



# Colección Módulos de Formación Ambiental

## Módulo Muestreos de Peces





©Universidad de los Llanos  
©Ecopetrol S.A.

Convenio N° 5211592 – AC2. Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba, Ocoa y Quenane de la cuenca del río Meta, Orinoco, basado en estrategias educativas, investigativas y de proyección social.

## **AUTORIDADES INSTITUCIONALES**

### **OSCAR DOMINGUEZ GONZALEZ**

Rector  
Universidad de los Llanos

### **ELVIS MIGUEL PEREZ RODRIGUEZ**

Decano Facultad Ciencias Básicas e Ingeniería  
Universidad de los Llanos

### **MARCO AURELIO TORRES MORA**

Director-Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana  
Universidad de los Llanos

### **MAURICIO ORLANDO HERRERA POLANIA**

Administrador de Convenio  
Ecopetrol

### **ALEXANDRA PATRICIA CHIQUILLO OLIVIERI**

Gestor Técnico del Convenio  
Ecopetrol

#### **Fotografías:**

Rosa Elena Ajiaco Martínez  
Hernando Ramírez Gil

#### **Diseño y diagramación**

Rosa Elena Ajiaco Martínez  
Hernando Ramírez Gil

#### **Impresión de portada**

Impresos La Expansión

#### **Impresión**

Instituto de Ciencias Ambientales de la  
Orinoquia Colombiana

#### **Comité Científico Editorial**

Marco Aurelio Torres Mora, PhD Universidad de los Llanos  
Hernando Ramírez Gil, PhD Universidad de los Llanos  
Clara Inés Caro Caro, MSc Universidad de los Llanos  
Sandra Parada, MSc. Universidad de los Llanos  
Rosa Elena Ajiaco Martínez, MSc Universidad de los Llanos

Villavicencio, Colombia

100 ejemplares

**ISBN 978-958-8594-97-3**

#### **Autores**

Rosa Elena Ajiaco Martínez  
Armando Ortega Lara  
Hernando Ramírez Gil

Grupo de Investigación Evaluación, Manejo y  
Conservación de Recursos Hidrobiológicos y  
Pesqueros - GIPES

Colección Módulos de Formación Ambiental-  
Módulo Muestreo de Peces

Villavicencio: Universidad de los Llanos –  
Ecopetrol S.A., Julio de 2014

Primera edición

## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	2
1 ICTIOLOGÍA BÁSICA.....	3
1.1. Conocimiento del pez y de sus estructuras tanto internas como externas. 3	
1.1 Principales estructuras empleadas para la determinación taxonómica de especies y su cuidado en la toma y fijación de muestras .....	5
1.2 Estructuras de la cabeza.....	6
1.3 Estructuras del cuerpo. ....	9
1.3.1 Estrategias para la conservación de estructuras. ....	14
2 MORFOMÉTRICAS Y MERÍSTICAS .....	15
1.1. Medidas morfométricas y medidas merísticas .....	15
2.1 Equipos utilizados para estos procedimientos y manejo adecuado .....	16
3 CLASIFICACIÓN.....	17
1.1. Empleo de claves taxonómicas.....	17
3.1 Clasificación de los peces, principales grupos taxonómicos en la Orinoquia. ....	19
4 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACION.....	20
1.1. FORMATOS.....	20
4.1 BASES DE DATOS.....	23
4.2 REPORTE DE NOVEDADES DE TRABAJO EN CAMPO.....	24
5 EL MUESTREO DE PECES .....	25
1.1. Aspectos metodológicos del muestreo de peces en sistemas lóticos, tipos de muestreos.....	25
5.1 Uso de equipos empleados para el muestreo.....	25
5.2 SACRIFICIO de los peces, fijación, etiquetado de la muestras .....	27
5.2.1 Sacrificio .....	27
5.2.2 Fijación .....	27
5.2.3 Conservación.....	27
5.2.4 Etiquetado .....	28
6 TOMA DE MUESTRAS DE PECES.....	28
6.1. Aspectos metodológicos de la toma de muestras para estudios de contenidos estomacales .....	29
6.2. Aspectos metodológicos de la toma de muestras para estudios de ciclos reproductivos .....	29
7 REFERENCIAS.....	30

## **INTRODUCCIÓN**

La fauna íctica forma parte integral de los ecosistemas acuáticos del planeta, con numerosos roles en las redes tróficas y en el funcionamiento de los mismos, adicional a esta importancia intrínseca es un recurso natural que desde tiempos ancestrales ha sido empleado por el hombre como fuente de alimento y en la actualidad de beneficios económicos por su comercialización.

