

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR DE PROGRAMA

EVALUADOR

EVALUADOR

Santa Marta, 2018

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

**Diversidad, hábitos alimenticios y aspectos reproductivos de la ictiofauna presente en
los ríos Córdoba y Gaira de la Sierra Nevada de Santa Marta**

Carlos Blanco Cervantes

**Propuesta de grado para obtener el título de
Biólogo**

Línea de investigación:

Ecología tropical

Grupo de investigación en biología y ecología aplicada

GIBEA

Director

German Blanco Cervantes

M. Sc. En acuicultura y Ecología Acuática Tropical

SANTA MARTA DTCH

2018

Dedicatoria

A Dios y a mis padres

*Nancy Cervantes de Blanco y mi padre Daniel Blanco Mercado, que desde el cielo
me guarda y guía*

Agradecimientos

A Dios por permitirme terminar este proyecto con éxito

A mi familia, mis padres, mis hermanos en especial a mi hermano German Blanco por haber brindado el apoyo para emprender y culminar este proyecto de vida.

A Ileana García Carvajal por acogerme en su hogar durante toda de mi carrera universitaria

A vicerrectoría de investigación por la financiación y apoyo de este proyecto académico por medio de la resolución 16891 del 22 de agosto de 2016, expedida por el Ministerio de Educación Nacional, bajo el marco del plan de gobierno “Por una universidad + incluyente e innovadora 2016-2020”. De la Universidad del Magdalena.

A Todos mis amigos y compañeros de estudio que aportaron un granito de arena para este proyecto.

Resumen

Para desarrollar este trabajo se escogieron los ríos Córdoba y Gaira en el departamento del Magdalena, teniendo como objetivo general evaluar la diversidad, alimentación y aspectos de reproducción de la ictiofauna de estos ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM). Para dar cumplimiento a dicho propósito se empleó el arte de pesca de redes de arrastre para la captura de los peces. Fueron empleados índices de diversidad alfa y beta. Se emplearon métodos para determinar el contenido estomacal como: grado de vacuidad, frecuencia de aparición, numérica y gravimétrica, y para los aspectos reproductivos se emplearon los índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS). Durante los muestreos se colectaron un total de 1491 individuos pertenecientes a 10 órdenes, 16 familias y 30 especies. La ictiofauna en estos ríos está conformada por especies de hábitat dulceacuícola, y marino en mayor proporción. En general, los Perciformes y Characiformes fueron los órdenes más abundantes al igual que las familias Characidae y Ciclidae. Los mayores valores de diversidad y riqueza se evidenciaron en el sector 1 (desembocadura) y los más bajos en el sector 4 en río Gaira, y en el sector arriba en río Córdoba. La distribución de la ictiofauna en río Córdoba se ajustó al modelo log-normal y en río Gaira a serie geométrica. Larvas de *Sycium plumieri* contribuyeron con la oferta alimenticia en un 78% en épocas de lluvias, mientras que material vegetal lo hace en un 100% en sequía. Se evidenció una relación negativa entre el IHS y el IGS en las especies evaluadas.

Palabras clave: estructura de comunidad de peces, contenido estomacal

Abstract

In order to develop this work, the Córdoba and Gaira rivers in the Magdalena Department were chosen, with the general objective of evaluating the diversity, feeding and reproductive aspects of the ichthyofauna of these rivers of the Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM). To fulfill this purpose, the fishing gear of trawl nets was used to catch the fish. Indexes of alpha and beta diversity were used. Methods were used to determine the stomach contents such as degree of emptiness, frequency of appearance, numerical and gravimetric, and for the reproductive aspects the gonadosomatic index (IGS) and hepatosomatic index (IHS) were used. During the samplings a total of 1491 individuals belonging to 10 orders, 16 families and 30 species were collected. The ichthyofauna in these rivers is made up of species of freshwater and marine habitat in greater proportion. In general, the Perciformes and Characiformes were the most abundant orders as well as the families Characidae and Cichlidae. The highest values of diversity and wealth were evidenced in sector 1 (mouth) and the lowest in sector 4 in Rio Gaira, and in the sector above in Río Córdoba. The distribution of the ichthyofauna in the Córdoba River was adjusted to the log-normal model and in the Gaira river to geometric series. *Sycium larvae plumieri* contributed to the food supply by 78% in rainy seasons, while plant material does 100% in drought. There was a negative relationship between the IHS and the IGS in the evaluated species.

Keywords: structure of fish communities, stomach content

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo General	5
2.1.2. Objetivos Específicos	6
3. METODOLOGÍA.....	6
3.1 Área de estudio	6
3.2 Fase de Campo	8
3.3 Fase de laboratorio	9
4 Análisis estadísticos	9
4.1. Distribución de abundancia	9
4.2 Estructura y composición	10
4.3 Diversidad alfa (α):	10
4.4 Diversidad beta (β):	10
5. Biología alimenticia	11
5.1. Extracción de los estómagos.	11
5.2 Estudio del contenido estomacal.....	11
6 RESULTADOS.....	13
6.1.4 Estructura de la comunidad de peces.....	17
6.2. Estructura del río.....	25
6.2.1 Diversidad de la ictiofauna de los ríos Gaira y Córdoba, SNSM	29

6.3 Hábitos alimenticios y descripción de gónadas de la ictiofauna presente en los ríos Córdoba y Gaira, SNSM.....	32
5.3.1. Coeficiente de vacuidad y grado de digestión	33
6.3.1.2 Frecuencia de aparición.....	35
6.3.1.2 Frecuencia numérica y gravimétrica	36
6.4. ASPECTOS REPRODUCTIVOS	39
6.4.1. Descripción de las gónadas.....	39
6.4.1.1 Índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS).....	40
7. DISCUSIÓN.....	42
8. CONCLUSIÓN	51
9 BIBLIOGRAFIA	52

Índice de figuras

Figura 1. Área de estudio. Río Gaira y río Córdoba y los sitios de muestreo	8
Figura 2. Curva de acumulación de especies mediante los estimadores Chao 1, Ace y Cole, río Córdoba	16
Figura 3. Curva de acumulación de especies mediante los estimadores Chao 1, ACE y Cole, río Gaira	17
Figura 4. Abundancia de especies capturadas por época climática en río Córdoba y río Gaira.....	21
Figura 5. Frecuencia relativa de las especies por época climática en río Gaira y río Córdoba.....	22
Figura 6. Abundancia de especies por sitios de muestreo en río Gaira	23
Figura 7. Abundancia de especies por sitio de muestreo en río Córdoba.....	23
Figura 8. Modelos de distribución de las especies en los sectores de muestreo, río Córdoba.....	24
Figura 9. Modelos de distribución de abundancia de las especies en los sectores de muestreo, río Gaira.....	25
Figura 10. ACP entre las especies y el tipo de sustrato en época de lluvias, río Córdoba	26
Figura 11. ACP entre las especies y el sustrato en época seca, río Córdoba.....	27
Figura 12. ACP entre las especies y el sustrato en época de lluvias en río Gaira.....	28
Figura 13. Dendograma de similitud de Bray-Curtis basado en la diversidad (A) y la riqueza de especies(B) de los sitios de muestreo en río Córdoba.....	31
Figura 14. Dendograma de similaridad de Bray-Curtis basado en la diversidad (A) y la riqueza (B) de especies en los sectores de muestreo, río Gaira.....	32
Figura 15. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis basado en las presas consumidas.	39
Figura 16. Relación índice gonadosomático-hepatosomático	41

Índice de Tablas

Tabla 1. Parámetros y variables fisicoquímicas medidas en río Gaira	15
Tabla 2. Composición de la ictiofauna en la parte baja del río Gaira.....	18
Tabla 3. Composición de la ictiofauna de la parte baja del río Córdoba.....	19
Tabla 4. Coeficientes de vacuidad y grado de digestión de las especies capturadas en río Córdoba	34
Tabla 5. Coeficiente de vacuidad y grado de digestión de las especies en río Gaira	35
Tabla 6. Frecuencia de aparición, río Córdoba y río Gaira	36
Tabla 7. Frecuencia de aparición de los grupos alimenticios en especies omnívoras y carnívora, río Córdoba.	37
Tabla 8. Frecuencia de aparición de los grupos alimenticios n especies omnívoras y carnívoras, río Gaira.....	37
Tabla 9. Índice gonadosomático de las especies evaluadas.....	41
Tabla 10. Índice hepatosomático de las especies evaluadas.	41

Índice de símbolos

PNN Tayrona	Parque Nacional Natural Tayrona
SNSM	Sierra Nevada de Santa Marta
msnm	metros sobre el nivel del mar
ACP	Análisis de Componentes principales
ACC	Análisis de correlación canónica
m	metros
m/s	metros sobre segundos
cm	centímetros
cm.s	centímetros por segundo
mm	milímetros
WT	Peso total del pez en gramos
We	Peso eviscerado del pez
Wg	Peso de la gónada
Wh	Peso del hígado
CV	Coeficiente de vacuidad
FN	Frecuencia numérica
FO	Frecuencia de ocurrencia
IIR	Índice de importancia relativa

1. INTRODUCCIÓN

Las características fisicoquímicas del agua en un río están dadas por variables ambientales específicas del sitio como lo son; temperatura, precipitación, humedad, viento, nubosidad y evaporación, como también por aspectos que determinan la geomorfología del río, tales como, solubilidad de las rocas, cantidad de materiales en suspensión y el tipo de sustrato (Matthews, 1982) por lo que, la ictiofauna de estos cuerpos de agua dulce presentan susceptibilidad a esas variaciones ambientales dentro de los ecosistemas fluviales que delimitan o benefician una marcada distribución de las especies (Welcomme, 1969). Esta distribución se da por zonas de acuerdo al gradiente longitudinal del río, permitiendo el ensamblaje de especies que están íntimamente relacionadas con la geomorfología o discontinuidades de las condiciones abióticas y la estructura del hábitat del río (Esselman, 2006). Éstas zonas están determinadas por el patrón del comportamiento de las variables como; velocidad de la corriente, tipos de fondos, cantidad de oxígeno disuelto, temperatura del agua, luz, vegetación riparia y dentro del río (refugio), y de forma sistémica, por la aparición de potenciales depredadores e interacciones con otras especies (Granado – Lorenzo, 1996).

Las relaciones existentes entre las comunidades de peces y las diferentes variables ambientales están ampliamente estudiadas, Ortiz-Arroyave (2010), evidenciando que unas de las principales limitantes en la distribución de la fauna íctica son conductividad, altitud y temperatura, siendo esta última de mayor relevancia debido a que afecta la fisiología y el comportamiento de un gran número de peces, Sandoval-Huerta *et al.*, (2014).

Los ríos de corta longitud, de aguas claras y torrentosos (por pendientes pronunciadas) como los que bajan de la SNSM, presentan poca productividad primaria y secundaria. Además, propician pocos espacios para el establecimiento de cadenas tróficas complejas, presentan baja diversidad, y capacidad de mantener una comunidad íctica con suficientes recursos alimenticios disponibles, de tal manera que el material alóctono es el principal aportante de alimento (Angermeier y Karr, 1984) principalmente de insectos terrestres durante la estación seca (Estévez y Aranha, 1999). En éstos ríos costeros hay una fauna íctica migratoria (diádromo) que pueden hacerlo

tanto del río al mar (catádromo) o del mar al río (anádromo) con fines reproductivos y otros que migran del río al mar, pero sin fines reproductivos. Adicionalmente, existe otra ictiofauna no migratoria (Blanco, 2014) que debe soportar la disminución de la oferta alimenticia en la temporada seca, Aguirre-Pabón *et al.*, (2012). Se ha encontrado que los peces bajo estas condiciones son generalistas y se acomodan a la fluctuación de la oferta alimenticia (Goulding, 1980; Power, 1984), aunque existen algunos con especializaciones tróficas (Zaret y Rand, 1971).

El conocimiento de la dieta de los peces es fundamental para comprender cuál es su rol trófico en la comunidad y cómo se distribuye el alimento en el ecosistema (Estévez y Galetti, 1994; Granado-Lorencio, 1996) y sus patrones reproductivos. Además, la estacionalidad reproductiva está determinada por las características hidrobiológicas de los ecosistemas tropicales (Wootton, 1998), por lo cual los peces desovan principalmente en la época lluviosa, (*Prochilodus reticulatus*) otros lo hacen en la estación seca (*Semaprochilodus laticeps*) y otros durante todo el año (*Engraulis sp*, *Oreochromis niloticus*). Independientemente de cuál sea el patrón reproductivo, éste depende de la disponibilidad de alimento para los adultos o jóvenes, y / o a cambios en la dieta con la estación, Ballesteros *et al.*, (2009). La disponibilidad de alimento puede influir sobre el éxito reproductivo, Osmundson *et al.*, (2002) y en los estados gonadales, Ballesteros *et al.*, (2009). Por lo anterior, la pregunta de investigación que se desea resolver en este trabajo es ¿Cuál es el efecto de las recurrentes y largas temporadas de sequías de la Región Caribe Colombiana sobre la estructura, composición y la dinámica alimenticia de la ictiofauna de los ríos Córdoba y Gaira de la S.N.S.M.?

Los estudios de ecología trófica y el conocimiento de los hábitos alimenticios de los peces mediante sus interacciones tróficas aportan información básica y necesaria para comprender el rol ecológico que desempeñan dentro del ecosistema, permiten reconocer los diferentes grupos tróficos, la importancia de los niveles tróficos y las interrelaciones que existen entre los miembros de la comunidad (Wootton, 1998). Las especies coexistentes utilizan recursos comunes y pueden relacionarse por su afinidad en la utilización de dichos recursos para formar asociaciones que son resultado de la sobreposición trófica (Lehmann, 1999). Por otro lado, la biología reproductiva de una especie es la combinación de características morfológicas, fisiológicas y conductuales que

permiten obtener un número de descendientes óptimos y aptos bajo ciertas condiciones ambientales.

Existe poca información acerca de la composición, hábitos alimenticios y biología reproductiva de la ictiofauna de los ríos Córdoba y Gaira de la SNSM, sin embargo, cabe mencionar trabajos realizados por (Galvis, 1986) quien reporta la presencia de *Sicydium salvani* (Gobiidae) y *Agonostomus monticola* (Mugilidae) para el PNN Tayrona y señala la total ausencia de peces dulceacuícolas primarias (especies que no toleran bajos niveles de salinidad del agua). Igualmente, INDERENA-FEN (1996) mencionan que, en los ríos y arroyos de la SNSM, parece existir solo *Trichomycterus nigromaculatus* (Trychomictoridae) y para el PNN Tayrona mencionan a *Agonostomus monticola*. Ardila (1997) presenta una lista sobre los peces de la SNSM, producto del muestreo de 18 cuerpos de agua, entre ríos y quebradas, reportando 97 especies pertenecientes a 34 familias y 11 órdenes, sin embargo, este listado no diferencia entre ríos que desembocan directamente al mar Caribe y aquellos que forman parte de la cuenca del río Magdalena. Mojica (1999) reporta para la cuenca del río Ranchería la presencia 50 especies dulceacuícolas primarias. López y pulido (2002) reportan como ictiofauna de los ríos Córdoba y Frío, diez especies, pertenecientes a cinco órdenes, ocho familias y nueve géneros. Mojica *et al.* (2006) publican la lista compilada para la cuenca del río Ranchería, compuesta por 67 especies, 49 dulceacuícolas, 17 de origen marino que penetran las aguas dulces y una exótica introducida; agrupadas en 11 órdenes y 38 familias. Román-Valencia *et al.*, (2009) describen a *Hemibrycon santamartae* (Characiformes: characidae) como nueva especie, con distribución en el río Ranchería, Blanco (2014) reporta 20 especies para la parte baja de río Gaira, García-Álzate *et al.*, (2014), reportan a *Hemibrycon sierraensis* (Characiformes: characidae) como endémico para río Gaira, SNSM, y finalmente Villa-Navarro *et al.*, (2015) reporta 40 especies para las desembocaduras de los ríos de la vertiente norte.

En relación con la biología reproductiva cabe mencionar los trabajos realizados por Eslava y Díaz (2011) quienes investigan la reproducción de *Joturus pichardi* y *Agonostomus monticola* (Mugiliformes: Mugilidae) en ríos de la SNSM, y a López y Pulido (2002), al evaluar los hábitos alimenticios y la reproducción de la fauna íctica en los ríos Córdoba y frío de la SNSM.

Los ríos tropicales, como los de la SNSM presentan flujos normales de agua en la época de lluvias desempeñando un rol importante en la regulación de la dinámica de los hábitats y comunidades de peces (LowenMcConnell, 1975); Goulding *et al.*, (1988). En los ríos más pequeños, los peces dependen más del hábitat dentro del canal principal (a diferencia de los ríos con planicies de inundación) y de sus afluentes, debido a que es menos expansivo y poco conectado, Pusey *et al.*, (1995); Pusey y Kennard (1996) de tal manera que durante la temporada seca la oferta alimenticia esta disminuida para la mayoría de la ictiofauna (González y Vispo, 2004) y se encuentra una mayor cantidad de especies omnívoras (generalistas) con tendencias hacia la herbivoría, mientras que en época de lluvias abundan los herbívoros, Prieto *et al.*, (2015); Hahn *et al.*, (2002) o aumentan los insectívoros (Morales y García-Álzate, 2016). Por lo que las asociaciones que se pueden establecer en estos ambientes están sometidos a cambios en su estructura, como consecuencia del nivel del agua asociadas con el régimen pluvial (Bayley, 1996) siendo el principal factor determinante en la regulación de las comunidades de peces de ríos tropicales (Winemiller, 1996), hallándose la partición de nicho como una estrategia frecuente (Zaret y Rand, 1971).

Los peces al alimentarse de la mayoría de los recursos disponibles, se convierten en importantes depredadores de ecosistemas acuáticos (Vander Zanden y Vadeboncoeur, 2002), al ser organismos móviles, conectan a través de su alimento zonas bentónicas y pelágicas, Jeppesen *et al.*, (1997) y pueden provocar efectos de cascadas tróficas en niveles tróficos más bajos (Carpenter y Kitchel, 1993). De esta manera pueden provocar cambios en la dinámica energética y en los ciclos de nutrientes de forma directa o indirecta.

Por otro lado, la reproducción de los peces abarca una gran diversidad de estrategias como gonocorismo permanente y temporal (reproducción en especies cuyos individuos adultos se reproducen solo como machos o solo como hembras, pudiendo tener ovarios o testículos), hermafroditismo sincrónico o simultaneo, (son especies que al aparearse pueden alternarse como hembras o como machos incluso durante el mismo día), hermafroditismo secuencial protoginico (especies que inicialmente se comportan como hembras y que en un momento de su vida cambian a macho), y protandrico (especies que primero se comportan como machos y luego como

hembras), oviparidad (se reproducen por huevos que son expulsados al medio y la fecundación es externa), ovoviviparidad (la fecundación es interna y son retenidas por la madre hasta la eclosión) y viviparidad (paren sus crías ya como juveniles completamente formados), (Hoar, 1969).

