajo orden del río Teaone

Materiales y métodos

Se realizó un muestreo con 3 réplicas a lo largo del sistema fluvial del río Teaone, entre el 21 de julio y 16 de agosto. Se trabajó en 4 cuerpos de agua (3 ríos y un estero), con un esfuerzo pesquero de 2 horas/3 hombres. Para las capturas se utilizaron dos artes de pesca diferentes, una red de cerco con 6 metros de ancho y 1,55 metros de alto y ojo de enmalle de 4 mm de diámetro, y una atarraya con 3 metros de diámetro y ojo de enmalle de 15 mm de diámetro. Se alternaron zonas de pesca con red de cerco y atarraya, distribuyendo un esfuerzo de pesca en ambas orillas del río, en áreas de poca profundidad y generalmente en codos del cauce y pequeñas pozas o embalses naturales.

Para el estudio, el sistema fluvial del río Teaone se lo dividió en cuatro órdenes (Figura 1): orden 1._ el río Chigüe (0°43'20.5" N, 79°41'9.7" O) a 52 metros sobre el nivel del mar (msnm), se caracteriza por la presencia de un asentamiento humano, donde se constató la descarga directa de sus aguas grises en la parte baja del río; orden 2._ el río Tsáchila (0°44'51,7"- 0°44'51.7"N, 79°41'21.6"- 79°41'22.6"O), su altitud oscila entre 106 y 134 msnm; orden 3._ el río Moncaume (0°43'59.5"-0°43'59.6" N, 79°40'41.6"- 79°40'44.6" O), entre 54 y 65 msnm; orden 5._ el río Teaone (0°43'18.5"- 0°43'17.7" N, 79°41'9.1"- 79°41'11" W), con un rango altitudinal de 54 y 65 msnm.

A los peces capturados se les midió la longitud estándar (LE) con un ictiómetro en el área de muestreo (in situ). Los ejemplares que no fueron posible identificarlos in situ, fueron colectados, fijados en formol al 10 % para su posterior conservación en alcohol de 70 %, y finalmente identificados utilizando claves para la determinación de especies[3]. La identificación fue también cotejada con los especímenes de la Colección de peces del Museo de Zoología de Esmeraldas de la Pontifica Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (CEMZ-PUCESE). Para evaluar las longitudes corporales según su presencia en los diferentes órdenes del río, se consideró solamente a dos especies con presencia abundante y regular a lo largo de todo el cauce (*Brycon posadae* y *Rhoadsia altipinna*).

Se estudió la composición del ensamble de peces a lo largo del sistema fluvial de bajo orden, por lo que la abundancia a nivel de especie en cada río, fue analizada tanto de manera separada como en su conjunto, con este propósito y para disminuir las grandes diferencias en las frecuencias absolutas, los datos de presencia de las especies se las transformó a su log10, éste análisis y el de las longitudes corporales fueron realizados con el software R[12]. La diversidad alfa, además fue evaluada a través de los índices de dominancia, Simpson, Shannon-Weaver y Margalef mediante el uso del software PAST 3.14[13] y EstimateS[14] , se compararon los valores de especies observadas con respecto a las esperadas por medio de estimadores no paramétricos (estimadores de acumulación de especies), considerando Michaelis-Menten ya que sus resultados son más estables y bastante precisos en un número pequeño de muestras[15], además se presentan Chao1 y Jacknife1 porque tienen buena resolución[16]. Para la diversidad beta, se utilizó el índice de Whittaker por ser muy robusto para medir el remplazo entre comunidades[15]. Se diseñaron "perfiles de diversidad" usando los índices de diversidad uniparamétrica de Rényi[17], que nos presenta una comparación a escala de la diversidad (alfa) de los diferentes ensambles en dos o más comunidades[18].

Resultados

Se capturaron un total de 749 individuos, 8 familias y 13 especies. Las especies más abundante fueron *Rhoadsia altipinna*, *Brycon posadae* y *Pseudopoecilia fria* (Figura 2), en su conjunto representaron el 88,4 % (662 individuos) de todas las especies capturadas. Por otro lado, entre las especies menos abundantes estuvieron *Andinoacara rivulatus*, *Eleotris picta*, *Pimelodella modestus* y *Pimelodella c.f. grisea* con un 0,1 % de la abundancia relativa para cada una de las especies. *Rhoadsia altipinna*[19], *Brycon posadae*[20], *Eretmobrycon ecuadorensis* y *Andinoacara blombergi* son las únicas especies que se encuentran a lo largo de todo el sistema fluvial de bajo orden (Figura 2). Este patrón de distribución de las especies es consistente con la diversidad, la cual mostró un incremento poco significativo desde el río Chigüe hasta el río Teaone (Tabla 2, Figura 3). Con respecto a la diversidad beta, expresa un recambio en el gradiente de un orden a otro, inferior a una especie (ver Tabla 2: 0.73). El cálculo de la acumulación de especies arroja un resultado que va desde 8 a cerca de 17 especies de presencia probable en el área de estudio (Tabla 2, Figura 4).

El rango de tamaño corporal de *R. altipinna* aumenta de forma proporcional con el orden río (Figura 5). El rango de tallas de *B. posadae* se mantienen constante a medida que aumenta el orden del río. El estero Chigüe presenta un ensamble con peces de menor talla que los capturados en ríos de mayor orden. *R. altipinna* muestra un rango de tallas diferenciable (Figura 5A), presentando ejemplares de mayor talla según aumenta el orden del río. Mientras que *B. posadae* mantiene un rango de tallas poco diferenciable (Figura 5B), donde los peces grandes y pequeños pueden estar tanto en el río Chigüe como en el Teaone.

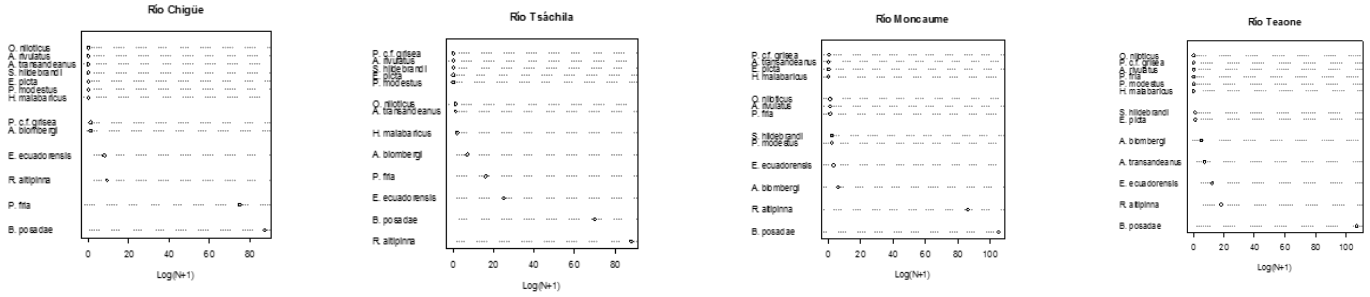


Figura 2. Contribución de cada especie en el ensamble a lo largo del sistema medio de río Teaone

Tabla 1. Listado de especies encontradas en el área de estudio

Nº	Fatmilia	Nombre científico	Nombre común	Origen
1	Bryconidae	*Brycon posadae*. Fowler, 1945	Sábalo	Nativo
2	Characidae	*Andinoacara rivulatus*. Günther, 1860	Vieja azul	Nativa
		Eretmobrycon ecuadorensis. Román-Valencia et al. 2015	Tacuana	Nativa
		Rhoadsia altipinna. Fowler, 1911	Sabaleta	Nativa
3	Cichlidae	Andinoacara blombergi. Wijkamark, Kullander y Barriga, 2012	Vieja	Endémica
		Oreochromis niloticus. Linnaeus, 1758	Tilapia negra, ronco	Introducida
4	Eleotridae	*Eleotris picta*. Kner, 1863	Guabina	Nativa
5	Erythrinidae	Hoplias malabaricus. Bloch, 1794	Guanchiche	Nativa
6	Gobiidae	*Awaous transandeanus*. Guller, 1861	Lameplatos	Nativa
		Sicydium hildebrandi. Eigenmann, 1918	Ñeme	Nativa
7	Heptapteridae	*Pimelodella modestus*. Günther, 1860	Barbudo	Nativa
		Pimelodella cf. grisea. Regan, 1903	Barbudo	Nativa
8	Poecilidae	Pseupoecilia fria. Eigenmann y Henn, 1914	Millonaria	Endémica

Tabla 2. Índices de diversidad alfa (Dominancia, Simpson, Shannon y Margalef) y beta (Whittaker y Cody) para cada río, así como índices de acumulación de especies (Chao1 y Jacknife1 y Michaelis-Menten). Donde Chi (Chigüe), Tsá (Tsáchila), Mon (Moncaume) y Tea (Teaone)

Diversidad	Chi	Tsá	Mon	Tea
Dominancia D	0.4072	0.3079	0.4312	0,526
Simpson 1-D	0.5928	0.6921	0.5688	0.474
Shannon H	1.062	1.389	1.04	1.021
Margalef	0.9618	1.309	1.5	1.196
Chao-1	7	8.5	10	8
Jacknife-1	7.42	12.41	15.23	16.75
Michaelis-Menten	0	15	16.1	16.82
Whittaker	0.73			

Discusión

El río Moncaume abarca el mayor número de especies, pero no varía mucho de la riqueza en el río Tsáchila (Figura 2). Su marcada pendiente, entre los 106 y 134 msnm, además de su alta vegetación riparia y arbórea, podrían explicar su alta diversidad; aunque también tiene zonas muy alteradas debido a la construcción de vías que han invadido parte de la cuenca, provocando la disminución de su vegetación riparia. Sus pozas concentran comunidades de peces, en algunas ocasiones con alta riqueza, donde alguna vez se ha visto la presencia de la tilapia *O. niloticus* (ronco). La presencia de esta especie podría acelerar el proceso de desplazamiento de especies nativas y/o endémicas, ya que este pez se encuentra entre las 100 especies exóticas invasoras o introducidas más dañinas del mundo[21].

El río Teaone refleja una riqueza y abundancia baja (Figura 2), a pesar de ser el río con mayor área y cauce; su ligera diferencia en riqueza con los demás puede estar sustentada por el bajo nivel de esfuerzo realizado o la oportunidad de arte pesca empleada en el muestreo. Además, se analizó que la hora de pesca en cada río puede ser de importante influencia con respecto a las capturas.

Eretmobrycon ecuadorensis, de alimentación omnívora y con tendencia a la entomofagia[22], se encuentra distribuido en toda el área de estudio pero en bajo número, a pesar de ser una especie abundante y gregaria[23,3], pero que podría ser un error de tipo taxonómico ya que antes era conocida como *Briconamericus dahli*. En cualquier caso, en este sentido, habría que reconsiderar su determinación como especie tolerante a malas condiciones de agua[3].

