

CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE PECES, SUS HÁBITOS ALIMENTARIOS Y SU HÁBITAT, EN UN ESTERO NATURAL Y UNO EMERGENTE EN OROCUÉ (CASANARE, COLOMBIA) DURANTE EL PERIODO CRECIENTE

LINA MARCELA ORTIZ ARROYAVE

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial

para optar al título de

BIÓLOGA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGA

Bogotá, D. C.

2010

CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE PECES, SUS HÁBITOS ALIMENTARIOS Y SU HÁBITAT, EN UN ESTERO NATURAL Y UNO EMERGENTE EN OROCUÉ (CASANARE, COLOMBIA) DURANTE EL PERIODO CRECIENTE

LINA MARCELA ORTIZ ARROYAVE

APROBADO

Ingrid Shuller, *Ph.D.*

Decana Académica

Andrea P. Forero Ruiz, Bióloga

Directora Carrera de Biología

CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE PECES, SUS HÁBITOS ALIMENTARIOS Y SU HÁBITAT, EN UN ESTERO NATURAL Y UNO EMERGENTE EN OROCUÉ (CASANARE, COLOMBIA) DURANTE EL PERIODO CRECIENTE

LINA MARCELA ORTIZ ARROYAVE

APROBADO

Saúl Prada Pedreros, Biólogo *Ph.D.*

Director

Brigitte LG Baptiste, Bióloga M. Sc.

Jurado

NOTA DE ADVERTENCIA

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velara por qué no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

Artículo 23 de la resolución N° 13 De Julio de 1946.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá porque le debo todo en mi vida.

Les agradezco a mis papás y a mi hermanito por el continuo e incondicional apoyo en todas las etapas de mi vida y en especial en esta que ya acaba. A mi familia, por ser una fuente incansable de inspiración; a todos mis amigos y amigas, por sus palabras de aliento en los momentos más difíciles y su constante compañía; a mi director por sus enseñanzas y consejos; a mi jurado y compañeros del laboratorio por sus observaciones; a mis compañeros de pasantía, grupo de danza, “moradia”, proyecto Orocué, universidad, monitoria, porque de ellos obtuve grandes enseñanzas e ideas. Sin todos ellos, nada de esto sería posible!

RESUMEN

Las perturbaciones en un ambiente acuático pueden modificar la combinación de especies de peces, plantas acuáticas y valores físico-químicos del agua. Un ejemplo de perturbación, es la construcción de un terraplén, el cual cambia el paisaje y su dinámica. Cuando se construye adyacente a un estero, altera el régimen de inundación de estos ecosistemas ya que represa el agua durante todo un ciclo hidrológico; a este tipo de ecosistemas se les llama emergentes. Se describió la estructura, composición y hábitos alimentarios de la comunidad de peces y su hábitat un estero natural y uno emergente en Orocué, Casanare. Para la colecta de peces, se usaron tres artes de pesca: Rapiché, red agallera y trampas PVC; para los análisis de hábitos alimentarios se emplearon métodos numéricos y volumétricos, además de índices de importancia alimentaria; en la descripción del hábitat, se registró la composición de plantas acuáticas y parámetros físico-químicos. Los muestreos correspondieron a cinco días en cada estero de 8am a 12m durante el periodo de creciente. La diversidad de la comunidad íctica no presentó diferencias significativas; sin embargo, se encontraron diferencias en la composición de especies de peces y plantas acuáticas; predominancia de especies de peces estrategistas r en el estero natural y estrategistas k en el emergente. El OD, pH y Conductividad mostraron valores similares en los dos esteros durante el periodo muestreado. Los resultados obtenidos fueron producto del cambio en el régimen de fluctuación por la construcción del terraplén en el estero emergente, ya que al permanecer anegado todo el año, se crea un ambiente más estable lo que facilita el establecimiento de especies de gran tamaño y hábitos alimentarios especialistas; mientras en el estero natural sin terraplén, la estacionalidad determina las especies que lo habitan, las cuales se caracterizan por ser de pequeño tamaño y hábitos generalistas.

ABSTRACT

Disturbances in an aquatic environment can change the mix of species of fish, aquatic plants and physical-chemical values of water. A disturbing example is the construction of an embankment, which changes the landscape and its dynamics. When building adjacent to an “estero”, alter their flood regime now that it dams the water throughout the hydrological cycle, this type of ecosystem

are called “emerging”. The structure, composition and food habits of fish community and its habitat were described in one natural estero and one emerging estero in Orocué, Casanare. For the fish collection, three types of techniques were used: Rapiché, gillnet and trap PVC; for food habits analysis, numerical and volume methods were used, plus food importance index; for habitat description, was recorded composition of aquatic plants and physical and chemical parameters. The samples corresponded to five days in each estero from 8am to 12 noon during the growing water period. The diversity of the fish community showed no significant differences, however, were found differences in the composition of fish species and aquatic plants, as well as, dominance of *r*-strategists fish species in the natural estero and dominance of *k*-strategists in the emerging one. DO, pH and conductivity showed similar values in the two esteros during the sampling period. The results were the product of change in the fluctuation regime because of the construction of the embankment in the stream emerging as to remain flooded throughout the year, which created more stable environment that facilitates the establishment of large species and specialists feeding habits, whereas in the natural stream without fill, seasonality determines the species that inhabit it, which is characterized by small size and general feeding habits.

1. INTRODUCCIÓN

En la Orinoquia Llanera se encuentran ecosistemas típicos de la sabana inundables llamados esteros. Los esteros se caracterizan por presentar variaciones en su nivel de fluctuación del agua en función del periodo hidrológico; es decir, durante periodo de lluvias se inunda profusamente y durante periodo seco su nivel de agua desciende considerablemente hasta prácticamente secarse. En este tipo de ecosistemas de baja estabilidad o efímeros (Jocque *et al.* (2007) la ictiofauna y las plantas acuáticas presentes, muestran historias de vida propicias para sobrevivir en este tipo de ambiente. Basándose en el estado del régimen de inundación, al estero cuyo régimen varía según el periodo del año se le llamó “estero natural”; característica ya reportada para la Orinoquia por diferentes autores (Mago 1970 *en* Lasso 2004, Machado-Allison 1993, 1994, Lasso 2004),

Cuándo el régimen de inundación fue alterado, se le llamó “estero emergente”; según Hobbs *et al.* (2006), estos ecosistemas se caracterizan por presentar una nueva combinación de especies que se generan a partir de la acción humana junto con cambios medioambientales. La alteración en el régimen de inundación, se generó por la construcción de un terraplén marginal al estero, el cual consiste en tierra que se levanta sobre el nivel del suelo para formar, en este caso una carretera. El terraplén, en este estero, represa el agua durante todo el año manteniendo relativamente constante su nivel durante el período de lluvias y sequía.

En la actualidad, dichas actividades de origen antrópico juegan un papel muy importante en la modificación y regulación de los tipos y de las tasas de cambio de estos ecosistemas; ya que estas transformaciones en el paisaje dan origen a un nuevo tipo de ecosistema. Una de las actividades que mayor influencia tiene sobre los ecosistemas acuáticos, por ejemplo, sobre los esteros en las sabanas inundables, es el represamiento del agua por la construcción de diques y terraplenes, ya que cortan el flujo del agua y la embalsan. Según Machado-Allison (1994), cualquier cambio en el

ciclo hidrológico afectaría parcial o totalmente los elementos bióticos del ecosistema, influyendo en la estructura y composición de la comunidad de peces y plantas, haciendo indispensable la realización de estudios sobre su diversidad biológica; según Moreno (2001), analizar la diversidad es muy conveniente debido a la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, haciendo necesario contar con información de la diversidad de las comunidades para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente con el fin de facilitar el diseño de estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local y regional en ecosistemas naturales y modificados.

Este trabajo describe la comunidad de peces, sus hábitos alimentarios y su hábitat en cuanto a vegetación acuática y variables físico-químicas, en un estero natural y en uno emergente en los Llanos inundables de Orocué, y se enmarcó dentro del proyecto: “ECOLOGÍA Y MANEJO ADAPTATIVO DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE ORIGEN ANTRÓPICO EN LAS SABANAS INUNDABLES DE OROCUÉ (CASANARE)” dirigido por la profesora Biggitte LG Baptiste y financiado por Colciencias. Este proyecto hizo parte de una serie de investigaciones que se han venido desarrollando en el departamento de Biología y la Facultad de Estudios ambientales y rurales de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Se encontraron diferencias en cuanto a la composición de la comunidad de peces y de plantas acuáticas, siendo las variables físico-químicas medidas muy similares entre esteros.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.2 Problema científico

Una de las transformaciones de origen antrópico común en la Orinoquia llanera es la construcción de terraplenes, los cuales son macizos de tierra que se levantan sobre el nivel del suelo para la realización de carreteras y el represamiento del agua. La tierra es extraída de ambos costados del terraplén aumentando su altura y creándose canales a lo largo de este.

Cuándo se realiza este tipo de construcción adyacente a esteros, la fluctuación del nivel del agua varía debido su represamiento. Así, mientras un estero natural, durante la época de sequía se seca casi completamente, un estero emergente, es decir después de la transformación, mantiene el agua represada todo el año.

Este cambio puede influir en la combinación de especies ícticas de los esteros, afectando directamente la estructura, composición y hábitos alimentarios de la comunidad de peces, así como la composición de la vegetación acuática y algunas de las variables físico-químicas del agua, lo cual fue discutido por Hobbs *et al.* (2006).

Según estudios anteriores en estos dos esteros (Hernández 2009 & Shigeta 2009), se conoce que entre el periodo de descenso de niveles y de mínimos niveles la estructura, composición y hábitos alimentarios de la ictiofauna entre los esteros cambia, encontrándose mayor riqueza íctica en el estero emergente que en el natural en el periodo de descenso de niveles de agua, mientras en el periodo de mínimos niveles se encontró mayor riqueza en el estero natural. Sin embargo, no se

conoce como es la estructura, composición y hábitos alimentarios de la comunidad de peces; ni como es la composición y las variables físico-químicas de los dos esteros durante el periodo de creciente de niveles; variables que según Lasso (2004) y Machado-Allison (1993), influyen en la comunidad de peces.

2.1 Justificación

El municipio de Orocué se encuentra ubicado en las sabanas inundables, las cuales son uno de los ecosistemas más importantes de Suramérica y su extensión sobrepasa los dos millones de kilómetros cuadrados (Lasso 2004). Colombia junto con Venezuela, comparten la cuenca del Orinoco y en conjunto presentan una extensión continental de 2'058.193 Km² correspondientes al 0,126 % de la superficie mundial; además, en esta área se encuentra el 10% de la biodiversidad del mundo (Usma *et al.* 2001 en Rodríguez 2008).

Las sabanas inundables se encuentran sometidas a presiones de origen antrópico que las degradan (Rodríguez 2008) y/o transforman, ya sea por la construcción de vías de transporte o para el uso de estas tierras en la ganadería (Maldonado-Ocampo 2004; Landines 2007). Estos ecosistemas son prioritarios ya que proveen bienes y servicios utilizables como pescado, madera, fauna y recreación y lo más importante, son un hábitat vital para la vida silvestre que permite mantener la reserva y variabilidad genética, suministrando paisaje y contribuyendo con la calidad de vida de sus habitantes. La fragmentación y el deterioro de dicha infraestructura ecológica causa daños difíciles y costosos de reparar sobre las funciones eco-sistémicas, además perjudica poblaciones vegetales, animales y humanas (Weber *et al.* 2005 en Rodríguez 2008).

El departamento del Casanare ha venido creciendo constantemente con el desarrollo de procesos productivos y extracción petrolera (Hernández 2008), lo cual aumenta en número los ecosistemas emergentes, haciendo necesario su estudio antes y después de la intervención. Esto, para evitar que la falta de conocimiento científico de nuestro territorio nos lleve a la pérdida de áreas importantes para la biodiversidad y de sus servicios eco-sistémicos.

Este departamento se encuentra dentro de lo considerado por Lasso *et al.* (2010) “Área Priorizada para la Conservación, llamada “Humedales de Casanare”; según los autores el conocimiento de la ictiofauna en dicha zona es bajo, con lo cual se hace necesario enriquecer la información que se tiene actualmente.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo es la estructura, composición, hábitos alimentarios y hábitat de la comunidad de peces en un estero emergente y uno natural en Orocué (Casanare) durante el periodo de creciente?

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Cuenca del Orinoco

La cuenca del Orinoco se refiere a las aguas que confluyen en el río Orinoco, es decir, el área donde se recogen todas las aguas, incluye: a) las vertientes andinas donde nacen los tributarios del

norte y del occidente; b) el Macizo de las Guayanas, donde nacen los tributarios del sur; y, c) las planicies, hacia el centro, donde nacen las aguas de morichales y pequeñas serranías, que se agregan, en su mayoría, a los afluentes que bajan de los Andes (Domínguez 2002).

La Orinoquia colombiana se encuentra dentro de esta gran cuenca, y es una región natural de 437.000km² (Mago 1970, IGAC 1999, 2003 en Lasso *et al.* 2004) que se extiende entre las estribaciones de la Cordillera oriental y la frontera con Venezuela. El origen de la Cuenca del Orinoco es discutido por Lundberg *et al.* (1998), desde el punto de vista geológico; los autores indican que se dio durante el Eoceno Medio y el Oligoceno Temprano (43-30 Ma) con la formación de un paleo-Amazonas-Orinoco.

Se divide en subcuencas entre ellas la subcuenca del Río Meta, a la cual pertenece el municipio de Orocué. Esta zona es de gran interés para la comunidad íctica, ya que todos los cuerpos de agua presentes en la subcuenca, contribuyen a la gran diversidad de flora y fauna (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2003, 2004, 2006; Gil & Ajiaco, 2001). Esta región se caracteriza por presentar un solo periodo de lluvias (monomodal). La precipitación anual fluctúa entre 1.400 y 2.500mm, mientras que, por ejemplo en la amazonia varía entre 3.000 y 4.000mm (Leyva 2001 *en* Viloria de la Hoz 2009).