Para que la reproducción tenga éxito es necesaria una sincronización entre las especies, y los factores medio ambientales (Baker, 1938). Esta sincronización permitirá que los individuos maduren simultáneamente y en el momento más idóneo para garantizar una mayor supervivencia de la prole. Esta sincronización de los individuos con los factores ambientales resulta de gran importancia en el ciclo reproductivo de los peces teleósteos, que presentan cambios cíclicos en sus niveles hormonales y viven en un medio que experimenta marcadas variaciones estacionales en factores tales como la luz, la temperatura, el oxígeno disuelto, la salinidad, y en la disponibilidad de nutrientes (Baker, 1938).

El ciclo reproductivo de la mayoría de las especies de teleósteos comprende una sucesión de estadios de diferente duración: gametogénesis, mantenimiento de la gónada, maduración final de los gametos, puesta y regresión gonadal.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de las recurrentes y largas temporadas de sequía de la región Caribe Colombiana, sobre la diversidad, hábitos alimenticios, y aspectos reproductivos de la ictiofauna de los ríos Gaira y Córdoba, SNSM.

P2.1.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar la composición, abundancia y diversidad de la ictiofauna de los ríos Gaira y Córdoba de la SNSM durante la temporada lluviosa y la temporada de sequía.
2. Relacionar la composición de la ictiofauna de los ríos Córdoba y Gaira SNSM con las características o estructura del hábitat y establecer posibles patrones durante las variaciones climáticas.
3. Describir la dieta general y algunos parámetros reproductivos de la ictiofauna de los ríos Gaira y Córdoba de la SNSM
4. Describir algunos parámetros reproductivos de la ictiofauna de los ríos Gaira y Córdoba de la SNSM

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó en los ríos Gaira (11°52'06" N, 74°11'07"O) y Córdoba (10°59'N, 74°14'O y 11°5'N, 73°59'O) (Figura 1) correspondientes a la vertiente noroccidental y suroriental de la SNSM, cuchilla San Lorenzo, departamento del Magdalena, Colombia. El río Gaira tiene un área de 10464.3 ha, y el curso corre en dirección de este a oeste, con una longitud de 32.53 km aproximadamente desde su nacimiento hasta su desembocadura en playa Salguero (área urbana del corregimiento de Gaira), mar Caribe Frayter *et al.*, (2000).

El río Córdoba tiene una longitud aproximada de 40. Km, nace al nororiente en la parte alta de la vertiente al sur de la Cuchilla de San Lorenzo y otra parte del cauce se origina en la Serranía de Nueva Granada, ambas en las estribaciones de la SNSM, a una altura de 2.200 msnm, y desemboca en el mar Caribe en la línea costera al norte de Punta Córdoba en el municipio de Ciénaga, el área hace parte de la Macrocuena Hidrográfica del Caribe de la SNSM (POMCA, 2013).

La cuenca de estos ríos presenta un régimen hidrológico unimodal (o monomodal), el cual comprende una época seca o de bajas precipitaciones que inicia en el mes de diciembre y se extiende hasta el mes de abril, seguida de una época de lluvias, desde mayo hasta noviembre. Las precipitaciones dentro del ciclo anual generalmente inician en mayo, luego se presenta un importante aumento continuo hasta el mes de junio, donde las lluvias se mantienen casi constantes hasta julio en la parte media y alta del macizo montañoso, lo cual se puede considerar como una “estabilidad pluviométrica”. En agosto continúa el aumento de las lluvias, y en septiembre se evidencian las mayores precipitaciones del ciclo anual, y un máximo de precipitación en octubre y noviembre como acontece en gran parte del norte del país (Tamaris-Turizo, 2018).

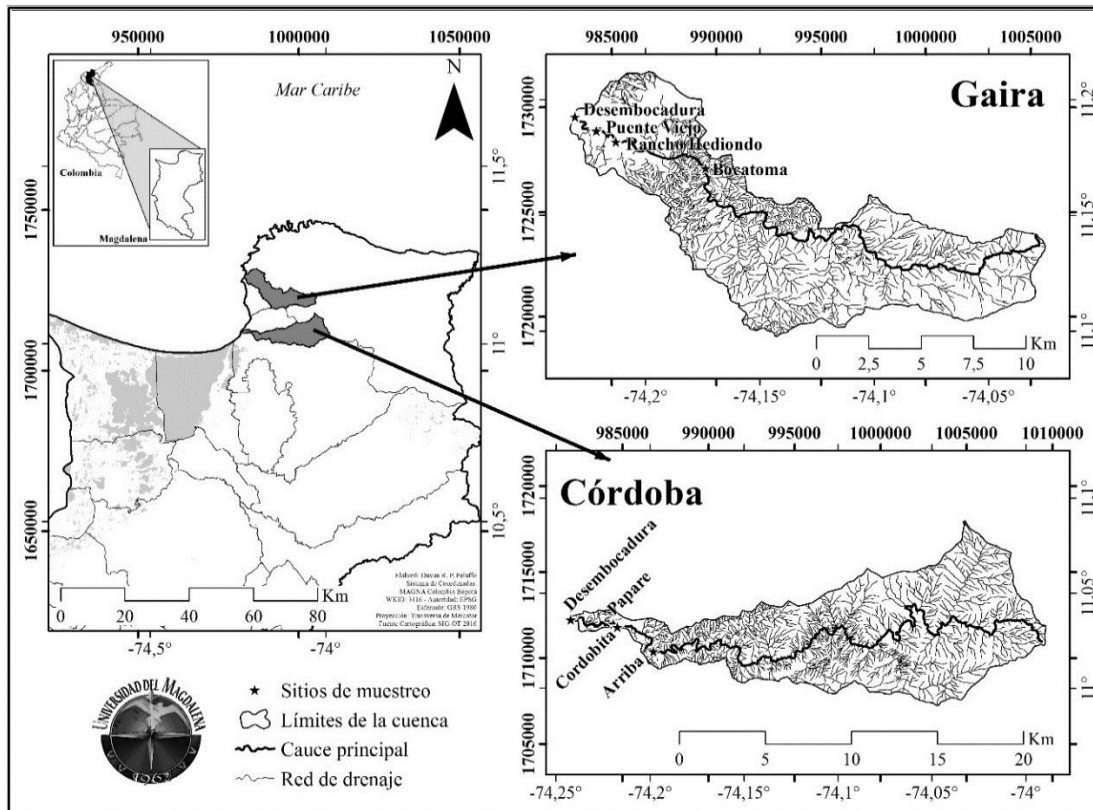


Figura 1. Área de estudio. Río Gaira y río Córdoba y los sitios de muestreo

3.2 Fase de Campo

Los muestreos se llevaron a cabo en época de lluvias (septiembre-noviembre de 2017), y en época seca (diciembre de 2017- abril de 2018) estos se realizaron entre las 7:00 y las 3:00 horas, efectuándose en hábitats como remansos y rápidos, y en diferentes sustratos como limo o fango, arena, grava (<3 cm), cantos rodados o guijarros (3-11 cm), piedras (11-25 cm), rocas (>26 cm) escombros (material de aspecto rocoso de origen antrópico), materia orgánica en descomposición y vegetación acuática. Adicionalmente, se tomaron datos de la vegetación en el cauce del río (cobertura de hierbas, arbustos, árboles o suelo desnudo) que se utilizó para caracterizar cada sector y para asociar las diferentes especies con los mismos.

Para recolectar los peces se usaron dos atarrayas de diferentes ojos de malla (1 y 2 cm de diámetro respectivamente), y una red de arrastre de 4m con ojo de malla de 1cm de diámetro. Los muestreos se realizaron en una longitud de unos 200 metros aproximadamente (río arriba y río abajo) y se recolectaron los peces capturados durante dos horas.

Posterior a las capturas se midieron algunos parámetros fisicoquímicos del agua como pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura con multiparámetro WTW, y también se midió el caudal. Para éste se estimó la profundidad media, largo y ancho del río con una cinta métrica, mientras que la velocidad de la corriente se midió por medio de la técnica del flotador. Los peces recolectados se depositaron en frascos con solución de formalina al 10% para transportarlos al laboratorio de Biología y Fisiología Animal de la Universidad del Magdalena.

3.3 Fase de laboratorio

Los peces preservados en formalina se pasaron a una solución de alcohol etanol del 70% y fueron identificados con claves de Dahl (1971) y Maldonado *et al.*, (2005) luego se pesaron en una balanza QC. PASS de 250 g (± 0.1 g).

4 Análisis estadísticos

4.1. Distribución de abundancia

Con base en la presencia y abundancia de cada especie en los sitios de muestreo, se estimó la frecuencia de aparición y se verificó su ajuste a los modelos teóricos de abundancia serie geométrica, serie log-normal y vara quebrada Macarthur (Magurran, 2004; Moreno, 2001) para determinar cuál de estos modelos explicó mejor la distribución de los datos, se utilizó la prueba de bondad de ajuste χ^2 .

4.2 Estructura y composición

Con el fin de conocer la relación entre los peces y las variables abióticas (sustrato, tipos de fondo, rápidos de corriente y remansos) se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con la ayuda del programa estadístico PastProgram® 3.0 Hammer *et al.*, (2001). Para cumplir con los supuestos de homogeneidad de varianzas, los datos para el ACP se ajustaron y transformaron a Log (x+1).

La representatividad del muestreo fue evaluada estimando el número de especies esperadas por medio de la curva de acumulación de especies, empleando los estimadores Chao 1, ACE y Cole mediante el programa EstimateS 9.0 (Colwell, 2013). Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma cómo las especies van apareciendo en las unidades de muestreo o de acuerdo con el incremento en el número de individuos, cuando esta es asintótica y los valores del conjunto de estimadores se comportan de forma similar presentando valores cercanos a los observados, indican una buena representatividad y, por lo tanto, un buen muestreo Villarreal *et al.*, (2004).

4.3 Diversidad alfa (α):

Fueron estimados los índices de riqueza (Margalef, 1958), dominancia (Simpson, 1949), diversidad de Shannon-Wiener (1964), propuestos en Magurran (1989).

4.4 Diversidad beta (β):

La similaridad de los sitios de muestreo, distribución espacial y el grado de asociación de las especies se obtuvieron con un dendrograma con base en los índices de similitud de Bray-Curtis con el paquete estadístico PastProgram® 3.0.

Para determinar si existía diferencia estadística significativa a nivel espacial en los índices de abundancia, riqueza y diversidad, se aplicó un ANOVA de un factor, cuando el análisis de la

varianza no era aplicable debido a incumplimientos de los supuestos del modelo, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para el contraste de k medianas.

5. Biología alimenticia

5.1. Extracción de los estómagos.

Para describir la dieta general y algunos parámetros reproductivos de la ictiofauna de los ríos Gaira y Córdoba de la SNSM se procedió así. Se utilizaron los animales de mayor tamaño (>100mm) a los cuales se les realizó disección recto-caudal y se le extrajeron todas las vísceras, luego se pesó el pez eviscerado. Siguiendo la metodología propuesta por Laevastu (1980) y Marrero (1994), una vez efectuada la disección de los peces se separaron el tubo digestivo, el hígado y las gónadas, las cuales se pesaron individualmente. Los estómagos y las gónadas se conservarlos en frascos con alcohol y agua a una proporción de 1:1 para su posterior análisis.

5.2 Estudio del contenido estomacal

5.2.1 Análisis cualitativo.

El contenido estomacal se colocó en una caja Petri y se examinó al estereoscopio (Nikon SMZ 745) y microscopio (Nikon eclipse E100) separando, identificando y enumerando el alimento o presas presentes. La identificación se efectuó hasta el nivel taxonómico permitido por el grado de digestión del alimento, agrupándose en presas, ítems o categorías, estas se pesaron en una balanza electrónica QC. PASS de 250 g (\pm 0.1 g) de capacidad. El material animal que estaba totalmente digerido se identificó por los fragmentos en lo posible.

5.2.2 Análisis Cuantitativos

Este análisis incluyó la utilización de los métodos de estudio CV (coeficiente de vacuidad) FA (frecuencia de parición), FO (Frecuencia de ocurrencia), FN (frecuencia numérica), y FG (frecuencia gravimétrica), para establecer los ítems alimenticios importantes en el contenido estomacal, según la presencia o aparición de ellos. Los métodos fueron aplicados individualmente en cada contenido estomacal.

5.2.3 Grado de Digestión.

El contenido estomacal se clasificó como fresco, medio digerido y digerido y se expresaron los valores como porcentaje (%) (Tresierra y Culquichicón, 1995).

5.2.3 Coeficiente de Vacuidad (CV).

El coeficiente de vacuidad (CV) se obtuvo con la técnica de Windell, (1971).

$CV = 100 * \text{No. estómagos vacíos} / \text{No. total de estómagos analizados} * 100$

5.2.4 Frecuencia de Aparición.

Este método sólo considera la presencia o ausencia de los organismos alimentarios. Para presencia el valor es 100 y para ausencia el valor es 0. (Windell, 1971); (Windell y Bowen, 1978).

$FA = 100 * \text{Aparición de presas del ítem A/N}^\circ \text{ total de estómagos con alimento.}$

$FO = 100 * \text{Ocurrencia de presas del ítem A/N}^\circ \text{ total de estómagos con alimento.}$

$FN = 100 * \text{No. de presas del ítem A/N}^\circ \text{ total de presas.}$

$FG = 100 * \text{Peso de las presas del ítem A/Peso de todas las presas.}$

Para establecer la importancia de cada presa en la composición de la dieta se estimó el índice de importancia relativa (IIR), modificado por Olaya-Nieto *et al.*, (2003). En este índice, la relación matemática es la siguiente:

$$IIR = F \cdot G / 100$$

En donde, IIR representa el Índice de Importancia Relativa, F es el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia y G es el porcentaje gravimétrico. Esta expresión es porcentual presentando un rango de 0 a 100, donde el rango evaluativo del 0 a 10% representa grupos tróficos de importancia relativa baja, de 10 a 40% grupos de importancia relativa secundaria y 40 a 100% grupos de importancia relativa alta (Windell, 1971).

6 RESULTADOS

Breve descripción de los sitios de muestreo

Río Córdoba

Sector 1. Corresponde a la desembocadura en donde la vegetación riparia está dominada por hierbas y unos pocos arbustos, el hábitat dominante es remansos sobre un sustrato caracterizado por limo o fango, arena, grava y material orgánico que está asociada a madre vieja.

Sector 2. Corresponde a Papare en donde la vegetación de la zona riparia está dominada principalmente por hierbas, arbustos y árboles. Un sitio con abundante plantación de banano y mango. El hábitat es principalmente de tipo remansos, pero con presencia de rápidos sobre un sustrato constituido por cantos rodados, arena, grava y piedras. En este sector se presenta extracción de arena, lo cual mantiene desestabilizado el sustrato.

Sector 3. Cordobita. Con vegetación dominada por hierbas, árboles, arbustos y sectores de suelo desnudo. Asociada al borde del cauce del río se encuentran plantaciones tecnificadas de banano. El nombre de este sector se relaciona con el nombre del caserío del mismo nombre. En este sector se encuentran los hábitats de remansos y rápidos casi en similares proporciones. El sustrato principal corresponde a cantos rodados, arena y grava, adicionalmente, se encuentran piedras, rocas y vegetación acuática en el cauce.

Sector 4. A este sector se le denominó arriba para hacer referencia a su ubicación altitudinal respecto a Cordobita. La vegetación dominante son arbustos y árboles que mantienen un sombrío en el cauce del río. El hábitat dominante corresponde a rápidos. Y en segundo lugar remansos, con sustratos de tipo rocas, piedras y grava, adicionalmente, se hallan cantos rodados, arena y plantas acuáticas.

Río Gaira

Sector 1. Corresponde a la desembocadura en donde la vegetación riparia está dominada por hierbas, arbustos de mangle y trupillo, el hábitat dominante es remansos sobre un sustrato caracterizado por limo o fango, arena y material orgánico que está asociada a madre vieja.

Sector 2. Puente viejo. La vegetación riparia está dominada principalmente por hierbas, arbustos y árboles. El hábitat es principalmente de tipo remansos, pero con presencia de rápidos sobre un sustrato constituido por arena y grava fina. En este sector hay una fuerte intervención antrópica, en varios sectores se presenta extracción de arena, lo cual mantiene desestabilizado el sustrato.

Sector 3. Rancho hediondo. La vegetación riparia de este sector está dominada por árboles de porte alto y mango que mantienen un sombrío en el cauce. En este sector se encuentran los hábitats de remansos y rápidos. El sustrato principal corresponde a cantos rodados, arena, grava, piedras, rocas y vegetación acuática en el cauce. En este sector persiste la intervención antrópica, existen muchos balnearios alrededor del margen del río

Sector 4. Bocatoma. Al igual que en rancho hediondo la vegetación dominante son arbustos, árboles y guaduas que mantienen un sombrío en el cauce del río. El hábitat dominante corresponde a rápidos, con sustratos de arena, grava, rocas, piedras; adicionalmente se hallan y plantas acuáticas y algas verdes.

6.1. Parámetros fisicoquímicos y características del hábitat.

Los valores de los parámetros fisicoquímicos en el río Gaira durante las temporadas lluviosa y seca no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para temperatura, pH, conductividad, oxígeno, caudal y ancho, ni entre la profundidad. Solo se halló diferencias entre velocidad de la corriente ($p < 0,05$).

Tabla 1. Parámetros y variables fisicoquímicas medidas en río Gaira

	Desembocadura		Puente viejo		Rancho Hediondo		Bocatoma	
	Lluviosa	Sequia	Lluviosa	Sequia	Lluviosa	Sequia	Lluviosa	Sequia
Temperatura (°C)	27,1	29,6	25,97	25,4	25,6	24,6	25,1	24,2
pH	6,67	6,9	6,60	6,9	7,07	7,2	7,07	7,3
Conductividad($\mu\text{S}/\text{cm}$)	127,00	135,4	113,20	110,2	109,0	80,2	102,7	85,3
Oxígeno (mg/L)	6,50	6,61	6,10	6,45	6,30	6,82	6,80	7,1
Velocidad (m/s)	0,55	0,753	0,51	0,7	0,49	0,70	0,45	0,70
Caudal($\text{cm}^3 \cdot \text{s}$)	4,25	4,65	3,42	4,46	3,25	3,82	1,30	3,29
Ancho(m)	30,60	27	10,40	9,6	18,00	15,1	16,00	14
Profundidad(cm)	105,00	100	90,00	70	60,00	45	81,00	60

Para el río Córdoba se halló una tendencia similar, sin embargo; no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, ni entre ancho, pero sí se halló diferencias entre pH, caudal, velocidad de la corriente y la profundidad ($p < 0,05$).

Tabla 2. Parámetros y variables fisicoquímicas medidas en río Córdoba

	Desembocadura		Papare		Cordobita		Arriba	
	Lluviosa	Sequia	Lluviosa	Sequia	Lluviosa	Sequia	Lluviosa	Sequia
Temperatura (°C)	26,7	27,5	26,2	25,3	26,1	24,3	25,1	24,5
pH	6,38	8,7	6,39	7,7	6,55	7,3	6,4	7,1
Oxígeno disuelto (mg/L)	6,11	5,8	6,45	5,6	6,55	6,6	6,82	6,8
Conductividad($\mu\text{S}/\text{cm}$)	128,37	106,7	100,5	123,4	102,47	90,5	103,72	94,3
Velocidad (m/s)	0,73	0,23	0,470	0,21	0,470	0,34	0,47	0,27
Caudal($\text{cm}^3 \cdot \text{s}$)	4,65	3,112	4,46	3,123	3,8	2,145	3,29	2,45
Ancho(m)	27	9,26	24	23,84	12,1	18,69	16	18,42
Profundidad(cm)	74	47,33	47	36,75	77	48,65	83	36,75

6.1.2 Representatividad del muestreo en río Córdoba. El número total de especies observadas, S Mean (runs), en río Córdoba para las épocas de lluvias y seca fue de 28, que correspondió al 95% del valor esperado según el estimador de riqueza Chao 1, y al 95,7% según los estimadores ACE y Cole; la curva de singletons mostró una tendencia a descender y los doubletons un comportamiento asintótico (Figura 2).

