

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA
UNAN - FAREM - ESTELÍ
"LEONEL RUGAMA RUGAMA"**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
UAB - ESPAÑA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERETARO
UAQ - MÉXICO**



Universidad
Autónoma de Querétaro



Evaluación de la Diversidad Ictiofaunística del Río Estelí.

AUTOR: BYRON JOSUÉ RODRÍGUEZ PÉREZ

DIRECTOR: EINAR TOPILTZIN CONTRERAS MACBEATH.

Julio 2009

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	5
II. OBJETIVOS.....	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
III. ÁREA DE ESTUDIO.....	7
Características geológicas de la Subcuenca del río Estelí.....	8
Depósitos aluviales y coluviales.....	9
El régimen pluviométrico.....	10
Parámetros anuales promedios.....	10
Caracterización de los acuíferos.....	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Revisión bibliográfica	12
Definición de los puntos de muestreos	12
Toma de la muestra.....	18
Identificación de los organismos	19
Análisis numérico	20
Diversidad β.....	20
V. RESULTADOS.....	21
Análisis Global.....	21
Análisis Temporal.....	23
Diversidad de especies.	26
Diversidad Beta.....	28
VI. DISCUSION.....	31
VII. CONCLUSION	35
BIBLIOGRAFIA.....	37

Índice de Figuras

Figura 1. Subcuenca del río Estelí	8
Figura 2. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreos en la subcuenca del río Estelí.....	13
Figura 3. Abundancia relativa de las especies de peces de la subcuenca del río Estelí.....	19
Figura 4: Abundancia de las especies por época del año iError! Marcador no definido.	
Figura 5. Similitud entre estaciones de muestreo y épocas del año.	28

Índice de Tablas

Tabla1. Nombre de Las estaciones de muestreo	12
Tabla 2. Lista de especies colectadas en la subcuenca del Río Estelí.....	21
Tabla 3. Abundancia de especies de la subcuenca del Río Estelí	24
Tabla 4 abundancia, Riqueza, Diversidad y Equidad por estación de muestreo y época del año	25
Tabla 5. Riqueza, Abundancia y valores del Índice de Shannon.....	28

Evaluación de la diversidad ictiofaunística del Río Estelí.

**BYRON JOSUÉ RODRÍGUEZ PÉREZ¹, EINAR TOPILTZIN CONTRERAS
MACBEATH².**

**Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí- UNAN-Managua,
2. Universidad Nacional Autónoma del Estado de Morelos.**

Resumen.

En este trabajo se evaluó la Abundancia, Riqueza y Diversidad Ictiofaunística de la subcuenca del Río Estelí, comparándolas en dos épocas del año (invierno-verano), realizando muestreos en diferentes estaciones de la subcuenca. Se capturaron 6,540 especímenes distribuidos en 17 especies. En las diferentes estaciones no se encontraron diferencias significativas, aunque la estación ubicada en la desembocadura del Río, presentó 12 especies en total siendo esta la estación con mayor número de especímenes.

Las especies con mayor abundancia fueron *Poecilia sphenops*, *Amatitlania nigrofasciata*, *Astyanax fasciatus* y *Poecilia gillii*, las que representan el 80.67% de los individuos colectados. La diversidad H' de Shannon and Weaver fue mayor en la época de verano con 2.19. La estación que presentó mayor diversidad en la época de verano fue la que se ubica en Piedra Larga con H' 2.78 y en época de invierno fue la estación ubicada en La Sirena con H' 2.49. La subcuenca del Río Estelí, presenta un aumento en la riqueza específica a lo largo de su curso, sin embargo, el incremento característico de la abundancia de peces es en las partes bajas.

I. INTRODUCCIÓN

La ictiofauna de los sistemas fluviales se distribuye heterogéneamente a lo largo de su recorrido, presentando patrones comunitarios tales como: el incremento de la riqueza específica, abundancia y diversidad en el sentido de la corriente (IIIies & Botosaneanus 1963, Vannote et al., 1980 & Welcomme 1985). Estos patrones han sido explicados por la mayor disponibilidad de hábitat y nivel trófico de las aguas en las zonas bajas de los ríos (Welcomme, 1985). Por otra parte, la ictiofauna de los sistemas fluviales tiende a presentar cambios en sus patrones espaciales de distribución y uso de hábitat debido a variaciones temporales relacionadas a la reproducción y/o búsqueda de alimento (Wootton 1990; Callow & Petos, 1994). La determinación de estos patrones espaciales a una pequeña escala y su variación temporal, es un aspecto fundamental para la gestión de la conservación biológica, puesto que si bien, en muchos casos las especies ictiofaunísticas ocupan la totalidad del río, ocurre una repartición espacio-temporal compleja de sus procesos biológicos (i.e., reproducción y crianza).

La subcuenca del Río Estelí es un sistema fluvial de tercer orden. El agua del río es usada para regar los cultivos, consumo humano, lavado de ropa, entre otros. En la época de verano estas actividades generan un ingreso de materia orgánica al río, por el aporte de residuos líquidos y sólidos; la subcuenca del Río Estelí presenta otros problemas ambientales que incluyen la deforestación y urbanización en suelos no aptos para esta actividad.

Dado el contraste del hábitat presente entre la zona alta, media y baja del río se plantea como hipótesis:

Existe un aumento característico en el número de especies, individuos y diversidad desde su nacimiento hasta su desembocadura en Río Coco.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la diversidad ictiofaunística del Río Estelí en los meses Julio 2007 y Abril 2008.

Objetivos Específicos

Identificar las especies de las diferentes estaciones de muestreo.

Analizar la composición de la comunidad de peces y la distribución de las especies.

Evaluar la abundancia relativa y riqueza específica por cada estación de muestreo y época del año.

Determinar el índice de diversidad de Shannon por estación y época del año, así como la equidad de los peces.

Analizar la diversidad alfa y beta de las especies.

ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Estelí se encuentra localizada entre el paralelo 13° 05 latitud Norte y meridianos 86° 21 noreste. La totalidad de sus aguas forman parte de la cuenca del Río Coco que es uno de los sistemas hidrológicos más importantes del territorio Nicaragüense. Con una superficie de 1,326.50 km², desemboca en el Océano Atlántico. Las corrientes encontradas en la ciudad de Estelí se subdividen en 7 subcuencas y en 22 microcuencas.

El Río Estelí es el más importante en la ciudad de Estelí, en él depositan sus aguas la mayoría de quebradas de la ciudad, es un afluente del Río Coco. El río se origina en las montañas de la reserva El Tisey Estanzuela a 1,500 metros sobre el nivel del mar y presenta una longitud estimada de 93 Km (figura 1), atravesando la ciudad de Estelí. En su trayectoria se unen los ríos La Sirena, El Tular, Pire y Pueblo Nuevo, así y una serie de quebradas que depositan sus aguas al cauce principal de río.

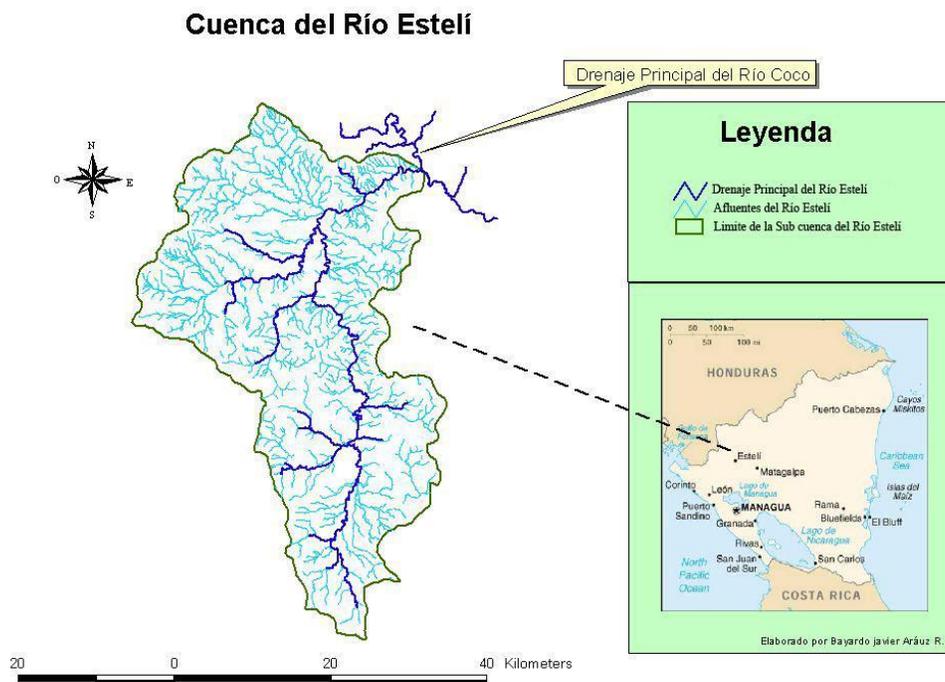


Figura 1. Subcuenca del río Estelí

Características geológicas de la subcuenca del Río Estelí

La geología de la subcuenca está dominada por rocas del Grupo Coyol Superior que corresponde al sistema terciario y a la serie del Mioceno Medio-Plioceno, con una litología de ignimbritas, tobas y brechas dacitas, y lavas basálticas y andesito-basálticas.

En las áreas al noreste y sureste del municipio de Estelí hay formaciones del Grupo Coyol Inferior. Este grupo corresponde al sistema Neoceno Superior, serie del Mioceno medio a superior, con una litología dominada por lavas, cenizas compactadas, tobas y brechas tobáceas. Como en el caso del Grupo Superior, estas rocas efusivas o sedimentarias de origen volcánica tienen una mineralogía muy variable, en una gama amplia entre materiales muy básicas hasta depósitos muy ácidos (basálticas, andesito-basálticas, andesito-dacitas, riolitas). En general, forman suelos fértiles, con niveles de nutrientes medios a altos, y saturación alta de bases.

En la zona sur y sur-oeste de Estelí, hay áreas de rocas intrusivas del Cretácico Superior, que tienen una litología de granodiorita y granita, rocas muy ácidas en que predomina el cuarzo. Estas rocas forman suelos más ácidos, más erodables y menos fértiles que los grupos anteriores.

En los alrededores de la ciudad de Estelí, hay depósitos antiguos aluviales y coluviales derivados de suelos y productos meteorizados de las rocas. (INETER, 1995).

Depósitos aluviales y coluviales

Comprenden los valles aluviales, que presentan desarrollos genéticos recientes y juveniles y que han sido clasificados como: Vertic Haplustolls y Typic Crhomusterts. Correspondiendo a esta unidad geológica el valle de Estelí.

Comprende planicies con deposiciones mixtas de materiales aluviales, coluviales y de suelos residuales, del sistema Cuaternario, serie Holoceno-Pleistoceno, que presentan suelos con desarrollos genéticos recientes y juveniles, que han sido clasificados como: Udic Haplustolls y corresponden a esta unidad geológica las Planicies de Pueblo Nuevo, Yalagüina y el valle de Estelí. (Medina, 1995)

El régimen pluviométrico

El régimen pluviométrico en la zona se caracteriza por tener un comportamiento bimodal, ya que alcanza dos máximos uno en Junio y el otro en Octubre. Reflejando un período seco (canícula) entre Julio y Agosto la cual influye directamente en la precipitación media anual.

La ciudad de Estelí, a una elevación de 830msnm, tiene una precipitación media anual de 860mm, con meses lluviosos entre Mayo y Octubre. Una canícula fuerte en Julio y Agosto y menos de 10 mm de lluvia por mes durante los meses de Diciembre a Marzo.

Por contraste, las elevaciones más altas (1,500 m) tienen una precipitación media anual de 1,200 mm, con una canícula benigna en Julio y precipitación de unos 20 a 30 mm por mes durante los meses secos de Diciembre a Marzo.

Parámetros anuales promedios

La humedad relativa es del 70% en el valle Estelí, variando hasta un 90% en la montaña. La media anual es de 80%. Los mayores datos registrados lógicamente son en época de lluvias.

Los parámetros anuales promedios para la subcuenca son los siguientes:

Evapotranspiración de 1,550 mm (variación en la subcuenca 1,350 - 1,750 mm)

Precipitación promedio de la subcuenca 1,150 mm.

Temperatura media de la subcuenca 19° C.

Los usos principales del agua en la subcuenca son agua potable municipal (en Estelí a través del acuífero) y usos agropecuarios a nivel de finca. La fuente principal de Estelí es el campo de pozos en la zona de Las Lajas.

En la zona de La Estanzuela se observa un uso para riego no controlado por medio de extracción de aguas superficiales causando ciertos conflictos aguas abajo por la "desección" del río. Este efecto es obvio en el Salto de La Estanzuela que hoy en día casi no lleva agua en estiaje, cuando históricamente era un lugar de gran belleza escénica y atractivo turístico. Las necesidades en las zonas rurales sobre la microcuenca están atendidas en la gran mayoría de los casos por fuentes de aguas superficiales. Aún en el caso de utilización de pozos, son principalmente pozos superficiales que aprovechan acuíferos suspendidos, siempre sujetos a contaminación superficial. La naturaleza geomorfológica y la alta permeabilidad de los suelos de la región hace que generalmente no resulte factible extraer en grandes volúmenes el recurso agua subterránea.

Caracterización de los acuíferos

Los depósitos cuaternarios, que afloran sobre un área de 45km², constituyen el acuífero principal de la zona, que presenta un espesor saturado de unos 50m, las rocas volcánicas, en las zonas en donde están intemperizadas y fracturadas tienen un cierto grado de permeabilidad secundaria que permite una modesta circulación subterránea.

Según estudios realizados por ENACAL en 1981 el agua subterránea escurre en el acuífero de sur a norte, con un gradiente piezométrico que varía desde 0.005 en la parte centro meridional del valle, hasta 0.0075 en la parte más septentrional. La profundidad media a la que se encuentra el nivel freático oscila entre los 5 y 10m, un poco menos que en las cercanías de las zonas intensamente explotadas, donde el nivel del agua puede encontrarse hasta unos 40m de profundidad, según registros efectuados en los años 1968-1978. Siendo en este periodo las

fluctuaciones estacionales del nivel piezométrico de 6m, esto en dependencia del invierno.