Estos datos se equiparan con un estudio biológico y taxonómico de *E. ecuadorensis* según Román Valencia et al. (2015), que describe su hábitat con características típicas de ambientes eutróficos (arroyos y ríos con baja transparencia por presencia de detritus y material vegetal en descomposición, valores altos de oxígeno disuelto, conductividad y sólidos totales, baja turbidez y dureza)[24]. Su captura en una poza de baja profundidad del estero Chigüe permitió registrarlo viviendo en simpatría con *P. fria*.

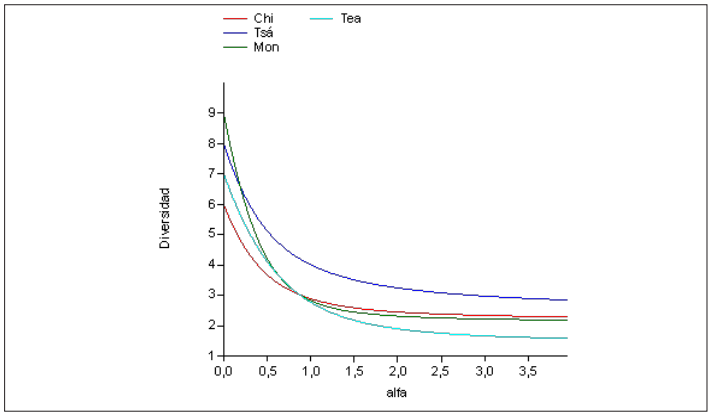


Figura 3. Perfil de diversidad entre los diferentes ríos (órdenes). Donde Chi (Chigüe), Tsá (Tsáchila), Mon (Moncaume) y Tea (Teaone)

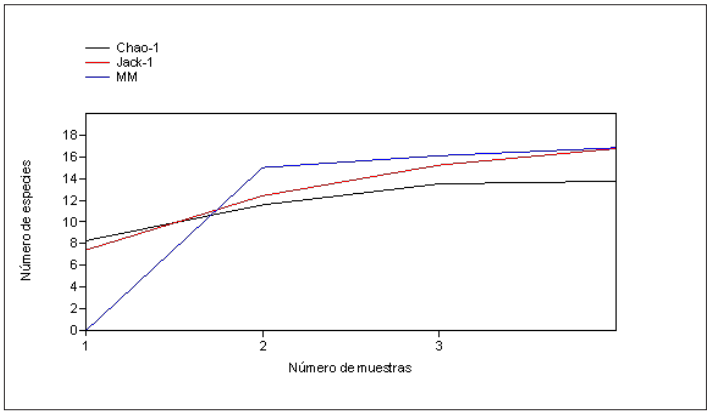


Figura 4. Curva de acumulación de especies de peces en la cuenca media del río Teaone

Pseudopoecilia fria aparentemente no ingresa al río Teaone (de orden 5), su abundancia disminuye a medida que aumenta el orden del mismo (Figura 2). *P. fria* fue capturada en cuerpos de agua clara y de baja profundidad. En el estero Chigüe se encontraron poblaciones de *P. fria* viviendo en simpatría con *B. posadae* y *A. blombergi*.

A. blombergi es la única especie endémica que se distribuye en todos los ríos muestreados, Jiménez -Prado et al. (2015) señala que dicha especie se distribuye en los drenajes del río Esmeraldas y se desconoce sus usos y amenazas; su atención es prioritaria para la conservación. Dicha especie se encontró en simpatría con la mayoría de las especies colectadas. Su estudio taxonómico (las barras verticales oscuras gruesas que la diferencia de las demás especie del mismo género se torna relativo; en ejemplares juveniles no se logra apreciar con claridad) y su estudio biológico es de interés investigativo.

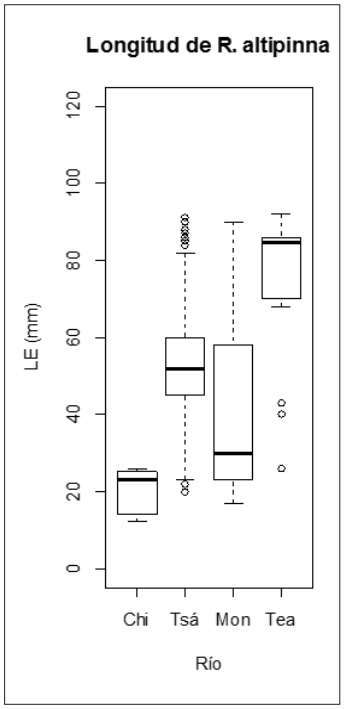
Awaous transandeanus fue capturado en el río Tsáchila, en un fondo areno-arcilloso con corriente moderada, por el contrario Jiménez-Prado et al. (2015) menciona que dicha especie en Esmeraldas está exclusivamente asociada a fondos rocosos. *A. transandeanus* y *Sycidium hildebrandi* son consideradas especies indicadoras de buena calidad de agua[25].

Sycidium hildebrandi limitó su presencia, en bajo número, dentro de dos ríos, Moncaume y Teaone (Figuras 2C y 2D). Su presencia se registra en pocos trabajos[2,26]. Se evidenció su alta resistencia a condiciones no favorables (período alto de tiempo fuera del agua); su estudio debería considerarse una prioridad en términos tanto de del recurso natural (biodiversidad), como del recurso extractivo (pesquería)[3].

Eleotris picta registró simpatría en su captura con *R. altipinna* y *B. posadae* (que podrían ser posibles presas) en una poza del río Teaone. Según Ruiz-Campos (2010) en sitios donde se ha introducido tilapia se ha observado que las poblaciones de *E. picta* disminuyen drásticamente, el ejemplar capturado medía 90 mm. Esta especie presenta una talla máxima de 440 mm, según Hugg (1996); es decir, que podría tratarse de un juvenil. Según Jiménez-Prado et al. (2015), aguas arriba es el lugar donde se encuentran los individuos grandes de dicha especie. Por tanto, se podría relacionar la baja captura de *E. picta* (Figura 2D) con la presencia de tilapia en dos de sus tributarios, río Moncaume y río Tsáchila.

R. altipinna pertenece a la familia Characidae y *B. posadae* pertenece a la familia Bryconidae, corresponden a la primera y quinta familia más abundantes halladas en agua dulce de la costa ecuatoriana[3]. Planteamos hipotéticamente que dicho factor se debe principalmente a su tipo de alimentación omnívora, permitiéndole poder habitar y llegar a dominar en esteros y ríos. Según Laaz et al. (2009) *R. altipinna* se asocia exclusivamente a fondos rocosos y de flujo moderado[27]. Esta especie fue capturada en cuerpos de agua clara. La presencia de *R. altipinna* en todas las elevaciones, en pozas y en rápidos, así como en los sitios con visible impacto humano sugieren que esta especie posee el potencial para una amplia tolerancia ecológica, como ya lo sugiere Aguirre et al. (2016)[28].

Es posible que *R. altipinna* utilice el estero Chigüe (orden 1) para desove y crianza de juveniles. Esto junto a su tipo de alimentación y su comportamiento gregario (disminuye el riesgo de depredación), podrían considerarse como los principales factores de su dominancia en esteros y ríos. Según Froese y Pauly (2014) esta especie tiene una talla máxima de 170 mm longitud es-



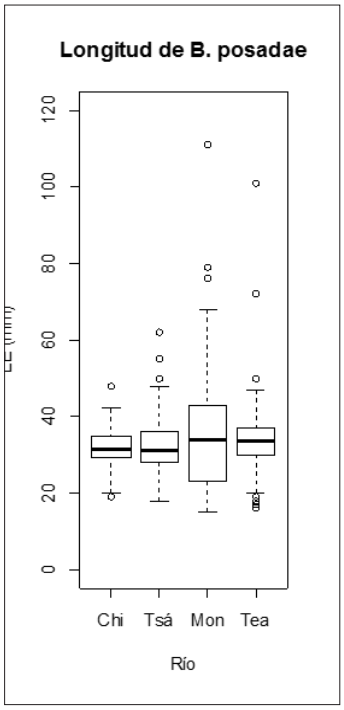


Figura 5. Media (líneas horizontales dentro de cajas) y desviación estándar (barras verticales de cada caja) de la longitud estándar (mm) de las especies más representativas, Roadsia. altipinna (A) y Brycon posadae (B). Donde Chi (Chigüe), Tsá (Tsáchila), Mon (Moncaume) y Tea (Teaone)

tándar (LE)[29]. Su distribución según su talla corporal está relacionada directamente con el orden del río (Figura 5A), ejemplares de menor tamaño prefieren esteros y ríos de menor orden, mientras que los ejemplares de mayor tamaño se encuentran en los ríos de mayor orden. Por el contrario, ejemplares *B. posadae*, con una talla similar, se distribuyen homogéneamente entre esteros y ríos (Figura 5B). *B. posadae*, según los resultados, demuestra que puede habitar en esteros y ríos de bajo orden. Según Lima (2003) *B. posadae* tiene una talla máxima de 148 mm (LE)[30]. En el estudio se registró una talla máxima de 111 mm LE en el río Moncaume (Figura 5B).

La cuenca del río Esmeraldas abarca 65 especies[3]. La presencia de 13 de ellas (20 %) en un sistema fluvial de bajo orden (cuenca media) del río Teaone, es muy interesante en términos de biodiversidad y conservación, por lo que su estudio debería plantearse como una actividad prioritaria de desarrollo local.

Conclusiones

Los resultados indican que la composición, diversidad y abundancia no presenta mayores diferencias; no así en cuanto al ensamble, expresado en el análisis de las tallas corporales, donde los ejemplares de *Rhoadsia altipinna* tienen relación directamente con el orden del río (cauces pequeños tallas pequeñas - cauces grandes tallas grandes), mientras que *Brycon posadae* muestra una distribución homogénea a lo largo del sistema fluvial de bajo orden (cauces pequeños o grandes con talla similar).

Agradecimientos

Agradecemos a Amy Triviño, Linda Grésely y Diego Nieves por su valiosa ayuda en la pesca de los ejemplares. Agradecemos también a Jorge Velazco por sus valiosas correcciones al manuscrito. A Pedro Jiménez y Jon Molinero por sus colaboraciones y el aporte de interesantes ideas.

** Estudiantes de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE.*

Referencias

(1) Kong I. Guía de Biodiversidad Vol.3. Chile. 2003.

(2) Barriga R. Lista de peces agua dulce-intermareales Ecuador. Politécnica. 2012; 3(30): 83-119.

(3) Jiménez-Prado, P., W. Aguirre, E. Laaz-Moncayo, R. Navarrete-Amaya, F. Nugra-Salazar, E. Rebolledo-Monsalve, E. Zárate-Hugo, A. Torres-Noboa y J. Valdiviezo-Rivera. Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE); Universidad del Azuay (UDA) y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) del Instituto Nacional de Biodiversidad. Esmeraldas, Ecuador. 2015; 416 pp.