4.2 Sabanas inundables

Las sabanas inundables se encuentran ubicadas dentro de la Orinoquia inundable; son ecosistemas dominados por gramíneas perennes, con o sin estrato abierto de árboles o arbustos (Sarmiento 1996). Presentan fuerte concentración de lluvias y estrés hídrico inducido por la sequía edáfica que actúa como filtro ecológico crucial, de modo que las estrategias adaptativas responden de diferentes maneras a este factor limitante estacional (Sarmiento 1996).

Según este mismo autor, existen diferentes tipos de sabanas: Estacionales, semiestacionales e hiperestacionales. Orocué, hace parte de las denominadas Sabanas Hiperestacionales, las cuales se caracterizan por ubicarse en zonas bajas e inundables, cuyos suelos pesados y mal drenados permanecen saturados de agua durante buena parte de la estación lluviosa. Al comenzar las lluvias, el suelo se recarga de humedad y su baja permeabilidad conduce a la saturación y anegamiento, en algunas ocasiones permanente; creando condiciones de anoxia (Sarmiento 1996).

Existen diferentes unidades fisiográficas descritas por Ramia (1967), Ayarzagüena (1983) (*en* Lasso 2004) y Galvis *et al.* (2007), dadas según los diferentes desniveles en el suelo, características y vegetación. Estas son: Sabanas de banco, bajío o bajos y esteros.

En estos últimos se desarrolló esta investigación. Estos son depresiones o desniveles en el suelo, con vegetación característica y suelo de baja permeabilidad (Ramia 1967 y Ayarzagüena 1983 (*en* Lasso 2004); Galvis *et al.* 2007). Estos esteros están sometidos a la precipitación y/o al pulso de inundación de las corrientes de agua; esto ocurre en la región, en una sola época del año.

Los esteros se inundan durante la época de lluvias (Abril a Noviembre) y se secan parcial o completamente durante la época de sequía (Diciembre a Marzo) (Lasso 2004; Costa 2005); características que corresponden a los ecosistemas estacionales o efímeros (Jocque *et al.* 2007). Son zonas mal drenadas sujetas a inundaciones periódicas que no dependen absolutamente de los

desbordes de los ríos sino de las aguas lluvias, algunos desagües se interrumpen durante el periodo seco. Sus valores físico-químicos son bajos.

Los bordes usualmente son abiertos, con ciperáceas y vegetación herbácea, no presentan vegetación flotante, las aguas suelen ser completamente cristalinas y cuando hay vegetación sumergida se trata de plantas superiores arraigadas al sedimento, como “Mayaca” y “Cabomba” (Galvis *et al.* 2007). Las especies ícticas presentan adaptaciones en su biología y fisiología que permiten su establecimiento, crecimiento y reproducción bajo condiciones lénticas de los esteros en periodo de lluvias y de bajas concentraciones de oxígeno, inclusive anoxia en periodo de sequía (Machado-Allison 1993, 1994).

Las sabanas inundables del Casanare presentan dos tipos de esteros permanentes: (1) los generados por actividades de origen antrópico, como la construcción de diques, donde se represa el agua durante todo el año y (2) los denominados *esteros veraneros*, los cuales cubren las riberas durante la época de lluvia, y disminuyen su nivel de agua, hasta inclusive secarse durante la época seca (Hernández 2009). En este estudio en particular, el estero Los Sabanales correspondería el *estero veranero* y natural, ya que a pesar de presentar una intervención, sus niveles de agua fluctúan drásticamente dependiendo del periodo de lluvias o sequía, igual que ocurre con los demás estero de la Orinoquia. Por otro lado, Las Malvinas correspondería al primer tipo debido a la construcción del terraplén, hace aproximadamente 18 años.

4.3 Vegetación acuática

Las macrófitas tienen un papel estructural fundamental en los ecosistemas acuáticos (Padial *et al.* 2009). Ambientes acuáticos con alta heterogeneidad estructural dan refugio, sustratos adecuados para desove y forrajeo, lo que permite más individuos y especies de invertebrados y peces (Declerck *et al.* 2005, Agostinho *et al.* 2007, Vieira *et al.* 2007, Thomaz *et al.* 2008 *en* Padial *et al.* 2009). Además, parches de vegetación de las macrófitas flotantes pueden desprenderse y físicamente transportar organismos a otras localidades (Sazima & Zamprogno 1985 *en* Winemiller & Jepsen 1998).

La zonación y estratificación son aspectos relacionados con el espacio, ya que muestran la disposición de las plantas de acuerdo a su forma de crecimiento a lo largo de un gradiente de profundidad (horizontal) y en la columna de agua (vertical) (Rial 2000). El hidropereodo es un condicionante de la distribución y abundancia de las plantas de los humedales (Rial 2000).

Las poblaciones de plantas acuáticas generalmente poseen una distribución simple, de acuerdo al tipo de sedimento del fondo y a la altura de la columna de agua, las diferentes poblaciones ocupan posiciones relativas (Zutchi & Gopal 1990 *en* Rial 2000)

4.4 Variables físico-químicas en esteros de los llanos inundables durante la época de lluvias

En general, las variables físico-químicas durante la época de lluvias cambian con respecto a la época de sequía, ya que hay un aumento en el área y volumen de agua, se presenta mezcla de aguas previamente estancadas con las de lluvia y las provenientes de ríos y/o cuerpos de agua aledaños, junto con la invasión de la sabana (pastizal); esto facilita el intercambio de material biótico y abiótico (Machado-Allison 1993). Debido a las lluvias, la profundidad de los cuerpos de

agua aumenta, la temperatura disminuye (25°C-27°C), el pH es relativamente ácido (6.0 a 6.5) (Machado-Allison 1993) y la conductividad puede disminuir (20-60 micromhos/cm) (Lasso 2004).

Sin embargo, según Lasso (2004), las variaciones fisicoquímicas dependen del patrón de precipitación y pueden variar según tipo de cuerpo de agua; si es una laguna, un estero, un río etc.

Algunos parámetros físico-químicos:

- **Oxígeno Disuelto (OD):** Es una de las medidas más usadas ya que provee información muy importante sobre las reacciones biológicas y bioquímicas del agua; OD es uno de los factores más importantes que afectan la vida acuática (Wetzel & Likens 2000). Se debe medir junto con la temperatura. Las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada (Roldán & Ramírez 2008).
- **Temperatura (T):** Es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica.
- **pH:** Es la medida de la acidez y alcalinidad de una sustancia. Indica la concentración de iones hidronio (H_3O^+). Como el pH del agua puede ser modificado por actividad biológica o por intercambio de CO_2 con el aire (Roldán & Ramírez 2008).
- **Conductividad:** Es la capacidad de un cuerpo de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de sí. La conductividad eléctrica varía principalmente de acuerdo al tipo de cuerpo de agua y en función de la profundidad, especialmente por los fenómenos de estratificación y circulación (Roldán & Ramírez 2008).

4.5 Ecosistemas emergentes

Hobbs *et al.* (2006) propusieron el término “*Ecosistema emergente*” o intervenidos por el ser humano, e indican que estos presentan una composición y abundancia de especies relativamente diferente a las condiciones previas a la intervención; caracterizándose por tener nueva combinación de especies con el potencial para cambiar el funcionamiento del ecosistema. La dinámica de un ecosistema emergente está determinada por la circulación de los organismos a través del paisaje y a su vez, este ecosistema puede actuar como zona de dispersión en zonas menos modificadas. Según los mismos autores, existen ciertos parámetros que caracterizan estos ecosistemas como lo son (1) la novedad, que se refiere a nuevas combinaciones de especies con el potencial de cambiar el funcionamiento del ecosistema, e (2) influencia humana, ya que son ecosistemas resultantes de la intervención de origen antrópico, pero que no dependen de la misma para su mantenimiento.

Estos ecosistemas proveen servicios ecosistémicos y culturales, además constituyen un hábitat para la vida silvestre que permite mantener reserva y variabilidad genética, suministrando paisaje y de esta forma contribuyendo a la calidad de vida de sus habitantes (Hernández, 2009). Actualmente se hace necesario el conocimiento de su funcionamiento ya que sin conocimientos básicos se hace difícil el establecimiento de objetivos de gestión y los enfoques apropiados.

4.6 Comunidad de peces

Existen diferentes definiciones para comunidad; según Odum (1972), es una reunión de poblaciones las cuales habitan un área geográfica determinada y están organizadas funcionando como una unidad mediante transformaciones metabólicas acopladas. Según Margalef (1977), es una población formada por individuos de diferentes especies que viven en un espacio continuo y delimitado; según Krebs (1985), es un conjunto de poblaciones de organismos vivos en un hábitat dado y según Begon (1986 *en* Magurran 1989), es un ensamblaje de poblaciones que ocurren simultáneamente en el espacio y tiempo. En términos muy generales, una comunidad está determinada por: (i) limitaciones en la dispersión, (ii) limitaciones del medio ambiente y (iii) dinámica interna (Belyea & Lancaster, 1999 *en* Begon *et al.* 2001). Siguiendo las anteriores definiciones, una comunidad se puede definir como un grupo organizado de organismos que interactúan y comparten un tiempo y un espacio.

A partir de su definición, se derivan los diferentes estudios sobre su estructura y composición. El estudio de la estructura de la comunidad se basa en el análisis de patrones que surgen como propiedades medibles de grupos de especies en un mismo espacio y tiempo (Begon *et al.* 2006 *en* Ferreira 2007); las comunidades de organismos tienen propiedades que son la suma de las propiedades de los habitantes individuales además de sus interacciones y son estas interacciones las que hacen de la comunidad más que la suma de sus partes (Begon *et al.* 2001). La esperanza está en que estas propiedades sean predecibles y que se repitan a lo largo de ciclos temporales y gradientes ecológicos (Ferreira 2007).

La necesidad de definir y delimitar la comunidad se da en muchas investigaciones de diversidad (Magurran 1989) ya que es una característica estructural junto con la abundancia relativa de especies (Margalef 1977).

Diversidad de especies

La diversidad, según el convenio sobre la diversidad biológica (1992) es “*la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas*”, además, se compone de dos elementos: la variación y la abundancia relativa de especies (Magurran 1989).

Existen diferentes mecanismos hipotéticos para la determinación de la diversidad de especies y sus modos de acción sobre los nichos ecológicos; estos son el Tiempo Evolutivo, Tiempo Ecológico, Estabilidad Climática, Heterogeneidad Espacial, Productividad, Estabilidad de la Producción Primaria, Competencia, Rarefacción y Depredación (Pianka, 1982; Lowe McConnell 1999).

También hay diferentes escalas para estudiarla, lo que está relacionado con la noción de Whittaker (1972, 1977 *en* Magurran, 1989) de diversidad *inventario*, dónde distingue cuatro niveles de diversidad inventario (Magurran, 1989). En la escala más baja estableció la diversidad puntual hasta llegar al último nivel. Magurran (2004) los traduce en tres componentes: alfa, beta y gama, con el fin de entender los cambios en la diversidad en relación a la estructura del paisaje.

En este estudio se estudiará alfa y beta:

Medidas de diversidad alfa: Se refieren a la riqueza de especies de una comunidad en particular considerada homogénea.

-Riqueza (S): Se refiere al número de especies de un determinado taxón en un ensamblaje escogido; estas medidas de riqueza no hacen distinciones entre especies, dando el mismo valor a especies que son muy abundantes y a las que son muy raras (Magurran 2004).

Existen dos métodos de medir la riqueza: Riqueza numérica de especies, que es el número de especies por un especificado número de individuos o biomasa y la densidad de especies, que es el número de especies por área específica o unidad, por ejemplo un metro cuadrado, etc. El mayor problema con la estimación de la riqueza es su dependencia del esfuerzo de muestreo (Gaston 1996 *en* Magurran 2004), inclusive puede sesgar una investigación destinada a deducir la riqueza absoluta de un número de un grupo taxonómico o en un área geográfica; por esto se deben realizar gráficas de número de especies en el eje Y esfuerzo en el eje X. Se utilizan curvas de acumulación de especies que permiten graficar el número de especies acumuladas en función del esfuerzo de muestreo (Colwell & Coddington 1994 *en* Magurran 2004) ya que ilustran la tasa en la cual se van encontrando nuevas especies.

Sobre la riqueza de especies influyen factores abióticos y bióticos a escalas locales y regionales; entre estos factores las perturbaciones con frecuencia se consideran la principal fuerza que afectan la diversidad de especies (Petraitis *et al.* 1989 *en* Magurran 2004).

-Índice de Shannon (H'): Mide el grado de incertidumbre en la predicción de cuál es la especie del individuo, tomado al azar de una colección de S especies y N individuos (Magurran, 2004).

La incertidumbre aumenta conforme aumenta el número de especies, la distribución de los individuos entre las especies se vuelve igual a cero ($H' = 0$) cuando existe una única especie en la muestra; H' y máximo ($H' = \text{máx.}$) cuando todas las especies son representadas por el mismo número de individuos. Este índice es muy sensible a las alteraciones en las especies raras muestreadas además asume que todas las especies fueron muestreadas (Magurran 2004).

-Índice de dominancia (D): Hace parte de los índices de abundancia proporcional. Son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Representan la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar, pertenezcan a la misma especie (Magurran, 2004).

Medidas de diversidad beta:

-Coeficiente de similitud de Jaccard: Hace parte de los índices de similitud que expresan el grado en que dos muestras son semejantes a través de las especies presentes en ellas. El índice de Jaccard se basa en datos cualitativos. Los valores de este índice varían de cero (0), cuando no hay ninguna especie compartida entre los lugares de muestreo, hasta uno (1), cuando los dos lugares tienen la misma composición de especies (Magurran, 2004).

También se puede medir la diversidad por medio de la abundancia relativa, que se refiere al número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad (Begon *et al* 2001). Esto después de conocer las especies que componen el lugar de estudio.

Los índices anteriormente nombrados son muy útiles ya que resumen mucha información en un solo valor, lo que permite hacer comparaciones rápidas entre la diversidad de distintos hábitats, o en un mismo hábitat a lo largo del tiempo; además estos parámetros sirven como indicadores del estado de los ecosistemas, permitiendo su aplicación en torno a la conservación, manejo y monitoreo ambiental (Magurran 2004).