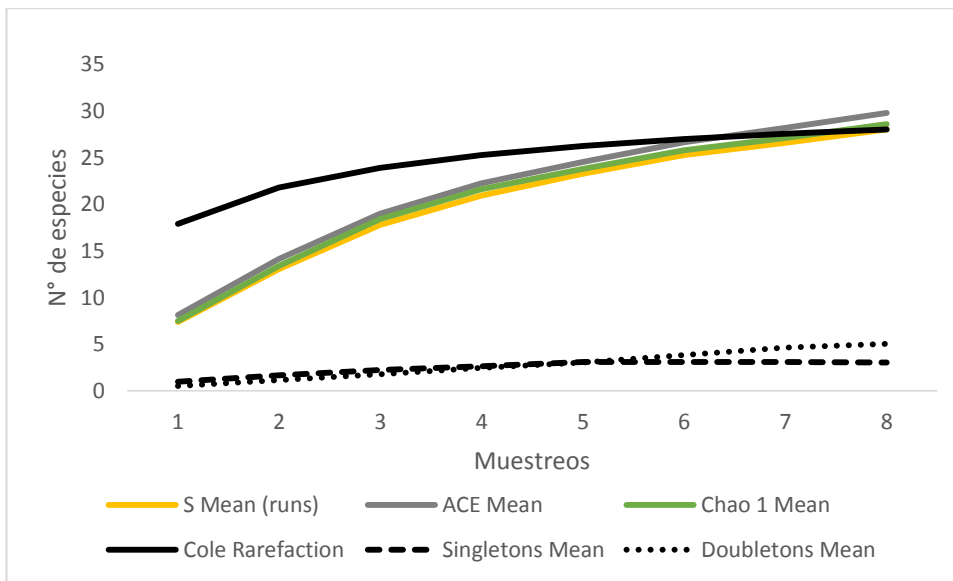


Figura 2. Curva de acumulación de especies mediante los estimadores Chao 1, Ace y Cole, río Córdoba.

6.1.3 Representatividad del muestreo en río Gaira. El número total de especies observadas, en río Gaira para las épocas de lluvias y de sequías fue de 19, que correspondió al 95% del valor esperado según el estimador de riqueza Chao 1, ACE y Cole; la curva de singletons mostró tendencia a descender y la doubletons un comportamiento asintótico.

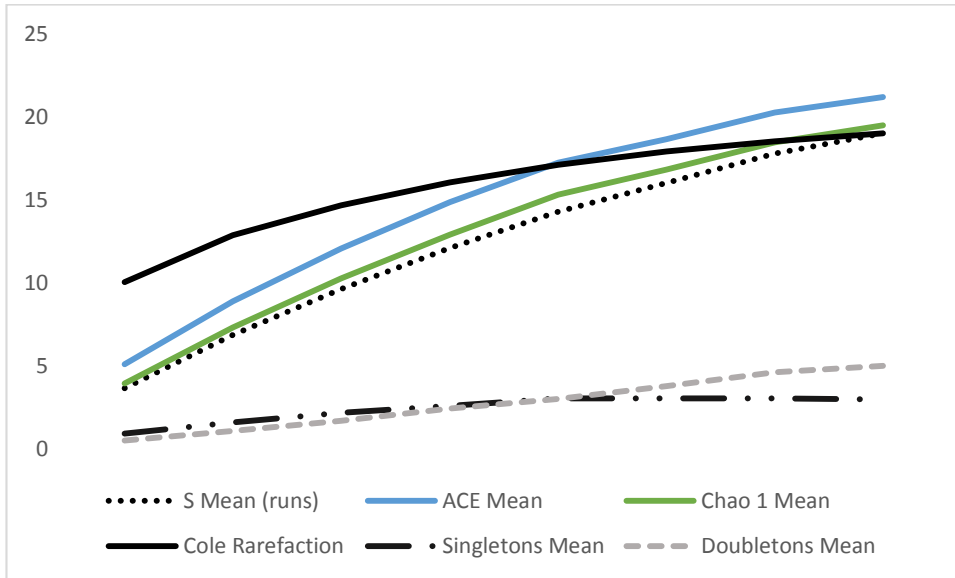


Figura 3. Curva de acumulación de especies mediante los estimadores Chao 1, ACE y Cole, río Gaira.

6.1.4 Estructura de la comunidad de peces

Se capturaron un total de 1491 individuos distribuidas en 10 órdenes, 16 familias, 26 géneros y 30 especies (Tablas 3 y 4). El orden Perciformes fue el más representativo en los dos ríos, seguido de Characiformes, Mugiliformes y Siluriformes.

En el río Gaira se capturaron 551 individuos (figura 4) 256 en época seca y 295 en época de lluvias, distribuidos en 6 órdenes, 11 familias, 17 géneros y 19 especies, de las cuales 6 (35,6%) especies son consideradas netamente de agua dulce, mientras que las 13 (64,4%) restantes son especies marinas que eventualmente ingresan a los cuerpos de agua costeros ubicándose a pocos metros, o hasta kilómetros de la desembocadura. Durante la época de lluvias se capturó la misma cantidad de órdenes y familias, pero solo 18 especies, y durante la temporada seca solo se capturaron 3 órdenes, 5 familias y 9 especies, sin embargo; una prueba para dos muestras de K-W no mostró diferencias significativas para el número de especies ($p > 0,64$), pero sí para el número de individuos (0,025). Además, se capturaron más especies marinas en época de lluvias (12

especies) que en época seca (6 especies). En río Córdoba se capturaron 940 individuos (figura 4), (247 en época de sequias y 693 en época de lluvias) distribuidas en 8 órdenes, 14 familias, 24 géneros y 28 especies (tabla 4). Al igual que en el río Gaira, la ictiofauna está conformada por especies de hábitat dulceacuícola y marino; sin embargo, 15 especies (53,6%) son consideradas de agua dulce y 13 son especies marinas (46,4%).

Tabla 2. Composición de la ictiofauna en la parte baja del río Gaira

Orden	Familia	Especie	Hábitat	Lluvias	Sequia
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Dulce	110	169
		<i>Hemibrycon jabonero</i> (Schultz, 1944)	Dulce	35	1
Perciformes	Cichlidae	<i>Andiniacara lattifrons</i> (Steindachner, 1878)	Dulce	18	10
		<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Dulce	2	0
		<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	Dulce	1	0
	Gobiidae	<i>Sicydium salvani</i> (Ogilvie-Grant, 1884)	Marino	17	0
		<i>Awaous banana</i> (Valenciennes, 1837)	Marino	21	5
	Eleotridae	<i>Eleotris amblyopsis</i> (Cope, 1871)	Marino	0	2
<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)		Marino	6	4	
<i>Dormitator maculatus</i> (Günther, 1859)		Marino	4	0	
Carangidae	<i>Caranx sp</i>	Marino	3	0	
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	Marino	4	0	
Heamulidae	<i>Pomadasys crocco</i> (Cuvier, 1830)	Marino	2	0	
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	Marino	15	8
		<i>Mugil incilis</i> (Hancock, 1830)	Marino	25	28
		<i>Agonostomus monticola</i> (Bancroft, 1834)	Marino	24	29
Cyprodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i> (Steindachner, 1880)	Dulce	3	0
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchova sp</i>	Marino	4	0
Elopiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> (Valenciennes, 1847)	Marino	1	0

Tabla 3. Composición de la ictiofauna de la parte baja del río Córdoba

Orden	Familia	Especie	Hábitat	Llvi as	Sequia
	Ctenolucidae	<i>Ctenolucius hujeta</i> (Valenciennes, 1850)	Dulce	0	2
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Dulce	167	28
		<i>Hemibrycon jabonero</i> (Schultz, 1944)	Dulce	115	6
		<i>Hemibrycon</i> sp	Dulce	0	8
		<i>Creagatus affinis</i> (Steindachner, 1880)	Dulce	56	46
		<i>Roeboides dayi</i> (Steindachner, 1878)	Dulce	12	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Andiniacara lattifrons</i> (Steindachner, 1878)	Dulce	41	7
		<i>Geophagus steindachneri</i> (Eigenmann y Hildebrand, 1922)	Dulce	81	0
		<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Dulce	2	0
		<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	Dulce	4	0
		<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	Dulce	4	1
	Gobidae	<i>Sicydium salvani</i> (Ogilvie-Grant, 1884)	Marino	21	11
		<i>Awaous banana</i> (Valenciennes, 1837)	Marino	8	2
	Eleotridae	<i>Eleotris amblyopsis</i> (Cope, 1871)	Marino	0	1
		<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	Marino	4	0
		<i>Dormitator maculatus</i> (Günther, 1859)	Marino	5	2
	Carangidae	<i>Caranx</i> sp	Marino	8	4
	Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	Marino	4	1
Heamulidae	<i>Pomadasys crocco</i> (Cuvier, 1830)	Marino	8	0	
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	Marino	0	48
		<i>Mugil incilis</i> (Hancock, 1830)	Marino	13	31
		<i>Agonostomus monticola</i> (Bancroft, 1834)	Marino	16	0
Siluriformes	Loracaridae	<i>Hypostomus</i> Sp	Dulce	2	0
		<i>Sturisoma panamensis</i> (Eigenmann y Eigenmann, 1889)	Dulce	112	39
Cyprodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i> (Steindachner, 1880)	Dulce	10	0
Plauronectoformes	Chiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	Marino	0	1
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus aequilabiatus</i> (Humboldt, 1805)	Dulce	0	8
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Micropphis brachyurus</i> (Bleeker, 1854)	Marino	0	1

Durante la época de lluvias se capturaron 5 órdenes, 10 familias y 21 especies, y durante la época seca se capturaron 7 órdenes, 12 familias y 19 especies. Es de resaltar la presencia de especies como *Ctenolucius hujeta*, *Creagatus affinis*, *Roboides dayi*, *Geophagus steindachneri*, *Caquetaia kraussii*, *Hipostomus sp*, *Sturisoma panamensis* y *Sternopygus aequilabiatus* que son típicas del río Magdalena (anexos). Una prueba pareada de K-W no mostró diferencias significativas entre el número de individuos ($p=0,1203$) ni entre el número de especies ($0,095$). Comparando el número de especies entre los dos ríos en las dos temporadas se encontró que no hay diferencias significativas entre el número de especies en época lluviosa ($p=0,203$), ni en época seca ($p=0,374$). No se halló diferencias significativas entre los sitios de muestreo del río Gaira en época de lluvias ($p=0,809$) ni en época seca ($p=0,731$). Para el río Córdoba tampoco se halló diferencias significativas entre los sectores en época seca ($p=0,406$) ni época de lluvias ($p=0,262$).

La frecuencia relativa de las especies (figura 5) presentó algunas variaciones entre los ríos y entre épocas. En el río Córdoba las cinco especies más frecuentes durante la época de lluvias fueron *A. fasciatus* (0,241), *H. jabonero* (0,166), *S.panamensis* (0,161), *G. steindachneri* (0,116) y *C. affinis* (0,081) que en total acumularon el 0,76% mientras que durante la época seca las cinco especies más frecuentes fueron *M curema* (0,194) *C. affinis* (0,186), *S. panamensis* (0,158), *A. fasciatus* (0,113) y *M. incilis* (0,125) que aportaron el 0,77% del total de las capturas.

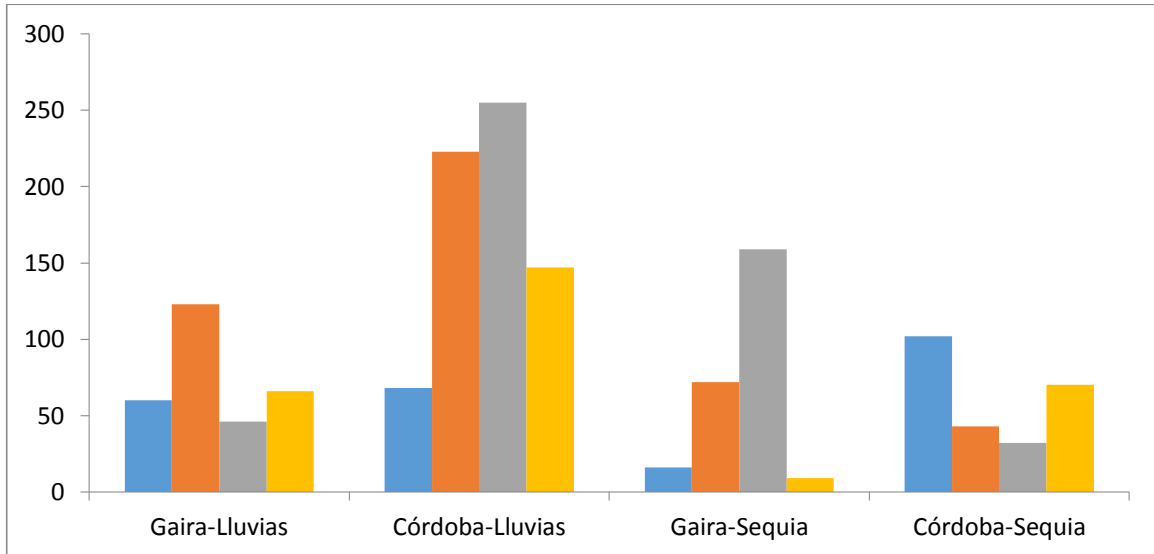


Figura 4. Abundancia de especies capturadas por época climática en río Córdoba y río Gaira

En el río Córdoba, *A. fasciatus* fue la especie más abundante en la época de lluvias y *M. curema* la más abundante época seca, no obstante, las especies *A. fasciatus*, *S. panamensis* y *C. affinis* estuvieron dentro de las cinco más abundantes en las dos temporadas.

En el río Gaira las cinco especies más abundantes en la época seca fueron *A. fasciatus* (0,661), *A. monticola* (0,113), *M. incilis* (0,109), *A. lattifrons* (0,039), y *M. curema* (0,031), fue la especie más abundante en las dos temporadas. Mientras que durante la época de lluvias las cinco especies más abundantes fueron *A. fasciatus* (0,372), *H. jabonero* (0,491), *Mugil incilis* (0,575), *A. monticola*(0,656) y *A. banana* (0,728).

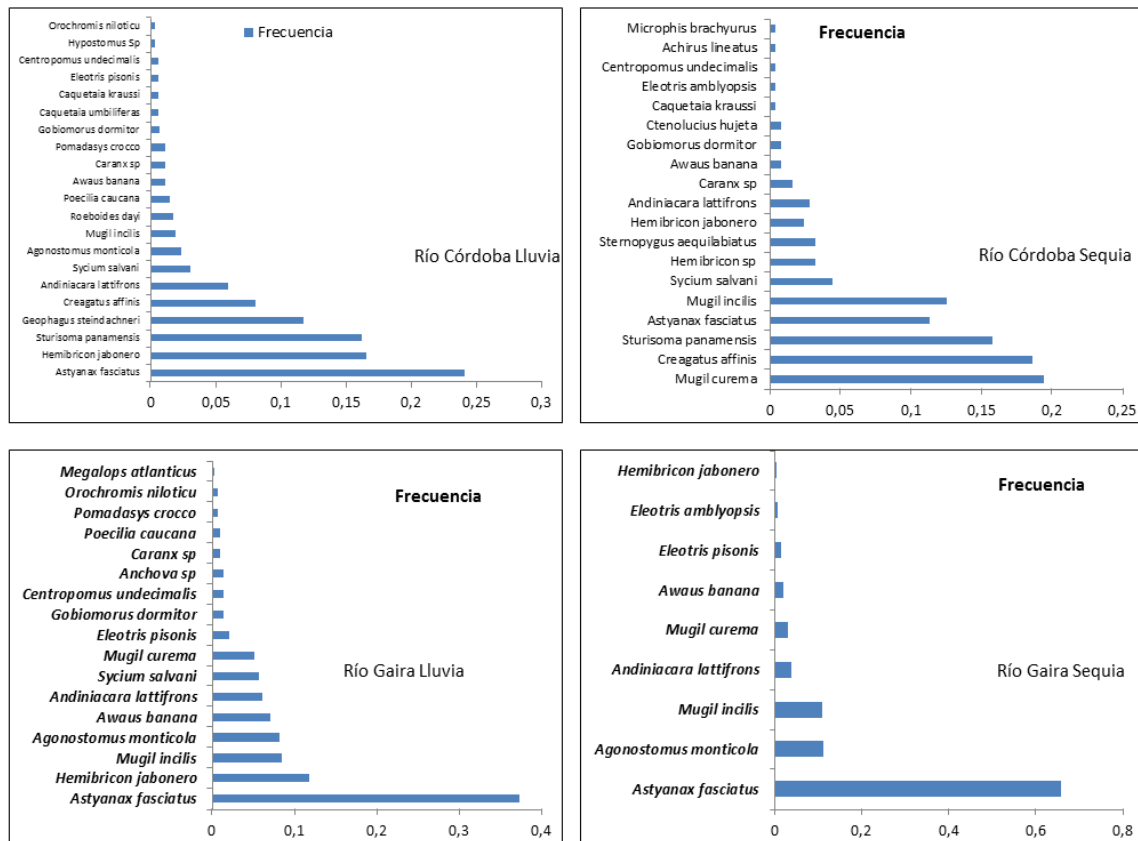


Figura 5. Frecuencia relativa de las especies por época climática en río Gaira y río Córdoba

La especie más abundante en todas las temporadas climáticas en los dos ríos fue *A. fasciatus* con un total de 474 individuos (31,8% de las capturas), de las cuales 279 se colectaron en el río Gaira, (18,73%) (figura 6) y 195 en el río Córdoba (13,27%), siendo Rancho Hediondo el que aportó la mayor cantidad con un total de 154 individuos y Papare con 126 individuos respectivamente. Las mayores capturas se realizaron en la época de lluvias con 277 individuos y 197 en la temporada seca.