El conocimiento de la diversidad de especies y el funcionamiento de sus ensamblajes es importante para comprender la dinámica de sus poblaciones y de los ambientes en los que habitan, el avance en estudios sobre el tema ha permitido establecer la región de la Orinoquia como una de las de mayor riqueza íctica del país, sin embargo aún son muchos los cuerpos de agua que no han sido estudiados y la cifra de especies reportadas hasta el presente podría aumentar.

Entendiendo la importancia de este grupo, en este documento se presentan los aspectos más importantes que deben tener en cuenta los auxiliares y personal de apoyo en los procesos de muestreos de peces ya sean para estudios de monitoreos, inventarios o evaluación de aspectos reproductivos o alimenticios de las especies. Se espera que la información brindada complemente su preparación para abordar con éxito las actividades en campo y laboratorio.

## 1 ICTIOLOGÍA BÁSICA

### 1.1. CONOCIMIENTO DEL PEZ Y DE SUS ESTRUCTURAS TANTO INTERNAS COMO EXTERNAS

Los peces se caracterizan por ser vertebrados acuáticos que respiran por medio de branquias, generalmente son ectotérmicos (adoptan la temperatura del medio), su cuerpo generalmente es fusiforme, sin embargo hay una amplia variedad de formas como se puede apreciar en la Figura 1. Pueden estar recubiertos por escamas, aunque también pueden presentar cuerpo liso o con placas. Por lo general están dotados de aletas, que permiten su movimiento continuo en los medios acuáticos, y branquias, con las que captan el oxígeno disuelto en el agua.

La rama de la biología que estudia los peces se denominada ictiología.