4.7 Hábitos alimentarios de la comunidad de peces

Los hábitos alimentarios de los peces representan una integración entre las preferencias alimentares, disponibilidad y accesibilidad al alimento; los cuales pueden variar de acuerdo a la localidad, época del año, actividad, crecimiento o edad del pez, abundancia de los ítems alimentares, presencia de otras especies y mudanzas en el hábitat (Lowe McConnell 1999). Los estudios sobre alimentación natural de los peces contribuyen al conocimiento básico de la biología de las especies, las interacciones entre estas y la comprensión de la organización trófica y del ecosistema (Golcalves 2007).

Los cambios en el régimen hidrológico afectan tanto la calidad como la cantidad de los alimentos disponibles en el ambiente (Lowe-McConnell 1999; Esteves 1992, 1996); siendo el suministro de alimento disponible y la densidad de especies factores que están claramente ligados al ciclo alimenticio en lugares sometidos a inundación (Esteves 1996). Por ejemplo, la gran diversidad y en muchos casos las fluctuaciones anuales que se dan en los ecosistemas acuáticos del llano traen como consecuencia que altas concentraciones de peces se restrinjan a pequeñas áreas durante el período seco. Esta situación estacional podría traer consigo el desarrollo de relaciones competitivas muy severas por el espacio físico, el alimento y el sustrato (Machado-Allison 1994). Según este último autor, los hábitos alimentarios de algunas especies durante el período de lluvias incrementa la calidad como la cantidad de ítems, que participan en la dieta de los peces. En este periodo, las inundaciones causan una variación en la estructura de la comunidad ya que está asociada a la profundidad del agua y el oxígeno disuelto de una forma no lineal (Winemiller & Jepsen 1998).

Una característica de la comunidad de peces, es que presenta alta plasticidad trófica y comportamental (Abelha *et al.* 2001); esta se refiere a que puede cambiar de un alimento para otro según los cambios en la abundancia relativa del recurso alimentar en uso, motivada por las alteraciones ambientales espacio-temporales. Casi todas las especies cambian tróficamente durante la ontogenia, y muchas especies pueden presentar diferencias alimentares o cambiar las tácticas de obtención de alimento conduciendo a una forrajeo diferenciado intraespecíficamente (Abelha *et al.* 2001). Estas condiciones dificultan el establecimiento de patrones alimentares específicos fehacientes para las especies ícticas (Abelha *et al.* 2001).

Existen diferentes métodos para evaluar los hábitos alimentarios en peces, los cuales empezaron aproximadamente con el estudio de la biología del salmón hecho por Allen (1940 *en* Hyslop 1980) y diferentes discusiones acerca de los métodos de análisis de dieta hecho por Hynes (1950 *en* Hyslop 1980), Mann & Orr (1969 *en* Hyslop 1980) (Hyslop 1980) y Bowen (1983 *en* Hyslop 1980). Hyslop (1980) resume cuatro métodos: Numéricos, Volumétricos y Gravimétricos. Por otro lado, Braga (1999) propone el método del Grado de Preferencia alimentar (GPA).

El método de ocurrencia y numéricos son los más rápidos pero la principal desventaja es la sobrestimación de muchos ítems alimentarios de poca importancia real (Hyslop 1980; Prejs & Colomine 1981, Bowen 1983) y de los grandes y escasos (Marrero 1994) o de los muy fragmentados (Braga 1999). Los métodos volumétricos o gravimétricos se recomiendan para muestras con material macerado en grandes cantidades (Marrero 1994), pero pueden sobrestimar los ítems alimentarios grandes que son poco frecuentes (Hyslop 1980; Prejs y Colomine 1981; Marrero 1994), además es difícil de emplear en animales de tallas pequeñas (Prejs & Colomine 1981). Con el GPA es práctico obtener los valores cuando se dificulta con el método volumétrico, además ofrece un análisis cualitativo y cuantitativo (Braga 1999).

Es por esto que se debería, siempre combinar los diferentes métodos de análisis para aproximarse lo máximo posible a la realidad. Además de usar índices de importancia relativa y alimentaria, los cuales, según Hyslop (1980) y Bowen (1983), incorporan el porcentaje del volumen, el número y la frecuencia de aparición, como por ejemplo el Índice de Importancia relativa (IRI/Pinkas) y el Índice de importancia relativa de Yáñez (IIR/Yáñez). Según Segatti Hahn & Delariva (2003), la forma de análisis más frecuente utilizada es por medio de uno o dos métodos. Cuando sólo se emplea un método, el gravimétrico se destaca, y cuando se utilizan dos, sobresale el de aparición asociada a uno cuantitativo. Según estos autores los índices más usados en la literatura son el IRI y el GPA.

4.8 Sucesión

Es una tendencia de un ecosistema hacia una estabilidad entre los componentes de un ecosistema la cual se puede generar a partir de una perturbación; según Gotelli (2007), los elementos de la comunidad anterior se pueden restablecer en el área perturbada. Las especies que colonizan tienden a ser diferentes a las que aparecen después; las especies pioneras presentan estrategias de vida que les permiten sobrevivir a condiciones físicas agrestes de un área recién perturbada caracterizadas por formación de cardúmenes, poco diversas con especies dominantes, alimentación facultativa (Lowe McConnell 1999), alta fecundidad y potencial de dispersión, tasas de crecimiento poblacional rápidas y baja competitividad, en total, especies *r*-estrategas y generalistas (Gotelli 2007, Lowe McConnell 1999), las cuales se establecen durante las primeras etapas de sucesión. Sin embargo, luego de un tiempo determinado, las especies pioneras no persisten indefinidamente y eventualmente son substituidas por otras especies (Gotelli 2007); estas especies son especialistas, de gran tamaño, hábitos alimentarios específicos, baja fecundidad, tasas de

crecimiento poblacional lento, especies *k*-estrategas (Lowe-McConnell 1999). Esto se permite ya que el ecosistema es más estable, lo que beneficia una cadena trófica más compleja, favorecida por el crecimiento de productores primarios (Lewis *et al.* 2000), condiciones características de un estado sucesional avanzado.

4.9 Ecosistemas acuáticos de las Sabanas Inundables

En época de lluvias (abril a noviembre), aumentan extraordinariamente el área y el volumen ocupado por los diferentes cuerpos de agua. La mezcla de aguas estancadas con las de lluvias y las provenientes del desborde de los ríos, unido a la invasión de gran parte de la sabana con sus pastizales, produce grandes cambios físico-químicos. La concentración de nutrientes se eleva, la temperatura desciende (25-27°C), el pH es ácido (6-6.5), la transparencia del agua aumenta permitiendo la penetración de la luz a las capas más profundas y se da una conexión de numerosos ambientes aislados durante la sequía, lo que permite un intercambio de material biótico y abiótico (Machado-Allison 1993). Estas condiciones permiten un aumento en la productividad primaria que favorece el rápido crecimiento del fitoplancton y del zooplancton cambiando de una fase de dormancia a una etapa reproductiva y de crecimiento. Se incrementa la abundancia de plantas acuáticas, gramíneas, fases larvianas acuáticas de numerosos insectos, larvas y adultos de crustáceos. En esta época, la mayoría de peces cumplen su etapa reproductiva o de crecimiento (Machado 1977, 1983; Mago 1970; Provenzano 1984 *en* Machado Allison 1993).

Durante este periodo, la lluvia excede la capacidad de carga de la mayoría de ríos, cubriendo con agua áreas de sabanas conectando ríos con diferentes cuerpos de agua, como los esteros (Machado-Allison 1994). El ambiente acuático presenta alta productividad primaria debido a la abundancia de plantas acuáticas, como: *Eichornia*, *Oxycarum*, *Ludwigia*, *Salvinia*, *Hymenachne* y algunas especies de *Eleocharis*. Estas plantas son usadas por larvas de peces y juveniles para protección.

Factores abióticos y bióticos permiten un aumento en las poblaciones de organismos que serán utilizadas como fuente alimentaria primaria por los primeros estadios de peces que se reproducen durante este periodo, así como el fitoplancton, zooplancton, larvas de macroinvertebrados y crustáceos. Por estas razones las áreas inundables del Orinoco son “*áreas de cría*” para muchos peces continentales (Lowe-McConnell 1987; Machado-Allison 1985, 1987, 1992; Mago-Leccia 1970, 1987; Winemeller 1989 *en* Machado-Allison 1994).

4.10 Antecedentes de trabajos con la comunidad íctica en los esteros en estudio

Se han realizado dos trabajos en estos esteros; tanto en Las Malvinas, donde se construyó el terraplén, como en Los Sabanales donde se realizó la excavación. Se realizaron en diferentes épocas, uno en descenso de niveles de agua por Hernández (2009) y otro, en época de mínimos niveles por Shigeta (2010). Estos trabajos tenían como objetivo general describir la estructura, composición y hábitos alimentarios de la comunidad de peces.

En la época de descenso de niveles, se encontró mayor riqueza íctica (20 especies) en el estero Las Malvinas que en el estero Los Sabanales (16 especies). En los dos esteros se encontraron cinco especies en común: *Copella compta*, *Hoplias malabaricus*, *Aequidens* sp., *Mesonauta egregius*, *Eigenmania virescens*.

En los estómagos analizados se encontró, para el estero Las Malvinas, mayor preferencia por la categoría “detritus”, seguido por “peces”. Sin embargo, en otras categorías se encontraron valores cercanos a cero, lo que según la autora se debe a la baja oferta de recursos durante esta época junto con las características físicas de los esteros.

En la época de mínimos niveles, se encontró mayor riqueza íctica en el estero Los Sabanales (12 especies) que en el estero Las Malvinas (9 especies), siendo la diferencia bastante pequeña (3 especies). Los dos esteros sólo presentaron dos especies en común: *Hoplias malabaricus* y *Trachelyopterus galeatus*, mostrando gran diferencia en cuanto a composición. Por otro lado, se encontró que en el estero Los Sabanales la especie *Gymnotus carapo* fue dominante, mientras en el estero Las Malvinas, lo fue la especie *Catoprion mento*. La autora explica estos resultados desde las características físicas de los esteros, como tamaño, profundidad y transparencia del agua, ya que la observó turbia en el estero Los Sabanales, lo que, según ella, facilita el establecimiento de especies adaptadas a estas condiciones como es el caso de *G. carapo*. En el estero Las Malvinas el agua era mucho más transparente. En el estudio no se midió la turbidez del agua.

En los estómagos analizados se encontró para el estero Las Malvinas, mayor preferencia por la categoría “Escamas”, seguido por “Invertebrados” y “Peces”. Para el estero Los Sabanales se encontró mayor preferencia por la categoría “Material vegetal”, seguido por “Invertebrados acuáticos”.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Describir la estructura, composición, hábitos alimentarios y hábitat de la comunidad de peces en un estero emergente y uno natural en Orocué (Casanare) durante el periodo de creciente.

5.2 Específicos

- ✓ Describir y comparar la estructura y composición de la comunidad de peces en un estero natural y uno emergente en Orocué (Casanare, Colombia) durante el periodo de creciente;
- ✓ Describir los hábitos alimentarios de la comunidad de peces en un estero natural y uno emergente en Orocué (Casanare, Colombia) durante época de creciente de agua;
- ✓ Caracterizar el hábitat de la comunidad de peces en un estero natural y uno emergente en Orocué (Casanare, Colombia) durante el periodo de creciente.

6. METODOLOGÍA

6.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos esteros del municipio de Orocué, departamento del Casanare; localizado a 5° 24' de Latitud Norte y 71° 43' Longitud Oeste, a 187 m.s.n.m aproximadamente y una temperatura media de 26,4° C (Costa 2005). Se encuentra en la región descrita por Lasso *et al.* (2010) “Llanos bajos inundables de Colombia y Venezuela” dónde predominan aguas claras de origen pluvial y de desborde de ríos y caños. Esta región se formó en el cuaternario y corresponde a la región extra-andina o Llanos Orientales (Mojica 1996 *en* Lasso *et al.* 2010).

En la figura 1, se observa la ubicación de los dos esteros en estudio; el estero natural Los Sabanales y el estero emergente Las Malvinas.

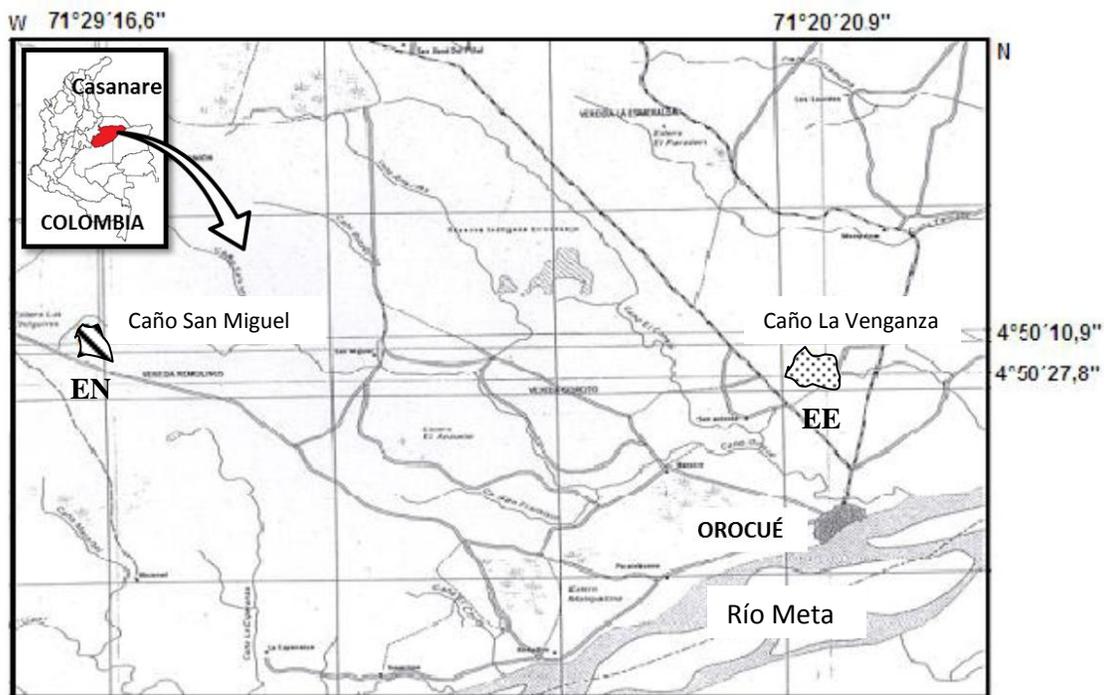
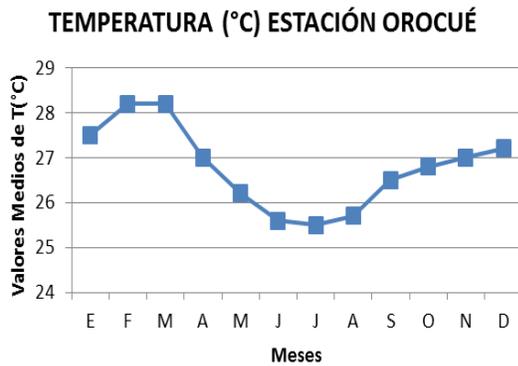