(4) Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE. The River Continuum Concept. Can J Fish Aquat Sci. 1980;37(1):130-7.

(5) Rodrigo Rojas J, Rodríguez S, others. Diversidad y abundancia ictiofaunística del río Grande de Térraba, sur de Costa Rica. Rev Biol Trop. 2008;56(3):1429–1447.

(6) Pérez-Mayorga MA, Prada-Pedreros S. Relación entre comunidad íctica y cobertura vegetal riparia. Relación entre comunidad íctica y cobertura vegetal riparia en dos períodos hidrológicos (Eje Cafetero, Colombia). Univ Sci. 2011;16(2):119-39.

(7) Carrasco JC. Patrones de abundancia y distribución de los ensambles de peces en el continuo fluvial Parque Nacional Pico Bonito y Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado, Honduras. La Ceiba, Honduras: Fundación para la investigación, Estudio y Conservación de la Biodiversidad (INCEBio); 2013.

(8) Zamora L, Vila A, Naspleda J. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. La biota de los ríos: los peces. En: 2009.a ed.

(9) Pozo J, Elosegi A. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. El marco físico: la cuenca. En Fundación BBVA; 2009.

(10) de Spurrier PO, Chasi ÁR. Plan nacional del buen vivir año 2013-2017: Alternativas. 2015;16(1):69–74.

(11) United Nations, editor. Impacto ambiental de la contaminación hídrica producida por la Refinería Estatal Esmeraldas: análisis técnico-económico. Santiago de Chile: Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe; 1990. 189 p. (Estudios e

informes de la CEPAL).
(12) R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2012. Disponible en: http://www.R-project.org/
(13) Hammer O. PAST (Paleontological Statistics) version. 2.17. University of Oslo; 2012.
(14) Colwell R. EstimateS 7.0b. Statistical estimation of species richness and shared species from simples. 2004.
(15) Magurran AE. Measuring Biological Diversity. Wiley-Blackwell; 2003.
(16) Walther BA, Morand JL. Comparative performance of species richness estimation methods. Parasitology. 1998;116:395-405.
(17) Tóthmérész B. On the characterization of scale-dependent diversity. Abstr Bot Spec Issue Scale Pattern Fractals Divers. 1998;22:149-56.
(18) Moreno CE, Barragán F, Pineda E, Pavón NP. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Rev Mex Biodivers. 2011;82(4):1249–1261.
(19) Fowler H. New fresh-water fishes from western Ecuador. Proc Acad Nat Sci Philadelphia. 1911;493-520.
(20) Fowler H. Colombian zoological survey. Pt. I.The freshwater fishes obtained in 1945. Proc Acad Nat Sci Philadelphia. 1945;97:93-135.
(21) Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A selection from The Global Invasive Species Database. 2000.
(22) Maldonado-Ocampo, J.A., J.S. Usma, F.A. Villa-Navarro, A. Ortega-Lara, S. Prada-Pedreros, L.F. Jiménez, U. Jaramillo-Villa, Arango T. Rivas y G.C. Sánchez. Peces Dulceacuícolas del Chocó Biogeográfico De Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt (IAvH), Universidad de Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeri. Bogotá D. C., Colombia. 2012; 400 pp.
(23) Albuja L.A. Fauna de Vertebrados del Ecuador. Instituto de Ciencias Biológicas. 2012.
(24) Román-Valencia C, Ruiz-C. RI, Taphorn B. DC, Jiménez–Prado P, García–Alzate C.A. A new species of Bryconamericus (Characiformes, Stevardiinae, Characidae) from the Pacific coast of northwestern Ecuador, South America. Animal Biodiversity and Conservation. 2015; 38(2):241-252.
(25) CID-PUCESE, PRAS-MAE. Consultoría para la continuación de análisis de impactos de la minería aurífera en los cantones de Eloy Alfaro y San Lorenzo de la Provincia de Esmeraldas. 2014.
(26) Barriga R. Peces de la Reserva Etnica y Forestal Awa, Ecuador noroccidental. Politécnica. 1990;14(3):7-55.
(27) Laaz EV. Guía ilustrada para la clasificación de peces continentales de la cuenca del Guayas. Facultad de Ciencias Naturales-Universidad de Guayaquil. 2009.
(28) Aguirre W, Navarrete R, Malato G, Calle P, Loh MK, Vital WF, et al. Body Shape Variation and Population Genetic Structure of Rhoadsia altipinna (Characidae: Rhoadsiinae) in Southwestern Ecuador. Copeia. 2016;104(2):554-69.
(29) Froese R, Pauly D. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. Fishbase. 2014;
(30) Lima F. Subfamily Bryconinae (Characins, tetras).En Reis R., S. Kullander y C. Ferraris Jr. (eds.). Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America (Cloffsca). 2003;177-84.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LOS RÍOS TEAONE Y ATACAMES EMPLEANDO MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES

*Jennifer Oleas Ramírez, Yireny Bravo Aguas, Kenner Clevel Altafuya **

Resumen

Esta investigación compara la calidad de agua de los ríos Teaone y Atacames, para ello se ubicaron estaciones antes y después de las poblaciones Carlos Concha y Tasone. El estudio de macroinvertebrados se realizó durante junio y julio de 2016 con un total de tres muestreos. Como resultado se obtuvo que las familias Leptophlebiidae, Leptohyphidae y Baetidae, pertenecientes al orden Ephemeroptera, y la familia Cerapotogonidae perteneciente al orden Diptera se presentaron en todas las estaciones de muestreo. Se aplicó el índice ecológico de Simpson que expuso una mayor dominancia en la estación "después" del río Atacames y una mayor diversidad en la estación "antes" del mismo río. Se analizó la similitud de familias entre estaciones mediante el índice de Jaccard, éste demostró la mayor similitud en el río Teaone para el último muestreo. Los índices EPT y BMWP evaluaron la calidad del agua en los ríos y destacaron diferentes resultados. El índice EPT indicó que en el río Teaone y en la estación "después" del río Atacames, la calidad de agua fue "muy buena" mientras que el índice BMWP, las estaciones del río Atacames y la estación después del río Teaone fue "dudosa". Se analizó la varianza de doble vía, presentando diferencias significativas en la abundancia de las familias Naucoridae, Leptophlebiidae y Hydropsychidae. Por último, se determinaron los grupos tróficos presentes en los distintos puntos de muestreo siendo los "Colectores- Recogedores" los más abundantes y concurrentes. Se concluyó que en el río Teaone existe una ligera influencia por parte de la población en la calidad de agua, mientras que en el río Atacames no hubo influencia.

Palabras clave:
Macroinvertebrados, bioindicadores, calidad de agua

Introducción

Los ríos son ecosistemas dinámicos fluviales, que comprenden varios componentes tales como: bosque ripario, zonas de inundación y cauce que son parte fundamental en su estructura. Los cauces son dinámicos en espacio y tiempo, para que estos mantengan un equilibrio funcional, los elementos que lo componen, deben realizar cautelosamente su rol en el mismo[1].

Las actividades antrópicas que se realizan en las cercanías o dentro de los ecosistemas fluviales, perturban a los mismos gracias a la contaminación que originan. Actividades como la agricultura, la ganadería, la deforestación, la urbanística, etc., provocan impactos en los recursos hídricos afectando a la biodiversidad y estética del paisaje de los cuerpos de agua.

La calidad del agua se refiere al conjunto de características físico-químicas presentes en la misma, y en los múltiples usos que puede desempeñar, tales como para el consumo humano, el riego, la recreación y la conservación de ecosistemas. En el Ecuador se han realizado estudios de calidad de agua utilizando bioindicadores, que en la actualidad ya están presentes en la legislación ecuatoriana para el control ambiental. Un estudio realizado por docentes de la PUCESE, destacó "la importancia de la riqueza de macroinvertebrados y su aplicación en la gestión del ambiente"[2]. Este estudio indicó el primer reporte de macroinvertebrados en Esmeraldas, además, se pudo demostrar que la aplicación de los índices BMWP y Shannon, entre otros, son de gran utilidad para determinar el estado de los cuerpos de agua con el uso de indicadores como es el caso de los macroinvertebrados[3].

En la provincia, existen diversos tipos de conflictos socio-ambientales, en especial la extracción de recursos naturales e invasiones, entre otros. El aspecto urbanístico se desarrolla de manera desordenada, por ello los asentamientos poblacionales que se encuentran en las cercanías de los cauces producen un uso inadecuado del recurso hídrico; un ejemplo de ello es la extracción de distintos materiales de construcción como arena y piedras, y el uso de detergentes en actividades de aseo. Todo ello ocasiona la contaminación paulatina de los recursos hídricos, causando enfermedades que perjudican no solo a la diversidad biológica, sino también a la salud de los habitantes del sector[4].

La constante degradación de los recursos hídricos ha generado mucho interés en estudios de impacto ambiental. Por esta razón, este estudio se basa en el empleo de macroinvertebrados demersales o bentónicos como factor determinante para estimar y valorar la calidad del agua y toda la biota asociada a estos ecosistemas. Estos organismos tienen características, necesidades únicas y adecuación a condiciones ambientales diferentes según al orden al que pertenecen. La capacidad de adaptarse ante alteraciones naturales o antropogénicas en sus hábitats[5] los convierte en bioindicadores para el estado del agua[6]. Los índices EPT y BMWP empleados para la investigación, son útiles para determinar la calidad del agua, accesibles y de bajo costo. Se seleccionó una estación "antes" del río Teaone y del río Atacames considerando estas estaciones como recursos hídricos poco afectados; sin embargo, en su recorrido se observó la influencia de la población o de los habitantes de la zona, por lo que también se consideró relevante un análisis "después" de los ríos antes mencionados.

Objetivo general

Evaluar el impacto poblacional sobre la calidad de agua de los ríos Teaone y Atacames mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores.

Objetivos específicos

Identificar los órdenes y familias de macroinvertebrados existentes en las diferentes estaciones del río Atacames (Tasone) y Teaone (Carlos Concha).

Aplicar los índices ecológicos para la determinación de la diversidad alfa y beta.

Aplicar los índices de calidad de agua para la determinación de diferencias entre estaciones y ríos.

Analizar los niveles tróficos de la comunidad de macoinvertebrados.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en la provincia de Esmeraldas – Ecuador, específicamente en el cantón Esmeraldas y Atacames (Figura 1).

El cantón Esmeraldas presenta una temperatura media de 25 ºC, las precipitaciones máximas se dan durante los meses de enero-abril y las precipitaciones mínimas durante julio-septiembre, la cantidad de lluvia que precipita anualmente es de 2000 mm. El río Teaone, afluente del río Esmeraldas, tiene un área de 504,89 Km^2 y un perímetro de 131,99 Km[4]. El cantón Atacames presenta un temperatura media de 24 ºC, luz solar sobre las 3 000 horas-sol/año, los valores de las precipitaciones medias altas se producen en el mes de marzo, con un promedio anual de 750 mm. El río Atacames es subcuenca del sistema Muisne, tiene un área de 312,24 Km^2 y un perímetro de 99,24 Km[7].