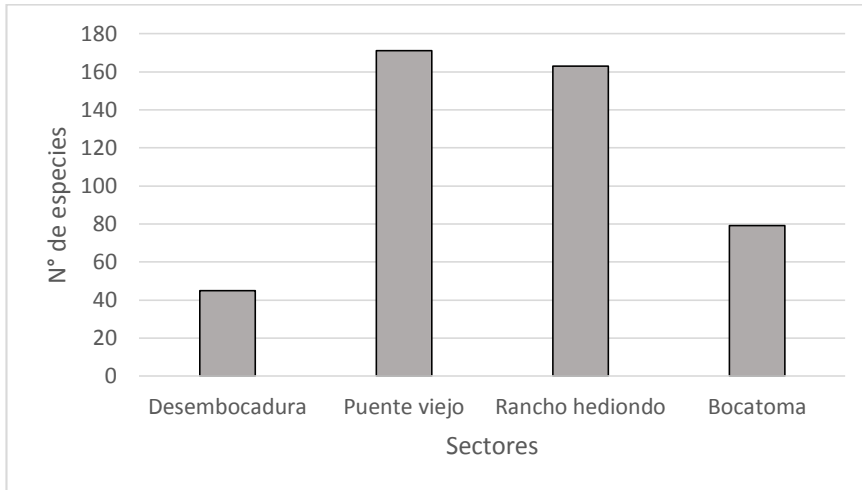


Figura 6. Abundancia de especies por sitios de muestreo en río Gaira

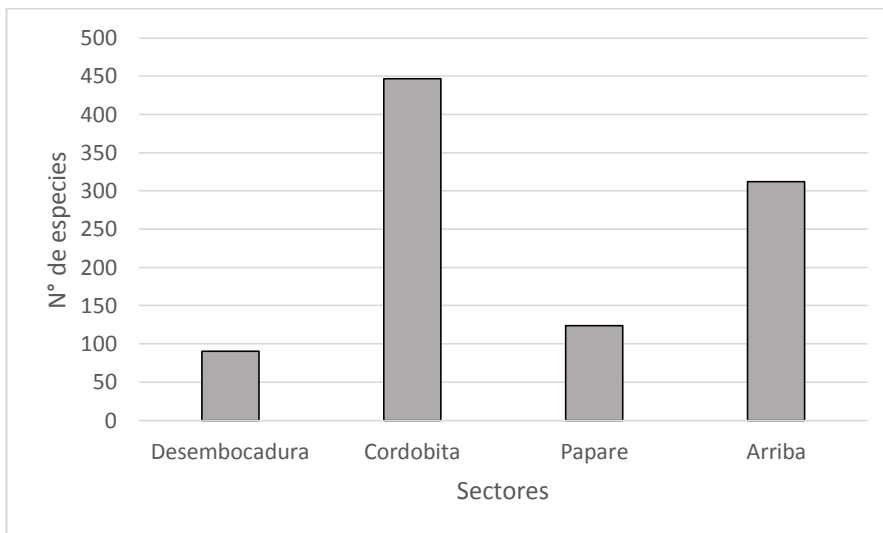


Figura 7. Abundancia de especies por sitio de muestreo en río Córdoba.

Le sigue *H.jabonero* con 157 individuos, correspondiendo al 10,53% del total de las capturas, dado principalmente por río Córdoba que contribuyó con 115 individuos en la época de lluvias. *S.panamensis* fue la tercera especie más abundante con 151 individuos, correspondiendo al 10,13% de las capturas concentradas en los sectores 2 (34 individuos) y 3 (78 individuos) durante la época de lluvias aportando 112 individuos. Con menores porcentajes aparecen *M. incilis* (6,51%), *G. steindachneri* (5,43%) y *A. attifrons* (5,09%), *M. curema* (4,76) y *A. monticola* (4,63%).

6.1.5. Modelos de abundancia. En río Córdoba, la desembocadura se ajustó al modelo log-norma (χ^2 : 1,504 P: 0,022), (Figura 8) mientras que Cordobita (χ^2 :24,11, P: 0,004), Papare (χ^2 :1,69, P:0,42) y el sector arriba (χ^2 : 18,8, P: 0,004) se ajustaron al modelo serie Geométrico.

En río Gaira la estructura de las comunidades de peces en términos de la abundancia, se ajustan al modelo de serie geométrico (figura 9) en los sectores desembocadura (χ^2 : 17,37 P: 0,003), puente viejo (χ^2 : 9,21- P:0,32), Rancho hediondo (χ^2 55,21-P: 2,9), y Bocatoma (χ^2 : 15,39, P:0,04)

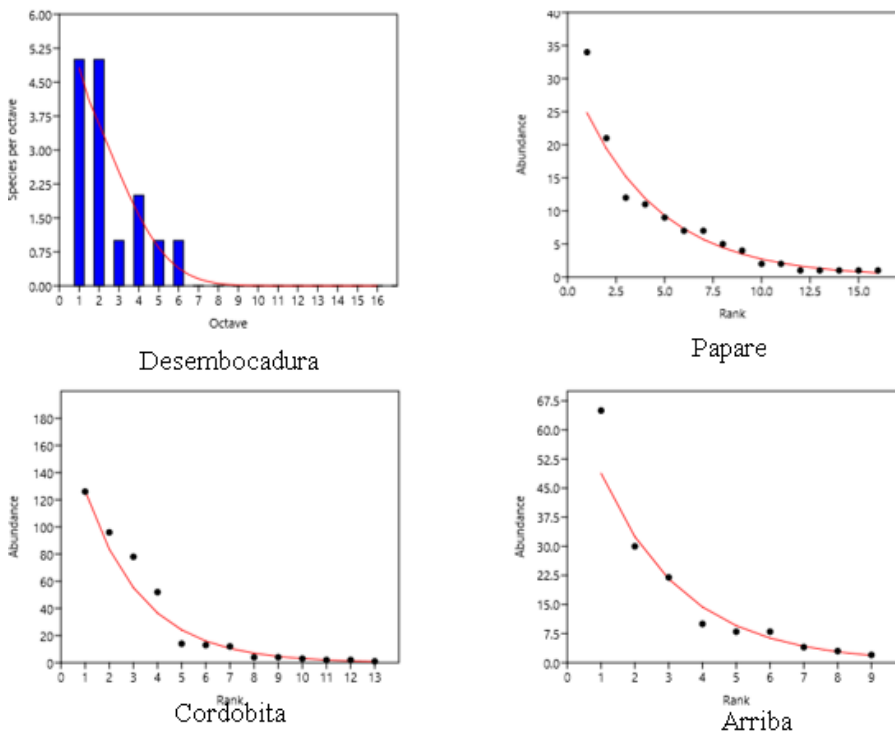


Figura 8. Modelos de distribución de las especies en los sectores de muestreo, río Córdoba

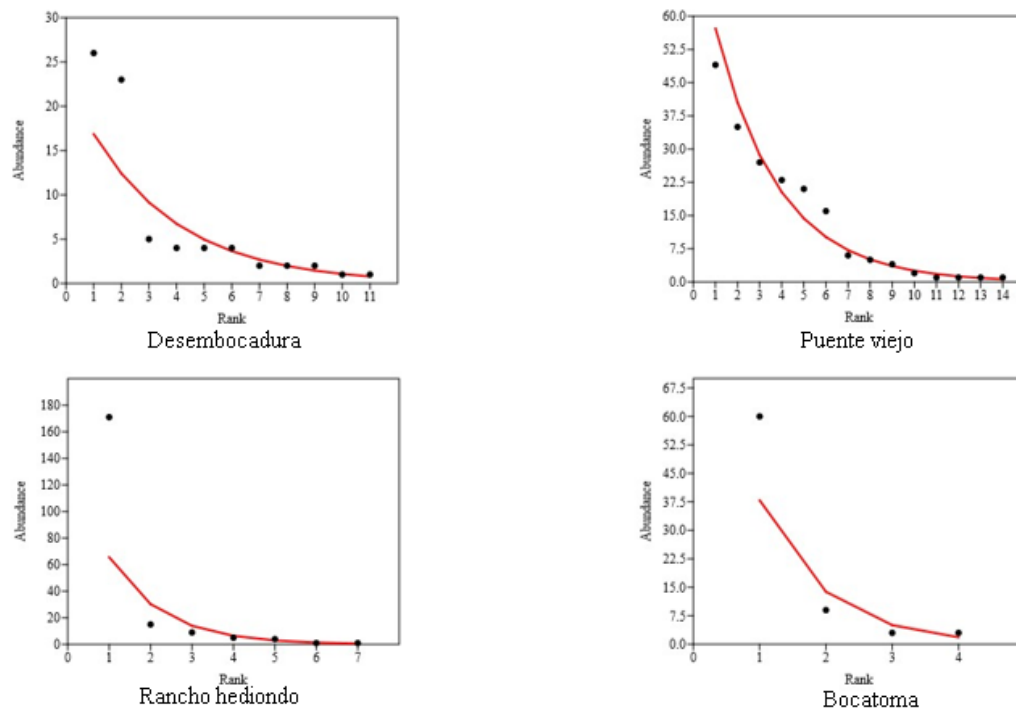


Figura 9. Modelos de distribución de abundancia de las especies capturadas en los sectores de muestreo, río Gaira

6.2. Estructura del río.

De acuerdo con el ACP para río Córdoba en época de lluvias el 97.67% de la varianza fue explicado por los dos primeros componentes (figura 10), el eje uno explicó el 88, 27% de la variabilidad, siendo remansos el componente de mayor importancia. En estos microhábitats fueron capturadas especies como *A. lattifrons*, *C. affinis*, *G. steindachneri*, *H. jabonero*, *A. fasciatus*, *M. curema*, *M. incilis*. El eje dos aportó el 9,40% de la variabilidad, siendo cantos rodados el de mayor importancia. Especies como *S. panamensis* y *S. salvani* se asociaron a estos hábitats.

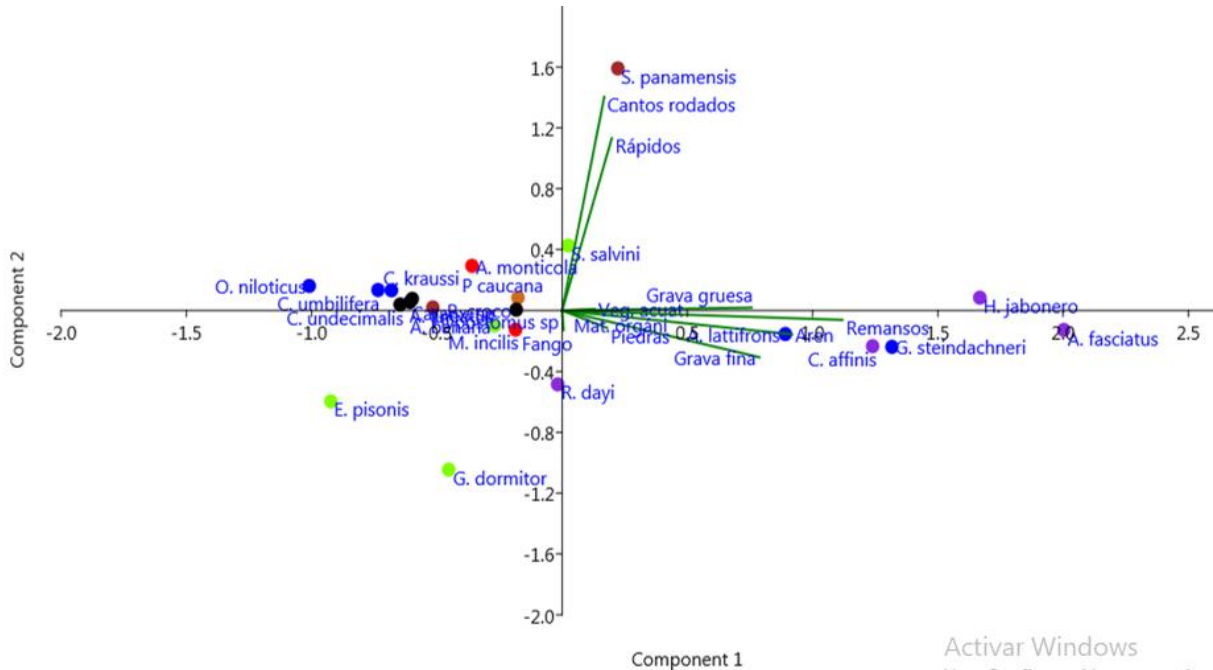


Figura 10. ACP entre las especies y el tipo de sustrato en época de lluvias, río Córdoba

De acuerdo con el ACP para río Córdoba en época de sequía el 95, 21% de la varianza fue explicado por los dos primeros componentes (figura11), el eje 1 explicó el 86,4% de la variabilidad, siendo grava gruesa, y rápidos los de mayor importancia. *S. panamensis* se capturó en estos microhábitats. Mientras el eje dos aportó el 8,81% de la variabilidad, siendo remansos el de mayor importancia. Especies como *A. lattifrons*, *A. fasciatus*, *C. affinis*, *M. curema*, *M. incilis* y *S. aquiliabiatatus*, se capturaron en estos microhábitats

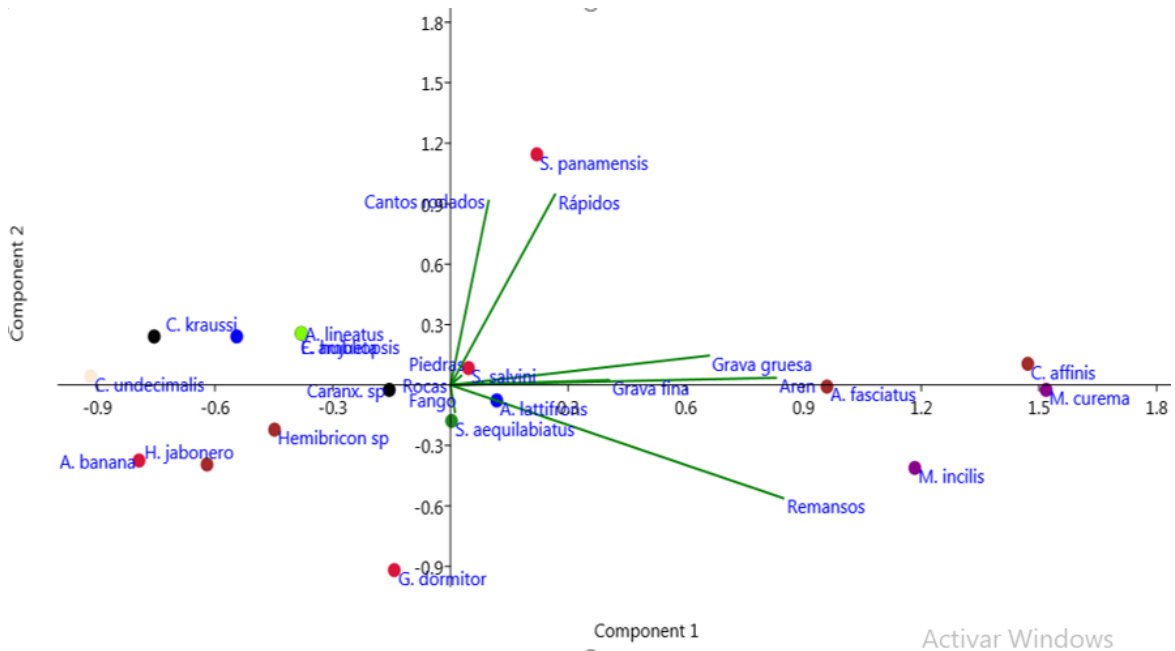


Figura 11. ACP entre las especies y el sustrato en época seca, río Córdoba

De acuerdo al ACP para río Gaira en época de lluvias, el 94,88% de la varianza lo explicaron cuatro componentes (figura 12), el eje uno explicó el 44,591 de la variación siendo, fango, arena, grava fina, grava gruesa, cantos rodados, escombros, materia orgánica, vegetación acuosa, rápidos y remansos los de mayor importancia. Capturándose *M. incilis*, *M. curema*, *A. latidrons*, *A. banana*, *Anchova sp*, *C. undecimalis* en estos hábitats. El eje dos aportó el 21,38% de la variación, siendo grava fina, grava gruesa, cantos rodados, piedras, escombros y rápidos los de mayor importancia.

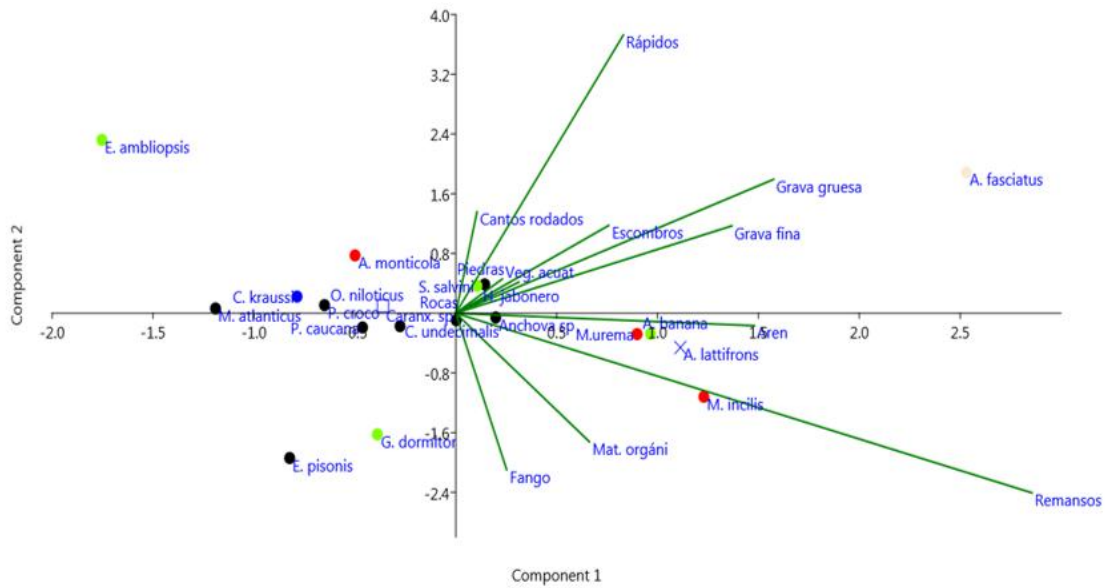


Figura 12. ACP entre las especies y el sustrato en época de lluvias en río Gaira

De acuerdo al ACP en época de sequía para río Gaira (figura 13) el 98,35% de la variabilidad fue explicado por los dos primeros componentes, el eje 1 aportó el 90,2% de la variabilidad, siendo arena, grava fina, grava gruesa, piedras, escombros y vegetación acuática las que presentaron mayor importancia. *A. fasciatus* presentó la mayor abundancia de las capturas en estos sitios. El eje dos explicó 8,33% de la variabilidad, siendo piedras, remansos y rápidos los de mayor importancia, especies como *A. latifrons* y *A. monticola* fueron capturadas en estos hábitats

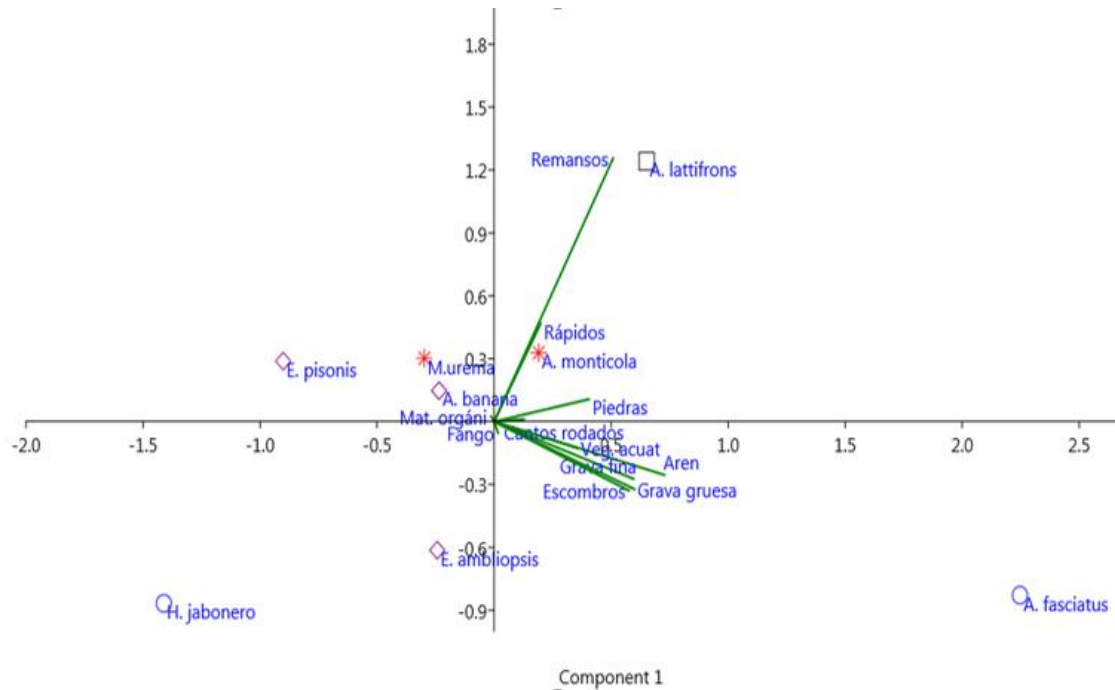


Figura 13. ACP entre las especies y el sustrato en época seca en río Gaira

6.2.1 Diversidad de la ictiofauna de los ríos Gaira y Córdoba, SNSM

Índices ecológicos: En términos generales, en época de lluvias Cordobita presentó la mayor riqueza específica con 17 taxones, seguido de la desembocadura con 11 taxones. De igual forma en época seca la desembocadura presentó la mayor riqueza específica 15 taxones, seguido de Cordobita con 6 taxones.