Alargado y cilíndrico



Alargado y comprimido



Alargado y deprimido



Delgado y alargado



Robusto y alargado



Fusiforme



Deprimido y ovalado



Alto y comprimido

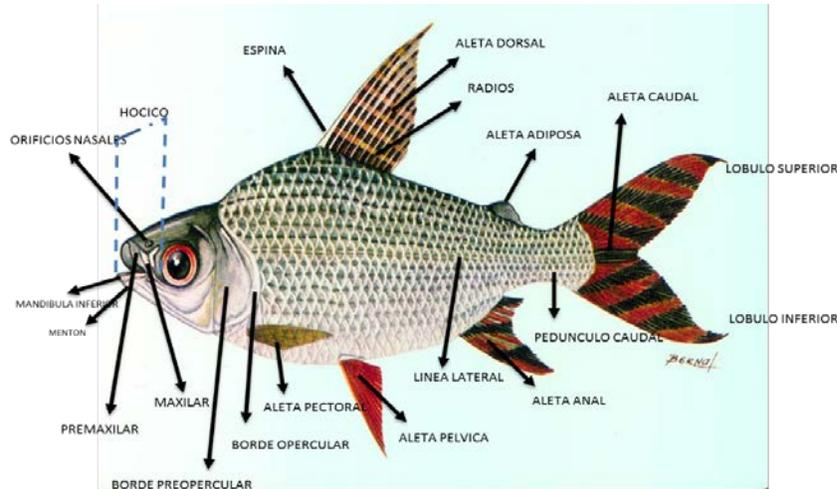


Hoja

**Figura 1. El cuerpo de los peces y algunos ejemplos en la variedad de formas.**

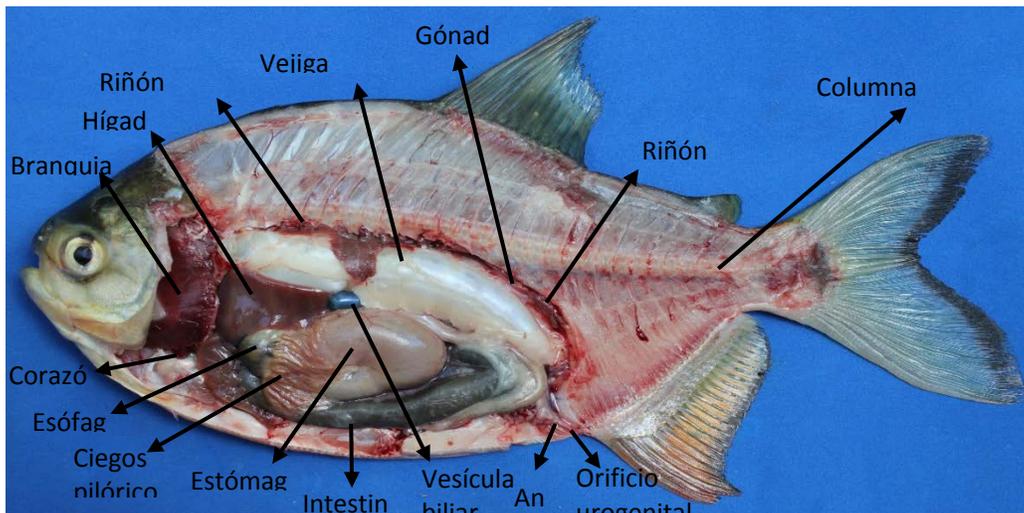
Los peces, de acuerdo a la naturaleza de su esqueleto los podemos dividir en dos grandes grupos: peces cartilagosos como los tiburones y rayas y los peces óseos como los bagres y el resto de especies.

En términos generales la estructura externa de un pez consta de cabeza, tronco y aletas. En la cabeza son claramente visibles la boca, los ojos, las narinas y el opérculo. Sobre el cuerpo están distribuidas las aletas, identificando sobre el lomo las aletas dorsal y adiposa, hacia la parte ventral las aletas pectorales y pélvicas y en la parte final la aleta caudal, como se aprecia en la Figura 2.



**Figura 2. Estructura externa de los peces**

En la Figura 3, se observa la estructura interna del pez, allí se pueden apreciar órganos correspondientes al sistema circulatorio como el corazón y al sistema digestivo como el esófago, estómago, intestino, hígado y vesícula biliar, las gónadas de su sistema reproductivo y la vejiga natatoria necesaria para la estabilidad en el agua.



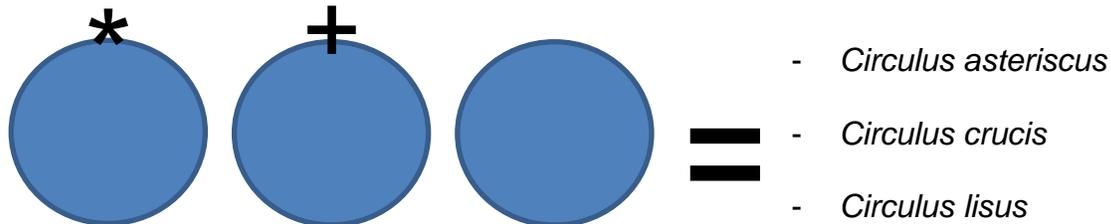
**Figura 3. Estructura interna de los peces**

## 1.2. PRINCIPALES ESTRUCTURAS EMPLEADAS PARA LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECIES Y SU CUIDADO EN LA TOMA Y FIJACIÓN DE MUESTRAS

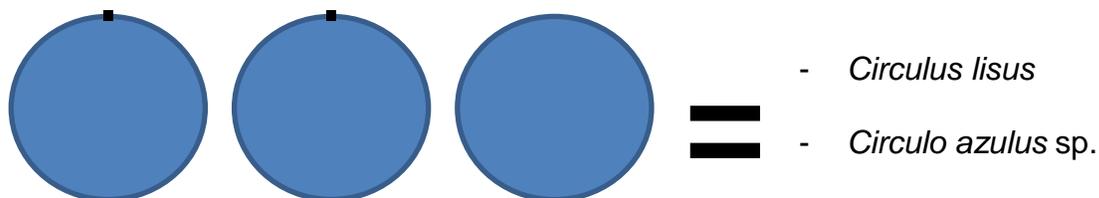
Dentro de los estudios de peces el componente base es conocer con cual o cuales especies se está trabajando, más aún, si se trata de un estudio de inventario o de seguimiento de la comunidad de peces como se está haciendo en el proyecto cuencas. En tal caso, para realizar una buena determinación taxonómica de los peces, lo primero que se debe tener en cuenta es que el material debe estar en buenas condiciones, entendiéndose por esto, que la forma del cuerpo debe estar tal y como es el pez y debe conservar en lo posible todas sus estructuras.