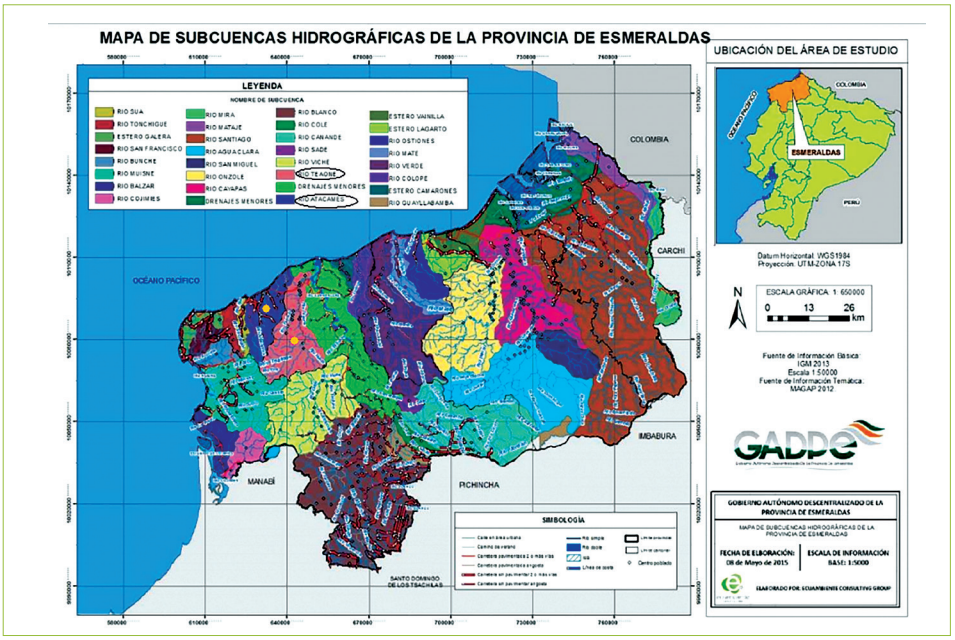


Figura 1. Ubicación de las subcuencas (río Teaone y río Atacames) en la provincia de Esmeraldas Fuente: MAE, 2015

Determinación de las estaciones

Se estudiaron dos estaciones, el río Teaone y el río Atacames del cantón Esmeraldas, y dentro de cada estación se establecieron dos secciones de río antes y después de cada núcleo poblacional (Tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreo

Atacames	Antes	°44'22.23"N y 79°50'49.28"O
	Despùes	0°44'51.69"N y 79°50'58.75"O
Teaone	Antes	0°42´27.90"N y 79°41´23.57"O
	Despúes	0°43'00.24"N y 79°41'04.44"O

Se seleccionó una sección de río influenciado por centros poblados en donde se escogió puntos antes y después de cada población en Carlos Concha y Tasone (Figuras 2 y 3).

Materiales de campo

- Red de captura de malla plástica con boca de 30 x 20 cm
- Tamices de 1000 µm y 500 µm
- 12 frascos de $1^{1/2}$ litros
- 12 litros de alcohol
- Balde
- Jarra
- Rotuladores

Materiales y equipos de laboratorio

- Bandejas plásticas de fondo blanco
- Lámparas
- Lupas
- Pinzas
- 12 frascos de 100 mL
- Microoscopio Dino-Lite
- Caja Petri
- Regla
- Tablas de campo elaboradas por los integrantes
- Claves dicotómicas de Martínez (2013)

Método

El presente estudio se realizó entre los meses de junio y julio de 2016, con la realización de tres muestreos, en un horario de 9:30 a.m. a 2:30 p.m. Se hizo uso de las metodologías propuestas por Carrera y Fierro (2001) [8].

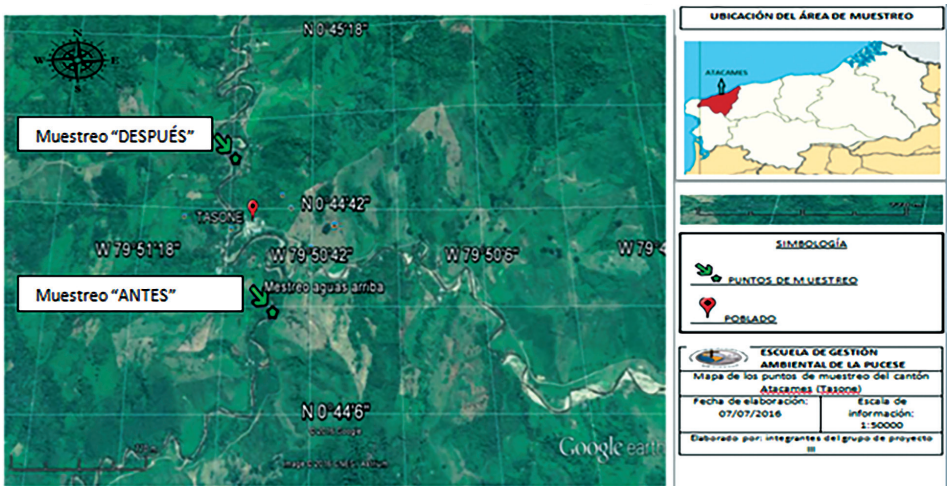


Figura 2. Puntos de muestreo del río Atacames (Localidad Tasone)
Fuente: Autores

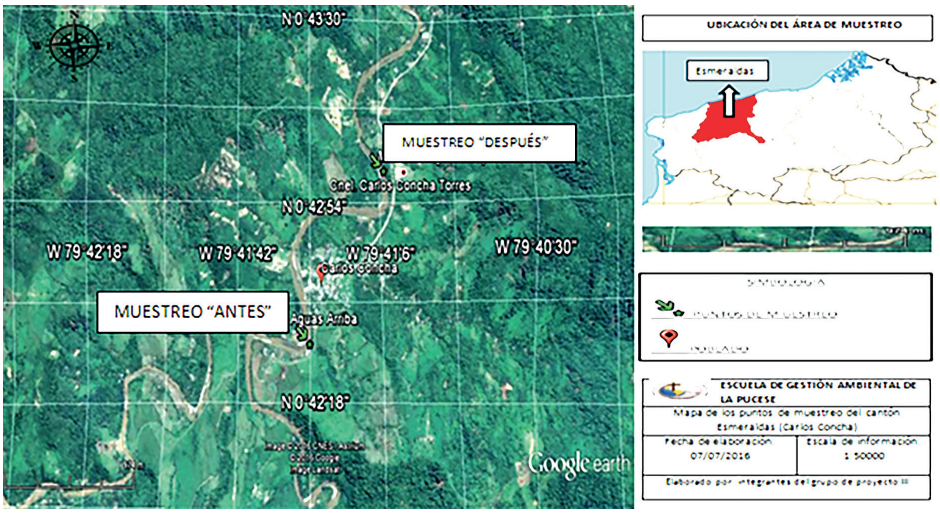


Figura 3. Puntos de muestreo del río Esmeraldas (Localidad Coronel Carlos Concha)
Fuente: Autores

El método del hábitat simple fue utilizado para la toma de muestras[9]. En las secciones elegidas, se extrajo las muestras de macroinvertebrados, utilizando una red de muestreo estándar colocándola contracorriente y removiendo el sustrato con el pie, se separó aquellos macroinvertebrados que se encontraban entre las piedras y demás sustrato del lugar[8]; se realizaron 6 recorridos continuos de red con un tiempo de 15 minutos de muestreo, lo que determinó una muestra en cada sección, es decir, que en cada salida se recogieron en cada río dos muestras. Las muestras se limpiaron en campo pasándolas por los tamices antes de colocarlas en los frascos plásticos de 1 ½ L con alcohol para llevarlas al laboratorio. Durante el muestreo, los envases fueron rotulados con el lugar y la fecha.

En el Laboratorio de Gestión Ambiental de la PUCESE, las muestras se limpiaron colocándolas en bandejas de plástico de color blanco, con la ayuda de lámparas y lupas se observaron los organismos. Se extrajeron los macroinvertebrados con pinzas y luego se colocaron en frascos de 100 mL con alcohol.

Las muestras de macroinvertebrados fueron sometidas a un proceso de separación. Para determinar los órdenes y las familias, se colocó a cada organismo en una caja Petri para proceder a observarlo en el microscopio Dino-Lite, luego se identificaron con las claves dicotómicas de Martínez (2013)[10]. Por último, se cuantificaron y registraron a los organismos según el orden y familia a la que pertenecían en Tablas de campo. Una vez realizados los registros, se tomaron en cuenta los tres muestreos como réplicas del trabajo, se identificaron a las familias representativas, y se calculó la media y la desviación estándar para demostrar su abundancia en los lugares de estudio.

Índices ecológicos

Diversidad alfa

Índice de simpson (1949)

Para el cálculo del índice de Simpson, se realizó la sumatoria de los organismos de cada sección, luego se calculó la abundancia relativa (*pi*) dividiendo la cantidad de organismos de cada familia para el total de organismos que hay en cada sección, y por último, la abundancia relativa se elevó al cuadrado (pi^2). Con estos resultados se obtuvo la dominancia (D) por medio de la sumatoria de pi^2, y la diversidad realizando la resta (1-D).
Fórmula para determinar la dominancia:

$$D = (n_i/N)^2$$

D~1 ausencia de diversidad (solo existe una especie)
0 equitaticvidad

Dónde:
n_i: número de individuos existentes en cada familia
N: total de individuos de todas las familias
1-D: Diversidad

Diversidad Beta

Índice de jaccard

Según Moreno (2001), es el cálculo de similitud de familias entre dos estaciones, en este caso "antes – después", con el número total de familias pertenecientes en cada estación[11].

$$IJ = c / a+b-c$$

Dónde:
a= nº de familias en el sitio A
b = nº de familias en el sitio B
c = nº de familias presentes en ambos sitios A y B, es decir, que son compartidos

Índices para determinar la calidad de agua

Índice EPT

Según Barbour et al. (1999), se debe determinar en cada estación muestreada la presencia de tres órdenes correspondientes a Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, ya que éstos son el grupo más sensible a los contaminantes. Este índice se aplicó a cada sección mediante la siguiente fórmula:[12]

(ETP total / Abundancia total)*100

Los porcentajes fueron ubicados en los siguientes rangos:

Rango de calidad del agua

75 – 100 % Muy buena
50 – 74 % Buena
25 – 49 % Regular
0 – 24 % Mala

Índice BMWP

Según Zamora (1999), "es un índice el cual se basa en la presencia o ausencia de las familias y los valores de sensibilidad a la contaminación que éstos presentan"[13]. Para la determinación de este índice se calificó a la presencia de familias de acuerdo a lo siguiente (Tabla 2):

Tabla 2. Familias y sus respectivas puntuaciones. Fuente: Zamora (1999)

Grupos	Familia	Puntaje
1	Hydroptilidae Ptilodactylidae	10
2	Leptophlebiidae Philopotamidae Gomphidae Pylaridae	9
3	Baetidae Hidropsychidae Paleomonidae	8
4	Leptohyphidae Elmidae Naucoridae Corixidae Psychodidae Hidrobiidae	7
5	Corydalidae	6
6	Thriaridae	5
7	Ceratopogonidae	4

Después de la calificación se sumaron los valores de sensibilidad de las familias presentes en los puntos de estudio, y se procedió a categorizarlas según lo siguiente (Tabla 3):

Tabla 3. Rangos del índice BMWP Fuente: Zamora (1999)

Clase	Rango	Calidad	Características
I	≥121	Muy buena	Aguas muy limpias
II	101-120	Buena	Aguas limpias
III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas
IV	36-60	Dudosa	Agua contaminadas
V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas
VI	≤15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas

Análisis Estadístico

Mediante el programa estadístico R 3.2.2., se determinaron las diferencias significativas por medio del análisis de varianza de doble vía para cada río[14].