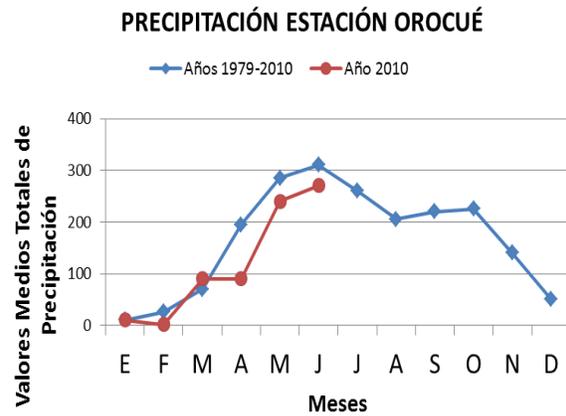
Figura 1. Área de estudio: Municipio de Orocué, Casanare (Colombia). (EN) Estero natural Los Sabanales y (EE) Estero emergente Las Malvinas. (Tomado y modificado de: Instituto Agustín Codazí 2005. Escala 1:100.000. y DIVA-GIS

Las mayores precipitaciones se dan en junio, influido por un régimen monomodal, es decir llueve una vez al año. La temperatura durante el período de lluvias varía de 26,5°C-25,5°C (Fig. 2a), y ocurren inundaciones aumentando así, el nivel medio mensual (NMM), el cual puede variar desde 50cm a 355cm (Fig. 2d). Con base en el NMM se escogió la fecha de muestreo, encontrándose un máximo para los meses de junio hasta agosto.

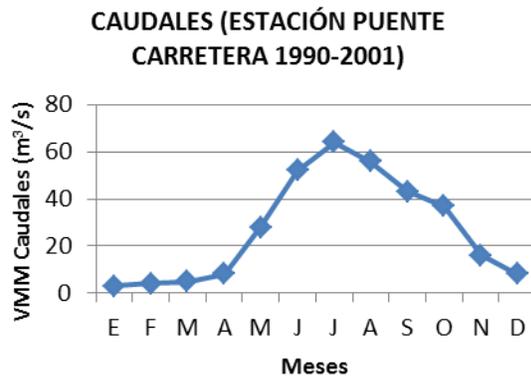
a.



b.



c.



d.

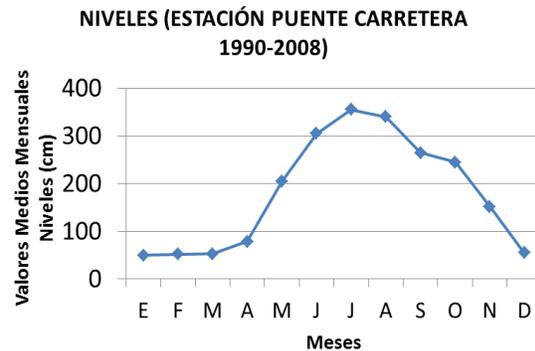


Figura 2a. Temperatura vs. Meses. Fuentes: IDEAM. Valores medios mensuales multianuales de Temperatura (°C), años 1981-2010, Casanare, Municipio Orocué, Corriente Con San Miguel, Estación Módulos, 126 m.s.n.m. **Figura 2b.** Precipitación vs. Meses. Fuentes: IDEAM. Valores medios totales de precipitación, años 1978-2010. Casanare, Municipio Orocué, Corriente Meta, Estación Orocué, 130 m.s.n.m. **Figura 2c.** Valores medios mensuales multianuales (1990-2001) de caudales (m³/sg). Fuentes: IDEAM (Enero-Diciembre). Casanare, Municipio Orocué, Corriente Caño Duya, Estación Puente Carretera, 139 m.s.n.m. **Figura 2d.** Valores medios mensuales multianuales de niveles (cm) desde 1990 a 2008. Fuentes: IDEAM. Casanare, Municipio Orocué, Corriente Caño Duya, Estación Puente Carretera, 139 m.s.n.m.

6.1.2 Esteros en estudio

El estero Los Sabanales (4°50'10,6''N 71°20'17,7''W; 140 m.s.n.m) (Fig. 1) se conecta con morichales y con el caño San Miguel. En el estero, se realizó una excavación en su centro dándole mayor profundidad, sin embargo esta construcción no influyó en el represamiento del agua;

secándose prácticamente durante época de sequía e inundándose durante época de lluvias, al igual que todos los esteros en la Orinoquia; razón por la cual se le denominó estero natural.



(Ortiz, 2009)

Figura 3. Estero natural Los Sabanales en periodo de creciente.

Por otro lado, el estero Las Malvinas ($4^{\circ}49'27,8''N$ $71^{\circ}20'20,9''W$; 137 m.s.n.m) (Fig. 1) pertenece a una reserva natural llamada “Reserva Natural Las Malvinas”, cuenta en la actualidad con una superficie cercana a 20 hectáreas y su afluente principal es el caño La Venganza. Durante época de lluvias, el agua cubre toda la superficie del mismo alcanzando una profundidad de 1,5 metros aproximadamente. Parte del fondo del cuerpo de agua está cubierto por pastos.

Se construyó un terraplén (Fig. 4) adyacente al estero con varios box culverts. Debido a esta construcción, el agua es represada, manteniendo así, el nivel de agua relativamente constante durante todo el año, sin embargo los box culverts permiten la conexión de lado y lado del terraplén durante el periodo de lluvias.



(Ortiz, 2009)

Figura 4. Estero emergente Las Malvinas (Foto tomada desde el terraplén en dirección sur) en periodo de creciente.



(Ortiz, 2009)

Figura 5. Estero emergente Las Malvinas (Foto del terraplén, dirección oeste) en periodo de creciete.

6.1.3 Selección del lugar de muestreo y artes de pesca

La selección de los ecosistemas en estudio fue dirigida, teniéndose en cuenta las características específicas de cada estero y si se encontraban o no cerca de algún río o caño; muestreando uno natural y otro emergente, es decir el estero Los Sabanales y el estero Las Malvinas, respectivamente.

Los días de muestreo en los esteros, se seleccionaron según los datos disponibles en el IDEAM referente a temperatura, precipitación, caudal y nivel del agua de caño Duya (Figura 2), el cual es el cuerpo de agua más cercano a la zona de muestreo. El muestreo realizado durante 13-22 de Junio, corresponde a la época de mayor precipitación (Fig. 2) y periodo de creciete (Fig. 4). Se destinaron cinco días para la colecta en cada estero, comenzando las capturas a las 8am hasta las 12m. Se emplearon tres artes de pesca diferentes: Redes de espera, trampas *PVC* y rapiché.

-Redes de espera: Este arte está compuesto por un cordel y plomada, con o son boya; se utilizan de diferentes formas atados a ramas o varas en las orillas, unido a boyas o lanzado directamente por el pescador (Gil & Ajiaco 2001) (Fig. 6). Se usaron seis redes de espera o agalleras (Ver tabla 1) en la zona limnética de los estero, las cuales fueron revisadas cada hora.

Tabla 1. Dimensiones de las redes de pesca.

No. Red	Ojo de malla (cm)	Ancho (cm)	Largo (m)
2	5	135	18
3	4.5	152	12.7
4	2.5	80	10
5	3.5	150	20
6	4.0	150	10

-Trampas PVC: Cilindro de PVC de 50cm de largo y diámetro de 10cm con un embudo en un extremo y por una malla en el otro. El pez es atraído por la carnada (vísceras) ubicada en el interior del tubo, entra por el embudo y luego no puede salir (Fig. 7). Se utilizaron tres trampas PVC; estas se dispusieron al azar dentro de la zona litoral de todo el estero y se revisaron cada dos horas.

-Rapiché: Es un tipo de nasa con 120cm de longitud y 70cm de ancho, con una terminación en punta para facilitar la captura de peces (Fig. 8). Se utilizó en la región que corresponde a la zona litoral y de poca profundidad de los esteros, realizándose barridos de 15 minutos de duración, dos barridos por hora.

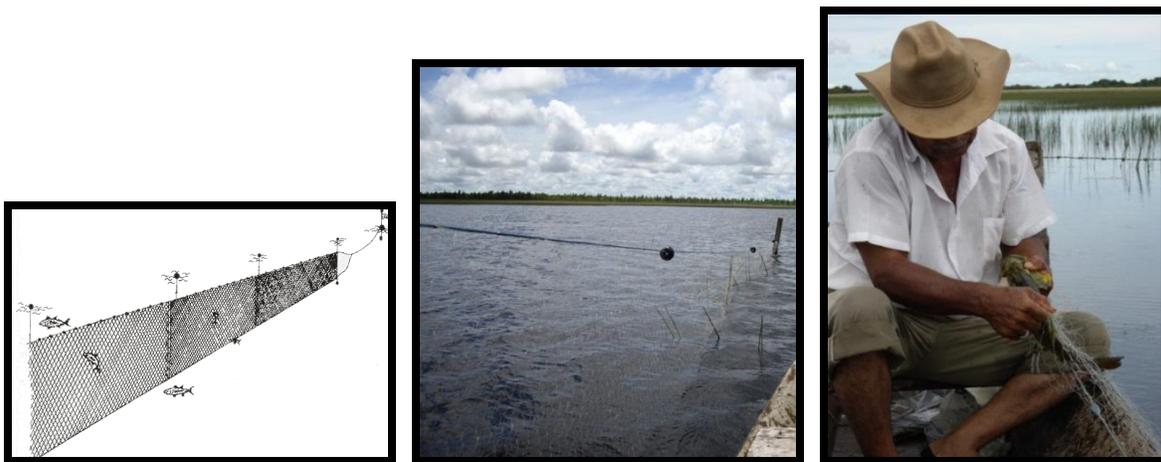


Figura 6. Red de pesca agallera.

(Ortiz, 2009)



Figura 7. Trampa PVC



Figura 8. Rapiché

(Ortiz, 2009)

Los peces capturados se fijaron en formol (10%), cuando el individuos tuvo una longitud mayor a 5cm se inyectó repetidas veces el formol en las vísceras por medio de una jeringa (de 10ml a 50ml) con el fin de obtener una mayor penetración. Las muestras fueron transportadas en bolsas tipo “Ziploc” con una etiqueta rotulada con número de campo, arte de pesca, localidad específica y fecha. Se realizó una previa separación de las especies por morfotipo. Una vez en el laboratorio, los peces permanecieron fijados en formol de 2 a 4 días y posteriormente se almacenaron en alcohol (70%) en frascos de vidrio con su respectiva etiqueta.

6.1 CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT DE LA COMUNIDAD DE PECES

6.1.1 Composición de la vegetación acuática

Las plantas acuáticas se colectaron directamente desde la orilla en la zona litoral hasta la zona limnética de los esteros. Posteriormente se lavaron con abundante agua, luego con abundante alcohol y se prensó cada ejemplar por separado. En el laboratorio de fitoquímica de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, se secaron las muestras en un horno a 90°C durante 50 horas. Luego, en el Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana se identificaron las plantas hasta el mínimo taxón posible con la ayuda de expertos, bibliografía especializada, listados y fotos.

Se definió desde la orilla (el borde del cuerpo de agua) hacia el centro del espejo de agua. Para la elección de los lugares de muestreo se consideró: representatividad de las especies de plantas acuáticas en la comunidad, cierto grado de homogeneidad fisionómica y facilidad de acceso. Para describir la composición se realizaron tablas con las especies colectadas en cada uno de los esteros, posteriormente se realizaron los perfiles para cada estero en el programa AutoCAD 2010.

6.1.2 Parámetros Físico-químicos

Se empleó una sonda multiparámetros Quanta® tanto en la superficie como en el fondo. Las muestras siempre fueron tomadas en el mismo punto, señalándolo por medio de un tronco enterrado en el fondo del estero que sobresalía sobre la superficie del agua. Los parámetros físico-químicos considerados fueron: Temperatura (°C), pH, Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y Oxígeno disuelto (%). También se midió la profundidad en el momento en que se tomaban los datos.

6.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE PECES

6.2.1 Identificación de la ictiofauna

Los peces se identificaron hasta el mínimo taxón posible con la ayuda de un estereomicroscopio marca Olympus SZH 10 y mediante el uso de bibliografía y claves especializadas: (Géry, 1977; Roman-Valencia (1988); Alxelrod, *et al.* (1989); Taphorn, 1992, Lasso *et al.* (2004); Buckup (2004); Galvis *et. Al.* 2006; Maldonado-Ocampo (2005); García *et al.* (2009), además de consultas a diferentes expertos. Una vez identificados, los ejemplares fueron depositados en la colección de peces del Museo Javeriano de Historia Natural “Lorenzo Uribe Uribe S.J” desde el acrónimo MPUJ 5443 hasta MPUJ 5557.

6.2.3 Análisis de información

Para describir la composición de especies se realizaron tablas con las lista de las especies capturadas. Para describir la estructura, se estimó la diversidad alfa y beta de la comunidad de peces por medio de índices ecológicos descritos por Magurran (1989, 2004): riqueza específica, índice de diversidad de Shannon, índice de dominancia e índice de equidad de Pielou. Para

comparar la comunidad de peces en los dos esteros se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard, por medio del programa estadístico PAST.

Medidas de diversidad alfa:

-Riqueza (S): Se calculó el número de especies por estero y las especies exclusivas y comunes del estero natural y emergente, por medio del programa estadístico Past ®.