Según resultados de 10 pruebas de bombeo efectuadas durante el estudio de 1981 (de ENACAL), los valores de transmisibilidad más frecuentes varían entre 80 a 300m²/d. Estos valores están confirmados también por las pruebas de bombeo hechas en los pozos del acueducto de ENACAL, de las que se deducen valores de transmisibilidad variables de 90 a 818m²/d, es importante destacar que el coeficiente de almacenamiento no ha sido determinado por falta de pozos de observación, sin embargo se estima que puede ser de 0.001 debido a las condiciones del acuífero.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada para llevar a cabo el estudio esta dividida en 5 etapas, las cuales son:

- 1-Revisión Bibliográfica.
- 2-Definición de los puntos de muestreo (figura 2).
- 3-Toma de muestras.
- 4-Identificación de organismos.
- 5-Análisis estadístico

1-Revisión bibliográfica

Se realizó la revisión de libros en la Biblioteca de la Universidad FAREM - Estelí, artículos científicos, tesis de la Universidad Autónoma de Morelos, Querétaro y de México, también documentos y artículos en internet.

2-Definición de los puntos de muestreos

Para la selección de las estaciones de muestreo se realizó un recorrido a lo largo de todo el Río Estelí. Los criterios para la selección de las estaciones de muestreo fueron los siguientes: de acuerdo a un margen de distancia entre estaciones de aproximadamente 10 kilómetros, se escogieron lugares de corriente y de remansos. Los muestreos se realizaron uno en invierno (Junio 2007) y otro en verano (Abril 2008), ambos en las 12 estaciones ya establecidas. (Tabla 1).

Para la captura de especímenes se aplicó el método por esfuerzo donde se utilizó una red de arrastre de 12 x 3 metros con luz de malla de 1centímetros.

Tabla 1. Nombre De Las Estaciones De Muestreo

Estación No.	Puntos de muestreos
1	El Despoblado
2	Poza la Vara
3	El Porvenir
4	La Sirena
5	El Tular
6	La Naranjita
7	Piedra Larga
8	Río Pire
9	Rio Pire y Río Estelí
10	Rio Pueblo Nuevo
11	Cusmaji
12	Los encuentros

A continuación se describe cada uno de los puntos muestreados en base a caracterización realizada in situ durante los muestreos:

Estación No. 1: El Despoblado

Esta estación está ubicada en la comunidad El Tisey La Estanzuela entre las coordenadas geográficas 130000.0 Latitud Norte y 0862039.3 Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1,060 metros.

El sitio exacto donde se realizó el muestreo es llamado Despoblado. Cuando el arroyo está semiseco se logran identificar algunos microhábitats, pero el principal hábitat en el que viven y se desarrollan las especies acuáticas es el río. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 50%. La temperatura del agua 24° C y una buena disposición de oxígeno disuelto para las especies acuáticas, teniendo éste una concentración de 7 mg/l. La velocidad de la corriente era baja y la profundidad media del arroyo es de 0.4 metros.

Estación No. 2: Poza La Vara

Esta estación está localizada en el la comunidad el Limon, conocido como Poza La Vara. El sitio exacto donde se realizó el muestreo es llamado por los pobladores El Limon, cuyas coordenadas geográficas son 130338.5 de Latitud Norte y 0862458.5 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de de 867 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 40%, teniendo el agua una temperatura de 27° C y una muy buena disposición de oxígeno disuelto para las especies acuáticas, la concentración de éste fue de 8 mg/l. La corriente no presentaba movimiento y la profundidad media del arroyo es de 0.6 metros.

Estación No. 3: El Porvenir

El Porvenir está ubicada en la comunidad con el mismo nombre, el sitio de muestreo realizo en un tributario al río Estelí, cuyas coordenadas geográficas son 130358.7 Latitud Norte y 0862212.4 Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 874 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 50%. El agua tenía una temperatura de 26° C y una buena disposición de oxígeno disuelto para las especies acuáticas, la cual fue de 7 mg/l. La corriente presentaba una velocidad lenta y la profundidad media del arroyo es de 1 metros.

Estación No. 4: La Sirena

Esta estación está localizada en el sector de La Sirena. El sitio exacto donde se realizó el muestreo es en un arroyo, ubicado entre las coordenadas geográficas 131033.8 de Latitud Norte y 0862207.4 de Longitud Oeste, a una altura msnm 780 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 60%, teniendo el agua una temperatura de 26° C y una buena concentración de oxígeno disuelto para la supervivencia de las especies acuáticas, la cual fue de 8 mg/l. La corriente presentaba una velocidad muy baja y la profundidad media del arroyo era de 0.7 metros.

Estación No. 5: El Tular

Esta estación está localizada en el sector de El Tular, el sitio exacto donde se realizó el muestreo es en un arroyo, ubicado geográficamente a 131103.9 de Latitud Norte y 0862208.1 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 704 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 90%, teniendo el agua una temperatura de 24° C y 8 mg/l de Oxígeno Disuelto, considerada como excelente para la supervivencia de los peces. La corriente presentaba una velocidad baja y la profundidad media del arroyo es de 1.5 metros.

Estación No. 6: La Naranjita

Esta estación está localizada en el sector conocido como La Naranjita. El muestreo se realizó en el río, exactamente entre las coordenadas 131414.4 de Latitud Norte y 0861955.4 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 700 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 60%. El agua tenía una temperatura de 26° C y 7 mg/l de Oxígeno Disuelto, considerada como muy bueno para la supervivencia de los peces. La corriente presentaba una velocidad baja y la profundidad media del río es de 0.4 metros.

Estación No. 7: Piedra Larga

Esta estación está localizada en el sector de Piedra Larga. El muestreo se realizó en el río, entre las coordenadas 131758.5 de Latitud Norte y 0862051.3 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 619 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 70%. El agua tenía una temperatura del agua de 30° C y 8 mg/l de Oxígeno Disuelto, considerada como excelente para la supervivencia de los peces. La corriente presentaba una velocidad baja y la profundidad media del río es de 0.5 metros.

Estación No. 8: Río Pire

Esta estación está localizada en el municipio de Condega. El muestreo se realizó específicamente en el río Pire. Localizado entre las coordenadas geográficas 132115.9 de Latitud Norte y 0862408.6 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 565 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es secundaria.

El río sirve a las especies acuáticas como hábitat y cuando este está semiseco se forman pequeños microhábitats.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 30%. El agua tenía una temperatura de 31° C y 6.2 mg/l de Oxígeno Disuelto, considerada como buena para la supervivencia de los peces. La corriente no presentaba movilidad y la profundidad media del río es de 0.10 metros.

Estación No. 9: Río Pire / Río Estelí

Esta estación está localizada en el municipio de Condega. El muestreo se realizó específicamente en la confluencia del río Estelí y el río Pire. Localizado entre las coordenadas geográficas 132128.7 de Latitud Norte y 0862335.5 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 548 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 30%. El agua tenía una temperatura de 30° C y 9 mg/l de Oxígeno Disuelto, considerada como excelente para la supervivencia de los peces. La corriente no presentaba movilidad y la profundidad media de este sitio es de 0.60 metros.

Estación No. 10: Río Pueblo Nuevo

Esta estación está localizada en el municipio de Pueblo Nuevo, específicamente en el sector de Ducualí. El muestreo se realizó específicamente en el río de Pueblo Nuevo, ubicado entre las coordenadas 132454.3 de Latitud Norte y 0862352.6 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 486 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque seco.

El río sirve a las especies acuáticas como hábitat. Cabe señalar que en algunas épocas del año el río queda totalmente seco, lo cual afecta directamente a las especies que habitan en él. En el momento del muestreo este cuerpo de agua estaba en estas condiciones.

Estación No. 11: Cusmaji

Esta estación está localizada en Cusmaji, el muestreo se realizó específicamente en el río de Cusmají. Localizado entre las coordenadas geográficas 132819.5 de Latitud Norte y 0861944.5 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar

de 482 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque ripario.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 40%. El agua tenía una temperatura de 29° C y 8 mg/l de Oxígeno Disuelto, considerada como excelente para la supervivencia de los peces. La corriente presentaba una velocidad baja y la profundidad media de la estación de muestreo es de 1 metro.

Estación No. 12: Los Encuentros

Esta estación está localizada en el sector de confluencia entre el río Coco y el río Estelí, conocido popularmente como Los Encuentros, ubicado entre las coordenadas geográficas 132943 de Latitud Norte y 0861559.1 de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 451 metros. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el bosque seco.

La nubosidad del sitio al momento del muestreo era del 75%. El agua tenía una temperatura de 30° C y 9 mg/l de Oxígeno Disuelto, considerada como excelente para la supervivencia de los peces. La corriente presentaba una velocidad baja y la profundidad media de la estación de muestreo es de 0.5 metros.

3-Toma de las muestras

Los muestreos fueron estandarizados a 1 hora de redeos en cada una de las estaciones. Todas las muestras se fijaron en formol al 10% en frascos de vidrio y etiquetados con los datos de fecha y número de la estación de colecta.

Puntos de muestreo en el Río Estelí

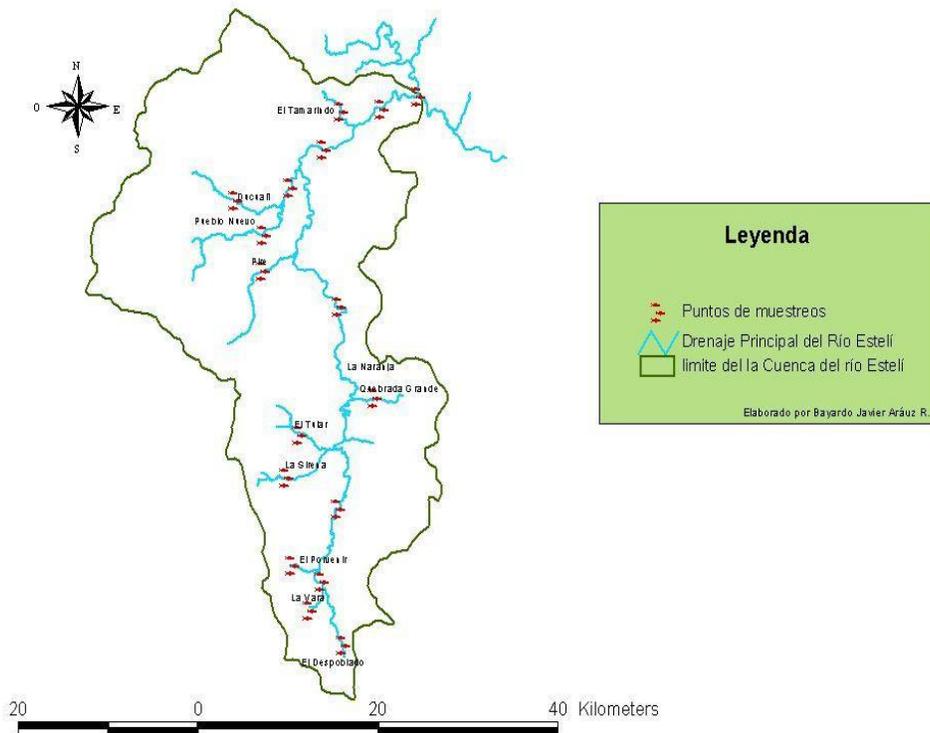


Figura No. 2: Ubicación geográfica de las estaciones de muestreos en la subcuenca del Río Estelí.

4-Identificación de los organismos

Para la identificación de los organismos se realizó una cuantificación y clasificación taxonómica siguiendo los criterios de Villa (1982) y Bussing (1998). El trabajo de identificación se realizó solamente con los especímenes adultos.

Los datos de abundancia se obtuvieron por especie, estación y época del año. Para efectos del presente estudio se considero como época de invierno el período comprendido entre los meses de Mayo a Octubre y la época verano entre Noviembre a Abril.

5-Análisis estadístico

Para la determinación de la diversidad en cada una de las estaciones de colecta y en cada una de las épocas de muestreo se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon.

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

Siendo:

H = La diversidad de especies.

S = El número de especies.

P_i = La proporción de individuos en el total de la muestra que pertenece a la especie.

Diversidad β

Las especies de peces compartidas entre las diferentes estaciones, se evaluó mediante coeficientes de semejanza para datos basados en la presencia-ausencia de especies. Los análisis basados en datos de presencia-ausencia reflejan la relación que guardan las especies compartidas entre distintos sitios (Magurran, 1988), se utilizó el coeficiente de Jaccard aplicando para ello el programa estadístico BioDiversity pro (McAleece, 1997).

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

Para el análisis de la información se utilizaron softwares tales como: Excel, Biodiversity Pro, Stat graphics, Arc View Gis 3.2.

V. RESULTADOS

Análisis Global

En la subcuenca del Río Estelí se colectaron un total de 6,540 especímenes, pertenecientes a 7 Familias, 12 Géneros y 17 Especies. La Familia más diversa encontrada es la Cichlidae con 6 especies, seguida de la Familia Poeciliidae con 5 especies y las Familias menos diversas son Atherinidae, Pimelodidae y Symbranchidae con 1 especie respectivamente (tabla 2). Se colectó *Oreochromis niloticus* (tilapia) reportada actualmente como especie exótica.

Tabla 2. Lista de especies colectadas en la subcuenca del Río Estelí

Familia	Género	Especie	Común	Origen
Atherinidae	<i>Atherinella</i>	<i>Sp</i>	Sardina	Nativa
Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	Plateada	Nativa
	<i>Roeboides</i>	<i>bouchellei</i>	Plateada	Nativa
Cichlidae	<i>Parachromis</i>	<i>dovii</i>	Amajiac	Nativa
	<i>Amphilophus</i>	<i>longimanus</i>	Chancha	Nativa
	<i>Parachromis</i>	<i>managuensis</i>	Guapote	Nativa
	<i>Amatitlania</i>	<i>nigrofasciata</i>	Cholo	Nativa
	<i>Cichlasoma</i>	<i>Sp</i>		Nativa
	<i>Oreochromis</i>	<i>Niloticus</i>	Tilapia	Exótica
Gymnotidae	<i>Gymnotus</i>	<i>cylindricus</i>	Navaja	Nativa
Pimelodidae	<i>Rhamdia</i>	<i>guatemalensis</i>	Bagre	Nativa
Poeciliidae	<i>Alfaro</i>	<i>huberi</i>	Puna	Nativa
	<i>Phallichthys</i>	<i>tico</i>	Puna	Nativa
	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	Puna	Nativa
	<i>Poecilia</i>	<i>gillii</i>	Puna	Nativa
	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	Puna	Nativa
Symbranchidae	<i>Synbranchus</i>	<i>marmoratus</i>	Anguila	Nativa

De manera global la ictiofauna de la subcuenca del Río Estelí se compone de diecisiete especies. Cabe indicar que la riqueza de especies no varió en ninguna de las épocas del año en que se realizaron los muestreos. En época de verano no se colectó la especie *Synbranchus marmoratus* y en la época de invierno la especie que no se colectó fue la *Phallichthys tico*, los valores de riqueza no

cambiaron a lo largo del gradiente latitudinal, se registro un incremento hacia las partes mas bajas del río, donde se alcanzaron de 7 hasta 12 especies.