Niveles Tróficos

Por último, se determinaron los niveles tróficos existentes en cada lugar de muestreo y las salidas realizadas, la clasificación se efectuó mediante lo estipulado en el estudio de Ramírez y Gutiérrez (2014) (Tabla 4)[15].

Tabla 4. Grupos Tróficos

Nombre	Símbolo
Colectores Recogedores	CR
Colectores Filtradores	CF
Predadores	PR
Fragmentadores	F

Resultados

Familias representativas

Las familias presentes en todas las estaciones fueron Leptophlebiidae, Leptohyphidae y Baetidae, pertenecientes al

orden Ephemeroptera (Figuras 4, 5 y 6); y la familia Cerapotogonidae perteneciente al orden Diptera (Figura 7). La familia Leptophlebiidae fue la más abundante con 475 individuos.

Al comparar la abundancia entre estaciones se observó que las familias Leptophlebiidae y Leptohyphidae fueron menos abundantes en la estación "antes" del río Atacames donde se halló un número de 13 y 22 individuos respectivamente. La familia Ceratopogonidae fue menos abundante en la estación "después" de los dos ríos donde presentó 1 y 2 individuos correspondientemente (Gráfico 1).

Índices ecológicos

Índice de Simpson

La estación "después" del río Atacames presentó la mayor dominancia con un valor de 0,45, debido a la presencia de gran cantidad de individuos pertenecientes a la familia Leptophlebiidae (Gráfico 2).

Por otro lado, la estación "antes" del río mencionado presentó la mayor diversidad con un valor de 0,80 (Gráfico 3).

Índice de Jaccard

El río Teaone presentó la mayor similitud de familias al comparar las estaciones, con un valor de 58,33 %, durante el último muestreo; por otro lado, se puede destacar que durante el segundo muestreo en el río Teaone y Atacames se obtuvo el mismo valor de similitud con un 40 %. (Gráfico 4).

Índices de calidad de agua

Índice EPT

Las estaciones del río Teaone y la estación "después" del río Atacames presentaron calidad de agua "muy buena", con porcentajes entre el 75 % y el 100 %. En

Figura 4. orden: Ephemeroptera Familia: Baetidae

6. orden: Ephemeroptera Familia: Lephtohyphidae

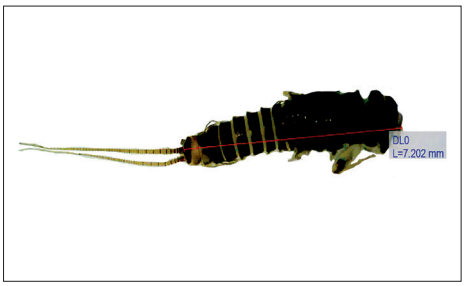


Figura 5. orden: Ephemeroptera Familia: Leptophlebiidae

Figura 7. orden: Diptera Familia: Cerapotogonidae

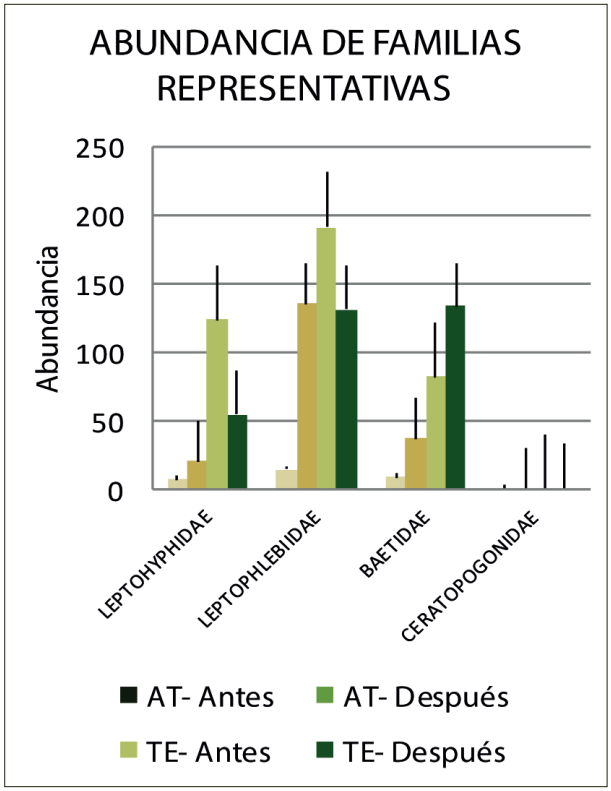


Gráfico 1. Abundancia de las familias presentes las estaciones de muestreo

cambio, la estación "antes" del río Atacames mostró calidad de agua "buena", con porcentajes entre el 50 % y el 74 % (Gráfico 5).

Índice BMWP

Las estaciones del río Atacames y la estación "después" del río Teaone, presentaron calidad de agua "dudosa", la calificación para estas estaciones estuvo entre 36 y 60; mientras que en la estación "antes" del río Teaone indicó calidad de agua "aceptable", su calificación estuvo entre 61 y 100 (Gráfico 6).

Análisis estadístico

Las familias Naucoridae, Leptophlebiidae e Hydropsychidae presentaron diferencias significativas al aplicar la varianza doble vía en los ríos Atacames y Teaone. La familia Naucoridae fue menos abundante en el río Teaone que en el río Atacames con una p= 0,054. En cambio, las familias Leptophlebiidae e Hydropsychidae fueron menos abundantes en el río Atacames que en el río Teaone con una p=0,058 y p=0,0003 (Tabla 5).

Tabla 5. Familias que presentaron diferencias significativas

Naucoridae		
Río	p = 0.054	Teaone < Atacames
Estación	p = 0.985	---
Río x Estación	p = 0.530	
Leptophlebiidae		
Río	p = 0.0589	Atacames <Teaone
Estación	p = 0.1585	---
Río x Estación	p = 0.0277	
Hydropsychidae		
Río	p = 0.000399	Atacames <Teaone
Estación	p = 0.878095	---
Río x Estación	p = 0.074152	

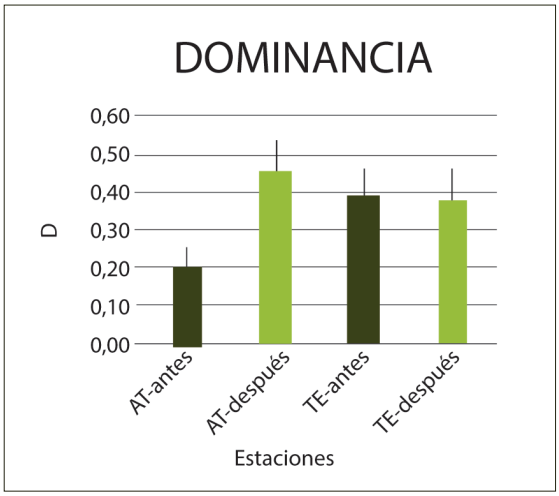


Gráfico2. Dominancia de familias en las estaciones de muestreo

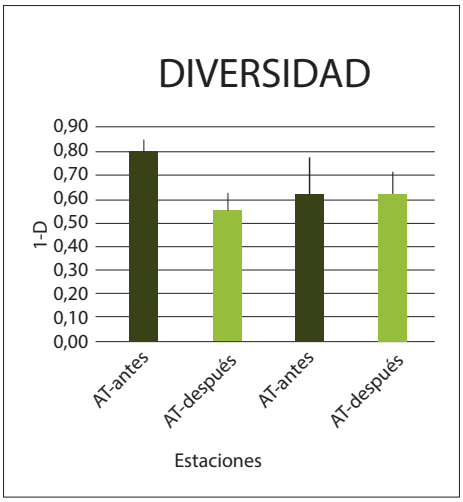


Gráfico 3. Diversidad en las diferentes estaciones de muestreo

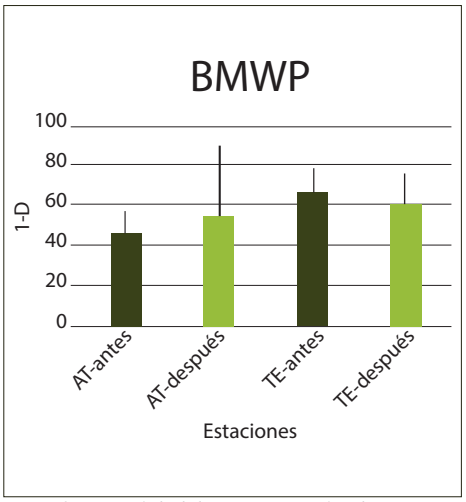


Gráfico 6. Calidad de agua según el índice BMWP en las estaciones de muestreo

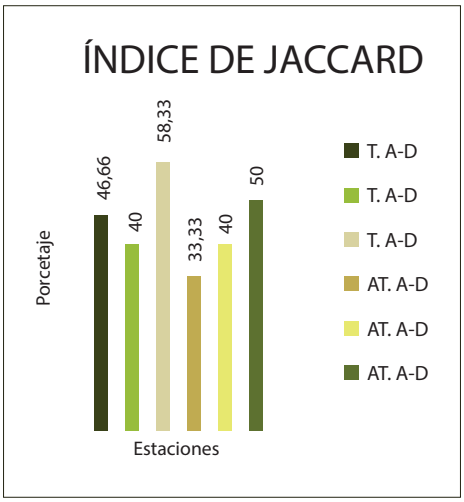


Gráfico 4. Porcentaje de similitud entre las estaciones "antes y después" (A-D) de los ríos Teaone (T) y Atacames (AT) cada color representa un muestreo en cada estación

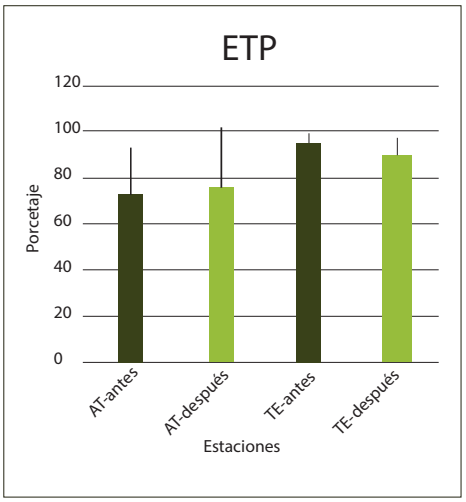


Gráfico 5. Porcentajes del índice EPT encontrados en las estaciones de muestreo

Niveles tróficos

El grupo trófico con mayor cantidad de individuos fue "Colectores-Recogedores" al que pertenecen las familias Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Hydroptilidae, Psychodidae y Elmidae, y su presencia fue concurrente en los dos ríos.