La importancia de una buena toma y fijación de los peces, se ilustra en el siguiente ejemplo:

Si las especies de un género, en este caso *Circulus*, se caracterizan por tener adheridos un asterisco, una cruz y por la ausencia de estos, entonces si las muestras son bien manipuladas, fijadas y preservadas se obtendría una riqueza de la siguiente forma



Sin embargo, si no se tiene cuidado en la manipulación, fijación y preservación, se pueden perder las estructuras diagnósticas, ocurriendo lo siguiente,



La buena preservación de los especímenes, además implica la buena calidad de estudios Morfométricos, anatómicos y filogenéticos, que necesariamente evalúan la forma y las características de las especies para establecer sus diferencias o relaciones de parentesco evolutivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se describen a continuación las principales estructuras corporales empleadas para la determinación de las especies de peces, con énfasis en la cuenca del río Orinoco.

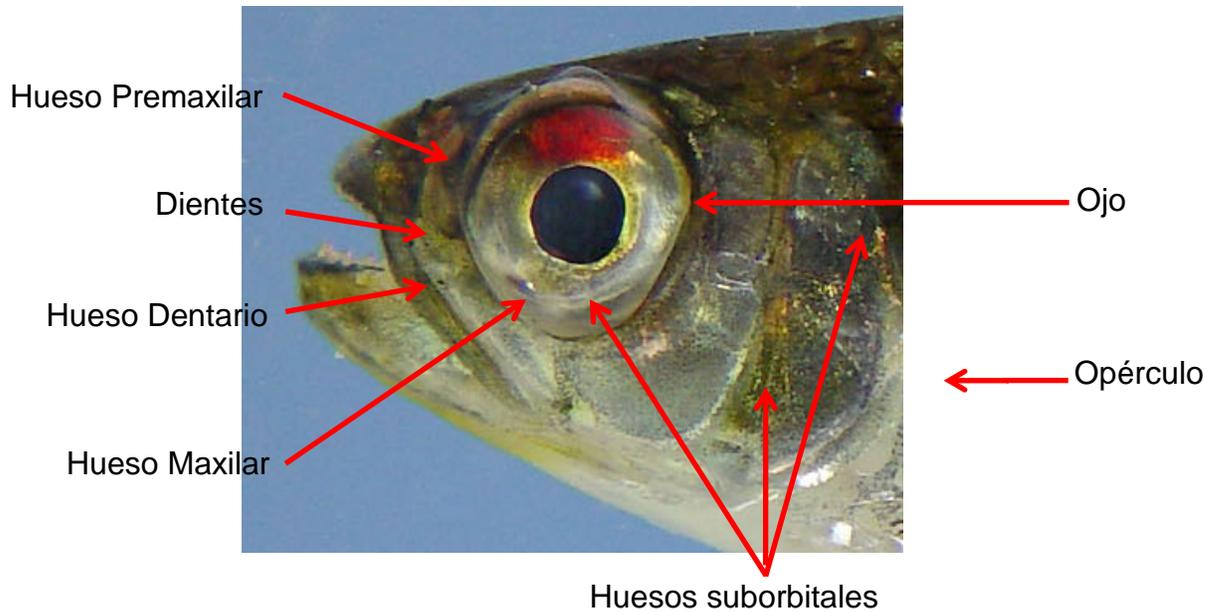
### 1.3. ESTRUCTURAS DE LA CABEZA.

La posición de la boca es fundamental para definir a que familia pertenece y dentro de algunas familias a que género pertenece una especie de pez. La boca puede estar ubicada en cuatro posiciones como se aprecia en la Figura 4.