-Índice de Shannon (H'): Se calculó para la comunidad de peces en cada estero.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

-Índice de Dominancia (D): Se calculó para la comunidad de peces en cada estero.

Medidas de diversidad beta: Se calculó con el fin de conocer el grado de similitud entre las composición de especies de los dos esteros.

-Índice de Jaccard (J):

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

a= Número de especies presentes en el lugar A;

b= Número de especies presentes en el lugar B;

c= Número de especies presentes en los dos lugares A y B.

Los valores de este índice varían de cero (0), cuando no hay ninguna especie compartida entre los lugares de muestreo, hasta uno (1), cuando los dos lugares tienen la misma composición de especies (Magurran, 2004).

Test para hallar diferencias estadísticas entre los índices de Shannon

Es empleado para encontrar la diferencia entre dos valores el índice de diversidad de Shannon teniendo en cuenta los valores de abundancia (Hutcheson 1970) *en* Zar 1984). Se debe conocer el valor del índice y la abundancia de cada especie. Obteniéndose el valor de t calculado de la siguiente manera.

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{S_{H'_1 - H'_2}},$$

$$S_{H'_1 - H'_2} = \sqrt{S_{H'_1}^2 + S_{H'_2}^2}.$$

$$S_{H'}^2 = \frac{\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2/n}{n^2}$$

Donde t: t estimado; fi: número de individuos por especie; n: total de individuos

Si el valor del t estimado es menor al t de la tabla (valores de la tabla t) se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las diversidades, trabajando con alfa de 0.05.

6.3 DESCRIPCIÓN DE HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA COMUNIDAD DE PECES

Luego de fijados todos los individuos, se tuvo en cuenta la matriz de abundancia por ecosistema (Tabla 3) y se organizaron las especies en orden decreciente, seleccionando sólo aquellas especies que participaron menos del 95% de la abundancia total acumulada, tanto para el estero natural, como para el emergente. Se empleó el método de frecuencia de ocurrencia, en el cual el dato más importante es el de la abundancia. A las especies que reunieron un valor mayor a 95% del total de especies dentro de cada estero, se les extrajo sus vísceras y se les realizó el análisis de contenido estomacal. De las especies que reunieron una frecuencia de ocurrencia mayor a 95%, se escogieron al azar un máximo de 20 individuos, dependiendo de la cantidad de ejemplares disponibles.

Se realizó un corte en la zona ventral de cada ejemplar desde el poro anal, pasando junto a las aletas pélvicas hasta la cintura pectoral. Una vez extraído el tracto digestivo, este fue depositado en frascos de vidrio de 10ml con alcohol al 70%. Cada muestra extraída tiene una etiqueta indicando el MPUJ, la especie y el número del individuo al cual se le extrajo. Se siguieron diferentes métodos: numéricos, volumétricos, grado de preferencia alimentar y diferentes índices propuestos por Pinkas y Yañez.

6.3.1 Análisis de información

Para la interpretación, se agruparon los ítems alimentares en las siguientes categorías: Material vegetal (MV), Invertebrados Acuáticos (IA), Invertebrados Terrestres (IT), Detritus (D), Peces (P) y Escamas (E). Estas categorías incluyen ítems completos e incompletos. Luego, se observó la cantidad de contenido que presentaba cada estomago clasificándolos según las categorías cualitativas presentadas por Hyslop (1980) en grado de repleción: I: Vacío, II: Casi vacío, III: Medio lleno, IV: Lleno.

Los contenidos estomacales se analizaron mediante dos métodos numéricos, un método volumétrico (Hyslop 1980; Prejs & Colomine 1981; Marrero 1987) y el grado de preferencia alimentar (Braga 1999). Los métodos numéricos empleados fueron el de **Frecuencia de Aparición** y el de **Composición Porcentual Numérica** (Windel & Bowen 1978; Bowen 1938 en Marrero 1987) y el método volumétrico empleado fue el de la **Cámara de Volumen Variable** modificada por Marrero (1987). Para relacionar los métodos numéricos y volumétricos, se calcularon los índices de importancia relativa de Pinkas y de Yañez (Yañez-Arancibia *et al.*, 1985, Hyslop 1980).

- **Métodos Numéricos**

1. Frecuencia de aparición (FO): Para una muestra examinada, expresa el porcentaje de estómago que contienen un determinado ítem alimentario (Marrero 1987).

$$Fa A = \frac{N^{\circ} \text{ estómagos con el ítem A}}{N^{\circ} \text{ total de estómagos llenos}} \times 100$$

2. Composición Porcentual numérica (N): Expresa la proporción de cada ítem alimentario en relación al número total de ítems alimentarios encontrados en toda la muestra de estómagos analizada (Marrero 1987).

$$Po A = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos del ítem A}}{N^{\circ} \text{ total de individuos de todos los ítems encontrados}} \times 100$$

- **Método volumétrico**

Este método sirve para saber la importancia de un ítem en particular con respecto al volumen total de los ítems contenidos en una muestra indicada; esto se expresa en unidad de volumen.

$$\text{Porcentaje volumétrico del ítem A} = \frac{\text{Volumen ítem A}}{\text{Vol. todos los ítems estudiados}} \times 100$$

- **Grado de preferencia alimentar (GPA)**

Identifica la contribución de los ítems en la evaluación de los contenidos estomacales. Los estómagos se clasificaron visualmente según el grado de repleción en tres categorías: grado 1 (sin alimento), grado 2 (parcialmente lleno) y grado 3 (completamente lleno). Solamente los estómagos considerados grado tres fueron analizados con estereomicroscopio. Este método atribuye valores a los ítems alimentares de las especies de acuerdo a la participación relativa del ítem en cada estómago analizado. Si un ítem ocurre sólo una vez en el estómago, este recibirá el valor de 4; si ocurre más de un ítem, recibirá el valor de 3; si presenta baja abundancia recibe el 1 y el valor intermedio 2. Dividiendo la sumatoria (Si) de los valores atribuidos a cada ítem (i) por el número de estómagos analizados (N) tenemos que el valor que es el GPA:

$$GPA = Si/N$$

A través del GPA, los ítems fueron clasificados cómo:

- Preferencia absoluta (GPA =4)
- Alto grado de preferencia (3< GPA < 4)
- Preferencial, pero otros ítems son ingeridos (2<GPA<3)
- Secundario (1<GPA<2)
- Ocasional (0<GPA<1)

• **Índices de importancia relativa y alimentaria**

1. Índice de importancia relativa de Pinkas (IRI/ Pinkas): Permite determinar la importancia relativa de un ítem alimentario con respecto al volumen total de todo el contenido estomacal;

$$IRI/Pinkas = F (V + N)$$

Donde F: Frecuencia de un ítem; V: Volumen del ítem (mm³); N: Porcentaje del ítem.
Según los resultados obtenidos los ítems alimentarios se clasifican en:

- IRI/Pinkas = < 0.2 alimento accidental
- IRI/Pinkas = 0.2-20 alimento secundario
- IRI/Pinkas = >20.1-40 alimento principal
- IRI/Pinkas = >40 alimento preferencial

2. Índice de importancia relativa de Yáñez (IIR/Yáñez): Cuantifica determinado grupo trófico y lo relaciona con la frecuencia y el volumen de un ítem alimentario, expresándose de la siguiente forma:

$$IIR/YAÑEZ = \frac{(FV)}{100}$$

Donde F: Frecuencia de un ítem; V: Volumen del ítem (mm³). Los porcentajes obtenidos son clasificados de la siguiente forma:

- IIR/YAÑEZ = 0% - 10% alimento circunstancial o accidental
- IIR/YAÑEZ = 10,1 - 40% alimento de grupo trófico secundario
- IIR/YAÑEZ = 40,1 - 100% alimento de grupo trófico principal

7. RESULTADOS

7.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE PECES

Se colectaron 1077 individuos agrupados en tres órdenes, seis familias y 17 géneros, con un total de 26 especies. El orden mayor representado fue Characiformes (5 familias, 10 géneros y 20 especies). En la Tabla 2 se registran las especies colectadas. Los ejemplares se encuentran

catalogados y depositados en la colección del Museo Javeriano de Historia Natural “Lorenzo Uribe Uribe S.J”, desde el MPUJ 5443 hasta 5557.

En el estero natural Los Sabanales se encontró mayor número de individuos (585) y menos riqueza (16), mientras en el estero emergente Las Malvinas, se encontró menor número de individuos (492) y mayor riqueza (19); con una diferencia de tres especies entre los dos para la época de creciente de agua. De todas las especies colectadas seis, fueron exclusivas del estero Los Sabanales, nueve fueron exclusivas del estero Las Malvinas y diez fueron comunes en ambos esteros. El orden Characiformes presentó el mayor número de especies (50% del total de especies), seguido por Cichlidae y Lebiasinidae. En los dos esteros dominó la familia Characidae seguida por la familia Lebiasinidae y Cichlidae, esta última en el estero natural Las Malvinas. la especie que dominó en el estero los Sabanales fue *Hemigrammus marginatus* con 32,1% de individuos y en Las Malvinas *Hyphessobrycon acaciae* con 30%.

Tabla 2: Especies de peces encontradas en el estero natural Los Sabanales y en el estero natural Las Malvinas durante el periodo nivel de agua alto.

ESPECIES	Los Sabanales	Las Malvinas	TOTAL
1 <i>Hyphessobrycon acaciae</i>	139	148	287
2 <i>Hyphessobrycon niger</i>	65	145	210
3 <i>Hemigrammus marginatus</i>	188	2	190
4 <i>Hemigrammus</i> af. <i> analis</i>	108	33	141
5 <i>Hemigrammus levis</i>	1	78	79
6 <i>Pyrrhulina</i> cf. <i> lugubris</i>	6	47	53
7 <i>Hyphessobrycon</i> sp. “ <i> arriba</i> ”	39		39
8 <i>Hyphessobrycon bentosi</i>	6	7	13
9 <i>Astyanax</i> gr. <i> bimaculatus</i>	7	3	10
10 <i>Hyphessobrycon amaronensis</i>	9		9
11 <i>Hemigrammus</i> sp. 3	6	1	7
12 <i>Hemigrammus barrigona</i>	3	3	6
13 <i>Aequidens metae</i>		5	5
14 <i>Cichla orinocensis</i>		5	5
15 <i>Copella metae</i>		4	4
16 <i>Crenicichla</i> cf. <i> geayi</i>		3	3
17 <i>Gymnocorymbus bondi</i>	3		3
18 <i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>		3	3
19 <i>Hoplosternum littorale</i>	3		3
20 <i>Uaru fernandezyepezi</i>		2	2
21 <i>Mesonauta egregius</i>		1	1
22 <i>Hoplias malabaricus</i>		1	1
23 <i>Leporinus friderici</i>	1		1
24 <i>Mikrogeophagus ramirezi</i>		1	1
25 <i>Pygocentrus cariba</i>	1		1
TOTALES	585	492	1077

Tabla 3. Abundancias y estrategias de las especies de peces encontradas en el estero (a) Los Sabanales y (b) Las Malvinas.

a.

Estero Los Sabanales				
Especies	N	% Abundancia	Abundancia acumulada	Estrategia
<i>Hemigrammus marginatus</i>	188	32,14	32,14	<i>r</i>
<i>Hyphessobrycon acaciae</i>	139	23,76	55,9	<i>r</i>
<i>Hemigrammus af. analis</i>	108	18,46	74,36	<i>r</i>
<i>Hyphessobrycon niger</i>	65	11,11	85,47	<i>r</i>
<i>Hyphessobrycon sp. "arriba"</i>	39	6,67	92,14	<i>r</i>
<i>Hyphessobrycon amaronensis</i>	9	1,54	93,68	<i>r</i>
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	7	1,2	94,87	<i>r</i>
<i>Hemigrammus sp. 3</i>	6	1,03	95,9	<i>r</i>
<i>Hyphessobrycon bentosi</i>	6	1,03	96,92	<i>r</i>
<i>Pyrrhulina lugubris</i>	6	1,03	97,95	<i>r</i>
<i>Gymnocorymbus bondi</i>	3	0,51	98,46	<i>r</i>
<i>Hemigrammus barrigonae</i>	3	0,51	98,97	<i>r</i>
<i>Hoplosternum littorale</i>	3	0,51	99,49	<i>K</i>
<i>Leporinus friderici</i>	1	0,17	99,66	<i>r</i>
<i>Hemigrammus levis</i>	1	0,17	99,83	<i>r</i>
<i>Pygocentrus cariba</i>	1	0,17	100	<i>K</i>

b.

Estero Las Malvinas				
Especies	N	% Abundancia	Abundancia acumulada	Estrategia
<i>Hyphessobrycon acaciae</i>	148	30,08	30,08	<i>r</i>
<i>Hyphessobrycon niger</i>	145	29,47	59,55	<i>r</i>
<i>Hemigrammus levis</i>	78	15,85	75,41	<i>r</i>
<i>Pyrrhulina lugubris</i>	47	9,55	84,96	<i>r</i>
<i>Hemigrammus af. analis</i>	33	6,71	91,67	<i>r</i>
<i>Hyphessobrycon bentosi</i>	7	1,42	93,09	<i>r</i>
<i>Aequidens metae</i>	5	1,02	94,11	<i>K</i>
<i>Cichla orinocensis</i>	5	1,02	95,12	<i>K</i>
<i>Copella metae</i>	4	0,81	95,93	<i>r</i>
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	3	0,61	96,54	<i>r</i>
<i>Hemigrammus barrigona</i>	3	0,61	97,15	<i>r</i>
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	3	0,61	97,76	<i>r</i>
<i>Crenicichla geayi</i>	3	0,61	98,37	<i>K</i>
<i>Hemigrammus marginatus</i>	2	0,41	98,78	<i>r</i>
<i>Uaru fernandezyepezi</i>	2	0,41	99,19	<i>K</i>
<i>Hemigrammus sp. 3</i>	1	0,2	99,39	<i>r</i>
<i>Hoplias malabaricus</i>	1	0,2	99,59	<i>r</i>
<i>Mesonauta egregius</i>	1	0,2	99,8	<i>K</i>
<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>	1	0,2	100	<i>K</i>

-- (· ·) Especies a las cuales se les realizó extracción de vísceras según la abundancia acumulada.