En cuanto a los "Colectores-Filtradores" al que pertenecen las familias Philopotamidae, Hydropsychidae, Pyralidae, Limonidae y Corbiculidae, estuvieron presentes en un 13 % en las estaciones del río Teaone durante el primer muestreo; mientras que en la estación "antes" del río Atacames estuvieron presentes en un 5 % durante el primer muestreo y en la estación "después" del mismo río, en un 3 % durante el segundo muestreo.

Los "Predadores" al que pertenecen las familias Gomphidae, Ceratopogonidae, Hydrobiidae, Naucoridae, Corixidae y Corydalidae, no se encontraron en la estación "antes" del río Atacames durante el segundo muestreo.

Por último, los "Fragmentadores" al que pertenecen las familias Ptilodactylidae, Palaemonidae y Thiaraidae, estuvieron en mayor porcentaje en la estación "antes" del río Atacames durante el primer muestreo (Gráfico 7).

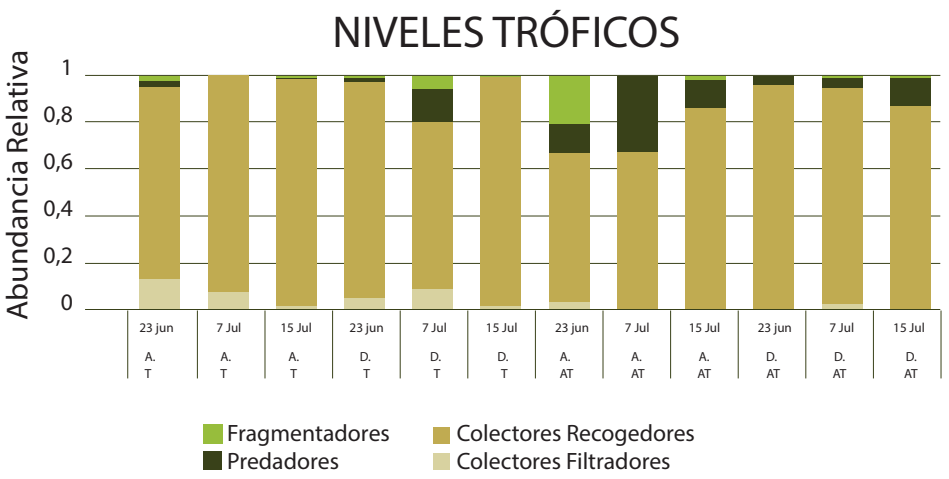


Gráfico7. Análisis de los grupos tróficos en las estaciones "antes" (A) y "después" (D) de los ríos Teaone (T) y Atacames (AT)

Discusión

Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua constituyen un instrumento sencillo y de gran utilidad ya que solo requieren la identificación y cuantificación de los mismos encontrados en los puntos de muestreo, aplicándoles índices de diversidad adecuados para la calidad de agua[16].

De acuerdo a Guijarro (2015) se caracterizaron los parámetros físico-químicos en el río Teaone, reportando que la temperatura media fue de 30 ± 2 °C, conductividad media fue de 373,3 ± 196,7 µS/cm en todo el cuerpo de agua, oxígeno disuelto en el agua de 7mg/L hasta 9 mg/L, potencial de hidrógeno (pH) 7 a 7,5 y nitrato con un promedio de 0,16 mg/L en todo el gradiente longitudinal del cauce[3]. En comparación con el estudio de Prado (2015) donde su medidas de los parámetros físico - químicos eran en el río Teaone 28+- 31 °C, conductividad media fue de 795 ± 822 µS/cm en todo el curso del agua, oxígeno disuelto en el agua 10,03 mg/L hasta 10,73 mg/L y potencial de hidrogeno (pH) 7,5 a 7,91[17]. En cuanto a los parámetros físico-químicos del río Atacames los resultados obtenidos por Sánchez (2013) fueron: potencial de hidrogeno (pH) 8,34, conductividad 497 µS/cm, y temperatura promedio de 25° C[18]. Todos los datos mencionados anteriormente los obtuvieron en la época seca.

En esta investigación se determinó que las familias Leptophlebiidae, Leptohyphydae, Baetidae pertenecientes al orden Ephemeroptera y Cerapotogonidae perteneciente al orden Diptera, fueron las más predominantes en las estaciones muestreadas, indicando que la primera familia es indicadora de la calidad de agua la cual se tomó en consideración para estimar la calidad del agua en ambos ríos. En el estudio de Guijarro (2015) realizado en el río Teaone, los individuos que presentaron mayor abundancia pertenecen a las familias Leptophlebiidae, Baetidae y Elmidae al igual que en nuestro estudio donde la familia Leptophlebiidae es indicadora de calidad de agua[3]. Sánchez en el 2015 realizó un análisis de macroinvertebrados en el río Atacames donde obtuvo que las familias con mayor abundancia fueron Leptophlebidae y Hydropsychidae donde la primera familia que se menciona en este estudio es indicadora de calidad ambiental[18]. Los estudios mencionados anteriormente fueron realizados en los mismos ríos de la investigación en cuestión, presentando iguales condiciones ambientales debido a que fue realizado en época seca, además de aplicar la misma metodología en el estudio. En una investigación realizada en Colombia los resultados presentados con respecto a las familias con gran abundancia fueron Leptophlebiidae, Elmidae, Hydropsichidae y Chironomidae siendo la primera familia nombrada indicadora de

calidad de agua, este estudio es mencionado porque en él se encontraron características ambientales similares, al igual que este estudio se realizó en época seca y también se emplearon dos zonas para determinar la calidad ambiental[19].

En el presente estudio se comparó la riqueza entre estaciones donde se cuantificaron 15 individuos de la familia Leptophlebiidae en la estación "antes" del río Atacames, y en la estación "después" se calcularon 136; en el río Teaone en cuanto a la estación "antes" fueron 192 individuos de la misma familia y en la estación "después" 132. Sin embargo, en el estudio de Sánchez (2015) la estación "antes" del río Atacames presentó 113 organismos y en la estación "después" 97[18].

La estación antes del río Teaone según el índice BMWP establece que la calidad de agua es aceptable, mientras que al aplicar el índice EPT indica que es muy buena; en comparación a la estación antes del río Atacames con el índice BMWP es dudosa, y al usar el índice EPT indica que es buena.

En los datos presentados en esta investigación se observa que la calidad de agua de los ríos Teaone y Atacames coincide cuando se emplea el índice BMWP y el índice de diversidad de Simpson al igual que en los estudios realizados por Guijarro (2015) y Martínez et al. (2014), donde se comprobó el funcionamiento de los diferentes índices para establecer la calidad de agua de varios cauces de la ciudad de Esmeraldas[2,3]. Los resultados obtenidos expresaron que los índices BMWP y el de diversidad de Simpson son de mayor confianza para expresar la calidad de los ríos, esto se debe a que utilizan todas las familias presentes en las estaciones muestreadas. Al emplear el índice BMWP no hubo influencia del núcleo poblacional en el río Atacames, mientras que en el río Teaone sí se pudo observar una ligera influencia del núcleo poblacional hacia el mismo. Sin embargo, si comparamos estos resultados con los obtenidos empleando el índice EPT, éste no expresa la realidad del recurso hídrico, porque se basa en la presencia de tres órdenes (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) que son indicadores de agua. Los individuos con mayor abundancia en las estaciones muestreadas pertenecen al primer (Ephemeroptera) y último (Trichoptera) orden de los mencionados anteriormente. Según Carrera y Fierro (2001), la mayoría de las especies que existen en los cauces, tienen la capacidad de adaptarse a cambios leves en su ambiente, a medida que incrementa los niveles de contaminación estas adaptaciones van minorando su eficacia y afectando su supervivencia, por lo que los cauces mencionados en este estudio presentan condiciones aptas que favorecen a la abundancia de estos ordenes ya mencionados[8].

Además, no se encontró ningún individuo que pertenezca al orden Plecóptera, ya que en corrientes variables son menos abundantes, razón por la cual la utilización de este índice no puede ser adecuado en lugares con estas características[20].

Los ríos Teaone y Atacames presentaron similitud con respecto a la comunidad funcional, que se comprobó al analizar los niveles tróficos. El nivel trófico que presentó mayor abundancia fue el de los "Colectores-Recogedores", esto se debe a sus hábitos alimenticios, ya que son considerados generalistas y se alimentan de materia orgánica particulada, al igual que en el estudio realizado por Guijarro (2015) donde se muestreó sólo en el río Teaone, siendo esta investigación la primera en presentar un reporte del grupo funcional de macroinvertebrados en el río Atacames[3].

Conclusiones

Durante la investigación se encontraron 3190 individuos pertenecientes a 20 familias y 10 órdenes. Las familias más abundantes en todas las estaciones fueron: Leptophlebiidae, Leptohyphydae, Baetidae y Cerapotogonidae. La familia Leptophlebiidae es de suma importancia para los índices BMWP y EPT, con estos índices se puede estimar la calidad de agua de los ríos Teaone y Atacames.

Los valores obtenidos en el análisis de los grupos tróficos determinaron que el grupo con mayor abundancia fue el de los "Colectores- Recogedores" en todas las estaciones.

El índice BMWP expresó que la calidad de agua en las estaciones de Atacames es dudosa mientras que en la estación "antes" del Teaone la calidad de agua es aceptable. El índice EPT expresó que la calidad agua en la estación "antes" del río Atacames es buena mientras que en el resto de las estaciones es muy buena.

El índice de Simpson obtuvo como resultado una mayor diversidad en la estación "antes" del río Atacames, y en la estación "después" del mismo río se obtuvo la mayor dominancia.

Finalmente el río Teaone presentó una ligera incidencia poblacional en la calidad de agua, al contrario de lo que se observó en el río Atacames.