De 17 especies colectadas la mejor representada es la *Poecilia sphenops* con el 53% de la colecta, de esta especie se encontraron especímenes en las 12 estaciones, la especie en segundo lugar de abundancia es la *Amatitlania nigrofasciata* con el 11%, también presente en todas las estaciones muestreadas, en tercer lugar de abundancia se encontró la especie Carácido *Astyanax fasciatus* con el 10% y la *poecilia gillii* también encontrada en todas las estaciones, representa la cuarta especie en abundancia con el 7%, las especies poecilido y *Amphilophus longimanus* representan el 4% ubicándose esta en el quinto lugar de abundancia, las especies poecilidos *Alfaro huberi* y *Poeciliopsis gracilis*, *A. huberi*, *P. gracilis*, caracido *Roeboides bouchellei*, *Parachromis managuensis*, *Rhamdia guatemalensis*, *Gymnotus cylindricus*, *Atherinella sp*, *Phallichthys tico*, *Symbranchus marmoratus*, *Parachromis dovii*, *Ciclhasoma sp*, *Oreochromis niloticus* tienen una representación menor al 3% (figura 3).

ABUNDANCIA RELATIVA DE LA SUBCUENCA DEL RIO ESTELI

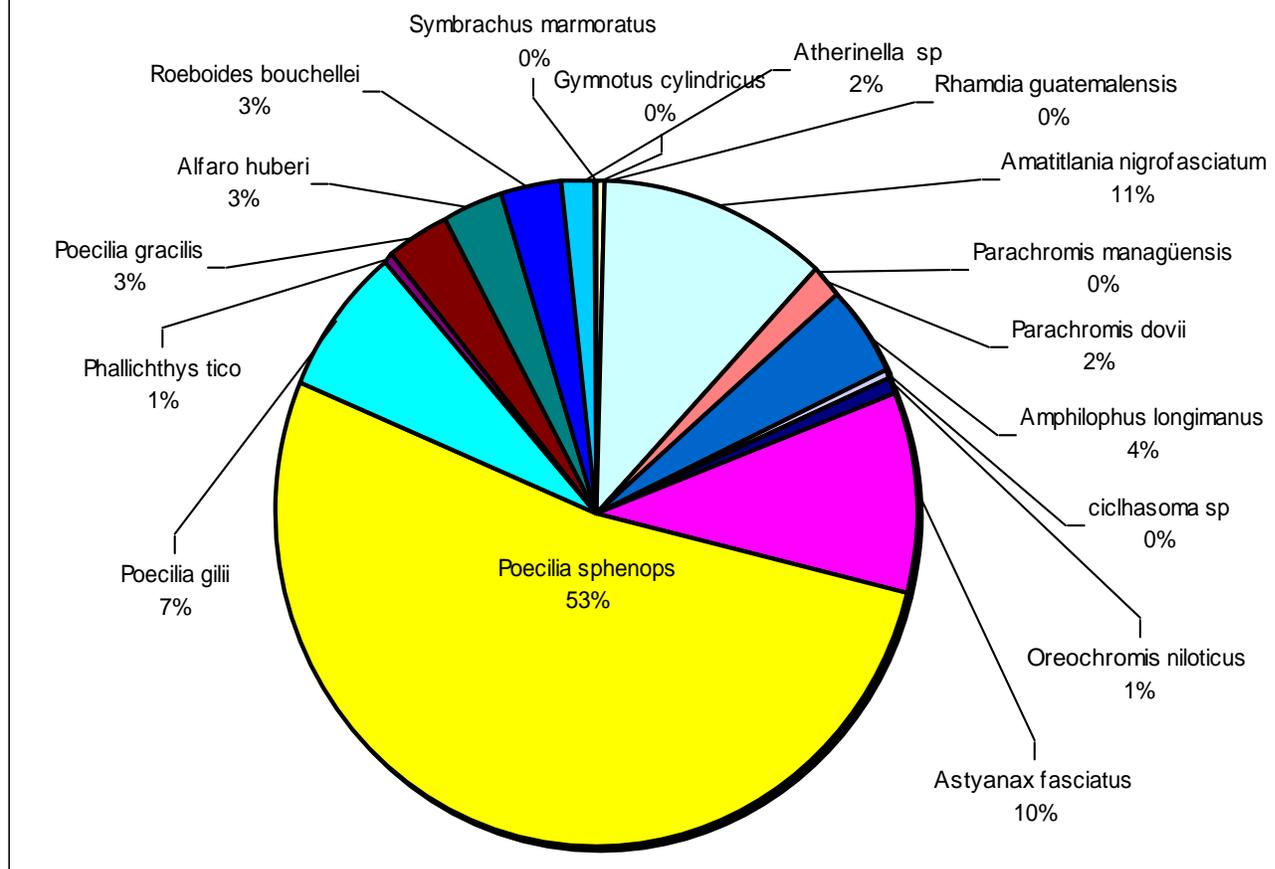


Figura 3. Abundancia relativa de las especies de peces de la subcuena del río Estelí.

Análisis Temporal

Al analizar las capturas por temporadas se obtuvo como resultado la colecta de 2,370 individuos en la época de verano, representados por 16 especies perteneciente a 6 familias. En esta temporada no se logró colectar individuos de la especie *Symbranchus marmoratus*.

Cabe mencionar que en esta época (verano) a la hora de realizar el muestreo, no se logró colectar ninguna especie en la estación 10 (Río Pueblo Nuevo) a diferencia de la época de invierno se colectaron 4,110 especímenes representados en 7 familias.

Tabla 3. Abundancia de especies de la subcuenca del Río Estelí

Especies	Invierno		Verano	
	Nº	%	Nº	%
<i>Symbranchus marmoratus</i>	1	0.02	0	0.00
<i>Gymnotus cylindricus</i>	1	0.02	2	0.08
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	16	0.38	12	0.5
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	401	9.75	341	14.39
<i>Cichlasoma managüensis</i>	6	0.14	9	0.37
<i>Cichlasoma dovii</i>	60	1.45	49	2.06
<i>Cichlasoma longimanus</i>	122	2.96	156	6.58
<i>Cichlasoma sp</i>	15	0.36	2	0.08
<i>Oreochromis niloticus</i>	58	1.41	4	0.16
<i>Astyanax fasciatus</i>	241	5.86	392	16.54
<i>Poecilia sphenops</i>	2612	63.55	828	34.95
<i>Poecilia gillii</i>	226	5.49	235	9.91
<i>Phallichthys tico</i>	0	0.00	38	1.6
<i>Poeciliopsis gracilis</i>	154	3.74	57	2.4
<i>Alfaro huberi</i>	81	1.97	60	2.53
<i>Roeboides bouchellei</i>	102	2.48	88	3.71
<i>Atherinella sp</i>	14	0.34	96	4.05

Al realizar el análisis de abundancia de las especies en las dos épocas de muestreo (invierno y Verano), la especie más representativa es la *P. sphenops*, siendo la más abundante con 63.55% en invierno y 34.93% en verano (tabla 3). La segunda especie abundante es la *A. nigrofasciata* en invierno con 9.75%, sin embargo fue la tercera más abundante en verano con 14.38% mientras que la especie *A. fasciatus* fue la especie en tercer lugar más abundante en época de invierno con 5.86%, en cambio en época de verano fue la segunda especie en abundancia con 16.54%. La cuarta especie colectada en ambas épocas fue la *P. gillii* (5.49% invierno y 9.91% verano). Estas son las 4 especies más representativas en las 2 épocas muestreadas (invierno y verano) a lo largo de la subcuenca del Río Estelí. En época de invierno se identificaron 12 especies nativas que representan 5% de abundancia, mientras que en época de verano fue en un 6%.

Se capturo una especie introducida que fue *Oreochromis niloticus* que durante el invierno se colecto en un 1.41%, mientras que en verano llego a representar un

0.16% (tabla 3), es importante destacar que actualmente esta especie no se considera una amenaza para las especies nativas, porque el porcentaje es relativamente pequeño, sin embargo en un futuro se puede convertir en una plaga por competir con las especies nativas por el alimento y la invasión de hábitat.

Tabla 4 Abundancia, Riqueza, Diversidad y Equidad por estación de muestreo y época del año.

ESTACIONES DE MUESTREO	Invierno		Verano	
	Nº	%	Nº	%
Despoblado 1	343	8.34	483	20.38
Poza la Vara 2	220	5.35	70	2.95
El Porvenir 3	235	5.71	98	4.13
La Sirena 4	92	2.23	135	5.69
El Tular 5	80	1.94	196	8.27
La Naranjita 6	239	5.81	199	8.40
Piedra Larga 7	390	9.48	191	8.06
Río Pire 8	198	4.81	206	8.69
R. Pire/ R. Estelí 9	725	17.63	193	8.14
Río Pueblo Nuevo 10	627	15.25	0	0.00
Cusmaji 11	464	11.28	379	15.99
Los Encuentros 12	497	12.09	219	9.24
Riqueza Específica	16		16	
Índice de Diversidad	1.78		2.19	
Índice de Equidad	0.61		0.75	

La diversidad íctica calculada para todo la subcuenca del Río Estelí resulta en un valor de 3.97, esta varió entre las temporadas del año (invierno y verano). Durante el verano se presentó el valor más alto de diversidad con 2.19 y en la época de invierno se registró 1.78 (tabla 4). Se observó un incremento de la diversidad hacia las estaciones que se encuentran en la parte baja del subcuenca en donde se registraron valores de 4.76, en cambio las estaciones que se encontraban en la parte alta de la subcuenca la diversidad es poco menor con 4.67.

En cuanto a la equidad, los valores más bajos se encontraron en la estación 9 Río Pire / Río Estelí con un valor de 0.213, conteniendo 10 especies en la época de invierno y un valor de 0.618, en época de verano, el cual contiene 10 especies; la equidad global promedio para la subcuenca fue de 0.685, esto varió entre los muestreos, teniendo un máximo en época de verano de 0.75 y en época de invierno 0.61 (figura 4).

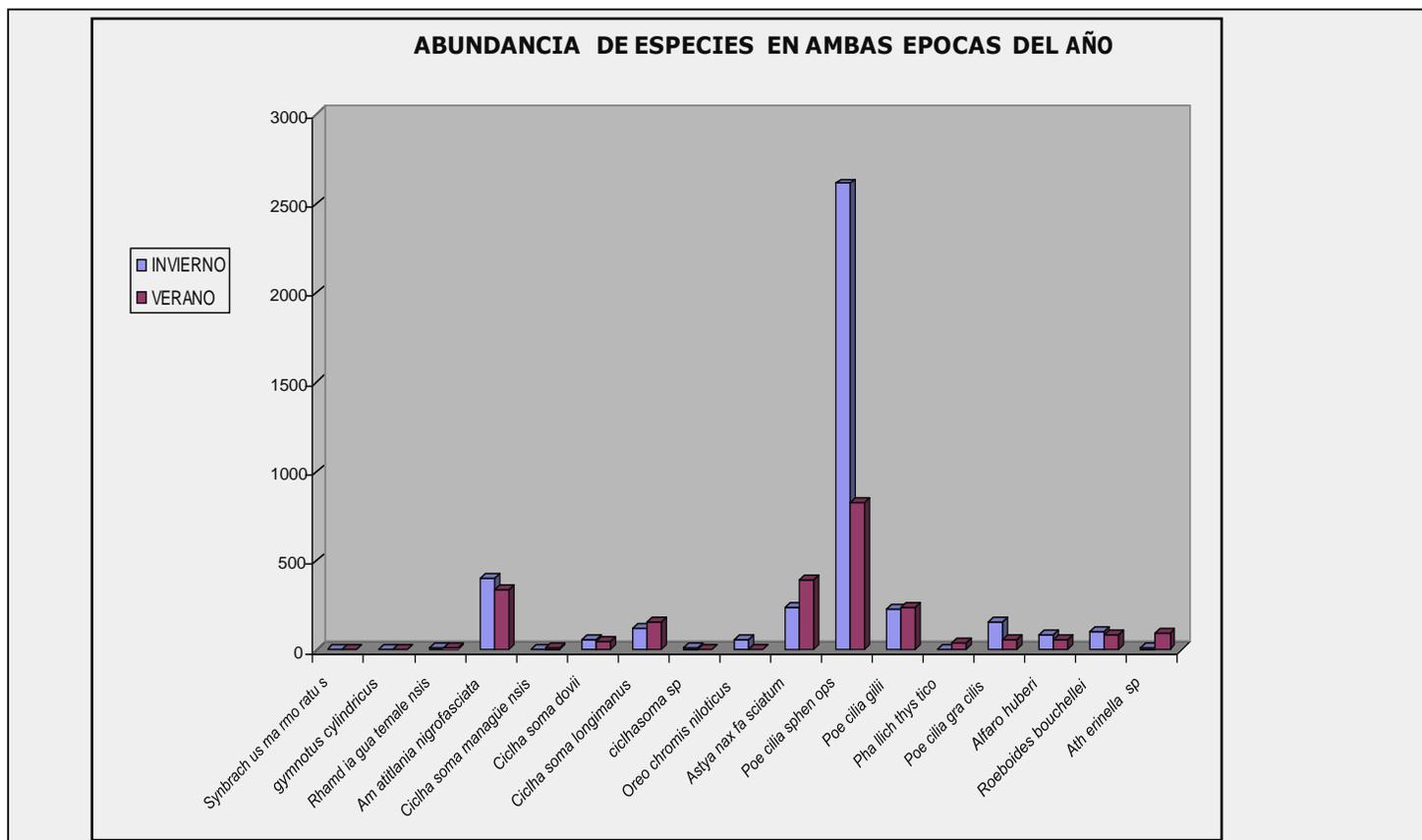


Figura 4: Abundancia de las especies por época del año

Diversidad de especies.

Los resultados del análisis de diversidad arrojan el valor más alto en la época de invierno en el sitio de muestreo número 4, ubicado en la estación de La Sirena ($H' = 2.494$) y una equitatividad de 0.831, seguido de la estación 12 situada en Los Encuentros ($H' = 2.456$ y equitatividad de 0.71), mientras que el valor más alto en la época de verano se obtuvo en la estación 7, en Piedra Larga ($H' = 2.782$ y la equitatividad de 0.878) seguido de la estación 2, La Poza La Vara ($H' = 2.677$

y la equitatividad de 0.954), aunque los valores de diversidad de estos sitios el que alcanzó la mayor equitatividad es La Poza La Vara debido a que las especies están distribuidas de manera más equilibrada. (Tabla 5).