Al comparar los dos esteros, se encontró para el natural Los Sabanales y el emergente Las Malvinas, un 45% de similitud. Por otro lado, los índices ecológicos son similares entre ellos (Tabla 4). En Las Malvinas; el índice de Shannon ($H' = 1,83$) es mayor que en Los Sabanales ($H' = 1,81$); el índice de Dominancia y de Pielou es mayor en el estero Los Sabanales ($D = 0,211$; $J = 0,65$) que en Las Malvinas ($D = 0,216$; $J = 0,62$).

Tabla 4. Valores de número de individuos, riqueza de especies, índice de dominancia, índice de Shannon, índice de Pielou, número de especies exclusivas y comunes en el estero natural Los Sabanales y en el estero emergente, y % de similitud de Jaccard para los dos esteros en periodo de creciente.

Índices Ecológicos	ESTEROS	
	Los Sabanales	Las Malvinas
Número de individuos	585	492
Riqueza (S)	16	19
Dominancia (D)	0,2114	0,2168
Shannon (H')	1,815	1,831
Equidad (J)	0,6545	0,622
No. especies exclusivas	6	9
No. especies comunes		10
% similitud de Jaccard		45%

Test para la diferencia estadística del índice de Shannon

Se halló el valor de t de 1,03 para valorar si la diferencia entre los valores del índice de Shannon. Este valor fue comparado con el t de tablas donde se obtuvo que (1,03, < 2,3). Cuando el valor t calculado es menor al t de tablas, entonces se acepta la Ho, lo que significa que la diferencia entre estos dos es considerada como no significativa, es decir, no existen diferencias en cuanto al valor del índice de Shannon en los esteros.

7.3 DESCRIPCIÓN DE HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA COMUNIDAD DE PECES

Teniendo en cuenta la Tabla 3a y b, se escogieron las especies a las cuales se les realizaría el análisis de contenido estomacal, seleccionando aquellas con un porcentaje de abundancia menor al 95%; señalas en dicha tabla por una línea punteada (- · - · - ·) para un total de siete especies por estero. Se analizaron en total 187 estómagos.

Las especies en total seleccionadas fueron: *H. marginatus*, *H. acaciae*, *H. af. analis*, *H. niger*, *H. sp. "arriba"*, *H. amaronensis*, *A. gr. bimaculatus*, *H. levis*, *P. lugubris*, *H. bentosi*, *A. metae*.

Tabla 5. Categorías tróficas, grado de preferencia alimentar, porcentajes de frecuencia y volumen, valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez en el estero Los Sabanales (a) y Las Malvinas (b). En color gris se observan los valores más altos encontrados con cada método.

a.

ESTERO LOS SABANALES									
Categoría	GPA	FO	%FO	N	%N	V	%V	IRI/ PINKAS	IIR/ YÁÑEZ
MV	3,3	0,81	80,86	45,12	4511,56	70,02	0,7	93,1	56,6
IT	0,32	0,16	15,71	11,37	1137,14	11,9	0,12	3,66	1,8
IA	0,33	0,02	2,14	1,29	128,57	2,31	0,02	0,08	0,04
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0,05	0,01	1,29	0,77	77,14	15,44	0,15	0,21	0,19
TOTAL (mm3)	99,67								

b.

ESTERO LAS MALVINAS									
Categoría	GPA	FO	%FO	N	%N	V	%V	IRI/ PINKAS	IIR/ YÁÑEZ
MV	1,81	0,58	57,86	0,38	37,64	0,11	10,99	0,28	0,06
IT	0,7	0,1	10,29	0,08	7,79	0,05	5,25	0,01	0,0054
IA	0,47	0,09	8,14	0,06	5,86	0,07	7,24	0,01	0,0065
D	0,57	0,14	14,29	0,1	9,52	0,76	76,26	0,12	0,1
E	0,45	0,09	8,57	0,07	6,86	0	0,25	0,01	0,0002
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (mm3)	0,99								

Según los cuatro métodos, en el estero natural Los Sabanales se encontró alta preferencia hacia material vegetal (MV). En el estero emergente las Malvinas, se encontró alta preferencia hacia material vegetal (MV), según el GPA, %FO, %N y el IRI/PINKAS, y un mayor %V e IIR/YÁÑEZ de detritos (D).

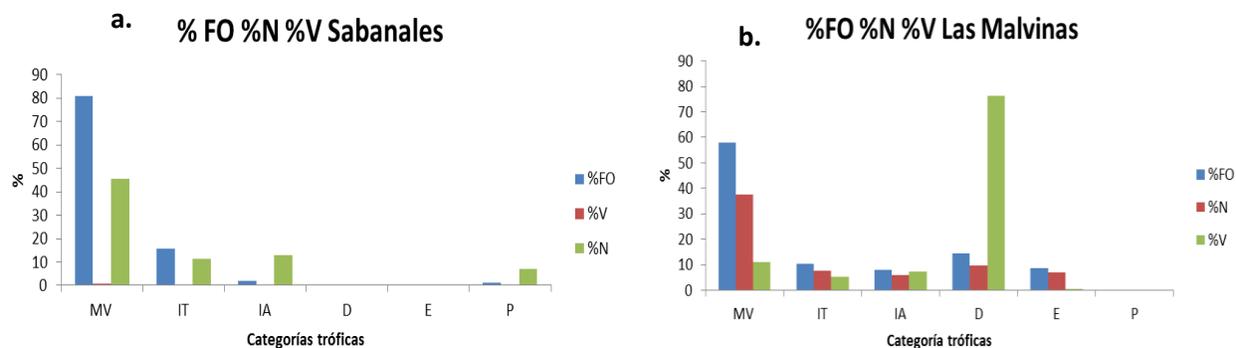


Figura 10. Porcentaje de frecuencia de ocurrencia, numérico y de volumen en el estero natural Los Sabanales (a) y en el estero emergente Las Malvinas (b).

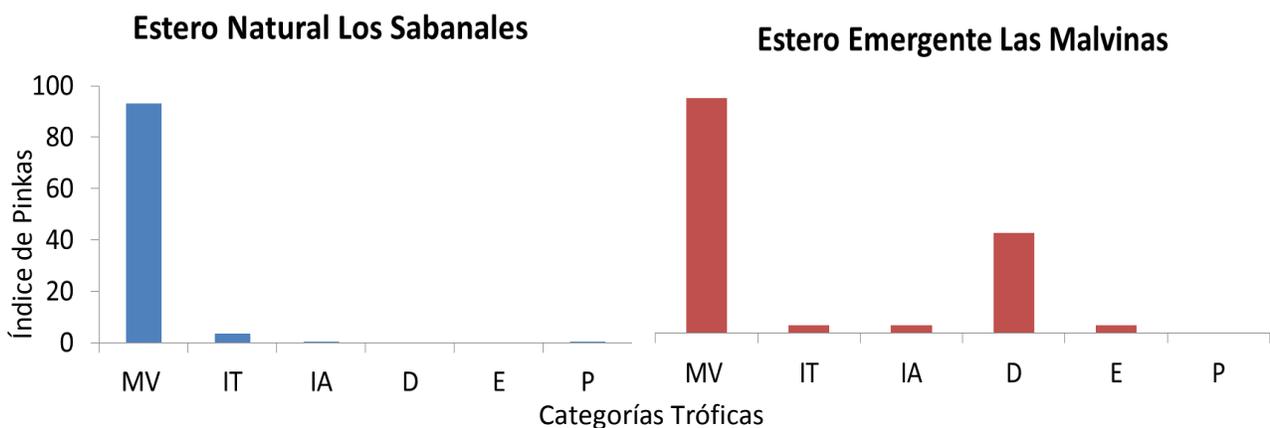


Figura 11. Índice de Pinkas para el estero natural Los Sabanales y el estero emergente Las Malvinas. En el eje X, las categorías tróficas. El índice indica Material Vegetal como alimento preferencial en los dos esteros durante el periodo creciente.

7.1 CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT DE LA COMUNIDAD DE PECES

Se identificaron hasta el mínimo taxón posible las especies de plantas acuáticas de los dos esteros, sin embargo, debido al difícil acceso a la información publicada sobre plantas acuáticas en la Orinoquia, fue muy difícil su identificación.

Se encontraron un total de seis especies en el estero natural Los Sabanales y nueve especies en el estero emergente Las Malvinas. Los ejemplares se encuentran depositados en la colección del Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana.

7.1.1 Composición de la vegetación acuática

Tabla 6. Especies de plantas acuáticas exclusivas y comunes en el estero natural Los Sabanales y en el emergente Las Malvinas durante creciente de agua.

ESPECIES EXCLUSIVAS		ESPECIES COMUNES
Estero Natural Los Sabanales	Estero Emergente Las Malvinas	Esteros Los Sabanales y Las Malvinas
INDET	Poaceae <i>Digitaria</i> sp. <i>Lidwigia</i> cf. <i>sedoides</i> <i>Utricularia</i> sp.	<i>Cabomba</i> sp. cf. <i>Nymphaea</i> <i>Eichornia azurea</i> <i>Eleocharis</i> sp. <i>Nymphoides</i> cf. <i>indica</i>

7.1.1.2 Perfiles de la comunidad vegetal

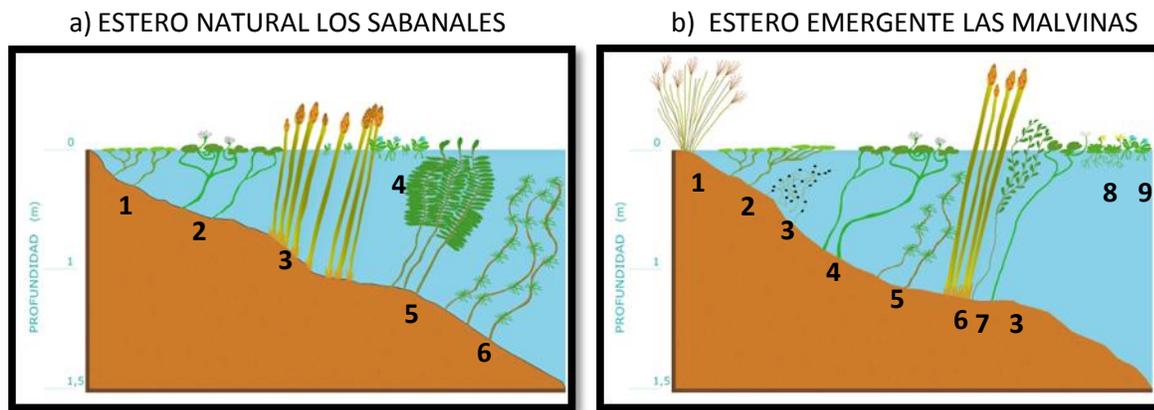


Figura 12. a) Comunidad vegetal en el estero natural Los Sabanales. 1. Cf. *Nymphaea* 2. *Nymphoides* sp. 3. *Eleocharis* sp. 4. *Eichornia azurea* 5. INDET 6. *Cabomba* sp. b) Comunidad vegetal en el estero emergente Las Malvinas. 1. *Digitaria* sp. 2. Cf. *Nymphaea* 3. *Utricularia* sp. 4. *Nymphoides* sp. 5. *Cabomba* sp. 6. *Eleocharis* sp. 7. Poaceae 8. *Lidwigia* cf. *helminthorrhiza* 9. *Eichornia azurea*

7.1.2 Variables físico-químicas

Tabla 7. Promedio de variables físico-químicas del agua en el estero natural Los Sabanales y en el estero emergente Las Malvinas. Datos tomados entre las 8am-12m a una profundidad máxima de 1,5m durante creciente de agua.

Esteros	T (°C)	Cond. (ms/cm)	pH	% OD
Los Sabanales	27,46	0,007	5,18	51,4
Las Malvinas	31,21	0,006	5,19	79,8

8. DISCUSIÓN

El orden más representado fue Characiformes; esto se esperaba ya que generalmente es el grupo más diverso en las aguas continentales de América del Sur (Machado-Allison 1993), lo que coincide con lo registrado para los ecosistemas acuáticos del neotropico, caracterizado por un predominio de carácidos (Lowe-McConnell, 1987; Goulding *et al.* 1988). Estos generalmente son pequeños, plateados, comprimidos lateralmente, de hábitos diurnos, de alimentación variada que incluye dietas insectívoras, planctívoras, detritívoras, y carnívoras (Machado-Allison 1993); estas características facilitan su diversidad de formas, tamaños y adaptaciones lo que los hace tan exitosos. Esto se vio en los resultados, siendo la familia Characidae la más dominante debido a su importancia numérica dentro del orden, además de tener la mayor cantidad de especies (Géry 1977), lo que aumenta la probabilidad de captura.

El % de similitud de Jaccard (45%), evidencia disimilitud entre los dos ecosistemas acuáticos. Esto está relacionado con el resultado obtenido en cuanto a la composición, estructura trófica y estrategias de vida predominantes. Según estos resultados numéricos, la riqueza de especies no varía mucho entre los dos esteros, razón por la cual resultó más relevante analizar cuáles son las especies que los componen y cuáles son comunes y exclusivas.

Las especies comunes (Tabla 2) *H. acaciae*, *H. niger*, *H. marginatus*, *H. cf. analis*, *H. levis*, *P. lugubris*, *H. bentosi*, *A. bimaculatus*, *H. sp.1*, *H. barrigonae* se caracterizan en general, por ser omnívoras, de pequeño tamaño y según Taphorn & Winemiller (1989) y Taphorn (1992) estrategistas *r* y de hábitos generalistas, lo que indicaría mayor adaptabilidad por parte de dichas especies, facilitado su establecimiento en los dos ambientes sin aparentemente, verse afectadas por la alteración del régimen de fluctuación del agua de cada estero, dada por el terraplén.