La diversidad para los sitios de muestreo fue de 1,91 en época de lluvias y 1,34 en época seca. Los mayores valores se registraron en la desembocadura (2,0 en lluvias y 1,73 en época seca), mientras el menor correspondió al sector 4 (1,6 en época de lluvias y 1,4 en época seca). De igual manera la riqueza de especies en los sitios de muestreo tuvo un valor de 2,5 los mayores valores se registraron en la desembocadura (3,12 en lluvias y 2,9 en sequia) y la más baja en el sector 4 (1,6 en lluvias y 1,4 en época seca). Además, se registraron valores bajos para el índice de Dominancia(D) (0,57 en lluvias y 0,31 en sequia) y Simpson (1-D) (0,68 y 0,55) en todos los sitios

de muestreo. Una muestra pareada de K-W no mostró diferencia estadística significativa entre la diversidad ($p= 0,24$) y riqueza ($p= 0,38$) en las dos épocas climáticas evaluadas.

En época de lluvias la mayor riqueza específica en río Gaira la presentaron la desembocadura y puente 13 taxones, y la más baja correspondió a la bocatoma (4 taxones). En época seca los mayores valores correspondieron a puente viejo (12 taxones) y desembocadura (11 taxones), y los menores a la bocatoma (3 taxones).

La diversidad (H') en río Gaira en época de lluvias fue de 1,55 y de 1,05 en época seca. Los mayores valores se registraron en la desembocadura (1,68 en época de lluvias y 1,55 en época seca) y los más bajos para el sector cuatro (0,64 en lluvias y 0,13 en época seca). Con respecto a la riqueza de especies por sitios de muestreo, los valores más altos correspondieron a la desembocadura (1,98 en época de lluvias y 1,16 en época seca) y los más bajos en la bocatoma (0,76 en época de lluvias y 0,39 en época seca). En relación con índice de Simpson (1-D) se registraron valores bajos en época de lluvias 0,65 y 0,5 en época seca, sin embargo, la desembocadura presentó los valores más altos (0,75 en época de lluvias y 0,73 en época seca), los mayores valores de dominancia (D) se registraron en Rancho hediondo (0,68 en época de lluvias y 0,95 en época seca). Una muestra pareada de K-W no mostró diferencia estadística significativa ($p > 0,05$) entre la diversidad y riqueza en las dos épocas climáticas evaluadas.

Diversidad Beta. El análisis de similaridad de Bray- Curtis basado en el índice de Shannon-Wiener para río Córdoba (Figura 14), definió dos grupos; el primero mostró una similitud del 0,97% entre las estaciones Papare y arriba. La segunda agrupación ocurrió entre las estaciones Cordobita y la desembocadura, con una similitud del 0,96%, no obstante, la similitud entre la agrupación uno y la agrupación dos es del 0,89%. De igual forma el índice de Margalef definió tres grupos; el grupo uno mostró una similitud del 0,96% entre Papare y Cordobita, la agrupación dos arrojó una similitud del 0,8% con la agrupación uno, y la similitud de la agrupación tres es del 0,7% con la agrupación dos y uno

Para río Gaira el análisis de similitud de Bray -Curtis basado en el índice Shannon-Wiener (figura 15) definió tres grupos; el grupo uno mostró una similitud del 0,95% entre los sectores puente viejo y la desembocadura, el grupo dos arrojó una similitud del 0,61% con el grupo uno, mientras la similitud del grupo tres fue del 0,53% en relacion al grupo uno y dos. En lo que respecta al índice de Margalef, se pudo observar un patrón similar, este índice definió tres grupos; el grupo uno mostro una similitud del 93% entre Puente viejo y la desembocadura, mientras la similitud entre éste con el grupo dos fue del 0,78%, y la similitud del grupo tres con el grupo dos y uno fue del 0,52%.

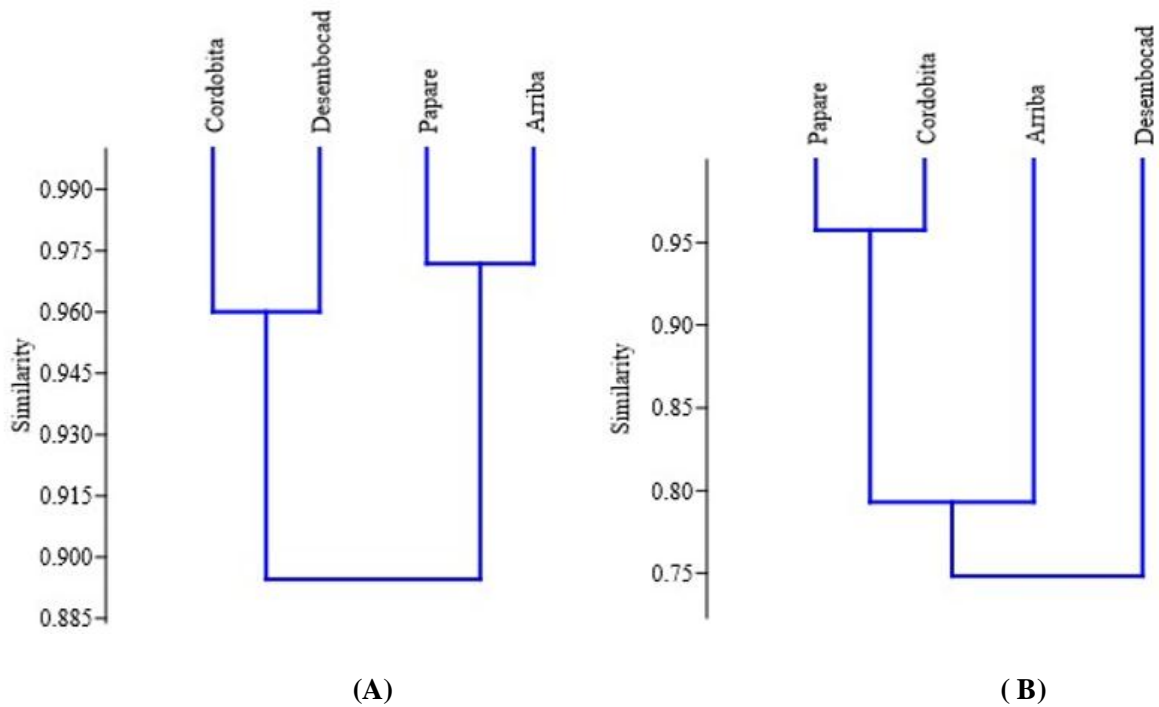


Figura 13. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis basado en la diversidad (A) y la riqueza de especies(B) de los sitios de muestreo en río Córdoba

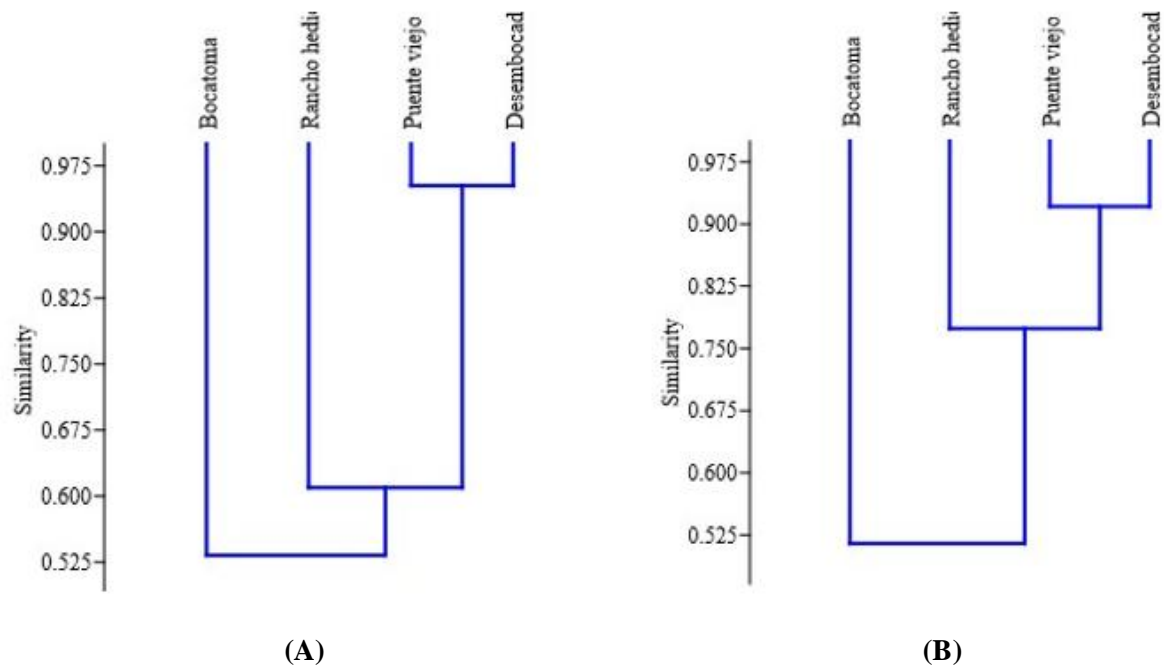


Figura 14. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis basado en la diversidad (A) y la riqueza (B) de especies en los sectores de muestreo, río Gaira

6.3 Hábitos alimenticios y descripción de gónadas de la ictiofauna presente en los ríos Córdoba y Gaira, SNSM

Se analizaron un total de 231 estómagos hallándose alimento en al menos 190 de ellos, identificándose un total de siete grupos alimenticios: Insectos (restos de insectos (*Himenópteros*, *Coleópteros*, *Hemípteros* y larvas de *Dípteros*), material vegetal (semillas, frutas, algas, hojas, tallos y restos de plantas), peces (larvas de peces en estado fresco, parcialmente digerido, restos de intestinos, agallas y escamas) crustáceos decápodos (*Palaemonides*, *Parastacoides*), y malacostráceos (*Amfipodos*), *Chiilopodos* (ciempiés terrestres), fitoplancton (*clorofitas*, *Bacilariofitas*) y detritus.

***Astyanx fasciatus*.** Esta especie presentó hábitos alimenticios omnívoros en período de lluvias, encontrándose material vegetal, algas, limo, escamas de peces, y restos de insectos alóctonos

(*Apidae, Vespidae, formicidae, Carambicidae*), mientras que en época de sequía es totalmente herbívora, dominando el consumo de algas filamentosas.

Awauos banana. mostró hábitos alimenticios tipo carnívoros, encontrándose restos de crustáceos y larvas de peces.

Agonostomus monticola. presentó hábitos alimenticios de tipo omnívoro con tendencia a la carnivoría, predominando el consumo de larvas de peces y crustáceos.

Andinoacara lattifrons. Según la composición de su dieta es omnívora dominando el consumo animal (restos de insectos, larvas de insectos, moluscos, *hirudunidae*, restos de peces y escamas de peces), mientras ítems de origen vegetal fueron escasos.

Caquetaia kraussii. De acuerdo a sus hábitos alimenticios es carnívora, predominando el consumo de peces (larvas de peces, restos de peces, crustáceos, larvas de diptera, insectos),

Geophagus steindachneri. Presentó hábitos alimenticios de tipo detritívoro, encontrándose larvas de díptera, pequeños anélidos y *hirudunidae* asociados a este.

Dormitator maculatus. De acuerdo a su alimentación esta especie es carnívora, predominando el consumo de larvas de peces (*S. salvani* y *G. maculatus*).

5.3.1. Coeficiente de vacuidad y grado de digestión

En las tablas cinco y seis, se presentan los resultados obtenidos para el coeficiente de vacuidad y el grado de digestión de las diferentes especies capturadas en río Córdoba y río Gaira respectivamente. En río Córdoba las especies *Mugil curema*, *Mugil incilis*, y *Geophagus steindachneri*, el grado de digestión fue estado fresco 100%, parcialmente digerido en *A. monticola* 60% y en *A. fasciatus* 75%, y parcialmente digerido en *A. lattifrons*, *C. hujeta* y *C. kraussii*, y totalmente digerido en *A. banana*, *E. pisonis* y *D. maculatus*. en el resto de las especies se presentaron estómagos vacíos.

Tabla 4. Coeficientes de vacuidad y grado de digestión de las especies capturadas en río Córdoba

Especies	Estómagos analizados	Coeficiente de Vacuidad(%)	Grado de digestión%		
			Fresco	P.digerido	Digerido
<i>Astyanax fasciatus</i>	40	22,5	0	75	25
<i>A. monticola</i>	10	70	25	60	15
<i>D. maculatus</i>	4	75	0	0	100
<i>E. pisionis</i>	3	0	0	0	100
<i>Mugil incilis</i>	25	100	100	0	0
<i>Mugil curema</i>	10	100	100	0	0
<i>O. niloticus</i>	2	50	0	50	50
<i>A.lattifrons</i>	5	66,6	0	100	0
<i>G. steindachneri</i>	16	25	100	0	0
<i>T.hujeta</i>	2	100	0	100	0
<i>C. kraussi</i>	5	60	0	100	0
<i>A. banana</i>	8	0	0	0	100

En río Gaira las especies *Mugil curema* y *Mugil incilis*, el grado de digestión fue estado fresco 100%. Parcialmente digerido en *A. monticola* 60%, *A. fasciatus* 75%, *A. lattifrons* 100%, *P. crocco*, *E. pisionis* 100%, *A. banana* 100%, y *D. maculatus* 100%. *M. atlanticus* y *C. undecimalis* presentaron los estómagos vacíos.

Tabla 5. Coeficiente de vacuidad y grado de digestión de las especies en río Gaira

Especies	Estómagos analizados	Coeficiente de Vacuidad(%)	Grado de digestión%		
			Fresco	P.digerido	Digerido
<i>Astyanax fasciatus</i>	20	25	0	75	25
<i>A. monticola</i>	16	62,5	25	60	15
<i>D. maculatus</i>	8	37,5	0	25	75
<i>E. pisionis</i>	3	33,3	0	100	0
<i>Mugil incilis</i>	20	100	100	0	0
<i>Mugil curema</i>	10	100	100	0	0
<i>O. niloticus</i>	2	50	0	50	50
<i>A. latifrons</i>	5	66,6	0	100	0
<i>Megalops atlanticus</i>	1	0	0	0	100
<i>P. crocco</i>	1	100	0	100	0
<i>C. undecimalis</i>	2	0	0	0	100
<i>A.banana</i>	8	87,5	0	15	85

6.3.1.2 Frecuencia de aparición.

De acuerdo al contenido estomacal encontrado en las diferentes especies capturadas, estos se dividieron en tres grupos, peces omnívoros, herbívoros y carnívoros. En el grupo de los peces herbívoros, fitoplancton y detritus fue encontrado en el 100% de los estómagos analizados. En el grupo de los peces carnívoros el ítem larvas de peces está presente en un 95% de los estómagos revisados, seguido de restos de peces, agallas, tripas y escamas con el 5%. En el grupo de los omnívoros, restos de insectos, y material vegetal se presentaron al 100%.

Tabla 6. Frecuencia de aparición, río Córdoba y río Gaira

Especies / ITEMS	Fitoplancton		Detritus		Material vegetal	
	Córdoba	Gaira	Córdoba	Gaira	Córdoba	Gaira
Mugil incilis	100	100	100	100	0	0
Mugil curema	100	100	100	100	0	0
G. steindachneri	0	0	100	100	0	0
<i>O. niloticus</i>	0	0	0	100	0	100

En el río Córdoba, *A. monticola*, *A. fasciatus*, *A. latifrons*, presentaron el mayor espectro trófico, ya que consumieron cerca del 60% de los ítems hallados en todas las muestras, mientras que *C. hujueta* mostró hábito alimenticio carnívoro.

En el río Gaira se encontró el mismo patrón en cuanto al espectro trófico de las especies *A. monticola*, *A. fasciatus*, *A. latifrons*, mientras que *E. pisonis*, *P. crocco* mostraron hábitos alimenticios de carnívoros, el resto de las especies se encontraron de tres (*C. kraussii*) o dos ítems alimenticios. *G. dormitor* también presentó hábito alimenticio de carnívoro, pero consumió tanto larvas como peces grandes y restos de peces(intestinos).

6.3.1.2 Frecuencia numérica y gravimétrica

En río Córdoba (Anexo 1) y río Gaira (Anexo 1A) en el grupo de los peces carnívoros el ítem peces y restos de peces fue el que presentó mayor valor numérico y gravimétrico. Mientras que en omnívoros como en *A. monticola*, larvas de peces presenta los mayores valores numéricos y gravimétricos, seguido de artrópodos. Y en *Astyanax fasciatus*, material vegetal presentó los mayores valores numéricos y gravimétricos, seguido de restos de insectos.

Tabla 7. Frecuencia de aparición de los grupos alimenticios en especies omnívoras y carnívoras, río Córdoba. I (insectos), RI (restos de insectos), LI (larvas de insectos) LP (larvas de peces), RP (restos de peces) C (crustáceos), Q (quilópodos), MV (material vegetal).

Especies/items	Frecuencia de aparición							
	I	R.I	LI	LP	RP	C	Q	MV
<i>A. monticola</i>	0	0	0	100	0	30,76	7,69	38,46
<i>A.fasciatus</i>	4,54	95,45	0	0	2,5	0	0	100
<i>C .hujeta</i>	0	0	0	0	100	0	0	0
<i>A.lattifrons</i>	0	20	0	50	100	10	0	0
<i>C.kraussii</i>	0	0	20	60	0	20	0	0
<i>C.umbilifera</i>	0	0	33,33	100	100	33,33	0	0
<i>G. steindachneri</i>	0	0	8,33	0	0	16,66	0	0

Tabla 8. Frecuencia de aparición de los grupos alimenticios n especies omnívoras y carnívoras, río Gaira. I (insectos), RI (restos de insectos), LI (larvas de insectos) LP (larvas de peces), RP (restos de peces) C (crustáceos), MV (material vegetal).