** Estudiantes de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE.*

Referencias

(1) Sabater S, Elosegi A. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Presentación: importanca de los ríos. En: Fundación BBVA. 2009. Disponible en:

http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_01.pdf

(2) Martínez Sanz C, Puente García SM, Rebolledo Monsalve ER, Jiménez Prado P. Macroinvertebrate Richness Importance in Coastal Tropical Streams of Esmeraldas (Ecuador) and Its Use and Implications in Environmental Management Procedures. Int J Ecol. 2014.

(3) Guijarro Viteri MM. Caracterización de la calidad de agua del río Teaone utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas; 2015.

(4) Velarde Cruz E. ANALISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL MUNICIPAL-ESMERALDAS. 2013; Disponible en: http://dspace.cedia.org.ec/handle/123456789/844

(5) Figueroa R, Valdovinos C, Araya E, PARRA O. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. Rev Chil Hist Nat. 2003;76(2):275-85.

(6) Echarri L. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (libro electrónico).

(7) Mancheno A, Véloz DA. Diseño de la captación de agua en el río Atacames y conducción para el abastecimiento de agua de la cabecera parroquial de La Unión de Atacames. Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2012.

(8) Carrera Reyes C, Fierro Peralbo K. Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. FAO. 2001.

(9) Plafkin JL, Barbour MT, Porter KD, Gross SK, Hughes RM. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish. Washington, D.C: United States Environmental Protection Agency. 1989.

(10) Martínez Sanz C. Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas; 2013.

(11) Moreno CE. ORCYT-UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). 2001; Disponible en: http://tuxchi.iztacala.unam.mx/disweb/demo_ecologia/pdfs/libros/mantes1.pdf

(12) Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD, Stribling JB. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers. USEPA Wash. 1999.

(13) Zamora GH. Adaptación del índice BMWP para la evaluación biológica de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. Rev Unicauca. 4:47-60.

(14) R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2012. Disponible en: http://www.R-project.org/

(15) Ramírez A, Gutiérrez-Fonseca PE. Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. Rev Biol Trop. 2014;62:155-67.

(16) Vásquez Silva G, Castro Mejía G, González Mora I, Pérez Rodríguez R, Castro Barrera T. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. ContactoS. 2006;60:41-8.

(17) Prado Villacreses EV. Estado de la calidad del agua del río Teaone (cuenca baja) entre la Termoeléctrica y la desembocadura del río Esmeraldas, sector de la Propicia 1. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas; 2015.

(18) Sánchez Hernández I. Composición de la Comunidad de Macroinvertebrados a lo largo de una Gradiente Longitudinal, Cabecera – Tramo Medio, en el Río Atacames (Esmeraldas, Ecuador). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas; 2015.

(19) Longo M, Zamora H, Guisande C, Ramírez J. Dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada Potrerillos (Colombia): Respuesta a los cambios estacionales de caudal. Limnetica.2010; 29(2):195-210.

(20) Domínguez E, Fernández H. Calidad de los ríos de la Cuenca del Salí (Tucumán, Argentina medida por un índice biotico. Ser Conserv Nat. 1998;12:2-40.

EXPERIENCIAS DE CONSERVACIÓN EN EL PARQUE NACIONAL YASUNÍ

Josselyn Mera Carranza, Andrea Benítez Barro, Jorge Velazco Vargas***

El Parque Nacional Yasuní (PNY) es el área protegida más grande del Ecuador Continental, ya que cuenta con 1' 022 736 hectáreas, se ubica dentro de las provincias de Orellana, Pastaza y Napo, protege una extraordinaria biodiversidad en el corazón del bosque húmedo tropical amazónico y resguarda parte del territorio de la nacionalidad Waorani(1).

La precipitación media anual es de 3047 mm con una distribución bastante regular durante el año. Se considera que el bosque no es estacional, ya que no se registran medias mensuales menores a 100 mm. Normalmente se aprecian dos picos de precipitación: el más fuerte en mayo (394 mm de media), y el segundo que es menos pronunciado, en octubre (243 mm de media). La temperatura media mensual es de 24,6 °C y la humedad relativa media mensual es de 86,8 %(2).

La gran biodiversidad es la principal característica del PNY, éste se encuentra en una posición biogeográfica determinante donde existe una considerable riqueza de mamíferos, aves, anfibios, reptiles y plantas vasculares. Al ser de gran importancia a nivel mundial, en el parque se han llevado a cabo un sin número de investigaciones para establecer mediante estimaciones la cantidad de especies que habitan en la zona(1).

Dentro del PNY se encuentra ubicada la Estación Científica Yasuní (ECY) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), la cual fue creada por el Estado Ecuatoriano en 1994, permitiendo la ejecución de incontables proyectos de investigación, lo cual proporciona un servicio invaluable a la comunidad en general(2).

La visita a la ECY se realizó desde el 15 al 18 de agosto de 2016, en donde participaron los estudiantes de las asignaturas de Gestión y Conservación de Flora y Fauna, y de Ecología Animal de la Escuela de Gestión Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE), teniendo la oportunidad de realizar prácticas vivenciales en donde se adquirieron destrezas y conocimientos generales de la biodiversidad y de las diferentes técnicas de conservación que actualmente se están empleando tanto a nivel técnico como científico.

Las actividades realizadas fueron:

Capacitación

Carlos Padilla, coordinador de campo de la Estación Científica Yasuní, fue el encargado de proporcionar las recomendaciones necesarias a los estudiantes de la PUCESE para el desarrollo correcto de cada actividad.

Se presentaron las técnicas del sistema de monitoreo de especies para mamíferos, reptiles y aves a través de una red de más de 60 cámaras instaladas en las bases de los árboles, lo cual permite identificar y estimar la riqueza faunística del Yasuní. Cabe destacar, que es de gran interés la cooperación de los miembros de la etnia Waorani que con el aporte de su conocimiento empírico ubicaron las cámaras en lugares estratégicos y en la demarcación de los diferentes senderos a seguir. Por último, se nos dio a conocer el inventario de aves, mariposas y el estudio de peces del río Tiputini.

Senderismo

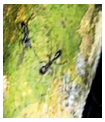
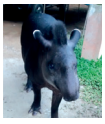
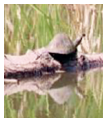
En los alrededores de la estación se diseñaron aproximadamente 19 senderos ecológicos (Foto 1) en los que se permiten observar la vegetación característica que corresponde a un bosque siempre verde de tierras bajas, con tendencia altamente heterogénea y diversa, apreciándose una altura promedio del dosel de 30 m.

Foto 1. Sendero ecológico

De acuerdo a Sierra (1999) las familias de plantas que predominan en este tipo de ecosistemas amazónicos corresponden a: Arecaceae, Bombacaceae, Cecropiaceae, Myristicaceae, Mimosaceae, Lecythidaceae, Moraceae y Rubiaceae(3). Los diferentes recorridos por los senderos del PNY permitieron observar varias especies de fauna característica de la zona, monos, hormigas, mariposas, tapires y una gran variedad de especies de hongos (Tabla 1), que permitió entender y describir los diferentes valores (ecológico, moral y económico) que representan los ecosistemas con alta biodiversidad.

También se realizaron recorridos nocturnos en los diferentes senderos y representaron una excelente experiencia, dado que se apreciaron una gran variedad de insectos, arañas venenosas, anfibios, serpientes y aves de hábitos nocturnos. Así mismo, se localizaron madrigueras de osos hormigueros y de armadillos. Por otra parte, se encontraron arbustos que en su interior contienen hormigas con un alto contenido en ácido ascórbico y con sabor a limón, las cuales fueron degustadas por los participantes.

Tabla 1. Animales, plantas y hongos observados en el PNY

Reinos			
Animal		Vegetal	
Imagen	Nombre	Imagen	Nombre
	Hormiga conga		Pampira
	Tapir		Capirona
	Mono aullador		Barbasco
	Tortugas		Matapalo
	Mariposas Colipato verde		Yahuasca
	Búho		Pata de Danta
Fungi			
Imagen		Nombre	
		Hongos	

Recorrido Fluvial y Ruta al Saladero

El recorrido fluvial por el río Tiputini fue guiado por un parabiólogo Waorani y tuvo una duración de una hora aproximadamente, tiempo en el cual se observaron guacamayos, tucanes, tortugas y monos (Tabla 1). El recorrido fluvial culminó con un recorrido hacia el saladero, lugar donde confluyen manantiales. El saladero es de gran importancia dado que en él concurren muchas especies con el fin de consumir minerales presentes en el suelo arcilloso, para mejorar la digestión de los frutos y semillas consumidos por los animales, convirtiéndose de esta forma en un recurso por el cual existe una alta competencia interespecífica (Foto 2). Mencionar que en el PNY existen otros saladeros que cumplen con las mismas funciones.

Foto 2. Saladero

Torre de Observación

La torre de la Estación Científica Yasuní está compuesta por tres niveles de 10, 20 y 30 metros de altura respectivamente. Tiene como función observar la flora, la fauna y la ecología

Foto 3. Torre de observación

Foto 4. El sotobosque (10 a 20 m de altura), en donde los arboles conviven con epifita y lianas

Foto 5. El dosel (30 m de altura), notándose una gran diversidad de plantas como palmas, árboles de altura promedio y emergentes de 40 m de altura

en los diferentes estratos del bosque: herbáceo, arbustivo, sotobosque y dosel (copa de los árboles), ofreciendo diferentes perspectivas verticalmente (Fotos 3, 4 y 5).

Proyectos de Investigación y Entrevistas

Para el manejo y conservación del parque es necesario llevar a cabo proyectos de investigación que están demarcados en los tópicos que se describen a continuación:

- Ecología de poblaciones, ecología de paisaje, ecología molecular y genética, ecología evolutiva, ecología de enfermedades infecciosas.
- Sistemática y biogeografía.
- Etología.
- Monitoreo ambiental.
- Cambio climático.
- Especies promisorias.
- Antropología.
- Sociología.

La convivencia en la estación permitió a los estudiantes establecer contactos y entrevistas con los diferentes investigadores, ejemplo de ello se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Detalles de proyectos

Investigador	Proyecto	Detalles
Milton Pavón	Recolección de hojarasca mediante trampas ubicadas en los senderos.	Proyecto que consiste en secar la hojarasca por tres días en la estación, para luego pesarla y examinar la cantidad de hojas, flores y frutos que cae en cada trampa, y así estimar la productividad primaria.
Milton Zambrano	Dinámica de bosques en 50 hectáreas del Yasuní.	El proyecto inició hace 25 años y se basa en medir cada 5 años el crecimiento que tienen los árboles seleccionados al inicio del proyecto, para conocer la Dinámica de bosques (distribución de especies y cambios demográficos). Este estudio contribuye a la conservación de los bosques.

Foto 5. Mujeres Waorani exponiendo su artesanía tradicional

Foto 6. Miembros de la comunidad Waorani

Contacto con la etnia Waorani

En el PNY habitan tres grupos étnicos, los Waorani, los Kichwa y los Shuar, que representan el valor cultural de este ecosistema. Este encuentro permitió conocer directamente su entorno, su realidad social, sus costumbres, sus artes de caza y las diferentes formas de artesanías con las cuales generan recursos propios (Fotos 6 y 7).