BOCA		
TERMINAL		
Subterminal		
superior		
Inferior		

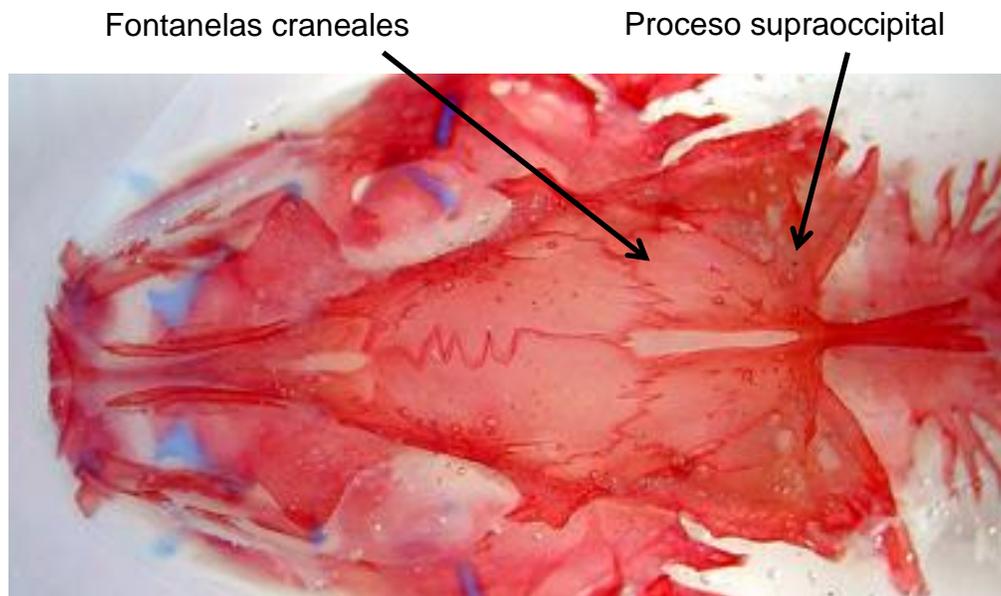
**Figura 4. Posiciones en las que puede estar ubicada la boca de los peces**

La forma, tamaño y longitud de los huesos de la cabeza son importantes como caracteres taxonómicos, principalmente los que se presentan en la Figura 5.



**Figura 5. Huesos de la cabeza usados como caracteres taxonómicos**

Adicionalmente en los Siluriformes las fontanelas craneales y el proceso supraoccipital (Figura 6) y estructuras accesorias a la cabeza como las narinas, barbicelos, membrana ocular, premaxilar y fosa gular, que se aprecian en la Figura 7, son determinantes en los procesos de identificación de especies.



**Figura 6. Estructuras óseas importantes en la determinación de las especies de silúridos.**

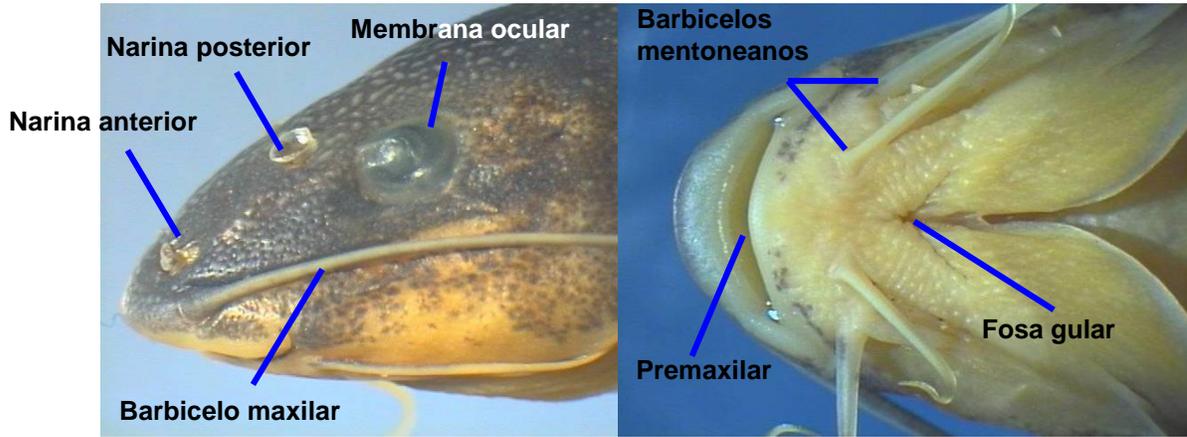


Figura 7. Estructuras accesorias de la cabeza importantes en estudios taxonómicos.