En ambas épocas la riqueza de especies fue igual con un número de 16 especies colectadas en total, cabe destacar que en invierno no se colectó la especie *Symbranchus marmoratus* y en verano no se colectó la especie *Phallichytys tico*.

En cuanto a la abundancia, en invierno se colectó un total 4,110 individuos y las estaciones con mayor porcentaje fueron las Últimas 4 estaciones, en el Río Pire-Río Estelí con un 17.63%, Río Pueblo Nuevo con un 15.25%, Cusmaji con 11.28% y Los Encuentros con 12.09%. En las restantes estaciones los porcentajes que se registran están por debajo del 9%. En verano se colectaron un total de 2,369 especímenes y la primera estación (El Despoblado) presentó un mayor porcentaje con un 20.38% de la colecta total, seguidas por las ultimas dos estaciones, Cusmaji 15.99% y Los Encuentros con 9.24%. Las 9 estaciones restantes representan un porcentaje abajo del 8%. Cabe destacar que en el Río Pueblo Nuevo no se encontró agua en esta época (verano) y el caudal del agua a nivel general se encontró muy bajo, por lo que esto hizo que este fuera uno de puntos en el que se colectaron menos especies. En esta época del año (verano) se encontró una mayor equidad con el 0.75, ya que en invierno fue de 0.61 debido a que el caudal es mayor y hay una mejor distribución de peces.

Tabla 5. Riqueza, Abundancia y valores del Índice de Shannon.

Estaciones de muestreo	Riqueza de sp	Abundancia	H'	Hma	J'
Despoblado 1- I	5	343	2.077	2.58	0.803
Despoblado 1-V	7	483	2.114	2.80	0.753
Poza la Vara 2-I	7	220	2.327	2.80	0.829
Poza la Vara 2-V	7	70	2.677	2.80	0.954
El porvenir 3-I	6	235	1.736	2.58	0.672
El porvenir 3-V	5	99	1.317	2.32	0.567
La Sirena 4-I	6	92	2.494	3	0.831
La Sirena 4-V	7	135	2.28	2.80	0.812
El Tular 5-I	5	80	1.897	2.32	0.817
El Tular 5-V	6	196	1.981	2.58	0.766
La Naranjita 6-I	8	239	2.251	3	0.75
La Naranjita 6-V	9	199	2.208	3.17	0.697
Piedra Larga 7-I	9	390	1.961	3.17	0.619
Piedra Larga 7-V	9	191	2.782	3.17	0.878
Río Pire 8-I	7	198	1.371	2.80	0.489
Río Pire 8-V	6	206	1.867	2.58	0.722
Río Pirre / Río Estelí 9-I	10	725	0.709	3.32	0.213
Río Pirre / Río Estelí 9-V	10	193	2.055	3.32	0.618
Río Pueblo Nuevo 10-I	8	627	1.192	3	0.397
Río Pueblo Nuevo 10-V	0	0	0	0	0
Cusmaji 11-I	8	464	0.888	3	0.296
Cusmaji 11-V	10	379	2.341	3.32	0.705
Los Encuentro 12-I	11	497	2.456	3.45	0.71
Los Encuentro 12-V	9	219	2.624	3.17	0.828

Diversidad Beta.

Utilizando el índice de Jaccard que mide el grado de similitud entre las comparaciones de especies, se encontró que en la época seca el sitio de muestreo No. 2 (Poza La Vara) y el sitio No. 5 (El Tular) presentan una similitud en comparación de especies del 85.7%, mientras que en la época lluviosa el sitio No. 6 (La Naranjita) y el sitio No. 7 (Piedra Larga) tienen un 88.8% de similitud, seguido del sitio No. 3 (El Porvenir) y el sitio No. 8 (Río Pire) con un porcentaje del 85.7% (tabla 5). Los sitios más similares en ambas épocas son el sitio No. 5 (El Tular) en la época seca y en la época lluviosa o invierno es el sitio No. 3 (El porvenir) con un 100% de similitud (figura 5).

Jaccard Cluster Analysis (Complete Link)

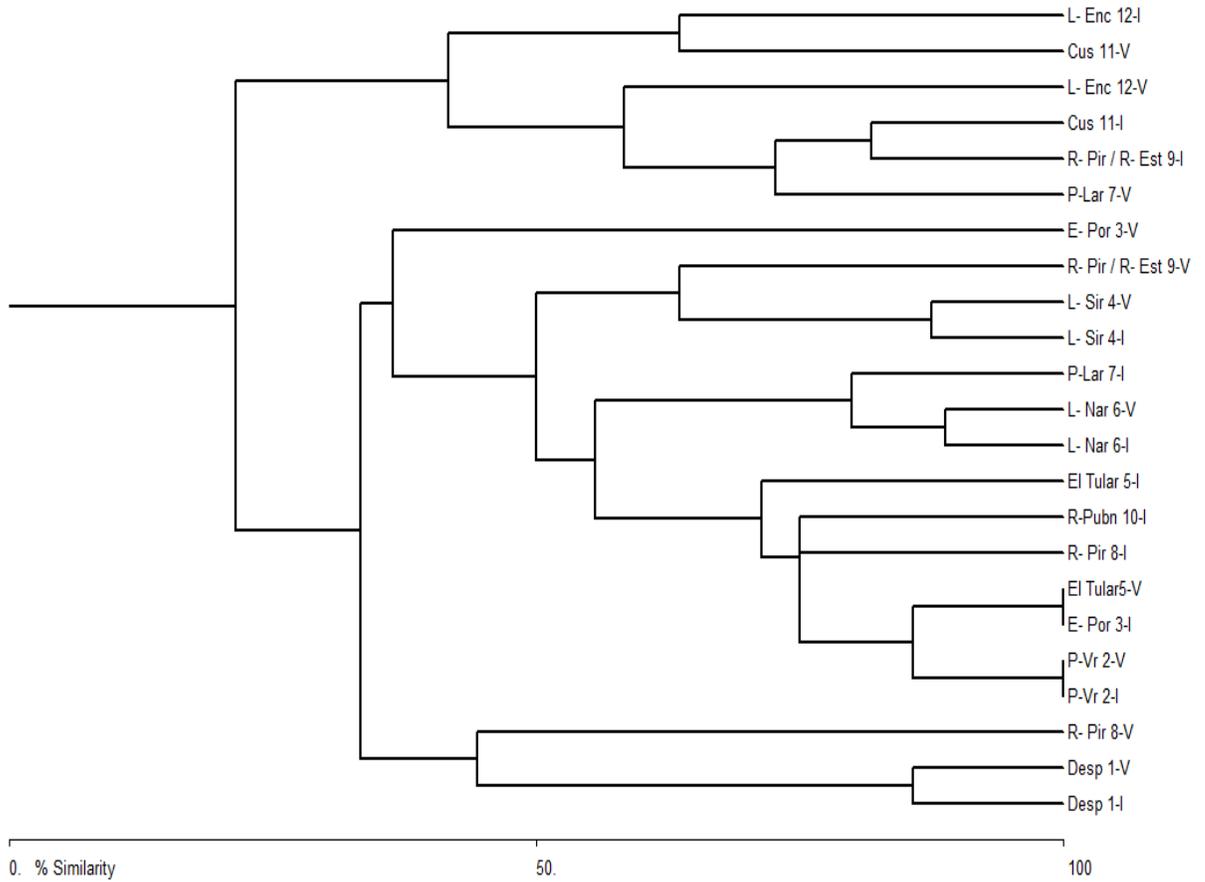


Figura 5. Similitud entre estaciones de muestreo y épocas del año.

30 Evaluación de la diversidad ictiofaunística del Río Estelí

	D1-I	D1-V	P-V2-I	P-V2-V	E- P3-I	E- P3-V	L- S4-I	L- S4-V	E-T5-I	E-T5-V	L-N6-I	L-N6-V	P-L7-I	P-L7-V	R-P8-I	R-P8-V	RPir / R9	RPir / R9V	R-P10-I	C11-I	C11-V	L- E12-I	L- E12V
Desp 1-I		85.7	44.4	44.4	50	37.5	40	44.4	57.1	50	40	36.3	36.3	36.3	62.5	50	23	45.4	44.4	33.3	40	45.4	25
Desp 1-V			40	40	44.4	33.3	36.3	40	50	44.4	36.36	33.3	33.3	33.3	55.5	44.4	21.4	41.6	40	30.7	36.3	41.6	23
P-Vr 2-I				100	85.7	50	66.6	75	71.4	85.7	87.5	77.7	77.7	77.7	75	44.4	54.5	54.5	75	70	66.6	41.6	45.4
P-Vr 2-V					85.7	50	66.6	75	71.4	85.7	87.5	77.7	77.7	77.7	75	44.4	54.5	54.5	75	70	66.6	41.6	45.4
E- Por 3-I						57.1	75	85.7	83.3	100	75	66.6	66.6	66.6	85.7	50	45.4	60	85.7	60	55.5	33.3	50
E- Por 3-V							44.4	50	66.6	57.1	44.4	40	40	40	50	37.5	25	36.3	50	36.3	30	25	27.2
L- Sir 4-I								87.5	62.5	75	60	54.5	54.5	54.5	66.6	40	38.4	63.6	66.6	50	45.4	28.5	41.6
L- Sir 4-V									71.4	85.7	66.6	60	60	60	75	44.4	41.6	70	75	54.5	50	30.7	45.4
L- Sir 5-I										83.3	62.5	55.5	55.5	55.5	71.4	57.1	36.3	50	71.4	50	44.4	36.3	40
L- Sir 5-V											75	66.6	66.6	66.6	85.7	50	45.4	60	85.7	60	55.5	33.3	50
L- Nar 6-I												88.8	88.8	70	66.6	55.5	50	63.6	66.6	63.6	60	50	54.5
L- Nar 6-V													80	63.6	60	50	58.3	58.3	60	72.7	70	58.3	50
P-Lar 7-I														80	60	50	58.3	72.7	60	72.7	54.5	58.3	63.6
P-Lar 7-V															60	50	72.7	58.3	60	72.7	54.5	46.1	63.6
R- Pir 8-I															44.4	41.6	70	75	54.5	50	41.6	45.4	
RPir 8-V																	33.3	45.4	44.4	33.3	40	45.4	50
RPir / R9-I																		42.8	54.5	81.8	63.6	53.8	72.7
RPir / R9-V																			54.5	53.8	38.4	53.8	58.3
R-Pn10-I																				70	66.6	41.6	60
Cus 11-I																					80	66.6	58.3
Cus 11-V																						63.6	41.6
L- E12-I																							46.1
L- E12-V																							

1-Despoblado
5-El Tular
9-Río Pire y Río Estelí

2-Posa la Vara
6-La Naranjita
10-Río Pueblo Nuevo

3-El Porvenir
7-Piedra Larga
11-Cusmaji

4-La Sirena
8-Río Pire
12-Los Encuentros.

VI. DISCUSION

En el presente estudio se encontraron 16 especies nativas y 1 especie exótica, para un total de 17 especies en un sistema de pequeña envergadura, como son las 12 estaciones de muestreo realizadas en el Río Estelí, se considera bastante llamativa, más aún si se consideran otras cuencas hidrográficas de gran extensión, tales como la del Río San Juan (1,000 km de largo aproximadamente) o del Río Grande de Matagalpa (400 km de largo), y además se realiza este tipo de estudio se encontraría una riqueza de especies superior a la que se encontró en este estudio.

En Nicaragua hay 108 especies registradas según Fishbase, por lo que el Río Estelí representa el 15.7% de las que hay para el país.

La subcuenca del Río Estelí presenta un aumento en la riqueza específica a lo largo de su curso, el incremento característico de la abundancia de peces en las partes bajas se debe a que el río alcanza el mayor caudal de agua, también es donde se encuentra una mayor diversidad de hábitats y además se encuentra la mayor concentración de nutrientes. Las variaciones en la abundancia y distribución de los peces en las estaciones de muestreo parecen reflejar los desplazamientos asociados a la reproducción y/o alimentación de los mismos (Grenouiller & Pont 2001, Methven et al. 2001; Taylor & Warren 2001).

Las alteraciones del sistema y los cambios estacionales reflejados en la abundancia, son más apreciables en especies de gran movilidad o de comportamiento migratorio, esto ha sido descrito para peces que viven asociados durante su primer año de vida a hábitats ribereños someros y luego requieren desplazarse a hábitats de mayor profundidad ubicados en el canal central del río.

En cuanto al comportamiento de la riqueza y diversidad a lo largo del río fue evidente, como tienden a incrementar hacia las partes más bajas de la subcuenca, la ictiofauna en ambientes lóticos, donde se ha observado que las

cabeceras poseen riqueza y diversidad bajas, porque constituyen ambientes con bajas profundidades, como son el caso de los manantiales, riachuelos y arroyos. Conforme disminuye la altitud se incorporan tributarios al río, trayendo como resultado una adición de especies, de este modo, las partes bajas que corresponden a las porciones de mayor orden y de menor altitud constituyen ambientes más diversos y ricos en especies (Cowley & Sblette, 1987). En el Río Estelí se pudo observar que en las partes altas se trata de pequeños arroyos y conforme se van incorporando los tributarios se va ensanchando más el cauce del río, su caudal, y el número de especies va en aumento.

La vegetación riparia proporciona mayor cantidad de hábitat disponible para el establecimiento de especies; estas características han sido cuantificadas y expresadas como diversidad de hábitat, encontrando que están relacionadas con el incremento de la riqueza específica (Gorman & Karr, 1978). Del mismo modo se han considerado que en dichas porciones se presenta la coexistencia de especies competidoras, logrando establecer comunidades más complejas, lo cual se ve reflejado en un incremento en la riqueza específica y la diversidad (Giller, 1984 & Schlosser, 1987), además se ha sugerido que el mayor número de especies presentes en las partes bajas de los ríos, es resultado de la presencia de ambientes más estables, con menores fluctuaciones ambientales en comparación con las partes mas altas, donde existe mayor variabilidad ambiental (Lotrich, 1973 & Schlosser, 1987).