Especies/ITEMS	Frecuencia de aparición						
	I	RI	LI	LP	RP	C	MV
<i>A. monticola</i>	15,38	0	0	100	0	30,7692	38,461
<i>A.fasciatus</i>	4,54	95,45	0	0	2,5	0	100
<i>D. maculatus</i>	0	0	0	83,33	33,33	0	0
<i>P. crocco</i>	0	0	0	100	0	100	0
<i>A.lattifrons</i>	0	20	0	50	100	10	0
<i>K. craussii</i>	0	0	20	60	0	20	
<i>A.banana</i>	0	0	0	0	33,33	33,33	0
<i>E. pisionis</i>	0	0	0	100	0	0	0

6.3.1.3 índice de importancia relativa (IR)

En omnívoros como *A. monticola* el ítem peces presentó una importancia relativa alta, seguido de crustáceos con importancia relativa secundaria, y material vegetal con índice de frecuencia relativa baja, sin embargo *A. fasciatus* presenta índice de frecuencia relativa alta el ítem materia vegetal. En el grupo de los carnívoros, el consumo de peces tiene una importancia relativa baja en *Andinoacara lattifrons*, *A. banana*, *C. hujeta* y *G. maculatus* aunque en este último el ítem resto de peces presenta una importancia relativa media. No obstante, especies como *E. pisionis* y *P. crocco* y *K. umbilifera*, el consumo de peces presenta una importancia relativa secundaria, mientras que en *C. kraussi* el ítem peces y restos de peces presentan una importancia relativa alta. El dendograma de similitud de Bray-Curtis (Figura 16), muestra una similitud del 100% entre especies herbívoras como *M. incilis*, *M. curema* y *G. steindachneri*, como también entre carnívoras como *C. hujeta*, *C. undecimalis* y *P. crocco*.

Tabla 10. Índice de importancia Relativa de los ítems consumidos. I (insectos), RI (restos de insectos), LI (larvas de insectos) LP (larvas de peces), RP (restos de peces) C (crustáceos), Q (quilópodos), MV (material vegetal).

Especies/item	I	RI	LP	RP	C	Q	MV
<i>A. monticola</i>	5,12	0	100	0	19,881	3,12	9,92
<i>A. fasciatus</i>	0,307	1,58	0	0,102	0	0	100
<i>A. lattifrons</i>	0	0	8,95	0,3	0	0	0
<i>A. banana</i>	0	0	0,091	0	0,089	0	0
<i>K. craussi</i>	0	0	53,84	66,66	0	0	0
<i>K. umbilifera</i>	0	0	12,5	0,416	0	0	0
<i>G. steindachneri</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. maculatus</i>	0	0	3,33	33,33	0	0	0
<i>E. pisionis</i>	0	0	33,33		0	0	0
<i>Ct. hujeta</i>	0	0	0	4	0	0	0
<i>P. crocco</i>	0	0	38,82	0	26,47	0	0

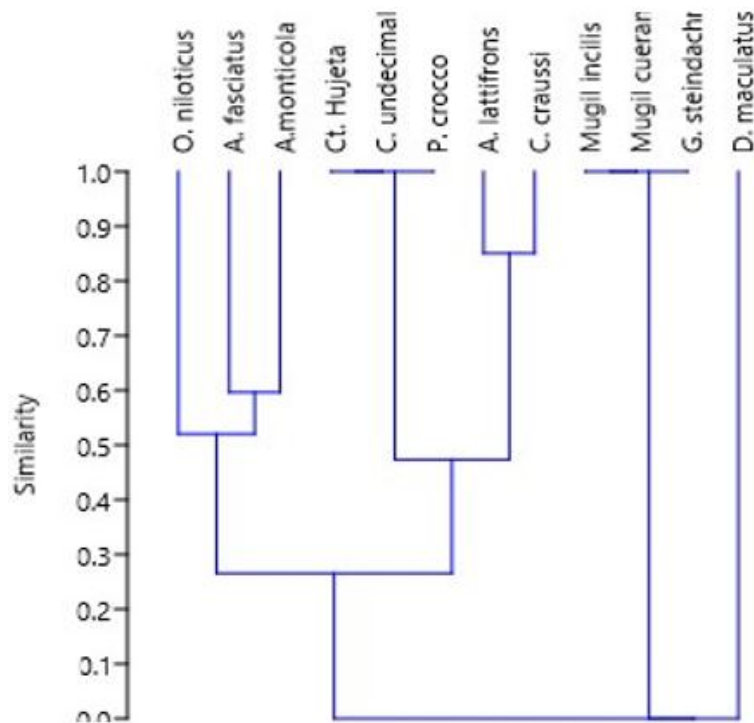


Figura 15. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis basado en las presas consumidas.

6.4. ASPECTOS REPRODUCTIVOS

6.4.1. Descripción de las gónadas

Sturisoma panamensis

Las hembras de *Sturisoma panamensis* poseen dos ovarios globulares y saculares, asimétricos cuando maduros, siendo el ovario izquierdo más grande. Son órganos libres ventro-caudales que se unen en un oviducto corto que termina en un poro genital detrás del ano. Varían en volumen y color a lo largo del ciclo de desarrollo, desde alargados y translúcidos al inicio de la maduración y hasta globosos y amarillo intenso cuando maduros.

Astyanax fasciatus

Los ovarios de *A. fasciatus* son órganos pares alargados y fusiformes ubicados en la cavidad celómica ventralmente a los riñones, dorsalmente al tubo digestivo y unidos a la vejiga natatoria por el mesovario y el mesorquio, respectivamente. Tanto los ovarios como los testículos se unen

caudalmente para formar los conductos ováricos y espermáticos comunes que se abren en la papila urogenital.

Sternopygus aequilabiatus

En la mayoría de los peces teléosteos el poro urogenital se ubica en la región posterior del pez, mientras que oviductos y gónadas quedan ubicados por delante del mismo. En cambio, los peces del orden Gymnotiformes presentan divergencias en relación a los patrones tradicionales en la disposición de las gónadas, *Sternopygus aequilabiatus* presenta la disposición típica gonadal inversa de los *Gymnotiformes*, donde el poro urogenital se ubica en la parte ventral anterior debajo de la cabeza, lo que hace inferir un desarrollo de gónadas hacia la parte posterior del pez, e inmediatamente posterior al ano. La gónada se extiende desde la parte anterior hacia la posterior, ocupando gran parte de la cavidad celomática, esta es asimétrica, presentando variación en longitud y peso, la ubicada en la región izquierda con relación a la derecha, se observan los ovocitos maduros y vasos sanguíneos.

Geophagus steindachneri

Los ovarios son órganos pares en forma de sacos alargados y sujetos a la cavidad abdominal por un pliegue peritoneal llamado mesovarium, que también recubre al ovario en la forma de delicada membrana (Parker y Haswell, 1991), así como de tejido vascular y nervioso que se extiende dentro del ovario desde la capa de tejido conectivo densa (túnica albugínea), justo bajo el epitelio germinal.

6.4.1.1 Índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS)

Los índices gonadosomático y hepatosomático de *G. steindachneri* se calcularon a partir de 10 ovarios con intervalos de pesos de $1,11 \pm 0,30$ (Tabla 11), hallándose diferencias entre los valores de estos índices (figura 17). De igual forma para *A. fasciatus* estos índices se calcularon a partir de 20 ovarios a intervalos de pesos de $14,66 \pm 8,40$ g. Y para *S. panamensis* se calcularon a partir de 15 ovarios con intervalos de $1,56 \pm 0,47$ g. Los valores medios del índice gonadosomático

presentaron variaciones en cada muestreo. Los altos registros se presentaron durante los períodos de mayor nivel de las aguas. Además, se observó una relación inversa entre el Índice gonadosomático (IGS) con respecto al hepatosomático (IHS) en todas las tres especies, la madurez sexual indicó clara relación con los rangos de IGS.

Tabla 9. Índice gonadosomático de las especies evaluadas. WG (peso de la gónada), WT (peso del pez), IGS (índice gonadosomático)

Especies	WG(g)	WT	IGS
<i>A. fasciatus</i>	3,87± 1,84	29,98± 10,87	14,66±8,40
<i>G. steindachneri</i>	1,11± 0,30	69,84±27,65	1,92±1,095
<i>S. panamensis</i>	1,56±0,47	36,47±29,82	9,037±7,93

Tabla 10. Índice hepatosomático de las especies evaluadas. WH (peso del hígado), WT (peso del pez), IHS (Índice gonadosomático)

Especies	WH(g)	WT	IHS
<i>G. steindachneri</i>	0,31±0,07	64,07±23,1	0,62±0,45
<i>A. fasciatus</i>	0,14±0,15	28,15±5,61	0,81±0,75
<i>S. panamensis</i>	0,001±0,0003	26,91±13,56	0,009±0,004

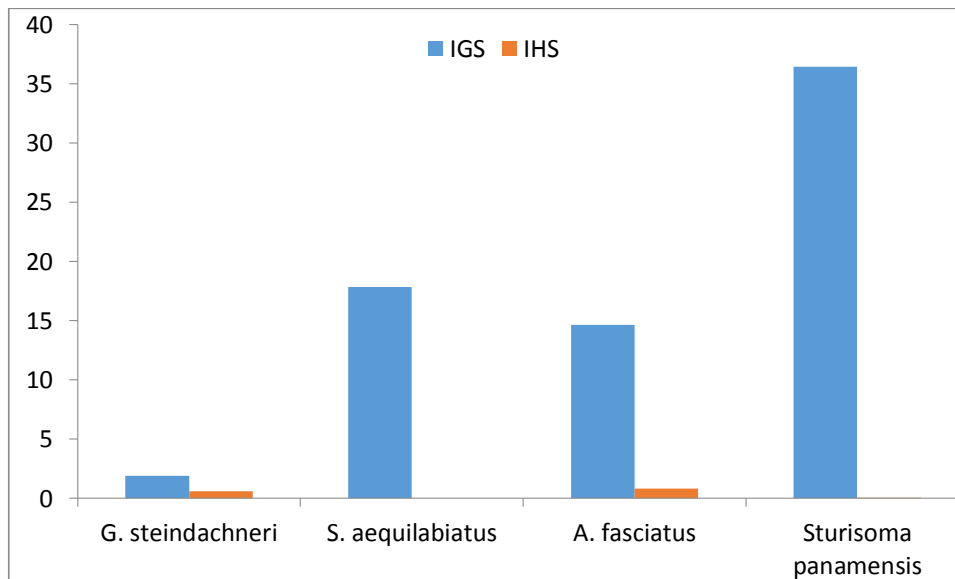


Figura 16. Relación índice gonadosomático-hepatosomático

7. DISCUSIÓN

Durante el estudio se reportó un total de 30 especies (28 en río Córdoba y 19 en río Gaira) distribuidas en 11 órdenes y 17 familias, de las 95 especies, 13 órdenes y 33 familias presentes en ríos de la SNSM (Prosierra, 1998). Siendo el orden *Perciformes* con el 53 % de la abundancia de las capturas el más representativo para los dos ríos estudiados. Resultados que concuerdan con los obtenidos por López y Pulido (2002) en río Córdoba y río frío, y por Blanco-Libreros *et al.*, (2015) en ríos y arroyos de la sierra Nevada de Santa Marta. Sin embargo; el ensamblaje de la ictiofauna en la parte baja de los ríos Gaira y Córdoba, en relación con su riqueza y composición corresponde al patrón reportado para el neotrópico, siendo Characiformes el orden con mayor riqueza específica (Lowe-McConnell, 1987). Patrón que coincide con la comunidad íctica para el valle medio del río Magdalena, Mojica *et al.*, (2006) para río Anchique (López-Delgado, 2013), para río Opia y Venadillo en Tolima (Navarro-Villa, 2014) para el arroyo Yabotí en la provincia de Misiones Argentina, Flores *et al.*, (2015), para los lagos Yahuaraca en la Amazonia Colombiana (Prieto *et al.*, 2015), y para río Aguaytía en el departamento de Ucayali en Perú, Quezada-García *et al.*, (2017), lo anterior se le podría atribuir a la gran diversidad morfológica de sus especies como lo son; forma del cuerpo, estructura de la mandíbula, número y disposición de los dientes, vejiga natatoria dividida en dos y conectada con el tubo digestivo, permitiéndoles habitar y sobrevivir en ambientes muy variados, con corrientes lentas, rápidas en quebradas y ríos, así como también en cuerpos de agua muy tranquilos y con abundante vegetación riparia. (Buckup, 2004). Las familias *Characidae* y *Ciclididae* presentaron el mayor número de organismos en los muestreos realizados, esto posiblemente se deba a que estas sean las familias más diversas dentro de sus órdenes, (Maldonado-Ocampo, 2008), indicando una adaptabilidad y especialización a los hábitats ofertados por los ríos. Con relación al número de organismos. La especie más abundante en río Córdoba y río Gaira fue *A. fasciatus*, lo que podría atribuirse a su reproducción continua a lo largo del año, manteniéndose elevado el número de individuos de la población, Mora *et al.*, (1997); (Castro-Roa, 2006).

2. Influencia del hábitat sobre la comunidad íctica de los ríos Gaira y Córdoba

Para río Gaira y río Córdoba el modelo de distribución de abundancia que mejor explicó la distribución de los organismos fue el de serie geométrica, en el cual unas pocas especies son muy

abundantes y las restantes son prácticamente raras, característico de comunidades con un bajo número de especies (riqueza específica baja) y con algún grado de intervención, McGill *et al.*, (2007); (Hil y Hamer, 2001). McGill *et al.*, (2007) comentan que los modelos de distribución de abundancia incorporan información sobre la riqueza, la distribución y en algunas ocasiones el número de especies no observadas en una comunidad. Además, son una herramienta para describir la estructura de una comunidad y pueden ser indicadores de disturbio (Hill y Hamer, 1998). Este hecho podría atribuirse a la fuerte intervención antrópica en el sector puente viejo, y en la bocatoma en río Gaira. En el primero se observó un alto grado de contaminación; al margen del río son arrojados desechos, desperdicios y aguas residuales, además en este sector se extrae arena para su comercio en la ciudad de Santa Marta, y en el municipio de Gaira, modificando la estructura del ecosistema del sitio, y en el segundo se extrae agua para el consumo de la población del propio municipio. En río Córdoba se observó un patrón similar en los sectores Papre y Cordobita. En el primer sector se extrae arena para su comercialización en el municipio de Ciénega, modificando la dinámica y estructura del ecosistema del sitio, mientras que en el segundo se hacen desviaciones a la corriente para riegos de las plantaciones de banano de fincas aledañas al río.

En este estudio las variables abióticas que le dieron identidad a los ríos Córdoba y Gaira fueron ancho del río y profundidad. Para lo anterior, Angermeier y Kar (1993); Zaret y Rand (1971) comentan que las características estructurales del río, como ancho, velocidad, profundidad, depredación, competencia, y parámetros fisicoquímicos son fundamentales a la hora de analizar los resultados en cuanto a composición de especies por estación, ya que los mismos pueden dar evidencia del porqué de las especies colectadas en esa estación y en esa época climática, Maldonado-Ocampo *et al.*, (2005). El ancho del río se relaciona directamente con el caudal, así a mayor caudal el ancho del río es mayor (Pont y Herisse, 2004) hecho que se corrobora en la desembocadura de los ríos Gaira y Córdoba. Así mismo, la riqueza local, la composición y el ensamblaje de peces tienden a incrementarse de forma directa con el ancho y volumen en los cuerpos de agua, Martínez y Fisher (1998), lo cual fue consecuente con lo encontrado en este trabajo, con una riqueza específica alta en la desembocadura. Además del ancho, la profundidad fue una de las características físicas que influyó de forma significativa en la distribución de algunas especies, en la desembocadura y el sector dos de los ríos Gaira y Córdoba se presentaron las zonas

más profundas. En río Gaira *M. curema*, *M. incilis*, *O. niloticus*, *A. laticlans*, y *A. fasciatus*, fueron capturadas en este sector y en Puente viejo. Al igual que en río Córdoba, *M. incilis* y *M. curema*, fueron capturadas en la desembocadura, *G. steindachneri* y *A. fasciatus* en Papare, siendo estos los sitios que presentaron mayor profundidad. Se podría relacionar la existencia de estas especies con la presencia de material vegetal, fondos arenosos y lodosos, y una oferta alimenticia basada en detritos e insectos de origen alóctono (Castro-Roa, 2006; Briñez-Vásquez, 2004). En estos sitios el oxígeno disuelto presentó los valores más bajos, lo cual podría estar relacionado al bajo caudal y la presencia de abundante materia orgánica (Castro-Roa, 2006).

Los mayores valores en diversidad y riqueza de especies fueron hallados en los sectores uno y dos, y los de menor valor en el sector cuatro, tanto en río Gaira como en río Córdoba, para lo cual Oliveira *et al.*, (2010) sostiene que el gradiente de diversidad y abundancia que se registra en un río a lo largo del curso, constituye una segregación efectiva de diversas comunidades de peces, en los cuales inciden factores físicos como la velocidad, temperatura, caudal, pendientes y barreras geográficas, por lo que la ictiofauna de estos sistemas fluviales tiende a presentar cambios en sus patrones espaciales de distribución y uso del hábitat, debido a variaciones temporales asociadas a la precipitación, reproducción y/o búsqueda de alimento. Además, Toepfer *et al.*,(1998) argumentan que los cambios que suceden en la estructura de las comunidades de peces en un río se producen siguiendo un gradiente longitudinal desde su nacimiento hasta su desembocadura, observándose un aumento de la riqueza de las especies a medida que se desciende en el río, lo anterior se relacionaría con una mayor oferta alimenticia, microhábitats (arena, hojarasca, lodo y vegetación riparia), lo que sugiere más refugios para las especies, facilitando posiblemente la colonización de un mayor número de ellas (Cala, 2001), presencia de depredadores o a especializaciones tróficas de tipo inter e intra-específicas, Machado-Allison *et al.*,(2000). Mientras que la elevada pendiente y rapidez del curso se relaciona negativamente con la presencia de peces en ríos de alta montaña actuando a manera de barrera geográfica, lo cual puede seleccionar e impedir la distribución y diversidad de la ictiofauna (Prosierra, 1998).

Aunque uno de los objetivos de este trabajo era establecer posibles patrones en la composición y la estructura de la ictiofauna durante las variaciones climáticas. Los resultados indicaron que, a pesar de no haber diferencias estadísticas en la composición de especies entre ambas estaciones, es importante reconocer que varias especies tienen patrones de migración como parte de su ciclo de vida. Se ha determinado que la estacionalidad afecta ciertas especies, pero no afecta la composición de las comunidades de peces. Mathews (1998) indicó que los patrones de comportamiento que incluyen movimientos diarios o por estación o migraciones a largas distancias representan un comportamiento natural “autoecológico” que no es influenciado por otras especies de peces. Estas migraciones obligatorias incluyen movimientos longitudinales de elevaciones altas a bajas, de bajas a altas y también peces marinos que entran y salen del agua dulce. Algunas especies de peces marinos dependen del agua dulce para completar sus ciclos de vida y por lo tanto son factores importantes para la ecología de los ríos. También cabe destacar que no todas las migraciones están relacionadas a la reproducción, ya que algunas especies migran en busca de mejores nichos.