Taxonómicamente los dientes tienen una alta utilidad, especialmente en los peces del orden Characiformes. Estos pueden variar en forma, número y disposición, como se puede apreciar en las Figura 8 y 9.

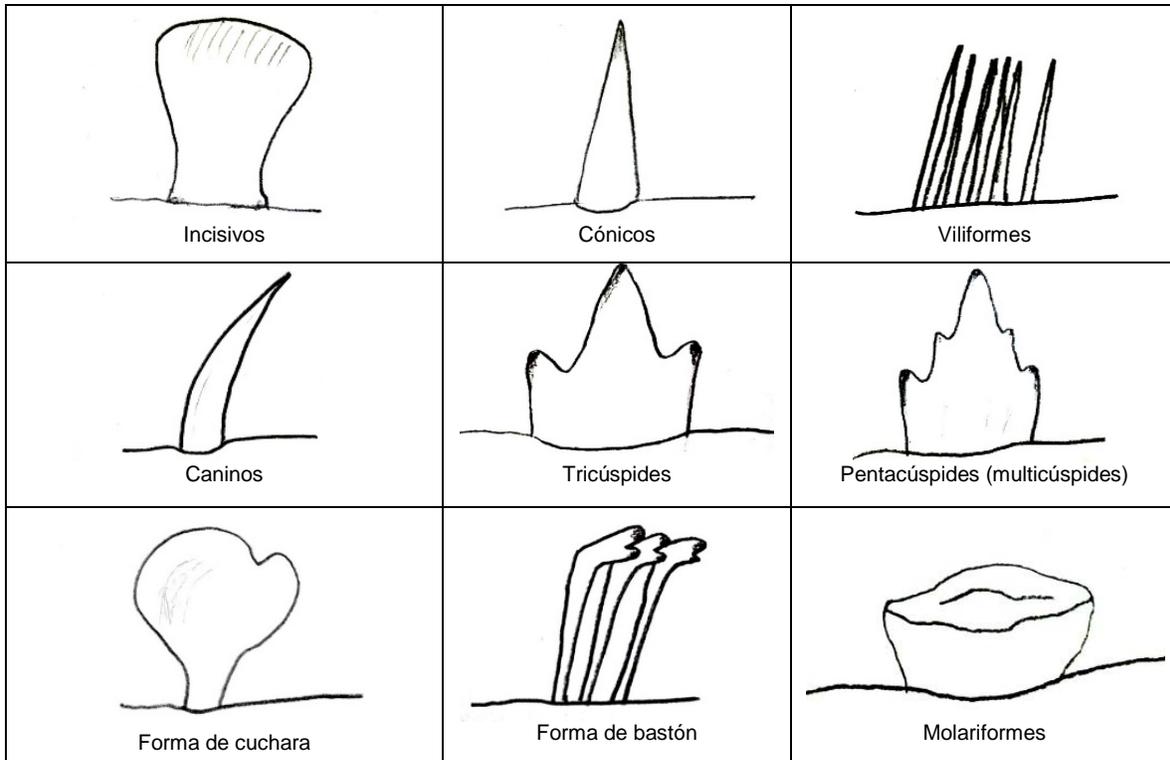


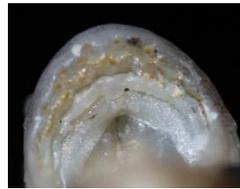
Figura 8. Forma de dientes de peces.