Destacar sobre la comunidad Waorani, la adopción de ciertas costumbres de la "civilización", como por ejemplo la construcción de casas de bloque u hormigón, la indumentaria y otros hábitos occidentales no tradicionales de la comunidad indígena. Esta mezcla de culturas es producto del contacto con colonos y empresas petroleras que operan por el Yasuní. Acentuar, que la fragmentación y disección del bosque por la construcción de carreteras y por el paso del cableado eléctrico de alta tensión subterránea por tramos de espacio abierto, generó gran impacto en los estudiantes (Foto 8). Ante lo descrito, se realizaron entrevistas a diferentes miembros de la etnia, y demostraron su preocupación dado que las nuevas generaciones no van a conocer el Yasuní tal y como lo fue antes de su explotación petrolera.

Foto 8. Disección del bosque por carreteras y claros de cableados eléctricos subterráneos

Además se conocieron las instalaciones de la comunidad, donde se pudo observar el desarrollo de un proyecto acuícola y de comercialización de peces, patrocinado por una multinacional

petrolera a manera de compensación por los daños causados en su hábitat (Foto 9). Los docentes y estudiantes de la PUCESE brindaron información a los responsable de este proyecto para un adecuado manejo de las piscinas acuícolas y evitar el escape de los peces a los medios naturales.

Foto 9. Lagunas de engorde de peces

Finalmente señalar la buena apertura y recepción de todos los miembros de la etnia Waorani, desde los niños hasta los adultos, por demostrar gran calidez humana a todo el equipo de la PUCESE. Para complementar la visita, los estudiantes fueron invitados a realizar partidos amistosos de fútbol con las selecciones femeninas y masculinas de la comunidad. Indudablemente esta experiencia de visita al PNY y su integración con la comunidad marcó emocionalmente a los estudiantes y les concientizó sobre la importancia en la interrelación humana, así como en la conservación no solo de los bosques y su biodiversidad, si no en la necesidad de preservar la cultura indígena existente.

Foto 10. Grupo de estudiantes de EGA (PUCESE)

** Estudiantes de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE.*

*** Docente-investigador de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE.*

Referencias

(1) Ministerio del Ambiente. Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. 2016. Disponible en: http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-yasun%C3%AD

(2) Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Estación Científica Yasuní. 2016. Disponible en: http://wwwyasuni.ec/inicio/

(3) Sierra R. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/-BIRD y Eco-Ciencia.1999.

A Flor de Piel

¿Qué cosa es un terremoto?

¿Qué cosa es un terremoto?
es algo desesperante,
que solo dura un instante
y lo deja todo roto.
Se produce un alboroto
corre de allí para acá,
unos dicen: aquí está
otros gritan y otros lloran,
y se arrodillan y adoran
a ese Dios del más allá.

Un terremoto es maldad
del enemigo potente,
coge pánico la gente
y adiós la felicidad.

Si pierdes la facultad
y todo se vuelve enredo,
si te apoderas del miedo
no lo podrás soportar,
si no te pones a orar
con valor y con denuedo.

Israel Leyva Luján
Recuerdo de los terremotos
Ecuador 2016

A la sombra de una encina

A la sombra de una encina
La espesa miel derramó
De sus labios y me amó
Como a una diva divina.
Al sentir la paz genuina
De aquel beso, desvelada
Así fuerte la almohada,
Y traté de ahogar mi llanto
Al recordar el quebranto
De una pasión enlutada.

Haydeé Ramírez Lozada
Poetisa cubana

A la sombra de una encina

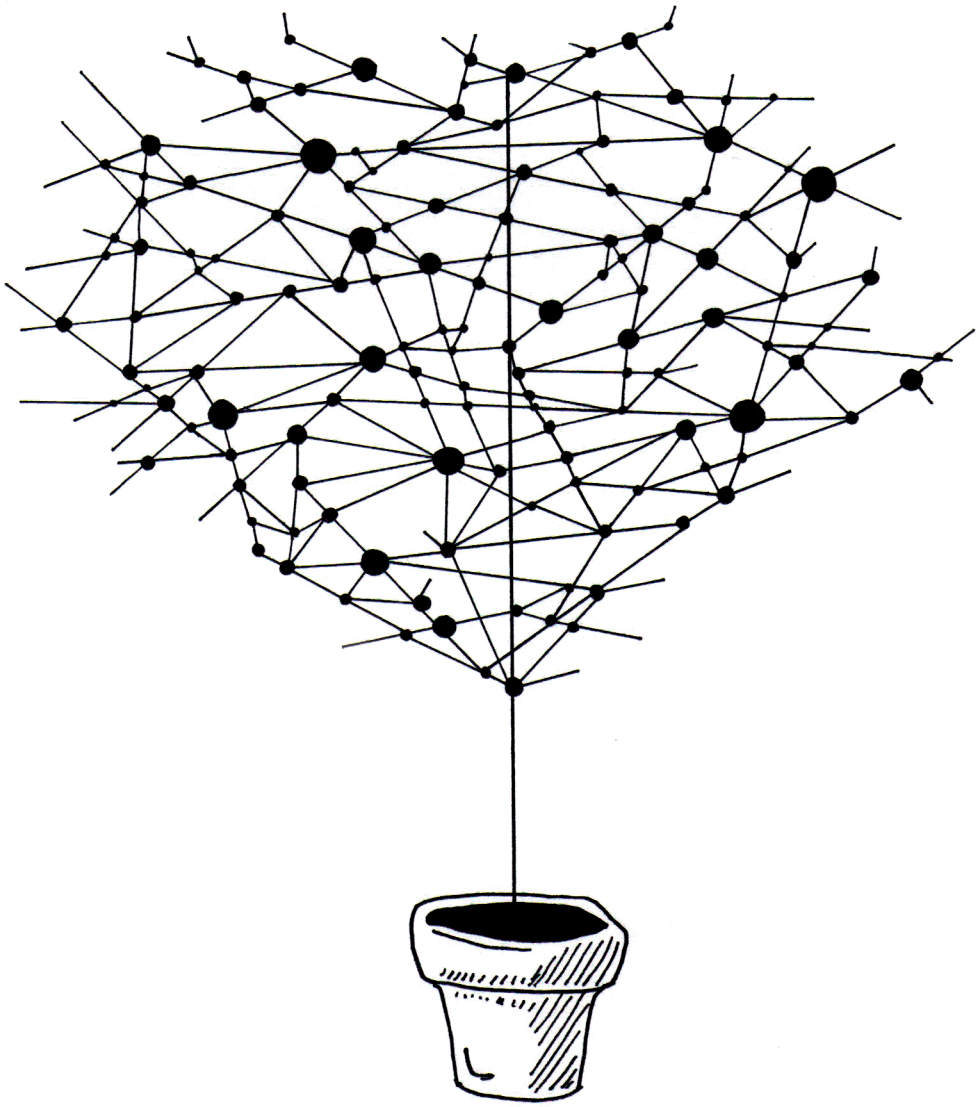
Señora, si yo pudiera
Estrechar tu mano fina,
A la sombra de una encina
De locura me muriera.
Si encontrara la manera
De hablarte de mis amores,
Omitiría los dolores
Que causan los sentimientos,
Y le pediría a los vientos
Un suave aroma de flores.

Israel Leyva Luján
Poeta Cubano

Cholito y el Medio Ambiente

Cholito era un niño muy pero que muy atrevido y no le gustaba ir a la escuela, pasándose casi todo el tiempo haciendo maldades y destruyendo todo lo que se le aparecía. Una vez llegó al parque y se hizo amigo de un grupito de niños sospechosos. Esos niños se dedicaban a sacar las basuras de los depósitos y los dejaban regados en cualquier parte, arrancaban las flores, destruían las plantas y no escatimaban hora para hacer sus maldades. Los padres de Cholito lo hacían en la escuela, pero casi siempre le peleaban porque llegaba con sus ropas sucias y desgreñado. ¿Dónde estabas metido Cholito? Mira esa ropa como la traes, ¿En qué andabas? Pero cholito solo bajaba la cabeza y no respondía. Los padres de Cholito se pusieron muy tristes y visitaron su escuela. Qué bueno que están aquí, les dijo la maestra después de saludarlos. Hace una semana que Cholito no viene a la escuela y su comportamiento deja mucho que desear. Qué pena para los padres de Cholito, escuchar lo que la maestra les decía. Una mañana al salir Cholito de su casa para la escuela los padres fueron detrás de él y lo siguieron hasta que Cholito llegó al parque y allí lo estaban esperando los pandilleros. ¡Cholito!, ¡Cholito!, le gritaban, ¡ven! que hoy vamos a tirarle piedras a los pajaritos y vamos a virar los depósitos de basura y de las flores ¡ni hablar! Empezaron a hacer maldades y a destruir todo lo que se topaban, pero la sorpresa no se hizo esperar, los padres de Cholito lo llamaron y qué susto se dio, pasó tremenda pena, pero los padres de Cholito traían un plan bien pensado. ¿Qué me van a hacer? preguntó Cholito. Por el momento nada, le contestaron sus padres. ¿Quiénes son esos niños? Cholito no sabía quiénes eran, solo que hacían esas cosas y no estudiaban. Los padres de Cholito llamaron a todos los niños y hablaron con ellos. ¿Ustedes saben lo que es el medio ambiente? preguntaron los padres de Cholito. Los niños no supieron responder y entonces los padres de Cholito les explicaron con lujo de detalles la importancia de cuidar el medio ambiente, cuidar el parque, las plantas, no botar basuras que creaban insectos y atraían a roedores, no romper las flores que adornaban el parque, no matar los pajaritos y respetar todos los recursos que habían en la ciudad. Ellos se sintieron tristes y apenados y se comprometieron a cuidar el Medio Ambiente. Entonces los padres de Cholito les hizo una invitación para ir el fin de semana a la playa, lugar donde crecían unas plantas muy tupidas y verdes que protegían el litoral y en ellas habían animalitos, peces, y otras especies más. ¿Y cómo se llama esa planta? preguntaron al unísono. Esa planta se llama Mangle y los hay de cortezas blancas y de cortezas rojas y son como especie de una barrera para proteger las orillas del mar, son muy tupidas. ¡Vamos este fin de semana y me ayudan a limpiar cualquier desperdicio que haya allí! Todos los niños se pusieron muy contentos y Cholito le pidió perdón a sus padres y no faltó más a la escuela y creció y se hizo un gran profesional, estudió biología y ciencias naturales y hoy es uno de los profesionales más importantes y dedicados a la tarea de orientar a los ciudadanos de su país a cooperar para cuidar el Medio Ambiente.

Israel Leyva Luján
Escritor cubano
Residente en Esmeraldas



ESME EMER RALDAS GENTE