3. Biología alimenticia y reproductiva de la ictiofauna de los ríos Gaira y Córdoba.

Los estómagos vacíos de *M. atlanticus*, *G. dormitator*, *E. pisionis* y *A. monticola*, se relacionarían con la regurgitación, siendo esta utilizada como una estrategia de defensa y escape, principalmente por peces carnívoros, Ruiz *et al.*, (2001). Aunque los estómagos vacíos de *A. monticola* podrían asociarse con el tipo de migración (catodroma) que la especie presenta, los juveniles y adultos habitan ríos en los cuales se alimentan, aumentan de peso e inician la maduración sexual, para posteriormente dirigirse al mar para reproducirse durante la época de lluvias (Torres-Navarro y Lyons, 1999).

La presencia de ítems de origen alóctono en los estómagos analizados, entre los que destacan frutos, semillas, e insectos demuestran la importancia de la vegetación riparia para los ríos cortos de alta montaña, en este tipo de ríos las aguas son claras y transparentes, pobres en nutrientes y de baja conductividad, presentan temperaturas bajas y la producción primaria es muy baja o nula Dajoz,(2002) dependiendo los consumidores del material alóctono que cae de los árboles o que es arrastrado por las lluvias (Roldan, 1992).

Awaous banana. Lasso *et al.*, (2011) reportaron resultados similares a los obtenidos en este trabajo, predominando los insectos y crustáceos, lo anterior podría relacionarse con la hilera de dientes canónicos en el maxilar encontrados en este trabajo en peces de mayor tamaño, característica de depredadores. Sin embargo, Debrot, (2003), Morales y García-Álzate, (2016), reportan una dieta herbívora con predominio de microalgas bentónicas, de comportamiento raspador y ramoneador. Ángel y Ojeda, (2001), manifiestan que la caracterización trófica de un conjunto de peces en una localidad determinada está establecida por la disponibilidad de la presa y la complejidad estructural del hábitat donde se encuentren. Los resultados anteriores indicarían que es una especie de alta plasticidad alimentaria, ya que puede hacer uso de los distintos alimentos presentes en los diferentes ecosistemas en los que habita.

Agonostomus monticola. Cotta-Ribeiro, (2007), Torres-Navarro y Lyons, (1999), indican que esta especie presenta una dieta de tipo omnívora. Además, Morales y García-Álzate, (2016) reportan diferencias estadísticas significativas de los ítems alimenticios con respecto a épocas de lluvias y de sequías, el componente vegetal estuvo presente en los dos periodos, pero con menor frecuencia e importancia que los insectos, siendo estos los de mayor consumo en época de sequía, mostrando una mayor preferencia por estas presas los juveniles, cambiando su preferencia hacia la herbívora a medida que crecían.

Andinoacara lattifrons. Olaya-Nieto, (2005) concluye que *A. lattifrons* presenta hábitos omnívoros con tendencia a consumir material vegetal, restos de peces (escamas, espinas, aletas), insectos y restos de insectos. Por otro lado, Morales y García-Álzate, (2016) reportan que *A. lattifrons* es omnívora con tendencia a insectívora, dominando el consumo animal (insectos, moluscos, crustáceos, restos de peces), mientras que Soca y García, (2005) reportan que puede utilizar diferentes recursos (peces, crustáceos, insectos).

Caquetaia kraussi. Gálvis *et al.* (1997) la describen como una especie carnívora, voraz que se alimenta de peces e invertebrados bentónicos, Maldonado- Ocampo *et al.*, (2005).

Geophagus steindachneri. Lazzaro, (1991), la clasifica como omnívora, con cambios ontogénicos a medida que la especie crece, los ejemplares de menos de 40 mm comen principalmente larvas de *Chironomidae*, mientras que los especímenes de más de 40 mm tienen una dieta más diversificada que incluye plancton, detritus y bentos, coincidiendo con lo hallado por De Moraes *et al.*, (2003) en el congénere *Geophagus brasiliensis* en una laguna del río Tibagi, estado Paraná, Brasil, donde el consumo de insecto predomina sobre fragmentos vegetales, algas y sedimentos, sin embargo; Gutiérrez-Moreno *et al.*, (2011), en un estudio sobre la cuenca media y baja del río Cesar, definen la especie como carnívora.

D. maculatus. Sterba, (1962) en Nordlie, (1981) la describe como carnívora, difiriendo con lo hallado en Nordlie (1981) al reportar el material vegetal (raíces de jacintos y algas) como consumo de preferencia, resultados que coinciden con los de Gámez-Barrera, (2011), pero contrarios a los hallados por Winemiller and Ponwith, (1998), quienes reportan la especie como detritívora. Los anteriores resultados podrían relacionarse con la disponibilidad del alimento en los diferentes cuerpos de agua que la especie habita.

Astyanx fasciatus. Gámez-Barrera, (2011), Castellanos, (2004), Maldonado -Ocampo *et al.*, (2005), Galvis *et al.*, (1997) describen a la especie como omnívora, que consume restos de plantas, fitoplancton e invertebrados, mezclados con partículas de limo, pero no reportan variaciones espacio-temporales en su dieta.

Ctenolucius hujeta Galvis *et al.*, (1997) reportan a la especie como carnívora, resultados similares fueron reportados por Dahl, (1971).

Aspectos reproductivos

Sternopygus aequilabiatus

Barbieri y Barbieri (1985) reportan que, entre septiembre de 2003 y febrero de 2004, se realizaron las mayores capturas de hembras maduras (estado IV) de una población de *Gymnotus carapo* en

la Represa do Lobo, Brasil, relacionándose las frecuencias relativas de los ovarios maduros y el desove con las lluvias. Cognato e Fialho (2006), reporta resultados similares para *Gymnotus aff. carapo*, en un estudio sobre la biología reproductiva de esta especie en la laguna verde, sul do Brasil, indicando que la especie presentó un ciclo reproductivo estacional y largo entre noviembre de 2003 y marzo de 2004. Por otro lado, Giora (2008) en un análisis comparativo de caracteres reproductivos del género *Brachyhypopomus* en el río grande do Sul, Brasil, señala que el período reproductivo de la especie es duradero, iniciando en octubre y terminando en febrero, siendo octubre el mes donde se presentó el valor más alto del IGS. De igual forma Iwaszkiw *et al.*, (2016), estudian la biología reproductiva de *Gymnotus marorum*, en la Laguna Blanca, Parque Nacional Río Pilcomayo, Formosa, Argentina, mostrando que el período reproductivo de la especie se extiende desde septiembre hasta febrero, lo cual se evidenció por la presencia de individuos desovados (etapa VI) desde comienzos de primavera hasta el inicio del otoño.

Siguiendo el mismo patrón Winemiller y Taphorn (1989) observaron que la población de *Gymnotus. carapo* de Venezuela también tiene un ciclo reproductivo largo a pesar de la gran diferencia de latitud y precipitación entre los sitios de muestra, lo anterior podría indicar que *Sternopygus aequilabiatu*s presenta el mismo patrón reproductivo duradero de miembros del orden Sternogyformes al encontrarse un individuo en el mes de diciembre.

Sturisoma panamensis

El período reproductivo para especies de Loricaridos ha sido comúnmente determinado a través del cálculo de la relación gonadosomática, García-Álzate *et al.*, (2012). Los mayores valores del IGS se relacionan con la mayor frecuencia del estadio maduro para los meses de aumento de lluvias (Wakida–Kusunoki y Amador, 2011), coincidiendo con lo hallado en este trabajo para *S.panamensis*, al observarse un aumento de gónadas maduras, y mayor valor del IGS en los meses de lluvias. Hallazgos similares fueron reportados por Barbieri (1994) quien determinó con base en las variaciones mensuales del IGS y el factor de condición k, el período de desove en *Rineloricaria latirostris Boulenger*, y también con lo obtenido por Mazzoni y Caramaschi (1997) quienes a partir de las observaciones estacionales en el IGS de *Hypostomus luetkeni* lograron demostrar que su período reproductivo es prologado y el desove inicia desde septiembre hasta

febrero. Sin embargo, Araujo *et al.*, (1998) reportan que el desove de *Loricariichthys spixii* ocurre de agosto a noviembre. Y, por último, estudios realizados en una población de hembras de *Trichomycterus cordubense*, se obtuvieron los máximos valores del IGS desde octubre hasta febrero, disminuyéndose en marzo y los valores mínimos se alcanzaron para Junio/Julio, por lo tanto, la variación del IGS hace sugerir que el crecimiento gonadal en esta población inicia en septiembre y continua hasta enero/febrero, cuando la mayoría de los organismos han desovado, Marraro *et al.*, (2005).

A. fasciatus

La morfología macroscópica de los ovarios, el período reproductivo prolongado y el desove fraccionario de *A. fasciatus* en este estudio son similares a trabajos realizados en otros characiformes. Andrade *et al.*, (2001) reportan resultados similares en un estudio sobre *Bryconops affinis*, y Hojo *et al.*, (2003), hacen lo mismo al estudiar la biología reproductiva de *Moenkhausia intermedia* en la reserva Itumbiara, Goiás, Brasil.

El desove en lote, característica común dentro de este grupo de peces, Hojo *et al.*, (2004) permite varios eventos de desove durante el mismo ciclo reproductivo. Como consecuencia, diferentes nichos en el espacio y el tiempo están ocupados con diferentes clases de tamaño en una variedad de hábitats. Esto lleva a una menor competencia entre los adultos para los sitios de desove y entre las larvas para las fuentes de alimentos disponibles, Ratton *et al.*, (2003).

G. steindachneri

La mayoría de las hembras de *G. steindachneri* fueron capturadas en estado (III) mostrando un mayor pico de los valores del IGS con la época de lluvias, coincidiendo con lo hallado por Solano-Peña *et al.*, (2012) en un estudio realizado en *C. kraussii* en el embalse de Urra, Colombia, indicando que esta especie se reproduce durante todo el año, presentando los mayores picos de desove en los períodos de lluvias, Tabares *et al.*, (2006), y con lo reportado por Olaya-Nieto *et*

al., (2010), en un estudio realizado en *A. Pulcher*, en la Ciénaga grande de Lorica, Córdoba, Colombia, al reportar hembras maduras (estado III) en casi todos los meses del año, con época o período de desove prolongado, presentando los mayores picos reproductivos entre mayo y agosto, y desoves en enero y febrero. No obstante los anteriores resultados son contradictorios con los hallados por Rangel-Serpa y Torres (2015), en una investigación realizada en *G.steindachneri* en el río Fonse, departamento de Santander, Colombia, concluyendo que *G. steindachneri* se reproduce solamente en la estación seca.

En el presente estudio se observaron valores mínimos de HSI para las especies evaluadas durante la etapa de maduración avanzada (Etapa IV) cuando los valores de GSI fueron más altos, lo que sugiere una posible transferencia de sustancias hepáticas (vitelogenina) a los ovarios. También se observaron mayores proporciones de grasa celómica en la etapa inicial de madurez, lo que indica que las especies acumulan grasa durante esta etapa para el consumo en etapas siguientes. La variación en el nivel de grasa puede estar relacionada con la etapa de maduración gonadal o con el ciclo hidrológico, y puede alcanzar los valores más bajos cuando el nivel de agua disminuye, Hojo *et al.*, (2004). Lowe-McConnell (1987) destaca que en sistemas acuáticos tropicales, los patrones hidrológicos y el transporte de nutrientes generado por el período lluvioso, son definitivos para la selección del tiempo óptimo de reproducción, y Goulding (1980) afirma que la intensidad de la lluvia es el factor más importante en la sincronización de la reproducción de peces tropicales, por lo que el coincidir el período reproductivo con la estación de lluvias, puede ser una estrategia evolutiva para que los juveniles aprovechen la abundancia de recursos, ya que la productividad de la materia de origen alóctono es mayor durante este momento, al compararlo con la época seca (Winemiller, 1998).

La proporción de sexos es uno de los factores más importantes para comprender la dinámica poblacional de los peces. La proporción entre los sexos en una población puede variar debido a varios factores ambientales y fisiológicos que afectan a los sexos de manera diferente (Vazzoler, 1996). En este estudio se observó un predominio de hembras, en *A. fasciatus*, *G. steindachneri*, y *S. panamensis*. Esta proporción puede relacionarse con diferentes porcentajes de crecimiento

entre los sexos, la selectividad de los dispositivos de pesca y la estratificación de la población (Barbieri, 1992); Hojo *et al.*, (2004).

8. CONCLUSIÓN

En cuanto a la composición y riqueza de especies para los ríos Córdoba y Gaira de la SNSM, este trabajo informa sobre el 33% de los peces descritos, duplicando los reportes anteriores, a pesar de no haber capturas de *Tricomipteriodos* (Trychomictoridae) y *J. pichardi* (Mugilidae). Además, es importante el aporte de alimento de origen autóctono ofertado por estos ríos, en los que destacan crustáceos bentónicos, larvas de peces y algas filamentosas. En época de lluvias peces fue el ítem que presentó mayor importancia, apareciendo en el 95% del total de los estómagos analizados, siendo larvas de *S. salvani*, con el 78% de la oferta las que más contribuyeron con alimento, siendo devoradas por peces tanto carnívoros como omnívoros, detritus aporta el 71, 41% de la oferta alimenticia. En época seca la oferta alimenticia es suministrada por material vegetal en un 100% (algas, tallos) y detritus 74%.

Las especies *A. fasciatus*, *H. jabonero*, *C. affinis*, y *S. panamensis*, fueron las especies más abundantes en los dos ríos evaluados, pues debido a las modificaciones anatómicas y ecológicas pueden explotar y ocupar una gran diversidad de recursos ofertados por los ecosistemas acuáticos. La composición y distribución de la ictiofauna de los ríos puede estar influida por características estructurales, entre ellas, el ancho y el caudal. Entre los parámetros fisicoquímicos, el oxígeno disuelto y la temperatura podrían estar influenciando la presencia de las especies en varios sectores de los ecosistemas lóticos evaluados, principalmente en época seca, donde los niveles de las aguas de los ríos bajaron, y se modificaron sitios como Rancho hediondo, bocatoma, Cordobita y arriba.

9 BIBLIOGRAFIA

Aguirre-Pabón, J., Rodríguez-Barrios, J., y Ospina-Torres, R. (2012). Deriva de macroinvertebrados acuáticos en dos sitios con diferente grado de perturbación, Río Gaira, Santa Marta – Colombia. *Rev. Intropica* (7): 9-19.

Ángel, A., y Ojeda, F. (2001). Structure and trophic organization of subtidal fish assemblages on the Northern Chilean coast: the effect of habitat complexity. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. (217): 81-91

Angermeier, P. y Karr, J. (1984) Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environ. Biol. Fishes* 9: 117-135

Araujo, F.G., Fichber, I., Duarte, S. (1998). Reproductive cycle of *Loricariichthys spixii* (Steindachner, 1882) (*Pisces-Loricariidae*) in the Riberao das Lajes reservoir-RJ. *Acta Biológica Leopoldensia*. Vol.20(2):309- 318

Ballesteros, T.M., Torres-Mejía, M., y Ramírez-Pinilla, M.P. (2009). How does diet influence the reproductive seasonality of tropical freshwater fish. A case study of a characin in a tropical mountain river. *Neotropical Ichthyology*. Vol 7(4):693-700

Barbieri, M.C., y Barbieri, G (1985). Reprodução de *Gymnotus carapo* (Teleostei, Gymnotidae) (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo (SP). Morfologia e histologia de ovário. Variação sazonal. *Revista Brasileira do Biologia*, Vol 45(1/2):3-12

Barbieri G. (1994). Reproduction dynamics of *Rineloricaria latirostris* Boulenger (Siluriformes, Loricariidae) of the Passa Cinco River, Ipeuna, Sao Paulo. *Revista Brasileira do Zoología*. Vol.11(4):605-615

Bayley, P.B. (1996). Riverine fishes. Pp. 251-271. En: Petts, G., Calow, P (eds). River Restoration. Blackwell Science. Oxford, United Kingdom.

Blanco, C.G., y Manjarrez, P.G. (2014). Ictiofauna del Río Gaira: Sierra Nevada de Santa Marta. La Biodiversidad Sensible: Patrimonio Natural Irreemplazable. IV Congreso Colombiano de Zoología. Libro de resúmenes. Asociación Colombiana de Zoología. Disponible en línea

Carpente, S. R., y Kitchell, J. F. (1993). The trophic cascade in lakes. Cambridge University Press, Cambridge.

Castellanos, C.L. (2011). Hábitos alimenticios de la fauna íctica presente en el embalse de Porce II, Antioquia Colombia. (Tesis de pregrado). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.

Castro-Roa, D. (2006). Composición y estructura de la comunidad de Characiformes en la cuenca del río Prado (Tolima-Colombia). Universidad del Tolima.

Cognato, P. D., y Fialho, B. (2006). Reproductive biology of a population of *Gymnotus aff. carapo* (Teleostei: Gymnotidae) from southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. Vol4(3):339-348.

Cotta-Ribeiro, T. (2007). Ecología de los peces *Agonostomus monticola* (Mugilidae) y *Brycon behreae* (Characidae), en la cuenca del Río Grande Terraba, Costa Rica (tesis de maestría en ciencias Biológicas). Universidad Rodrigo Facio-Costa Rica

Dajoz, R. (2002) Tratado de ecología. 2ª edición. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.

Debrot, A. O. (2003). Una revisión de los peces de agua dulce de Curazao, con comentarios sobre las de Aruba y Bonaire. *Caribbean Journal of Science*. Vol. 39(1): 100-108.

De Moraes, M.F., Freitas, D. B., Duboc, L.F. (2003). Feeding habits and morphometry of digestive tracts of *geophagus brasiliensis* (osteichthyes, cichlidae), in a lagoon of high tibagi river, paran state, Brazil. *UEPG Biol. Health Sci.* Vol 10 (1): 37-45.

Esselman, P.C., Freeman, C.M., Pringle, M. C. (2006). Fish assemblage variation between geologically defined regions and across a longitudinal gradient in the Monkey River Basin, Belize. *J.N. Am. Benthol. Soc.* Vol. 25 (1):142-156

Estévez, K., y Galetti, P. (1994). "Feeding ecology of moenkhausia intermedia (*Piscis Characidae*) in small Oxbow lake of Mogi-Guacu Rive, Sao Paulo, Brasil". *Verhandlungen des internationalen Verein Limnologie* 522:3973-3980.

Estévez, K.E., y Aranha, J.M. (1999) Ecología trófica de peixes de riachos. *Oecologia Brasiliensis*. Vol 6: 157–182

Ferreira, K. M. (2007). Biology and ecomorphology of stream fishes from the río MogiGuacu basin, Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. Vol 5 (3): 311-326.

Flores, S., Hirt, L., y Araya, P. (2015). Estructura y dinámica de la comunidad tica del arroyo Yabotí Reserva de Biosfera Yabotí, Misiones, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol 86(2): 386-395.