La principal variación en la diversidad de la subcuenca del río Estelí se manifestó durante la época de invierno, siendo el valor más bajo de 1.78 (cuadro 3), esta disminución se debe a la gran abundancia de individuos de *Poecilia sphenops* durante dicha temporada, con el 73% de la abundancia relativa de la ictiofauna (tabla 2). A pesar que se registraron 17 especies, teniendo una de ellas una abundancia mayor, se obtuvo un valor de diversidad menor y a su vez se reflejó en un valor de equidad más bajo que en la otra temporada (0.61) (tabla 3). Otras comunidades icticas han tenido valores bajos de riqueza y diversidad durante el verano, pero en tales ambientes estas dimensiones se asocian con la presencia de gran concentración de

nutrientes y/o contaminantes en los ríos, que afectaron de manera negativa a la ictiofauna (Soto 1989; Crisóstomo, 1994). En este caso la abundancia fue mayor en invierno, pero la diversidad y la equidad fue menor que en invierno; mientras la riqueza de especies fue igual en ambas épocas, ya que en invierno no se encontró *Phallichthys tico* y en verano no se colectó *Symbrachus marmoratus*.

De manera global, los valores de equidad registrados para la zona de estudio (tabla 5), indican que existe una distribución más o menos homogénea en el número de individuos entre las especies presentes. Por supuesto los valores mínimos obtenidos corresponden a estaciones con pocas especies o sitios donde hay una especie abundante y las restantes están poco representadas.

La abundancia obtenida para la ictiología de la subcuenca del Río Estelí (figura 3), señala un comportamiento común en el patrón de abundancia de las comunidades naturales, donde son pocas las especies con alta abundancia y existe un mayor número de aquellas con abundancia media y baja. Las comunidades icticas generalmente presentan este comportamiento, aunque no exista interpretación biológica para este comportamiento, se ha considerado de manera teórica que en dichas comunidades un solo factor predominante determina la estructura de la comunidad, así la abundancia de cada especie está dada por un reparto aleatorio de los recursos, esto son implementados al mismo tiempo, de modo que todas las especies tienen la misma posibilidad de obtenerlos (Giller, 1984; Putman, 1994 & Stiling, 1999).

Respecto a la distribución ictica, esta se modifica de manera gradual; pues existen especies que son abundantes en la parte de la subcuenca, distribuyéndose a todo lo largo del río, si bien en las partes más bajas se presentan con abundancia menor, tal es el caso de *Roeboides bouchellei*.

Al contrario, existen otras que son abundantes en las partes bajas y su presencia es mínima en las altas, como la *Rhamdia guatemalensis*. Este tipo de distribución en forma clinal es frecuente en las comunidades icticas de ríos tropicales (Ibarra & Stewart, 1989), donde los componentes de la ictiofauna

cambian de manera gradual adicionando especies río abajo y generalmente se presenta cuando el gradiente ambiental varía en forma paulatina (por ejemplo los valores de temperatura) Li & Li 1996; Moyle & Cech, 2000).

Integrando la información sobre abundancia, distribución y dominancia es evidente, que las especies abundantes, casi siempre son aquellas con mayor distribución dentro del río, teniendo también valores de dominancia más altos, entre ellas se encuentran la *Poecilia sphenops*, *Astyanax fasciatus*, *Poecilia gillii* y *Amatitlania nigrofasciata*. En el caso contrario, aquellas con menor abundancia corresponden a las de menor distribución y por tanto tuvieron menores valores de dominancia, tal es el caso *Symbranchus marmoratus*, *Gymnotus cylindricus*, *Parachromis managuensis*, *Cichlasoma sp* y *Phallithys tico*. (tabla y figura 3).

Otro aspecto importante que debe ser considerado es la abundancia de la especie introducida a la comunidad, aunque es mínima, porque esta puede afectar a los peces nativos por diferentes mecanismos tales como el desplazamiento competitivo y alimentación (Li & Li, 1996). En este trabajo, como ya se señaló, solo se registró una especie introducida *Oreochromis niloticus*, su distribución en las últimas 4 estaciones de muestreo ó sea en las partes más bajas de la subcuenca es reducida su distribución, abundancia y dominancia (tabla 3).

VII. CONCLUSION

La ictiofauna de la subcuenca del Río Estelí se encontraron 7 familias, de las cuales 6 especies pertenecen a la Familia Cichlidae; 5 pertenecen a la Familia Poeciliidae; 2 pertenece a la Familia Characidae; 1 pertenece a la Familia Symbranchidae, 1 pertenece a la Familia Pimelodidae, 1 pertenece a la Familia Atherinidae, y 1 pertenece a la Familia Gymnotidae.

La composición íctica esta conformada por 17 especies, una de ellas es introducida (*Oreochromis niloticus*) sin embargo, fue una de los taxa menos abundantes en las ultimas 4 estaciones de muestreo.

Los patrones de riqueza se encontraron bien distribuidos, ya que a medida que se realizo la colecta río abajo, el número de especies aumento de 7 en la parte alta a 10 en la parte media y 12 en la parte baja de subcuenca.

El índice de diversidad Shannon, refleja el valor más alto en la época de invierno en la estación La Sirena, seguido de la estación 12 ubicada en Los Encuentros. Mientras que el valor mas alto en la época de verano, se obtuvo en la estación 7 ubicado en Piedra Larga, seguido de la estación 2 Poza La Vara, el que alcanzo la mayor equitatividad es La Poza La Vara, debido a que las especies estas distribuidas de manera mas equilibradas (tabla 4). En cuanto a la comparación entre épocas del año, el mayor índice lo entramos en la época de verano, ya que en la época de invierno fue dominada por una sola especie (*Poecilia sphenops*).

Las especies que se colectaron con más frecuencia en la subcuenca del Río Estelí, durante la realización de este trabajo, en las 12 estaciones de muestreo fueron: *Poecilia gillii*, *Poecilia sphenops*, *Astyanax fasciatus* y *Amatitlania nigrofasciata*. Durante todo el estudio que se realizo, durante la época de verano e invierno las mejores colectas que se realizaron fueron en invierno donde se capturaron el mayor número de individuos por especies aunque en las dos épocas se capturó el mismo número de especies.

El patrón diversidad y equidad a nivel general, se encontró que la subcuenca tiene una diversidad baja en la parte alta, a medida de su desarrollo fue aumentado en sentido de la corriente igual paso con la equidad, se registro una mejor distribución de las especies en las partes bajas de la subcuenca. A nivel de época del año encontramos una mayor diversidad y equidad en época de verano, en la época de invierno se encontró mayor abundancia pero menor diversidad y equidad.

BIBLIOGRAFIA

- Allan, D.J. Stream ecology. Structure and function of running waters. Chapman and hall. Great Britain. 1995. 388pp.
- Álvarez del Villar, J. Peces Mexicanos (claves)- secretaria de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras y Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México, D.F. 1970.
- Álvarez del Villar, J. Relación entre la geomorfología mesoamericana y la distribución actual de los peces. 1972.
- Bussing, W. Peces de las aguas continentales de costa Rica. San José. Editorial de la universidad de costa Rica. 1998.
- Cole, A.G. Manual de Limnología. Ed. Hemisferio sur S.A Buenos Aires Argentina. 1988. 405pp.
- Contreras-MacBeath, T. Y E. Díaz Pardo, "Primeros estudios ontogénicos de *Cichlasoma istlanum* (pisces: cichlidae)". 1990.
- Cowley, D.D and J.E. Sublette. Distribution of fishes in the Black River Drainage, Eddy County, New Mexico. The Southwestern Naturalist 32 (2): 213-221. 1987.
- Dawes John, Los mejores peces tropicales de agua dulce para principiantes, Animalia. OCT, 1999. p18-25.
- Díaz Pardo. E. Conceptos sobre el origen y distribución general de los cíclidos. 1974.
- Díaz, V. Sabor característico de los peces de agua dulce, Alimentaria. JUL-AGO. 2000. (314), p 43 - 46.

- Duarte W, R Feito, C Jara & AE Orellana ictiofauna del sistema hidrológico del río Maipú. Boletín del Museo Nacional de Historia natura. Chile 32: 227-268. 1971.
- Espinoza, P.H.T Gaspar y P. Fuentes- Listados faunísticos de México. III Los Peces Mexicanos. Instituto de Biología. UNAM. 1993. 99 pp.
- Hábitat E Peces EN: parra o 6 e Hábitat (eds) Estudios de la Línea de base para la evaluación de impacto ambiental del complejo industrial forestal ITALIA. Universidad de concepción Editorial Aníbal Pinto concepción. Chile, 1998. 1721 pp.
- Levéque, Christian, Salvar los peces de agua dulce, Mundo Científico. NOV, 1994. (151), p 986-987.
- Li, H. W. and J. L. Li. Fish commity composition. Chapter 18:391-406. in: Haver, R.F. and G. A. Lamberti (eds.) Methods in stream ecology. Academic Press. U. S .A. 1996.
- López, H, Lista de peces de agua dulce de la Argentina. La Plata; Instituto de Limnología Raúl Ringuelet; 15 ago. 1987. p. 50.
- Medina, J. Características hidrogeológicas de la cuenca del río Estelí. Managua 1995.
- Martines et al. Biodiversidad zoológica en Nicaragua. Proyecto estrategia Nacional de biodiversidad y su plan de acción. PNUD-NIC/99/G31-MARENA. 2001.
- Martines et al. Biodiversidad zoológica en Nicaragua. Managua: Van den Berghe. El estado de la biodiversidad de especies en Nicaragua. 2001. p 40- 43.

- Petracini R. reproducción de los peces en internet (en línea) <<http://www.elacuarista.com>. [Consulta: 18/08/06].
- Giller, P. S. Community structure and the niche. Chapman and hall. Great Britain. 1984. 176 pp.
- Putman, R. J. Community ecology. Chapman and hall Great Britain. 1994. 178 pp.
- Smith Robert Leo; Smith Thomas M. Ecología Pearson Education. S.A. 4ta edición. Madrid, 2001. ISBN: 84-7829-040-0.
- Schoener, T. W. A. conceptual framework for fish community in small warmwater streams. 1974.
- Stiling, P. Ecology. Theories and applications. Pretice hall. Trird Edition. U.S.A. 1999. 638pp.
- Taylor CM & ML Waren, Dynamics in species composition of stream fish assemblages: environmental variability and nested subset. Ecology 82:2320-2320. 2001.
- Vázquez Anzures Elimelec. Abundancia, estacionalidad y uso de hábitat por estadios ontogénicos tempranos de peces en el río Amacezac. Dirigida por el Dr. M. en C. Einar Topitzin Contreras MacBeath. Morelos, 80p. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Morelos, Facultad de biología. 1997.
- Villa, J. Peces Nicaragüenses de Agua Dulce. Fondo de promoción cultural del Banco de América. Editorial Unión. Managua, 1982.
- Welcomme RL River fisheries. FAO Fisheries Technical. Paper 262:1-318. 1985.

Wootton RJ Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall. New York. 1990.
404 pp.

Ziesler, R. Peces de agua dulce - América Latina. Roma: FAO. 1979.
597.0929Z-67.

Artículo Científico

EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD ICTIOFAUNÍSTICA DEL RÍO ESTELÍ -NICARAGUA. Julio 2009

BYRON JOSUÉ RODRÍGUEZ PÉREZ¹, EINAR TOPILTZIN CONTRERAS MACBEATH².

**Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí- UNAN-Managua,
2. Universidad Nacional Autónoma del Estado de Morelos.**

Resumen.

En este trabajo se evaluó la Abundancia, Riqueza y Diversidad Ictiofaunística de la subcuenca del Río Estelí, comparándolas en dos épocas del año (invierno-verano), realizando muestreos en diferentes estaciones de la subcuenca. Se capturaron 6,540 especímenes distribuidos en 17 especies. En las diferentes estaciones no se encontraron diferencias significativas, aunque la estación ubicada en la desembocadura del Río, presentó 12 especies en total siendo esta la estación con mayor número de especímenes.

Las especies con mayor abundancia fueron *Poecilia sphenops*, *Amatitlania nigrofasciata*, *Astyanax fasciatus* y *Poecilia gillii*, las que representan el 80.67% de los individuos colectados. La diversidad H' de Shannon and Weaver fue mayor en la época de verano con 2.19. La estación que presentó mayor diversidad en la época de verano fue la que se ubica en Piedra Larga con H' 2.78 y en época de invierno fue la estación ubicada en La Sirena con H' 2.49. La subcuenca del Río Estelí, presenta un aumento en la riqueza específica a lo largo de su curso, sin embargo, el incremento característico de la abundancia de peces es en las partes bajas.

INTRODUCCIÓN

La ictiofauna de los sistemas fluviales se distribuye heterogéneamente a lo largo de su recorrido, presentando patrones comunitarios tales como: el incremento de la riqueza específica, abundancia y diversidad en el sentido de la corriente (IIIies & Botosaneanus 1963, Vannote et al., 1980 & Welcomme 1985). Estos patrones han sido explicados por la mayor disponibilidad de hábitat y nivel trófico de las aguas en las zonas bajas de los ríos (Welcomme, 1985). Por otra parte, la ictiofauna de los sistemas fluviales tiende a presentar cambios en sus patrones espaciales de distribución y uso de hábitat debido a variaciones temporales relacionadas a la reproducción y/o búsqueda de alimento (Wootton 1990; Callow & Petos, 1994). La determinación de estos patrones espaciales a una pequeña escala y su variación temporal, es un aspecto fundamental para la gestión de la conservación biológica, puesto que si bien, en muchos casos las especies ictiofaunísticas ocupan la totalidad del río, ocurre una repartición

espacio-temporal compleja de sus procesos biológicos (i.e., reproducción y crianza).

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Estelí se encuentra localizada entre el paralelo 13° 05 latitud Norte y meridianos 86° 21 noreste. La totalidad de sus aguas forman parte de la cuenca del Río Coco que es uno de los sistemas hidrológicos más importantes del territorio Nicaragüense. Con una superficie de 1,326.50 km², desemboca en el Océano Atlántico. Las corrientes encontradas en la ciudad de Estelí se subdividen en 7 subcuencas y en 22 microcuencas.

El Río Estelí es el más importante en la ciudad de Estelí, en él depositan sus aguas la mayoría de quebradas de la ciudad, es un afluente del Río Coco. El río se origina en las montañas de la reserva El Tisey Estanzuela a 1,500 metros sobre el nivel del mar y presenta una longitud estimada de 93 Km (figura 1), atravesando la ciudad de Estelí. En su trayectoria se unen los ríos La Sirena, El Tular, Pire y Pueblo Nuevo, así y una serie de quebradas que depositan sus aguas al cause principal de río.