Lo anterior coincide con las abundancias y la dominancia (Tabla 3a y 3b) encontradas, ya que las especies más abundantes para los dos esteros también se caracterizaron por ser de pequeño tamaño y de hábitos omnívoros; coincidiendo con lo descrito por Lowe-McConnell (1999) y Gotelli (2007) para las especies *r*-seleccionadas: comportamiento uniforme, formación de cardúmenes, especies dominantes, alimentación facultativa, alta fecundidad y potencial de dispersión, tasas de crecimiento poblacional rápidas y baja competitividad.. Encontrándose entonces, mayor abundancia de especies *r*-seleccionadas en los dos esteros.

En cuanto a las especies exclusivas, en el estero natural Los Sabanales, se encontraron especies de hábitos variados: *Gymnocorymbus bondi*, *Hyphessobrycon* sp. “*arriba*”, *Leporinus friderici*, *Hoplosternum littorale*, *Pygocentrus caribe*, *Hyphessobrycon amaronensis*. Los tres primeros omnívoros (Taphorn 1992, Ortiz-Arroyave & Prada-Pedrerros 2010), de hábitos generalistas y estrategistas *r*; los tres últimos de hábitos especialistas, ya que son insectívoros (Taphorn 1992), piscívoros (Taphorn 1992) y herbívoros (Ortiz-Arroyave & Prada-Pedrerros 2010), respetivamente. Todas las especies encontradas son de pequeño tamaño o se hallaron en estado juvenil (*Hoplosternum littorale*, *Pygocentrus caribe*).

A diferencia del estero natural Los Sabanales, en el estero emergente Las Malvinas, se encontraron especies exclusivas de gran tamaño: *Aequidens metae*, *Mesonauta egregius*, *Cichla orinocensis*, *Crenicichla geayi*, *Hoplerthrinus unitaeniatus*, *Hoplias malabaricus*, a excepción de *Copella meta*; caracterizadas en su mayoría por ser carnívoras y alternar su alimento entre peces e insectos (Taphorn 1992), a excepción de *Aequidens metae*, la cual fue reportada por Ortiz-Arroyave & Prada-Pedrerros (2010) como especie consumidora de detritus en época de creciente. En este estero, la mayoría de individuos (89,02%) se repartieron en la familia Characidae y Cichlidae, coincidiendo con lo citado por Prejs & Prejs (1987) de un estudio realizado por Danielewski & Ramos, en un estero represado de Sabanas inundables venezolanas.

Los resultados encontrados apuntan a pensar en el estado sucesional en el que posiblemente se encuentren los dos ecosistemas; procesos desencadenados tanto por la intervención de origen antrópico, como por la fluctuación del nivel del agua; donde en uno se presenta relativamente estable debido al represamiento del agua por el terraplén; y en el otro, donde hay un cambio según la estación. Esto se ve en las especies encontradas en mayor abundancia en el estero natural Los Sabanales, clasificadas por Taphorn & Winemiller (1989) y Taphorn (1992) como especies con alta tasa de supervivencia de adultos y dieta omnívora, lo que muestra que dichas especies aprovechan ampliamente la oferta alimenticia disponible; además, según Lake *et al.* (1989) son indicadoras de segunda etapa del proceso sucesional.

En el estero Las Malvinas, donde la fluctuación del nivel de agua es menor que en Los Sabanales, es posible que exista mayor estabilidad que en Los Sabanales, lo que favorece la presencia de especies predatoras, de gran tamaño, en general de hábitos especialistas. Esto se vio reflejado en las especies carnívoras exclusivas encontradas en Las Malvinas: *Hoplias malabaricus*, *Cichla orinocensis*, *Crenicichla geayi*, *Hoplerthrinus unitaeniatus*, que, aunque no se les realizó análisis

de contenidos estomacales porque su porcentaje de abundancia fue menor a 1,02, es bien conocido que son especies predatoras (ver Géry J. 1977, Taphorn D. 1992. Lasso & Machado-Allison 2000). Dichas especies, son consideradas por Taphorn & Winemiller (1989) y Taphorn (1992), como especies con periodos de generación largos y de hábitos especialistas, las cuales para desarrollarse necesitarían mayor estabilidad, homogeneidad ambiental y nivel de agua alto (en esteros de la Orinoquia Llanera) para desarrollarse. Dichas características son propias de un ecosistema en una avanzada etapa sucesional.

La presencia de piscívoros, ha sido citado también por Mago (1970 *en* Lasso 2004) y Taphorn & Lyliestrom (1984), en lagunas inundables en Venezuela, de los estados Gaurico, Apure y Los Cardonales, respectivamente. Ellos atribuyen este hecho a la abundancia y diversidad de las especies presa, vinculadas a la vegetación acuática, lo cual se encontró en este estudio; dentro de las especies con mayor abundancia, tres especies presa fueron comunes en los dos esteros: *H. acaciae* (23,76% en Sabanales y 30,08% en Malvinas), *H. af. analis* (18,46% en Sabanales y 6,7% en Malvinas) y *H. niger* (11,11% en Sabanales y 29,47% en Malvinas).

Por otro lado, el carácter fluctuante del estero Los Sabanales, puede limitar el establecimiento de especies de peces adaptadas a ambientes más estables en cuanto a la fluctuación del nivel del agua; como por ejemplo especies de la familia Cichlidae. Esta familia se encontró representada sólo en el estero Las Malvinas por seis especies (*Aequidens metae*, *Cichla orinocensis*, *Crenicichla geayi*, *Uaru fernandezyepezi*, *Mesonauta egregius*, *Mikrogeophagus ramirezi*).

Aparentemente las ventajas que obtienen los peces al usar hábitats muy variados y diferentes son el factor determinante de la riqueza de especies en el estero natural y emergente. En ambos esteros, se colectó un total de 25 especies repartidas en 1077 individuos, de los cuales el 46,14% están repartidos en dos de las 25 especies, mostrando una marcada dominancia en ambos esteros por dos especies: *H. acaciae* y *H. niger*; lo cual está relacionado, como se mencionó anteriormente, con la estrategia de cada especie. Además, se debe tener en cuenta que estas especies son de pequeño tamaño, forman cardúmenes y están asociadas a vegetación acuática en la zona litoral de los esteros (Ortiz-Aroyave & Prada-Pedreras 2010), lo cual facilita su captura por medio de un método tan selectivo para este tipo de biotopo, cómo lo es el Rapiché. Asimismo, se debe considerar que la dominancia de algunas especies es un proceso dinámico que también depende de las condiciones ecológicas del medio (Lowe-McConnell 1967 *en* Bejarano *et al.* 2006); en este caso en específico, la dominancia y presencia de determinadas especies, depende del grado de fluctuación del nivel del agua de los esteros dado por el embalsamiento del agua por un terraplén.

La diversidad de especies encontrada en este estudio se puede considerar baja ya que se obtuvieron valores inferiores a 3.0 (Goulding *et al.* 1988), tanto en Los Sabanales ($H'=1,815$) como en Las Malvinas ($H'=1,83$). Los datos se comparan con un trabajo hecho en la Amazonia por Goulding *et al.* (1988), porque al igual que en la cuenca del Amazonas, en la del Orinoco, las aguas, blancas, claras o negras, no son entidades completamente distintas con su fauna íctica propia, dónde, los individuos de muchas especies se mueven de un tipo de ambiente a otro estacionalmente durante el

curso de su vida, lo que influencia en los datos de estructura que se estén estudiando (Lowe-McConnell 1987; Sánchez *et al.* 1999). Según Lowe-McConnell (1987), los valores de diversidad suelen ser menores en ambientes tropicales estacionales debido a la alta dominancia de especies. Esta alta dominancia se ve reflejada en los valores del índice de dominancia tanto para Los Sabanales ($D=0,211$) como para Las Malvinas ($1-D=0,216$).

Los valores de diversidad, dominancia y equidad no fueron significativamente diferentes entre esteros durante la época de creciente de agua; el test para comparar los índices de Shannon hallados en ambos esteros mostró diferencia no significativa entre ellos. Esto es común para ecosistemas acuáticos de la Orinoquia, dónde según Lasso & Castroviejo (1992) la diversidad y equidad muestran un patrón temporal similar; lo que indica que la composición de la comunidad de peces se ve afectada por el represamiento del agua por el terraplén.

La ausencia de peces Gymnotiformes en las muestras revela factores de selectividad inherentes a los métodos de muestreo para esta época del año, más que una verdadera ausencia de estos individuos en el área, como lo describieron Bejarano *et al.* (2006). El orden Siluriformes, también se encontró pobremente representado (1 especie); según Prada-Pedrerros & Amézquita (1994) el sustrato de los esteros puede influir, ya que el suelo del estero es duro, compacto y no presenta materia orgánica en descomposición; como por ejemplo, hojarasca o palizada, tampoco presenta sustratos como piedras, cascajo, fango o cuevas que puedan brindar albergue a otro tipo de ictiofauna e inclusive ictiofauna béntica, entre esta los Siluriformes y algunos detritívoros, los cuales fueron escasos en los resultados encontrados.

Los esteros en estudio se pueden comparar con las planicies de inundación, en el sentido en que en ambos sistemas hay un gran aporte de material alóctono al ecosistema acuático. Según Junk (1989), en el área de transición acuático/terrestres, existe alta productividad y la fauna acuática se beneficia del transporte de recurso. Al incrementarse el nivel del agua, aumenta el área del cuerpo de agua, inundando el área adyacente a la orilla del estero, incluyendo plantas terrestres, lo cual se observó en campo ya que se encontraron parches de pastos en el fondo de los esteros (máx 30cm de profundidad). Esto se ve reflejado en los hábitos alimentarios de la comunidad de peces tanto en Los Sabanales como en Las Malvinas, dónde el GPA, %F, %N, %V y IIPinka coincidieron en que la categoría dominante en la comunidad de peces fue el material vegetal. Por otro lado, en Las Malvinas se encontró mayor % de volumen de ítem invertebrados terrestres que en Los Sabanales, mostrando un aporte del medio terrestre al acuático.

Estos resultados se pueden deber a que, para los peces, es más fácil alimentarse de lo que se encuentra disponible en abundancia en el medio, así se evita gasto energético; esto se da siempre y cuando no haya riesgo por parte de predadores (Prejs & Prejs 1987). Esto se ve en los altos valores hallados por todos los métodos para la categoría trófica materia vegetal (MV) en los dos esteros, ya que la vegetación tanto terrestre como acuática queda cubierta por agua; además las plantas acuáticas se ven afectadas por el inicio de las lluvias, por ende, por la creciente del agua aumentando su riqueza y abundancia (Rial 2006).

Existe una gran variedad de factores ecológicos que pueden influir en la estructura de las cadenas tróficas en ecosistemas acuáticos (Winemiller & Jepsen 1998, Padial *et al.* 2009); por ejemplo, la

vegetación acuática juega un papel muy importante para la ictiofauna; densas camas de macrófitas proveen hábitats estructurados que sirven de refugio de predadores y substratos de producción del perifiton, invertebrados (Winemiller & Jepsen 1998, Padial *et al.* 2009) y macroinvertebrados (Meerhoff *et al.* 2007). Al igual que en las planicies de inundación citadas por Junk 1973; Howard-Williams & Junk 1977; Sazima & Zamprogno 1985; Araujo-Lina 1986; Machado-Allison 1990 (*en* Winemiller & Jepsen 1998), la vegetación acuática provee áreas de cría para, quizá, la mayoría de los peces.

Por ejemplo, *Eichornia azurea*, encontrada en los dos esteros se caracteriza por presentar gran plasticidad morfológica en sus raíces submersas secundarias, que cambian según la concentración de nutrientes en el agua (Camargo y Esteves 1996), esta plasticidad puede facilitar su establecimiento en los dos esteros durante la época de creciente. Además, dichas raíces secundarias provee un alto nivel de heterogeneidad estructural, afectan la eficiencia de la predación y del comportamiento de peces pequeños e inclusive Rantala *et al.* (2004) y Meerhoff *et al.* (2007), sugieren que también protege a invertebrados contra la predación por parte de algunos peces pequeños; esto pudo influir en la alta diversidad de peces pequeños (adultos <50mm) encontrada en ambos esteros.

Aunque según Rial (2006), dentro de una comunidad de plantas acuáticas la diferencia temporal es superior a la espacial, los resultados muestran que existe diferencia en cuanto a la composición de la comunidad de plantas en los dos esteros (Tabla 6, Figura 12). Esta diferencia, entonces, se puede deber a que en Las Malvinas, el terraplén a lo largo del año, posibilita la permanencia de más especies de plantas acuáticas, ya que mantiene el nivel del agua relativamente constante. Esto sumado al hecho, que el número de especies responde positivamente al aumento del nivel del agua (Rial 2006) y se facilita el establecimiento de plantas flotantes.

De las 10 especies colectadas en los esteros la forma de crecimiento arraigado emergente dominó; esta bioforma correspondió el mayor número de especies en las orillas y aguas someras. Según Rial (2000), en esteros de los Llanos de Apure, también dominan las bioformas arraigadas. En la Fig. 14 b, es posible identificar una comunidad más homogénea en donde las especies parecen distribuidas uniformemente en el espacio, dominada por formas redondeadas *Eichornia azurea*, *Ludwigia cf. sedoides*, por formas cilíndricas de *Eleocharis sp.* y flotante arraigada *Nymphoides indica*.

A pesar que las características físico-químicas del agua y la profundidad de los esteros no son evidentemente distintas, si puede serlo la combinación de factores que determinan tal variación en la composición, como el nivel del agua (Rial 2000), el efecto del terraplén, entre otros; además de la plasticidad de las plantas acuáticas (euritípicas).

Según Rial (2000), las plantas acuáticas, de acuerdo a su forma de vida, se disponen a lo largo del gradiente de profundidad, diferenciándose zonas con predominio de vegetación arraigada emergente, arraigada flotante, sumergida o flotante libre lo cual se observó en los resultados (Fig.

14a y b). La colonización de especies con determinados hábitos de crecimiento, según Rial (2000), está determinada por el nivel hidrométrico.

Las condiciones físico-químicas y biológicas varían drásticamente durante un ciclo hidrológico, debido a la presencia de ciclos alternantes de sequía e inundación, sin embargo no varió significativamente entre los esteros en el periodo muestreado, a pesar de la presencia del terraplén en el estero emergente Las Malvinas. El pH encontrado en los dos esteros, coincidió con lo reportado por Prada-Pedrerros & Amézquita (1994) para un estero en la Orinoquia colombiana, con aguas ácidas (pH: 5,18-5,19) y baja conductividad (0,006-0,007 ms/cm). La baja conductividad sugeriría carencia de nutrientes disueltos en el agua y alta transparencia del agua. Este último factor favorece la presencia de vegetación acuática submersa (Prada-Pedrerros & Amézquita 1994) lo cual se evidenció en los resultados (ver Fig 12 a y b).