Frayter, V., Jiménez, E., Valero, O., Pavón R (2000) Plan de manejo integral de la cuenca hidrográfica del Río Gaira. (Tesis de pregrado) Universidad del Magdalena, Facultades de Ciencias

agropecuarias y Ciencias económicas y administrativas, Programas de Ingeniería Agronómica y Economía, Santa Marta D.T.C.H., 286p

Gámez, B. D. (2011). Variación espacio-temporal en la alimentación de los peces en la zona suroriental de la Ciénaga grande de Santa Marta - Colombia. (Tesis de Maestría en ciencias biológicas). Universidad del Zulia. Maracaibo. División de estudios para graduados. Mención ecología acuática. República Bolivariana de Venezuela.

Giora, L. (2008). Análisis comparado do caracteres reproductivos e diversidade do género *Brachyhyopomus* (Mago-Leccia, 1940) río grande do sul, Brasil. (Tesis doctoral en biología animal). Área de biología comparada. Universidad federal do río grande do sul. República de Brasil.

Gutiérrez-Moreno, L.C., Villa, G.O., Troncoso, O. W. (2011). Caracterización e impactos ambientales por vertimientos en tramos de la cuenca media y baja del río cesar, Valledupar. Universidad del Atlántico. Facultad de ciencias Básicas. Grupo de investigación biodiversidad del caribe colombiano. Corporación autónoma del cesar "CORPOCESAR"

González, N., y Vispo, C. (2004). "Ecología trófica de algunos peces importantes en lagunas de inundación del bajo río Caura". *Memoria de la fundación de la sala de ciencias naturales*, 147-183

Goulding, M. (1980). The fishes and the forest. Exploration Amazonian natural history. University of California Press. Berkeley

Goulding, M., Carvalho, M. L., y Ferreira, E. G. (1988). Rio Negro: rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities. (SPB Academic Publishing: The Hague.)

Granado-Lorencio, C. (1996). Ecología de peces. Sevilla: Universidad de Sevilla. 282p.

Granado-Lorencio, C. (2000). Ecología de comunidades: el paradigma de los peces de agua dulce. Universidad de Sevilla. 282 p.

HAMMER, Ø., Harper, D.A., y Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontological Electronic*. Vol 4 (1): 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Hahn, N., R. Fugli, R., Peretti, D., Russo, M y Loureiro-Crippa, L. (2002). “Estructura trófica da ictiofauna da planície de inundação do alto rio Paraná”. En: A. Agostinho *et al.* (eds). A planície de inundação do alto rio Paraná, pp. 123-126. Maringá: Universidade Estadual de Maringá

Hill, K. K., y Hammer, K. C. (2001). Using species abundance models as indicator of habitat disturbance in tropical forests. *Journal of Applied Ecology* (35): 458 – 460

Hojo, S.R., Santos, B.G., y Bazzoli, N.(2003) Reproductive biology of *Moenkhausia intermedia* (Eigenmann) (Pisces, Characiformes) in Itumbiar mes in Itumbiara Reservoir, Goiás, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. Vol 21 (3): 519–524

Iwaszkiw, M.J., Zappietro, G.E., Ferriz, A. R., y Chiaramonte, E.G. (2016). Aportes a la biología de *Gymnotus omarorum* (Teleostei) de la Laguna Blanca, Parque Nacional Río Pilcomayo, Formosa: estado de condición, desarrollo gonadal y temporada reproductiva. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat. n.s.* Vol18 (2): 201-210

Jeppesen, E., Jensen, J. P., Sondergaard, M., Lauridsen, T. L., Junge, P., y Jensen, L. (1997). Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia* 342/343: 151-164.

Lasso, C.A., Morales-Betancourt, M. A. (2011). Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia: memoria técnica y explicativa. Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia. Instituto Humboldt. 118 pp.

Laevastu, T. (1980). Manual de métodos de biología pesquera. Editorial Acribia, Zaragoza España. 243 pp.

Lazzaro, x. (1991). Feeding convergence in South American and african zooplanktivorous cichlids *Geophagus brasiliensis* and *Tilapia rendalii*. *Environ. Biol. Fishes*. V. 31: 283-293

López, P. Y., y Pulido, L.P. (2002). Estudio de la ictiofauna de los ríos Córdoba y frío, Sierra Nevada de Santa Marta, Departamento del Magdalena. (Tesis de pregrado). Fundación Universidad de Bogotá. Jorge Tadeo Lozano.

López-Vila, J.M., Valdés-Moreno, M.E., Schmitter-Soto, J.J., Mendoza-Carranza, M., y Herrera-Pavón, R. (2014). Composición y estructura de la ictiofauna del río Hondo, México-Belice, con base en el uso del arpón. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol 85: 866-874.

Lowe-McConnell, R. H. (1987). Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge, University Press, 382pp. (Cambridge tropical biology series).

Lugo, R. (1989). Determinación de hábitos, madurez sexual y desove en tres especies ícticas de la Cuenca del Río Tomo (Vichada) y consideraciones para el mantenimiento de los padrotes. Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales I.I.O.C Nº 2. Villavicencio, Colombia. 127 pp.

Machado-Allison, A. (1993). Los peces de los llanos de Venezuela: Un ensayo sobre su historia natural. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela. Segunda Edición. Caracas 1993, 89pp.

Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma, O. S., Galvis, V. G., Villa-Navarro, F.A., Vásquez Gamboa, Lucena., Prada-Pedrerros, S., y Ardila, R. C. (2005). Peces de Los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexandre von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 346 pp.

Maldonado-Ocampo, J. A., Vari, R. P., y Usma, J. S. (2008). Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia, *Biota Colombiana*. Vol.9 (2):143–237.

Marrero, C. (1994). Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora-Unellez. Caracas Venezuela. 36 pp.

Marraro, F., Bistoni, M.A., Carranza, M., (2005). Spawning season, ovarian development and fecundity of female *Trichomycterus corduvense* (Osteichthyes, Siluriformes). *Hydrobiologia* 534: 223-230

Matthews, W. J. (1998). Patterns in freshwater fish ecology. Chapman y Hall. New York. 672 pp.

Mazzoni, R., Caramaschi, E.P. (1997). Observations on the reproductive biology of female *Hypostomus luetkeni* (Lacepede 1803). *Ecology of Freshwater Fish*. Vol 6(1): 53-56

Miller, R. R. 1982. Pisces. In Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies, S. H. Hulbert y A. Villalobos Figueroa (eds.). San Diego State University, San Diego. 486-501 pp.

Miles, C. (1947) Peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Bogotá, Colombia. 214 pp.

Mojica, J. I., Castellanos, C., Sánchez-Duarte, P., y Díaz, C. (2006a) Peces de la cuenca del río ranchería, La Guajira, Colombia. *Biota Colombiana*. Vol.7(1): 129-142.

Mojica, J.I., Galvis, G., Sánchez-Duarte, P., Castellanos, C., y Villa-Navarro, F.C. (2006b) Peces del valle medio del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana*, vol. 7 (1): 23-37.

Mora, M. j., Cabrera, P.J., y Alvarado, B.W(1997). Crecimiento y maduración sexual de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae) en el embalse Arenal, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. Vol. 45(2): 855-859

Morales, J., y García-Álzate, C. (2016). Estructura trófica de los peces en arroyos del Corral de San Luis, cuenca del Bajo Magdalena, Caribe Colombiano. *Revista Biología Tropical*. Vol. 64 (2): 715-732.

Nikolsky, G.V. (1963). The ecology of fishes. New York (USA): Academia Press. 322 pp.

Olaya-Nieto CW, Segura-Guevara FF, Brú-Cordero SB, Blanco-Viellar HM. (2003). Biología reproductiva de la Doncella (*Ageneiosus pardalis* Lütken, 1874) en el Río Sinú, Colombia. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2003. (<http://www.civa2003.org>); 743-749.

Ortiz-Arroyave, L., y Prada-Pedrerros, S. (2010) Caracterización de la comunidad de peces en el periodo de creciente en dos tipos de esteros de la Orinoquia Llanera. En: Memorias II Congreso Colombiano de Zoología. Medellín. Resúmenes del congreso. in press.

Osmundson, D.B., Ryel, R.J., Lamarra, V.L, Pitlick, J. (2002). Flow-Sediment-Biota Relations: Implications for River Regulation Effects on Native Fish Abundance. *Ecol Appl.* 12(6):1719-1739.

Parker, T.J., y Haswell, W.A (1991). Zoología. Cordados. 2. Reverté, España. 983pp.

POMCA: Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Córdoba. (2012) Corporación Autónoma Regional del Magdalena- Corpamag. Aguas del Magdalena S.A. E.S.-280 pp.

Power, M. E. (1984). Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. *Environ. Biol. Fishes* (9): 103-115

Prieto, P.E.F., Duque, S.R., Sabogal, A. (2015) Estructura trófica de ensamblaje ictico de los lagos Yahuaracaca, Amazonas Colombia. *Mundo Amazonico*. Vol 6(2):67-85.

Pringle, C.M., Naiman, R.J., Bretschko, G., Karr, J.R., Owwood, M.W., Webster, J.R., Welcomme, R.L., y M.J. Winterbourn. (1988). Patch dynamics in lotic systems: the stream as a mosaic. *Journal of the North American Benthological Society*. Vol 7:503-524

ProSierra, (1998). Evaluación Ecológica Rápida de la Sierra Nevada de Santa Marta: Definición de Áreas Críticas para la Conservación de la Sierra Nevada de Santa Marta. Fundación ProSierra. Santa Marta.

Pusey, B. J., Arthington, A. H., y Read, M. G. (1995a). Species richness and spatial variation in fish assemblage structure in two rivers of the Wet Tropics of northern Queensland, Australia. *Environmental Biology of Fishes*. Vol 42, 181–199.

Pusey, B. J., y Kennard, M. J. (1996). Species richness and geographical variation in assemblage structure of the freshwater fish fauna of the Wet Tropics region of northern Queensland. *Marine and Freshwater Research*. Vol. 47, 563–573.

Rotta, M.A. (2003). Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados á piscicultura. *Embrappa Pantanal*. 53:1-48.

Roldan, PG. (1992). Fundamentos de Limnología neotropical. Medellín Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

Ruiz, L.J., Prieto, A. A., y Lemus, M. (2001). Morfología bucofaríngea y hábitos alimentarios de *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae) en la costa norte del Estado Sucre, Venezuela. *Rev. biología.tropical*.vol.49: 3-4.

Sandoval-Huerta, E.R., Madrigal-Guridi, X., Escalera-Vázquez, L.H., Medina –Nava, M., y Domínguez-Domínguez, O. (2014). Estructura de la comunidad de peces en cuatro estuarios del

Pacífico mexicano central. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (85): 1184-1196. DOI: 10.7550/rmb.42105.

Shannon, C. E., y Wiener, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. USA: University of Illinois Press

Sterba, G., (1962). *Freshwater fishes of the world*. Books, London. 878 pp. En: Nordlie, F.G. (1981). Feeding and reproductive biology of eleotrid fishes in a tropical estuary. *Journal Fish Biology*. Vol. 18:97-110

Tamaris-Turizo, C.H. (2018). relaciones tróficas de macroinvertebrados acuáticos en un río tropical de la Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia (Tesis de doctorado en ciencias biológicas) Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Línea de investigación en ecología y conservación. República de Colombia.

Teresa, F.B., y Casatti, L (2012) Influence of forest cover and mesohabitat types on functional and taxonomic diversity of fish communities in Neotropical lowland streams. *Ecology of Freshwater Fish* (21): 433–442 doi: 10.1111/j.1600-0633.2012.00562.x

Toepfer, A.S., Williams, L.R., Martínez, A.D., y Fisher, W.L. (1998). Fish and Habitat Heterogeneity in Four Streams in the Central Oklahoma/Texas Plains Ecoregion. *Acad.Sci*, 78: 41-48

Torres-Navarro, C., y Lyons, J. (1999). Diet of *Agonostomus monticola* (Pisces: Mugilidae) in the Río Ayuquila, Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 47, 1087-1092.

Tresierra, Á., y Culquichicón, Z. (1995). Manual de Biología Pesquera. Editorial Libertad. Trujillo Perú. 227 pp.

Quezada-García, M.G., Hidalgo, del A. M., Tarazona, M., Ortega, H. (2017) Ictiofauna de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali, Perú. *Revista peruana de biología*. Vol 24(4): 331 – 342

Vannote, R. L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R., Cushing, C.E (1980). The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (37): 130-137

Vander Zanden, M. J., y Vadeboncoeur, Y. (2002). Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. *Ecology* 83: 2152-2161

Vazzoler, A. E. A. (1996). Manual de métodos para estudios biológicos de populações de peixes reprodução e crescimento. CNPq. Programa Nacional de Zoologia, Brasilia. 107pp

Villa-Navarro, F.A., Sánchez-Duarte, P., Acero, A.P., Lasso, A.C. (2015). XII. Cuencas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela: tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Zaret, T. M., y Rand, A.J. (1971). Competition in tropical stream fish communities. *Ecology* (59): 507-515.

Wakida–Kusunoki, A.T., Del Ángel, A L.E. (2011). Aspectos biológicos del pleco invasor *Pterygoplichthys pardalis* (Teleostei: Loricariidae) en el río Palizada, Campeche, México. *Rev Mex Biodiv.* Vol 82(3):870-878.

Welcomme, R.L. (1969). The biology and ecology of the fishes of a small tropical stream. *Journal of Zoology*, (158): 485-529.

Welcomme, L. (1992). Cuencas fluviales. FAO, Téc. Pesca, (202):62 pp.

Windell, J.T (1971). Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2da edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications. pag 215-226.

Windell, J.T. y Bowen, S.H. (1978). Methods for Study of fish diets based on analysis of stomach contents. 3ra edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 219-226.pp

Winemiller, K.O., y Ponwith B.J. (1998). Comparative ecology of eleotrid fishes in Central American coastal streams. Springer. *Environmental Biology of Fishes*. Vol 53 (4): 373 384

Winemiller, K. O., y Taphorn, D.C (1989). La evolución de las estrategias de vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. *Biollania* (6):77-122

Wootton, R. J. (1998). Ecology of Teleost Fishes. Dordrechth, Kluwer Academic Publishers, 386pp

UNGRD: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres-Colombia. (2014). Plan Nacional de Contingencia ante el fenómeno del Niño 2014-2015. Presidencia de la República. 48 pp. disponible en: [file:///C:/Users/german%20blanco/Downloads/0.PNC%20FEN%202014-2015 final.pdf](file:///C:/Users/german%20blanco/Downloads/0.PNC%20FEN%202014-2015%20final.pdf)

Anexo1A. Frecuencia numérica y gravimétrica de los ítems consumidos en río Gaira. I (insectos), RI (restos de insectos), LI (larvas de insectos) LP (larvas de peces), RP (restos de peces) C (crustáceos), MV (material vegetal). FN (frecuencia numérica) G(gravimetría)

Especies/ITEMS	I		RI		LP		RP		C		MV	
	FN	G	FN	G	FN	G	FN	G	FN	G	FN	G
<i>A. monticola</i>	4,65	35,7	0	0	72,0	89,3	0	0	9,3	90	13,9	6,4
<i>A. fasciatus</i>	3,07	6	96,9	1,5	0	0	1,51	4	0	0	100	100
<i>D. maculatus</i>	0	0	0	0	100	100	33,33	100	0	0	0	0
<i>E. pisionis</i>	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0
<i>P. crocco</i>	0	0	0	0	98,5	38,8	0	0	1,49	26,4	0	0
<i>K. craussii</i>	0	0	0	0	100	53,8	40	66,66	0	0	0	0
<i>A. latifrons</i>	4,5	17,8	0,00	0	18,18	17,8	72,72	0,3	4,54	0	0	0
<i>A. banana</i>	0	0	0	0	0	0	33,33	0,27	66,6	0,55	0	0

Anexos 2



C. kraussii. (fuente autor). Espécimen capturado en la desembocadura y cordobita, río Córdoba, época seca y de lluvias.



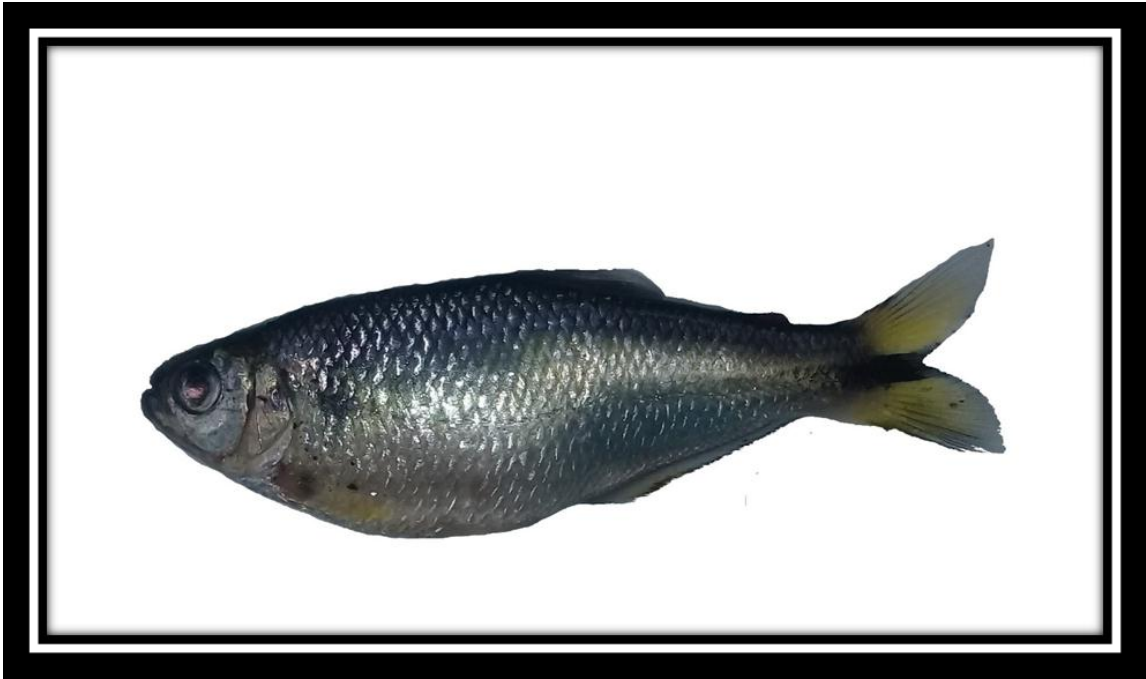
G. steindachneri. (fuente autor). Espécimen capturado en papare, cordobita y arriba, río Córdoba, época seca y de lluvias.



C. hujeta (fuente autor). Especimen capturado en la desembocadura de río Córdoba, época seca



Sternopygus aequilabiatus (fuente autor.) Especimen capturado en el sitio arriba, en río Córdoba, época seca



Hemibrycon sp (fuente autor). Espécimen capturado en río Córdoba, época de seca



Roeboides dayi (fuente autor). Espécimen capturado en el sector cordobita, río Córdoba, época de lluvias



Sturisoma panamensis (fuente autor). Espécimen capturado en los sectores papare, cordobita y arriba



Hypostomus sp (fuente autor). Espécimen capturado en el sector cordobita, río Córdoba, época de lluvias.