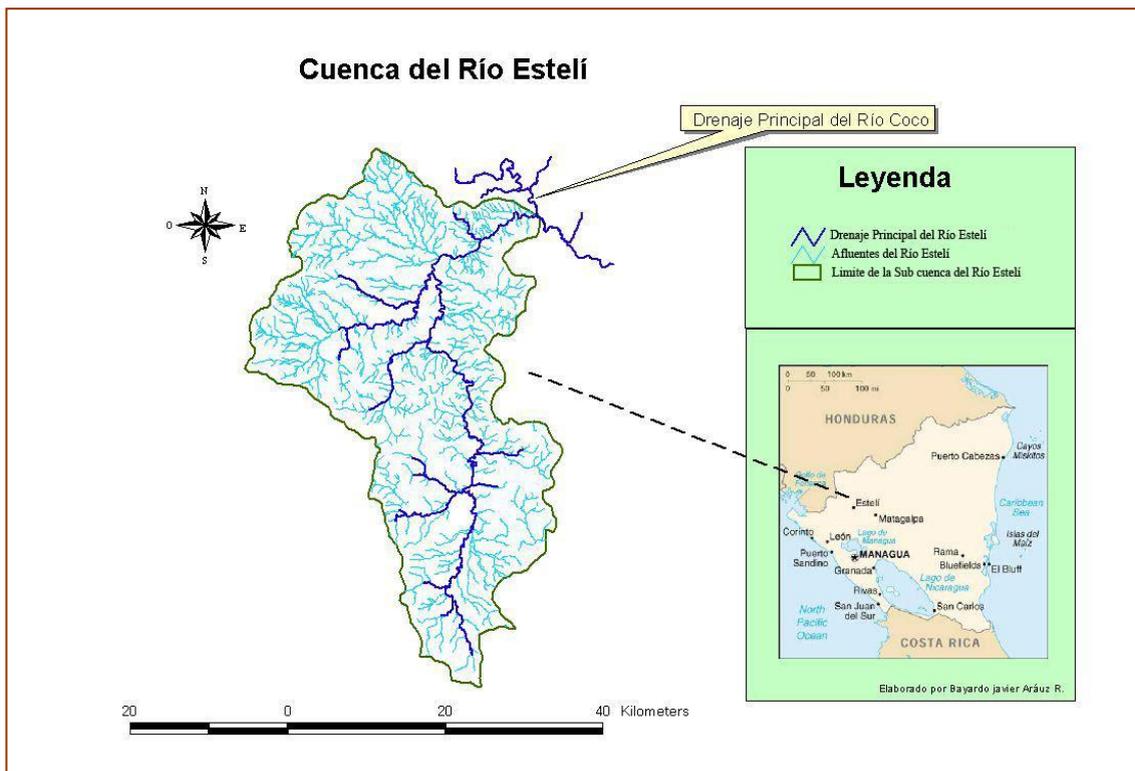


Figura 1. Subcuenca del río Estelí

Definición de los puntos de muestreos

Para la selección de las estaciones de muestreo se realizó un recorrido a lo largo de todo el Río Estelí. Los criterios para la selección de las estaciones de muestreo fueron los siguientes: de acuerdo a un margen de distancia entre estaciones de aproximadamente 10 kilómetros, se escogieron lugares de corriente y de remansos. Los muestreos se realizaron uno en invierno (Junio

2007) y en verano (Abril 2008), ambos en las 12 estaciones ya establecidas. (Tabla 1).

Para la captura de especímenes se aplicó el método por esfuerzo donde se utilizó una red de arrastre de 12 x 3 metros con luz de malla de 1centímetros.

Tabla 1. Nombre De Las Estaciones De Muestreo

Estación No.	Puntos de muestreos
1	El Despoblado
2	Poza la Vara
3	El Porvenir
4	La Sirena
5	El Tular
6	La Naranjita
7	Piedra Larga
8	Río Pire
9	Río Pire y Río Estelí
10	Río Pueblo Nuevo
11	Cusmaji
12	Los encuentros

Toma de las muestras

Los muestreos fueron estandarizados a 1 hora de redeos en cada una de las estaciones. Se contabilizaban los especies por especies. Se tomaron muestras y se fijaron en formol al 10% en frascos de vidrio y etiquetados con los datos de fecha y número de la estación de colecta.

Identificación de los organismos

Para la identificación de los organismos se realizó una cuantificación y clasificación taxonómica siguiendo los criterios de Villa (1982) y Bussing



(1998). El trabajo de identificación se realizó solamente con los especímenes adultos.

Los datos de abundancia se obtuvieron por especie, estación y época del año. Para efectos del presente estudio se considero como época de invierno el período comprendido entre los meses de Mayo a Octubre y la época verano entre Noviembre a Abril.

Análisis estadístico

Para la determinación de la diversidad en cada una de las estaciones de colecta y en cada una de las épocas de muestreo se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon.

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

Siendo:

H = La diversidad de especies.

S = El número de especies.

P_i = La proporción de individuos en el total de la muestra que pertenece a la especie.

Diversidad β

Las especies de peces compartidas entre las diferentes estaciones, se evaluó mediante coeficientes de semejanza para datos basados en la presencia-ausencia de especies. Los análisis basados en datos de presencia-ausencia reflejan la relación que guardan las especies compartidas entre distintos sitios (Magurran, 1988), se utilizó el coeficiente de Jaccard aplicando para ello el programa estadístico BioDiversity pro (McAleece, 1997).

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

Para el análisis de la información se utilizaron softwares tales como: Excel, Biodiversity Pro, Stat graphics, Arc View Gis 3.2.

RESULTADOS

Análisis Global

En la subcuenca del Río Estelí se colectaron un total de 6,540 especímenes, pertenecientes a 7 Familias, 12 Géneros y 17 Especies. La Familia más diversa encontrada es la Cichlidae con 6 especies, seguida de la Familia Poeciliidae con 5 especies y las Familias menos diversas son Atherinidae, Pimelodidae y

Symbranchidae con 1 especie respectivamente (tabla 2). Se colectó *Oreochromis niloticus* (tilapia) reportada actualmente como especie exótica.

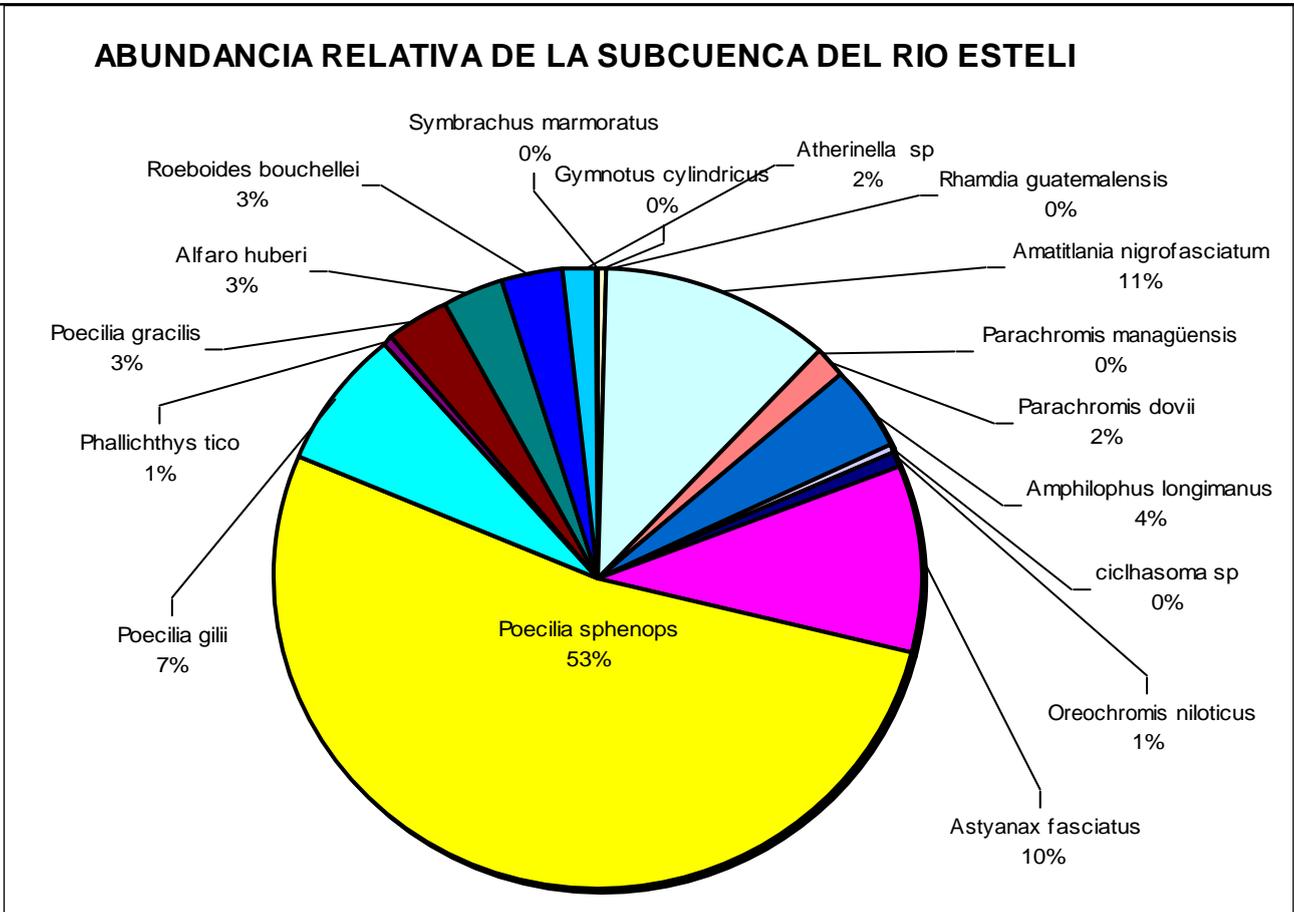
Tabla 2. Lista de especies colectadas en la subcuenca del Río Estelí

Familia	Género	Especie	Común	Origen
Atherinidae	<i>Atherinella</i>	<i>Sp</i>	Sardina	Nativa
Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	Plateada	Nativa
	<i>Roeboides</i>	<i>bouchellei</i>	Plateada	Nativa
Cichlidae	<i>Parachromis</i>	<i>dovii</i>	Amajiaco	Nativa
	<i>Amphilophus</i>	<i>longimanus</i>	Chancha	Nativa
	<i>Parachromis</i>	<i>managuensis</i>	Guapote	Nativa
	<i>Amatitlania</i>	<i>nigrofasciata</i>	Cholo	Nativa
	<i>Cichlasoma</i>	<i>Sp</i>		Nativa
	<i>Oreochromis</i>	<i>Niloticus</i>	Tilapia	Exótica
Gymnotidae	<i>Gymnotus</i>	<i>cylindricus</i>	Navaja	Nativa
Pimelodidae	<i>Rhamdia</i>	<i>guatemalensis</i>	Bagre	Nativa
Poeciliidae	<i>Alfaro</i>	<i>huberi</i>	Puna	Nativa
	<i>Phallichthys</i>	<i>tico</i>	Puna	Nativa
	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	Puna	Nativa
	<i>Poecilia</i>	<i>gillii</i>	Puna	Nativa
	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	Puna	Nativa
Symbranchidae	<i>Synbranchus</i>	<i>marmoratus</i>	Anguila	Nativa

De manera global la ictiofauna de la subcuenca del Río Estelí se compone de diecisiete especies. Cabe indicar que la riqueza de especies no varió en ninguna de las épocas del año en que se realizaron los muestreos. En época de verano no se colectó la especie *Symbranchus marmoratus* y en la época de invierno la especie que no se colectó fue la *Phallichthys tico*, los valores de riqueza no cambiaron a lo largo del gradiente latitudinal, se registro un incremento hacia las partes mas bajas del río, donde se alcanzaron de 7 hasta 12 especies.

De 17 especies colectadas la mejor representada es la *Poecilia sphenops* con el 53% de la colecta, de esta especie se encontraron especímenes en las 12 estaciones, la especie en segundo lugar de abundancia es la *Amatitlania nigrofasciata* con el 11%, también presente en todas las estaciones muestreadas, en tercer lugar de abundancia se encontró la especie Carácido *Astyanax fasciatus* con el 10% y la *poecilia gillii* también encontrada en todas las estaciones, representa la cuarta especie en abundancia con el 7%, las especies poecilido y *Amphilophus longimanus* representan el 4% ubicándose esta en el quinto lugar de abundancia, las especies poecilidos *Alfaro huberi* y *Poeciliopsis gracilis*, *A. huberi*, *P. gracilis*, carácido *Roeboides bouchellei*, *Parachromis managuensis*, *Rhamdia guatemalensis*, *Gymnotus cylindricus*, *Atherinella sp*, *Phallichthys tico*, *Symbranchus marmoratus*, *Parachromis dovii*,

Cichlasoma sp, *Oreochromis niloticus* tienen una representación menor al 3% (figura 3).



Análisis Temporal

Al analizar las capturas por temporadas se obtuvo como resultado la colecta de 2,370 individuos en la época de verano, representados por 16 especies perteneciente a 6 familias. En esta temporada no se logró colectar individuos de la especie *Symbranchus marmoratus*.

Cabe mencionar que en esta época (verano) a la hora de realizar el muestreo, no se logró colectar ninguna especie en la estación 10 (Río Pueblo Nuevo) a diferencia de la época de invierno se colectaron 4,110 especímenes representados en 7 familias.

Tabla 3. Abundancia de especies de la subcuenca del Río Estelí

Especies	Invierno		Verano	
	Nº	%	Nº	%
<i>Symbranchus marmoratus</i>	1	0.02	0	0.00
<i>Gymnotus cylindricus</i>	1	0.02	2	0.08
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	16	0.38	12	0.5
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	401	9.75	341	14.39
<i>Cichlasoma managüensis</i>	6	0.14	9	0.37
<i>Cichlasoma dovii</i>	60	1.45	49	2.06
<i>Cichlasoma longimanus</i>	122	2.96	156	6.58
<i>Cichlasoma sp</i>	15	0.36	2	0.08
<i>Oreochromis niloticus</i>	58	1.41	4	0.16
<i>Astyanax fasciatus</i>	241	5.86	392	16.54
<i>Poecilia sphenops</i>	2612	63.55	828	34.95
<i>Poecilia gillii</i>	226	5.49	235	9.91
<i>Phallichthys tico</i>	0	0.00	38	1.6
<i>Poeciliopsis gracilis</i>	154	3.74	57	2.4
<i>Alfaro huberi</i>	81	1.97	60	2.53
<i>Roeboides bouchellei</i>	102	2.48	88	3.71
<i>Atherinella sp</i>	14	0.34	96	4.05

Al realizar el análisis de abundancia de las especies en las dos épocas de muestreo (invierno y Verano), la especie más representativa es la *P. sphenops*, siendo la más abundante con 63.55% en invierno y 34.93% en verano (tabla 3). La segunda especie abundante es la *A. nigrofasciata* en invierno con 9.75%, sin embargo fue la tercera más abundante en verano con 14.38% mientras que la especie *A. fasciatus* fue la especie en tercer lugar más abundante en época de invierno con 5.86%, en cambio en época de verano fue la segunda especie en abundancia con 16.54%., la cuarta especie colectada en ambas épocas fue la *P. gillii* (5.49% invierno y 9.91% verano). Estas son las 4 especies más representativas en las 2 épocas muestreadas (invierno y verano) a lo largo de la subcuenca del Río Estelí. En época de invierno se identificaron 12 especies nativas que representan 5% de abundancia, mientras que en época de verano fue en un 6%.