Aunque la temperatura en promedio de los esteros fue alta (27,46-31,21°C) el porcentaje de oxígeno no alcanzó niveles críticos (51,4-79,8%) para la ictiofauna; según Prada-Pedrerros & Amézquita (1994), la oxigenación de los esteros se ve favorecida por la ausencia de cantidades apreciables de materia orgánica en descomposición, presencia de macrófitas submersas y la mezcla de la columna de agua; mezcla reportada por Ortiz-Aroyave (2009) para el estero Los Sabanales el cual es polimíctico.

9. CONCLUSIONES

Para el período hidrológico muestreado, los dos esteros son similares en términos de riqueza y diversidad; sin embargo, difieren en la composición de especies y en las estrategias de vida predominantes. Según esto, es más importante conocer cuales especies se encuentran en cada estero y sus historias de vida, que conocer los valores de riqueza y diversidad.

La diferencia en la composición de las especies se puede deber al efecto que ha tenido el terraplén en el estero durante los 18 años de construido; ya que la alteración del régimen de inundación favoreció el establecimiento de especies estrategas-K de hábitos especialistas, debido al carácter estable que adquirió el estero emergente.

Los hábitos alimentarios de la comunidad de peces en los dos esteros presentaron mayor preferencia hacia el ítem alimentar material vegetal debido al incremento del nivel del agua, lo que aumenta el área del cuerpo de agua, inundando el área adyacente a la orilla del estero, aumentando la oferta por parte del ambiente terrestres al acuático.

Las especies de plantas acuáticas y los valores físico químicos encontrados fueron similares en los dos esteros pesar de la presencia del terraplén en el estero emergente Las Malvinas. Es posible que las diferencias sean más evidentes entre diferentes épocas más que entre los esteros, aun cuando en el emergente el agua mantenga niveles más constantes.

10. BIBLIOGRAFÍA

Begon M., Townsend C., Harper J.L. Ecology from individuals to ecosystems. Fourth Edition. Blackwell publishing. 2006; 759p.

Bejarano I., Blanco M.P., Mojica J.J. La comunidad íctica del Río Mesay durante el periodo de aguas altas (Caquetá, Amazonia colombiana). *Caldasia*, 2006; 28(2) 359-370p.

Bowen S.. Quantitative description of the diet. En Nielsen L.A. and Johnson D.L. Fisheries Techniques. American Fisheries Society. Chapter 17. Bethesda, Maryland. 1983; Pp 325-336.

Costa Posada C. *Atlas Climatológico de Colombia*. IDEAM, 2005; p.170

Domínguez C. La gran cuenca del Orinoco. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/faunayflora/orinoco/orinoco3a.htm>. Consultado el 13 de Agosto de 2010.

Ferreira F.C. Ictiofauna de riachos na planície de costeira da bacia do rio Itanhaém, Litoral Sul de São Paulo. TESIS DE MAESTRÍA. Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus Rio Claro, 2007. 210 p.

Galvis G., Mojica J.M.. Peces de la Orinoquia Colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto colombiano de desarrollo rural (INCODER). Universidad Nacional de Colombia. 2003; 425p.

Géry J. *Charachoid of the world*. T.F.H Publications, Inc. Ltd. USA, 1977, 672pp.

Gil H., Ajiaco R.E. *La pesca de especies ornamentales en el área de influencia de Inírida en: La pesca en la baja Orinoquia colombiana: una visión integral*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), 2001;255p.

Gonçalves C. Biología alimentar da ictiofauna na área de influência do reservatório da usina Mogi Guaçu e lagoas marginais da Estação Ecológica – Fazenda Campininha (SP). **Tesis de Maestría**. 2007. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus Rio Claro.

Gotelli N.J. *Ecologia*. Universidade de Vermont. Terceira Edição. Editora Planta. Brasil, 2007, 260 pp.

Goulding M. The fish and the forest. Los angeles: University of California Press, 1980; 200p.

Goulding M., Carvallo M., Ferreira E. Río Negro, rich live in poor water. SBP. Academic Publishing, Los Países Bajos. 1988, 89p.

Hernández M.A. 2009. Descripción de las comunidades ícticas en ecosistemas acuáticos naturales y emergentes en las sabanas inundables de Orocué (Casanare - Colombia) durante el descenso de los niveles de agua. Trabajo de grado para optar a título de bióloga. Pontificia Universidad Javeriana

Hobbs R., Arico A., Aronson J., Baron J. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography*, 2006; 15, 1-7

Hyslop, E.J., J. Stomach contents analysis. A review of methods and their applications. *Fish Biol.* 1980, 411-429 17.

IGAC.. Casanare-Orocué: características geográficas, Subdirección de Geografía. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, 1996
Instituto geográfico Agustín Codazzi- IGAC. 1996. Casanare-Orocué: Información y datos del municipio de Orocué, Subdirección de Geografía.

Jocque M., Riddoch B., Brendonck L., Successional phases and species replacements in freshwater rock pools: towards a biological definition of ephemeral systems. *Freshwater Biology*, 2007; 52, 1734–1744 pp.

Junk W.J., Bayley P., Sparks R. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *In* D.P Dodge [ed.] *Proceedings of International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 1989;106pp.

Krebs, C.J. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers, New York, 1989, 653p.

Landines M., Producción de peces ornamentales de la Orinoquía colombiana. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola* año II, 2007; vol. 2, 2007. ISSN 1909 – 8138.

Lake P.S., Bayly I.A.E., Morton D.W. The phenology of a temporary pond in Western Victoria, Australia, with special reference to invertebrate succession. *Archiv für Hydrobiologie*, 115, 171–1989, 202pp.

Lasso C., Castroviejo J. Composition, abundance and biomass of the benthic fish fauna from the Guaritico river of Venezuelan floodplain. *Annl Limnol* 1992; 28 (1) 71-84pp.

Lasso C. A. *Los peces de la estación biológica El Frío y Caño Guaritico (estado de Apure), Llanos del Orinoco, Venezuela*. Fundación la Salle de Ciencias Naturales. Comité español del programa MaB y de la red IberoMab de la UNESCO, Caracas. 2004, 458p.

Lasso C. Machado-Allison. Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del río Orinoco. Museo de Historia Natural La Salle. 150p.

Lasso C., Usma, J., Trujillo, F., Rial, A (Editores). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigaciones Biológicas Alexandre von Humboldt. WWF Colombia,

Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá D.C. Colombia, 2010; 609pp.

Lewis W., Hamilton S., Lasi M., Rodríguez M., Saunders J. Ecological Determinism on the Orinoco Floodplain . *BioScience*, 2000, Vol. 50, No. 8 (Aug., 2000), pp. 681-692

Lowe-McConnell R.H. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press, Gran Bretaña 1987; 56p.

Lowe-McConnell R.H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução Vazzoler A., Agostinho A., Cunnhingham P.T. Editora Universidade de São Paulo. 1999, 535p.

Machado-Allison A.. *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, 89p.

Machado-Allison A. Factors affecting fish communities in the flooded plains of Venezuela. *Acta Biol. Venez.*, 1994, 15 (2): 59-75.

Magurran A. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. 1989, 200 pp.

Magurran A. Measuring Biological Diversity. *African Journal of Aquatic Science*. Vol. 24, Issue 2. August 2004, 286p.

Maldonado-Ocampo A., Albert J., *Especies de Peces Gymnotiformes de Colombia*. *Biota Colombiana*, 2003, 4 (2) 147-195pp.

Maldonado-Ocampo J., Lugo M., Bogotá-Gregory, Lasso C., Vasquez L., Usma J., Taphorn D., Provenzano F. Peces del rio Tomo, cuenca del Orinoco, Colombia. *Biota Colombiana* 2006, 7 (1) 113-128 pp.

Maldonado-Ocampo J.A., *Peces de la Orinoquia Colombiana: Una aproximación al estado actual de su conocimiento*. Fauna acuática de la Orinoquia Colombiana. *Biota* 2004, 40pp.

Margalef R.. *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona, 1977,951 pp.

Meerhoff M.J.M., Clementez F.T., Mello C. Iglesias A.R. Pedersen, Jeppesen E. Can warm climate-related structure of littoral predator assemblies weaken the clear water state in shallow lakes?. *Global Change Biology*, 2007, 13 1888-1897p.

Moreno C. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 2001, 86p.

Odum E.P. *Ecología*. Ed. Interamericana. 3 ediciones. Méjico 1972, 640pp.

Ortiz-Arroyave L., Comportamiento de la temperatura y del oxígeno disuelto en la columna de agua durante 24 horas en un estero de la Orinoquia colombiana. En: Malagón-Romero D., Pallares-Amaya L., Jiménez O., Palomino-Cuellar J., Medina-Amaya N. *Libro de Memorias II Congreso nacional de estudiantes de biología*. Primera edición. Bogotá D.C. 2009, Pp. 67

Ortiz-Arroyave L., Prada-Pedrerros S. 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. 2010, *in press*.

Padial A.A., Thomaz S.M., Agostinho A.A. Effects of structural heterogeneity provided by floating macrophyte *Eichornia azurea* on predation efficiency and habitat use of the small Neotropical fish *Moenkhausia sanctaefilomenae*. *Hidrobiologia*. 2009, 624:161-170.

Pianka E. *Ecología evolutiva*. Universidad de Texas. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 1982, 365p.

Prada-Pedrerros S., Amézquita S. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de la Orinoquia colombiana Parte II: Comunidad de peces en una ecosistema de alta inestabilidad. III Congreso: La investigación en la Universidad Javeriana Tomo I: 541-546. Bogotá, Colombia 1994.

Prejs A., Colomine G. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Ed. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1981, 123pp.

Rantala M.J., Ilmonen J., Koskimaki J. Suhonen J., Tynkkynen K. The macrophyte, *Stratiotes aloides*, protects larvae of dragonfly *Aeshna viridis* against fish predation. *Aquatic Ecology*, 2004, 38. 77-82 pp.

Rial A. Aspectos cualitativos de la zonación y estratificación de comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Tomo LX, número 153, enero/junio. 2000, 69-85pp.

Rial A. Variabilidad espacio-temporal de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 2006, Vol 54 (2): 403-413pp.

Rodríguez C.A. Análisis del paisaje y propuesta de estructura ecológica municipal de Orocué (Sur de Casanare, Colombia). **Trabajo de maestría**. Pontificia Universidad Javeriana 2008.

Sánchez R.M., Castro W.P., Galvis G. Similaridad de la composición íctica entre dos ambientes del río Yacao, Sistema del Río Meta, Colombia. *Rev. Acad. Colomb.* Vol. XXIII. Suplemento especial, 1999, 566-574p.

Sarmiento, G. *Ecología de pastizales y sabanas en América Latina*. En: Sarmiento, G., Cabido, M. (Eds). *Biodiversidad y Funcionamiento de Pastizales y Sabanas en América Latina*. CYTED-CIELAT, Mérida, 1996, pp. 15-24.

Taphorn D., Winemiller K. Evolución de las estrategias de vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. *BioLlania*, 1989, 6: pp. 77-122

Taphorn D. The Characiform Fishes of the Apure River Drainage, Venezuela. *Monografías científicas del Museo De Ciencias Naturales UNELLEZ, Venezuela. BioLlania edición especial 1992, No. 4. 537p.*

Viloria de la Hoz J. Geografía económica de la Orinoquia. *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional. Banco de la República - Sucursal Cartagena. Junio 2009. 97p.*

Winemiller K., Jepsen. Effects of seasonality and fish movements on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology*, 1998; Vol.53 267-296p.

Yañez-Arancibia, A. Lara-Domínguez, A. Aguirre, A. Díaz, S. Amezcua, F. Flores, D & Chavance, P. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons Towards an Ecosystem Integration. 1985. 34-54pp.*

Zar, J. H. *Bioestatistical Analysis. Ed. Segunda. Prentice – Hall. USA, 1984, 718 pp*

Zaret T., Rand A.S. Competition in tropical stream fishes: support for competitive exclusion principle. *Ecology* 52, 1971, 336-342

ANEXO 1.

Lista de especies de peces encontradas en el estero natural Los Sabanales y en el estero natural Las Malvinas durante la época de creciente.

Orden CHARACIFORMES

Familia ANOSTOMIDAE

Leporinus friderici (Bloch, 1974)

Familia CHARACIDAE

Astyanax gr. *bimaculatus*

Gymnocorymbus bondi (Fowler, 1911)

Hemigrammus af. *analís*

Hemigrammus barrigona (Eigenmann & Henn, 1914)

Hemigrammus levis (Durbin, 1909)

Hemigrammus marginatus (Ellis, 1911)

Hemigrammus sp. 3

Hyphessobrycon acaciae (García *et al.*, 2010)

Hyphessobrycon amaronensis (García *et al.*, 2010)

Hyphessobrycon bentosi (Durbin, 1908)

Hyphessobrycon niger (García *et al.*, 2010)

Hyphessobrycon sp. "arriba" (Taphorn, 1997)

Pygocentrus cariba (Eigenmann, 1812)

Familia ERYTHRINIDAE

Hoplerethrinus unitaeniatus (Spix & Agassiz, 1829)

Hoplías malabaricus (Bloch, 1794)

Familia LEBIASINIDAE

Pyrrhulina lugubris (Eigenmann, 1922)

Copella metae (Eigenmann, 1914)

Orden PERCIFORMES

Familia CICHLIDAE

Aequidens metae (Eigenmann, 1922)

Cichla orinocensis (Humboldt, 1821)

Crenicichla geayi (Pellegrin, 1903)

Mikrogeophagus ramirezi (Myers & Harry, 1948)

Mesonauta egregius (Kullander & Silfvergrip, 1991)

Uaru fernandezyepezi (Stawikowski, 1989)

Orden SILURIFORMES

Familia CALLICHTHYIDAE

Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)