Se capturo una especie introducida que fue *Oreochromis niloticus* que durante el invierno se colecto en un 1.41%, mientras que en verano llego a representar un 0.16% (tabla 3), es importante destacar que actualmente esta especie no se considera una amenaza para las especies nativas, porque el porcentaje es relativamente pequeño, sin embargo en un futuro se puede convertir en una plaga por competir con las especies nativas por el alimento y la invasión de hábitat.

Tabla 4 Abundancia, Riqueza, Diversidad y Equidad por estación de muestreo y época del año.

	Invierno		Verano	
	Nº	%	Nº	%
Despoblado 1	343	8.34	483	20.38
Poza la Vara 2	220	5.35	70	2.95
El Porvenir 3	235	5.71	98	4.13
La Sirena 4	92	2.23	135	5.69
El Tular 5	80	1.94	196	8.27
La Naranjita 6	239	5.81	199	8.40
Piedra Larga 7	390	9.48	191	8.06
Río Pire 8	198	4.81	206	8.69
R. Pire/ R. Estelí 9	725	17.63	193	8.14
Río Pueblo Nuevo 10	627	15.25	0	0.00
Cusmaji 11	464	11.28	379	15.99
Los Encuentros 12	497	12.09	219	9.24
Riqueza Específica	16		16	
Índice de Diversidad	1.78		2.19	
Índice de Equidad	0.61		0.75	

La diversidad íctica calculada para todo la subcuenca del Río Estelí resulta en un valor de 3.97, esta varió entre las temporadas del año (invierno y verano). Durante el verano se presentó el valor más alto de diversidad con 2.19 y en la época de invierno se registró 1.78 (tabla 4). Se observó un incremento de la diversidad hacia las estaciones que se encuentran en la parte baja del subcuenca en donde se registraron valores de 4.76, en cambio las estaciones que se encontraban en la parte alta de la subcuenca la diversidad es poco menor con 4.67.

En cuanto a la equidad, los valores más bajos se encontraron en la estación 9 Río Pire / Río Estelí con un valor de 0.213, conteniendo 10 especies en la época de invierno y un valor de 0.618, en época de verano, el cual contiene 10 especies; la equidad global promedio para la subcuenca fue de 0.685, esto varió entre los muestreos, teniendo un máximo en época de verano de 0.75 y en época de invierno 0.61 (figura 4).

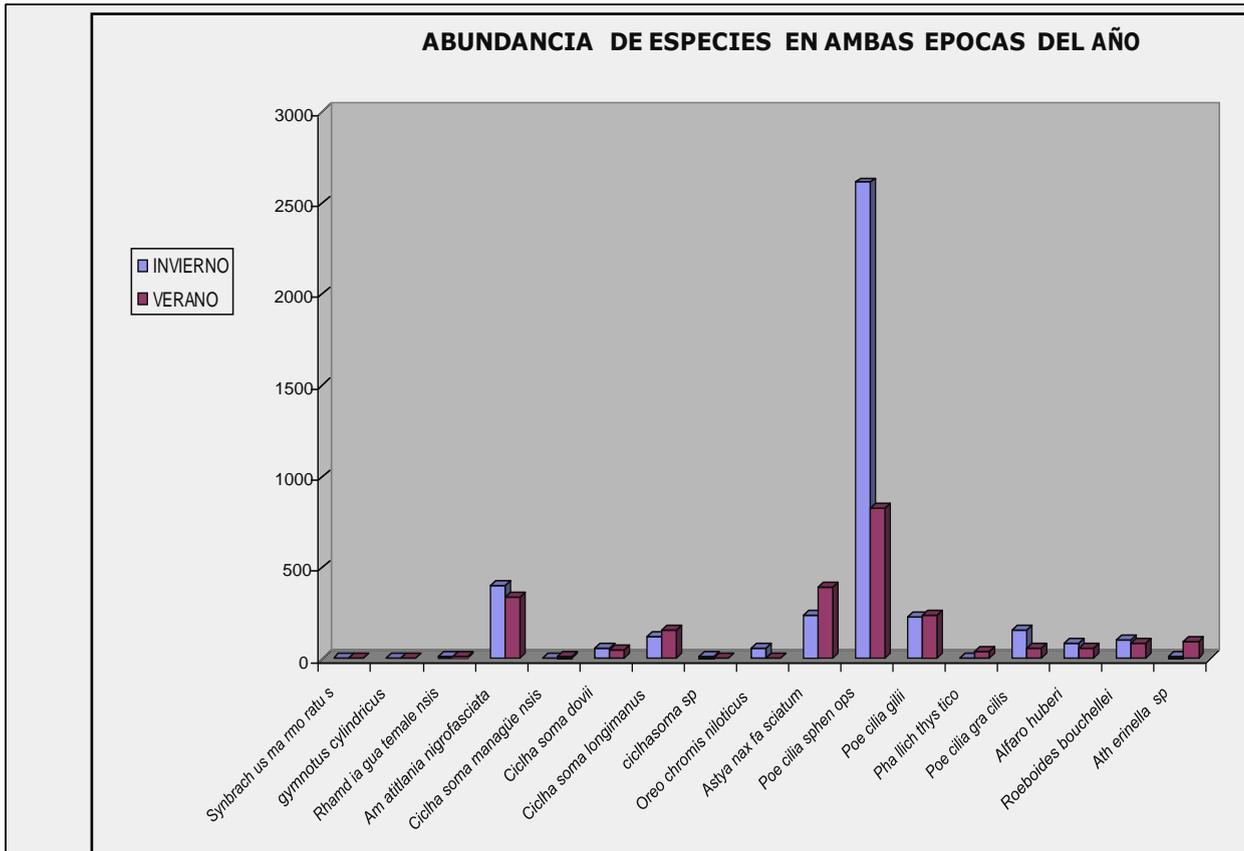


Figura 4: Abundancia de las especies por época del año

Diversidad de especies.

Los resultados del análisis de diversidad arrojan el valor más alto en la época de invierno en el sitio de muestreo número 4, ubicado en la estación de La Sirena ($H' = 2.494$) y una equitatividad de 0.831, seguido de la estación 12 situada en Los Encuentros ($H' = 2.456$ y equitatividad de 0.71), mientras que el valor más alto en la época de verano se obtuvo en la estación 7, en Piedra Larga ($H' = 2.782$ y la equitatividad de 0.878) seguido de la estación 2, La Poza La Vara ($H' = 2.677$ y la equitatividad de 0.954), aunque los valores de diversidad de estos sitios el que alcanzó la mayor equitatividad es La Poza La Vara debido a que las especies están distribuidas de manera más equilibrada. (Tabla 5).

En ambas épocas la riqueza de especies fue igual con un número de 16 especies colectadas en total, cabe destacar que en invierno no se colectó la especie *Synbranchus marmoratus* y en verano no se colectó la especie *Phallichthys tico*.

En cuanto a la abundancia, en invierno se colectó un total 4,110 individuos y las estaciones con mayor porcentaje fueron las Últimas 4 estaciones, en el Río Pire-Río Estelí con un 17.63%, Río Pueblo Nuevo con un 15.25%, Cusmaji con 11.28% y Los Encuentros con 12.09%. En las restantes estaciones los porcentajes que se registran están por debajo del 9%. En verano se colectaron un total de 2,369 especímenes y la primera estación (El

Despoblado) presentó un mayor porcentaje con un 20.38% de la colecta total, seguidas por las últimas dos estaciones, Cusmaji 15.99% y Los Encuentros con 9.24%. Las 9 estaciones restantes representan un porcentaje abajo del 8%. Cabe destacar que en el Río Pueblo Nuevo no se encontró agua en esta época (verano) y el caudal del agua a nivel general se encontró muy bajo, por lo que esto hizo que este fuera uno de los puntos en los que se colectaron menos especies. En esta época del año (verano) se encontró una mayor equidad con el 0.75, ya que en invierno fue de 0.61 debido a que el caudal es mayor y hay una mejor distribución de peces.

Tabla 5. Riqueza, Abundancia y valores del Índice de Shannon.

Estaciones de muestreo	Riqueza de sp	Abundancia	H'	H_{ma}	J'
Despoblado 1- I	5	343	2.077	2.58	0.803
Despoblado 1-V	7	483	2.114	2.80	0.753
Poza la Vara 2-I	7	220	2.327	2.80	0.829
Poza la Vara 2-V	7	70	2.677	2.80	0.954
El porvenir 3-I	6	235	1.736	2.58	0.672
El porvenir 3-V	5	99	1.317	2.32	0.567
La Sirena 4-I	6	92	2.494	3	0.831
La Sirena 4-V	7	135	2.28	2.80	0.812
El Tular 5-I	5	80	1.897	2.32	0.817
El Tular 5-V	6	196	1.981	2.58	0.766
La Naranjita 6-I	8	239	2.251	3	0.75
La Naranjita 6-V	9	199	2.208	3.17	0.697
Piedra Larga 7-I	9	390	1.961	3.17	0.619
Piedra Larga 7-V	9	191	2.782	3.17	0.878
Río Pire 8-I	7	198	1.371	2.80	0.489
Río Pire 8-V	6	206	1.867	2.58	0.722
Río Pirre / Río Estelí 9-I	10	725	0.709	3.32	0.213
Río Pirre / Río Estelí 9-V	10	193	2.055	3.32	0.618
Río Pueblo Nuevo 10-I	8	627	1.192	3	0.397
Río Pueblo Nuevo 10-V	0	0	0	0	0
Cusmaji 11-I	8	464	0.888	3	0.296
Cusmaji 11-V	10	379	2.341	3.32	0.705
Los Encuentros 12-I	11	497	2.456	3.45	0.71
Los Encuentros 12-V	9	219	2.624	3.17	0.828

Diversidad Beta.

Utilizando el índice de Jaccard que mide el grado de similitud entre las comparaciones de especies, se encontró que en la época seca el sitio de muestreo No. 2 (Poza La Vara) y el sitio No. 5 (El Tular) presentan una similitud en comparación de especies del 85.7%, mientras que en la época lluviosa el sitio No. 6 (La Naranjita) y el sitio No. 7 (Piedra Larga) tienen un 88.8% de similitud, seguido del sitio No. 3 (El Porvenir) y el sitio No. 8 (Río Pire) con un porcentaje del 85.7% (tabla 5). Los sitios más similares en ambas épocas son el sitio No. 5 (El Tular) en la época seca y en la época lluviosa o invierno es el sitio No. 3 (El porvenir) con un 100% de similitud (figura 5).

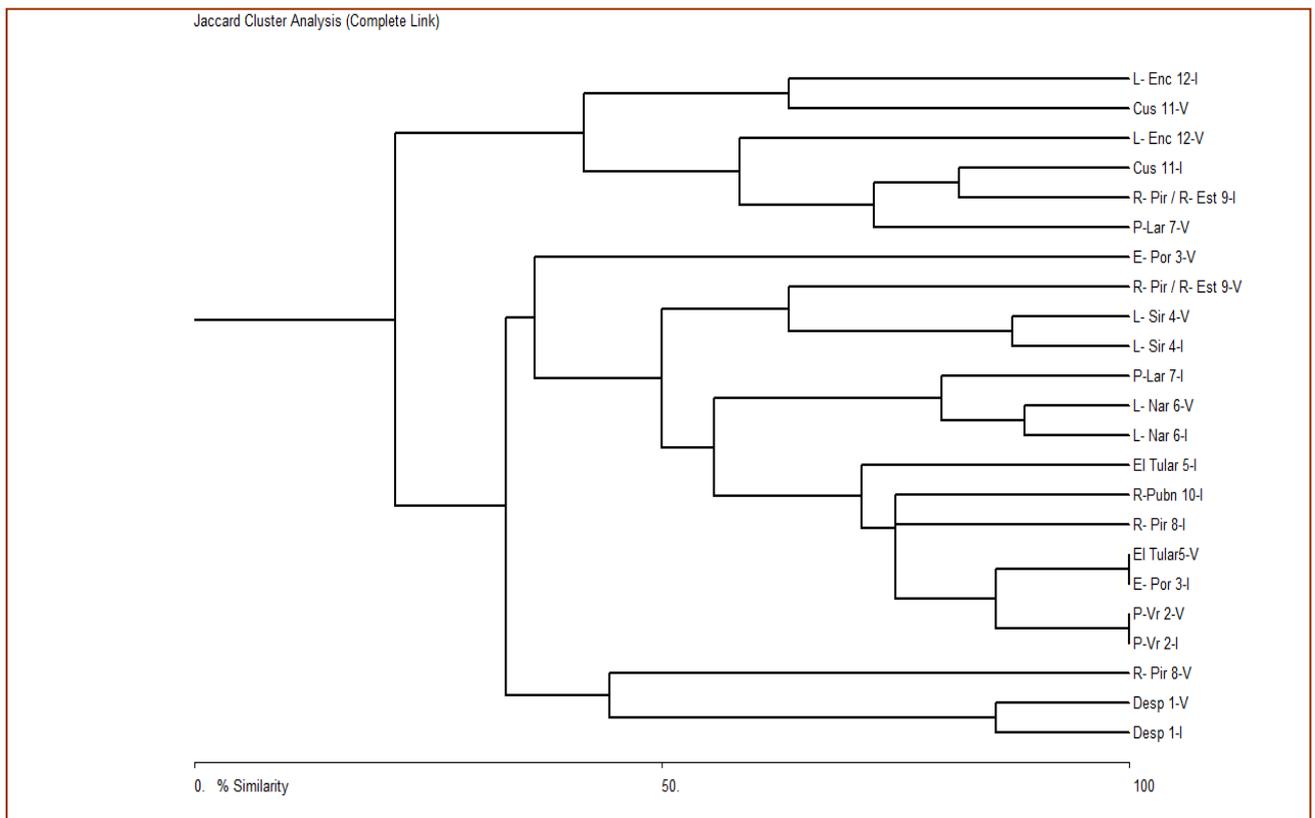


Figura 5. Similitud entre estaciones de muestreo y épocas del año.

DISCUSION

En el presente estudio se encontraron 16 especies nativas y 1 especie exótica, para un total de 17 especies en un sistema de pequeña envergadura, como son las 12 estaciones de muestreo realizadas en el Río Estelí, se considera bastante llamativa, más aún si se consideran otras cuencas hidrográficas de gran extensión, tales como la del Río San Juan (1,000 km de largo aproximadamente) o del Río Grande de Matagalpa (400 km de largo), y

además se realiza este tipo de estudio se encontraría una riqueza de especies superior a la que se encontró en este estudio.

En Nicaragua hay 108 especies registradas según Fishbase, por lo que el Río Estelí representa el 15.7% de las que hay para el país.

La subcuenca del Río Estelí presenta un aumento en la riqueza específica a lo largo de su curso, el incremento característico de la abundancia de peces en las partes bajas se debe a que el río alcanza el mayor caudal de agua, también es donde se encuentra una mayor diversidad de hábitats y además se encuentra la mayor concentración de nutrientes. Las variaciones en la abundancia y distribución de los peces en las estaciones de muestreo parecen reflejar los desplazamientos asociados a la reproducción y/o alimentación de los mismos (Grenouiller & Pont 2001, Methven et al. 2001; Taylor & Warren 2001).

Las alteraciones del sistema y los cambios estacionales reflejados en la abundancia, son más apreciables en especies de gran movilidad o de comportamiento migratorio, esto ha sido descrito para peces que viven asociados durante su primer año de vida a hábitats ribereños someros y luego requieren desplazarse a hábitats de mayor profundidad ubicados en el canal central del río.

En cuanto al comportamiento de la riqueza y diversidad a lo largo del río fue evidente, como tienden a incrementar hacia las partes más bajas de la subcuenca, la ictiofauna en ambientes lóticos, donde se ha observado que las cabeceras poseen riqueza y diversidad bajas, porque constituyen ambientes con bajas profundidades, como son el caso de los manantiales, riachuelos y arroyos. Conforme disminuye la altitud se incorporan tributarios al río, trayendo como resultado una adición de especies, de este modo, las partes bajas que corresponden a las porciones de mayor orden y de menor altitud constituyen ambientes más diversos y ricos en especies (Cowley & Sbllette, 1987). En el Río Estelí se observó que en las partes altas se trata de pequeños arroyos y conforme se van incorporando los tributarios se va ensanchando más su caudal, y el número de especies va en aumento.

La vegetación riparia proporciona mayor cantidad de hábitat disponible para el establecimiento de especies; estas características han sido cuantificadas y expresadas como diversidad de hábitat, encontrando que están relacionadas con el incremento de la riqueza específica (Gorman & Karr, 1978). Del mismo modo se han considerado que en dichas porciones se presenta la coexistencia de especies competidoras, logrando establecer comunidades más complejas, lo cual se ve reflejado en un incremento en la riqueza específica y la diversidad (Giller, 1984 & Schlosser, 1987), además se ha sugerido que el mayor número de especies presentes en las partes bajas de los ríos, es resultado de la presencia de ambientes más estables, con menores fluctuaciones ambientales en comparación con las partes más altas, donde existe mayor variabilidad ambiental (Lotrich, 1973 & Schlosser, 1987).

La principal variación en la diversidad de la subcuenca del río Estelí se manifestó durante la época de invierno, siendo el valor más bajo de 1.78 (cuadro 3), esta disminución se debe a la gran abundancia de individuos de

Poecilia sphenops durante dicha temporada, con el 73% de la abundancia relativa de la ictiofauna (tabla 2). A pesar que se registraron 17 especies, teniendo una de ellas una abundancia mayor, se obtuvo un valor de diversidad menor y a su vez se reflejó en un valor de equidad más bajo que en la otra temporada (0.61) (tabla 3). Otras comunidades icticas han tenido valores bajos de riqueza y diversidad durante el verano, pero en tales ambientes estas dimensiones se asocian con la presencia de gran concentración de nutrientes y/o contaminantes en los ríos, que afectaron de manera negativa a la ictiofauna (Soto 1989; Crisóstomo, 1994). En este caso la abundancia fue mayor en invierno, pero la diversidad y la equidad fue menor que en invierno; mientras la riqueza de especies fue igual en ambas épocas, ya que en invierno no se encontró *Phallichthys tico* y en verano no se colectó *Symbranchus marmoratus*.

De manera global, los valores de equidad registrados para la zona de estudio (tabla 5), indican que existe una distribución más o menos homogénea en el número de individuos entre las especies presentes. Por supuesto los valores mínimos obtenidos corresponden a estaciones con pocas especies o sitios donde hay una especie abundante y las restantes están poco representadas.

La abundancia obtenida para la ictiología de la subcuenca del Río Estelí (figura 3), señala un comportamiento común en el patrón de abundancia de las comunidades naturales, donde son pocas las especies con alta abundancia y existe un mayor número de aquellas con abundancia media y baja. Las comunidades icticas generalmente presentan este comportamiento, aunque no exista interpretación biológica para este comportamiento, se ha considerado de manera teórica que en dichas comunidades un solo factor predominante determina la estructura de la comunidad, así la abundancia de cada especie está dada por un reparto aleatorio de los recursos, esto son implementados al mismo tiempo, de modo que todas las especies tienen la misma posibilidad de obtenerlos (Giller, 1984; Putman, 1994 & Stiling, 1999).

Respecto a la distribución ictica, esta se modifica de manera gradual; pues existen especies que son abundantes en la parte de la subcuenca, distribuyéndose a todo lo largo del río, si bien en las partes más bajas se presentan con abundancia menor, tal es el caso de *Roeboides bouchellei*.

Al contrario, existen otras que son abundantes en las partes bajas y su presencia es mínima en las altas, como la *Rhamdia guatemalensis*. Este tipo de distribución en forma clinal es frecuente en las comunidades icticas de ríos tropicales (Ibarra & Stewar, 1989), donde los componentes de la ictiofauna cambian de manera gradual adicionando especies río abajo y generalmente se presenta cuando el gradiente ambiental varía en forma paulatina (por ejemplo los valores de temperatura) Li & Li 1996; Moyle & Cech, 2000).

Integrando la información sobre abundancia, distribución y dominancia es evidente, que las especies abundantes, casi siempre son aquellas con mayor distribución dentro del río, teniendo también valores de dominancia más altos, entre ellas se encuentran la *Poecilia sphenops*, *Astyanax fasciatus*, *Poecilia gillii* y *Amatitlania nigrofasciata*. En el caso contrario, aquellas con menor abundancia corresponden a las de menor distribución y por tanto tuvieron menores valores de dominancia, tal es el caso *Symbranchus marmoratus*,

Gymnotus cylindricus, *Parachromis managuensis*, *Cichlasoma sp* y *Phallithys tico*. (Tabla y figura 3).

Otro aspecto importante que debe ser considerado es la abundancia de la especie introducida a la comunidad, aunque es mínima, porque esta puede afectar a los peces nativos por diferentes mecanismos tales como el desplazamiento competitivo y alimentación (Li & Li, 1996). En este trabajo, como ya se señaló, solo se registro una especie introducida *Oreochromis niloticus*, su distribución en las ultimas 4 estaciones de muestreo ó sea en las partes más bajas de la subcuenca es reducida su distribución, abundancia y dominancia (tabla 3).

CONCLUSION

La ictiofauna de la subcuenca del Río Estelí se encontraron 7 familias, de las cuales 6 especies pertenecen a la Familia Cichlidae; 5 pertenecen a la Familia Poeciliidae; 2 pertenece a la Familia Characidae; 1 pertenece a la Familia Symbranchidae, 1 pertenece a la Familia Pimelodidae, 1 pertenece a la Familia Atherinidae, y 1 pertenece a la Familia Gymnotidae.

La composición íctica esta conformada por 17 especies, una de ellas es introducida (*Oreochromis niloticus*) sin embargo, fue una de los taxa menos abundantes en las ultimas 4 estaciones de muestreo.

Los patrones de riqueza se encontraron bien distribuidos, ya que a medida que se realizo la colecta río abajo, el número de especies aumento de 7 en la parte alta a 10 en la parte media y 12 en la parte baja de subcuenca.

El índice de diversidad Shannon, refleja el valor más alto en la época de invierno en la estación La Sirena, seguido de la estación 12 ubicada en Los Encuentros. Mientras que el valor mas alto en la época de verano, se obtuvo en la estación 7 ubicado en Piedra Larga, seguido de la estación 2 Poza La Vara, el que alcanzo la mayor equitatividad es La Poza La Vara, debido a que las especies estas distribuidas de manera mas equilibradas (tabla 4). En cuanto a la comparación entre épocas del año, el mayor índice lo entramos en la época de verano, ya que en la época de invierno fue dominada por una sola especie (*Poecilia sphenops*).

Las especies que se colectaron con más frecuencia en la subcuenca del Río Estelí, durante la realización de este trabajo, en las 12 estaciones de muestreo fueron: *Poecilia gillii*, *Poecilia sphenops*, *Astyanax fasciatus* y *Amatitlania nigrofasciata*. Durante todo el estudio que se realizo, durante la época de verano e invierno las mejores colectas que se realizaron fueron en invierno donde se capturaron el mayor número de individuos por especies aunque en las dos épocas se capturó el mismo número de especies.

El patrón diversidad y equidad a nivel general, se encontró que la subcuenca tiene una diversidad baja en la parte alta, a medida de su desarrollo fue aumentado en sentido de la corriente igual paso con la equidad, se registro una mejor distribución de las especies en las partes bajas de la subcuenca. A

nivel de época del año encontramos una mayor diversidad y equidad en época de verano, en la época de invierno se encontró mayor abundancia pero menor diversidad y equidad.

BIBLIOGRAFIA

- Allan, D.J. Stream ecology. Structure and function of running waters. Chapman and hall. Great Britain. 1995. 388pp.
- Álvarez del Villar, J. Peces Mexicanos (claves)- secretaria de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras y Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México, D.F. 1970.
- Álvarez del Villar, J. Relación entre la geomorfología mesoamericana y la distribución actual de los peces. 1972.
- Bussing, W. Peces de las aguas continentales de costa Rica. San José. Editorial de la universidad de costa Rica. 1998.
- Cole, A.G. Manual de Limnología. Ed. Hemisferio sur S.A Buenos Aires Argentina. 1988. 405pp.
- Contreras-MacBeath, T. Y E. Díaz Pardo, "Primeros estudios ontogénicos de *Cichlasoma istlanum* (pisces: cichlidae)". 1990.
- Cowley, D.D and J.E. Sublette. Distribution of fishes in the Black River Drainage, Eddy County, New Mexico. The Southwestern Naturalist 32 (2): 213-221. 1987.
- Dawes John, Los mejores peces tropicales de agua dulce para principiantes, Animalia. OCT, 1999. p18-25.
- Díaz Pardo. E. Conceptos sobre el origen y distribución general de los cíclidos. 1974.
- Díaz, V. Sabor característico de los peces de agua dulce, Alimentaria. JUL-AGO. 2000. (314), p 43 - 46.
- Duarte W, R Feito, C Jara & AE Orellana ictiofauna del sistema hidrológico del río Maipú. Boletín del Museo Nacional de Historia natura. Chile 32: 227-268. 1971.
- Espinoza, P.H.T Gaspar y P. Fuentes- Listados faunísticos de México. III Los Peces Mexicanos. Instituto de Biología. UNAM. 1993. 99 pp.
- Hábitat E Peces EN: parra o 6 e Hábitat (eds) Estudios de la Línea de base para la evaluación de impacto ambiental del complejo industrial forestal ITALIA. Universidad de concepción Editorial Aníbal Pinto concepción. Chile, 1998. 1721 pp.
- Levéque, Christian, Salvar los peces de agua dulce, Mundo Científico. NOV, 1994. (151), p 986-987.
- Li, H. W. and J. L. Li. Fish community composition. Chapter 18:391-406. in: Haver, R.F. and G. A. Lamberti (eds.) Methods in stream ecology. Academic Press. U. S .A. 1996.
- López, H, Lista de peces de agua dulce de la Argentina. La Plata; Instituto de Limnología Raúl Ringuelet; 15 ago. 1987. p. 50.
- Medina, J. Características hidrogeológicas de la cuenca del río Estelí. Managua 1995.
- Martines et al. Biodiversidad zoológica en Nicaragua. Proyecto estrategia Nacional de biodiversidad y su plan de acción. PNUD-NIC/99/G31-MARENA. 2001.

- Martines et al. Biodiversidad zoológica en Nicaragua. Managua: Van den Berghe. El estado de la biodiversidad de especies en Nicaragua. 2001. p 40- 43.
- Petracini R. reproducción de los peces en internet (en línea) <<http://www.elacuaria.com>. [Consulta: 18/08/06].
- Giller, P. S. Community structure and the niche. Chapman and hall. Great Britain. 1984. 176 pp.
- Putman, R. J. Community ecology. Chapman and hall Great Britain. 1994. 178 pp.
- Smith Robert Leo; Smith Thomas M. Ecología Pearson Education. S.A. 4ta edición. Madrid, 2001. ISBN: 84-7829-040-0.
- Schoener, T. W. A. conceptual framework for fish community in small warmwater streams. 1974.
- Stiling, P. Ecology. Theories and applications. Pretice hall. Trird Edition. U.S.A. 1999. 638pp.
- Taylor CM & ML Waren, Dynamics in species composition of stream fish assemblages: environmental variability and nested subset. Ecology 82:2320-2320. 2001.
- Vázquez Anzures Elimelec. Abundancia, estacionalidad y uso de hábitat por estadios ontogénicos tempranos de peces en el río Amacezac. Dirigida por el Dr. M. en C. Einar Topitzin Contreras MacBeath. Morelos, 80p. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Morelos, Facultad de biología. 1997.
- Villa, J. Peces Nicaragüenses de Agua Dulce. Fondo de promoción cultural del Banco de América. Editorial Unión. Managua, 1982.
- Welcomme RL River fisheries. FAO Fisheries Technical. Paper 262:1-318. 1985.
- Wootton RJ Ecology of teleos fishes. Chapman and Hall. New York. 1990. 404 pp.
- Ziesler, R. Peces de agua dulce - América Latina. Roma: FAO. 1979. 597.0929Z-67.