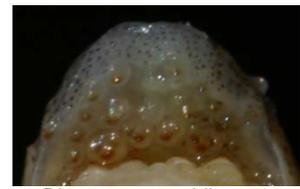
Mandíbulas sin dientes



Dientes en una sola hilera



Dientes en dos hileras



Dientes en tres hileras

**Figura 9. Variaciones en la disposición de dientes.**

Otras estructuras de la cabeza que son importantes en la taxonomía de algunos grupos son las aberturas branquiales, arcos branquiales, procesos cónicos en los labios, odontodes, tentáculos, piel queratinizada, ventosas en la boca y forma del hocico (Figura 10).


 5 pares de aberturas  
branquiales

 Una sola abertura  
branquial

 Arcos branquiales:  
branquiespinas

 Procesos cónicos en  
los labios

 1. Odontodes  
2. Tentáculos


Piel queratinizada



Boca con ventosa



Forma del hocico

**Figura 10. Otras estructuras de la cabeza importantes en taxonomía**

#### 1.4. ESTRUCTURAS DEL CUERPO.

En el cuerpo existe una variedad de características que son importantes para las determinaciones taxonómicas, incluso la misma forma del cuerpo es importante para diferenciar grandes grupos.

La primera característica notoria es si el cuerpo está cubierto de escamas, placas o es desnudo (Figura 11).



**Figura 11. Ejemplos de cobertura de los peces.**

La línea lateral cuando es notoria, es muy importante para la clasificación de los peces principalmente con escamas, se reconocen los siguientes arreglos:

Línea Lateral Completa. Se nota desde el final de la cabeza hasta el final del cuerpo e incluso continúa en los radios medios caudales en algunos grupos (Figura 12).



**Figura 12. Línea lateral completa**

Línea Lateral Incompleta: se nota desde el final de la cabeza, desapareciendo antes de terminar el cuerpo (Figura 13)

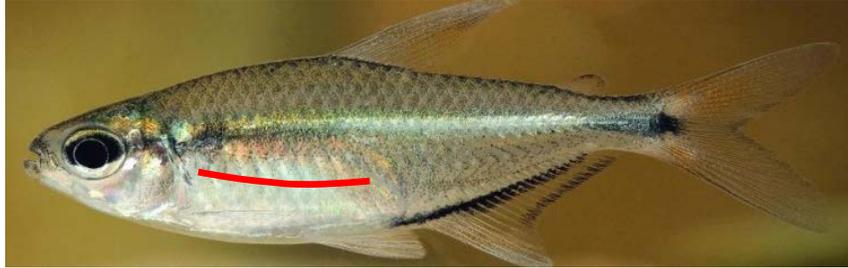


Figura 13. Línea lateral incompleta.

Interrumpida: se nota desde el final de la cabeza, pero se interrumpe antes del final del cuerpo, para iniciar de nuevo y alcanzar el final del cuerpo (Figura 14)

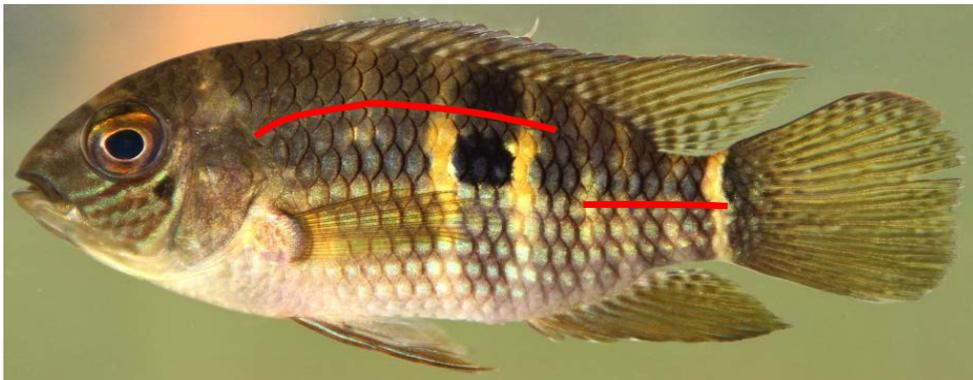


Figura 14. Línea lateral interrumpida

Tipos de escamas: las escamas sirven para diferenciar grandes grupos. Los tiburones y rayas tienen escamas del tipo placoideas (Figura 15).

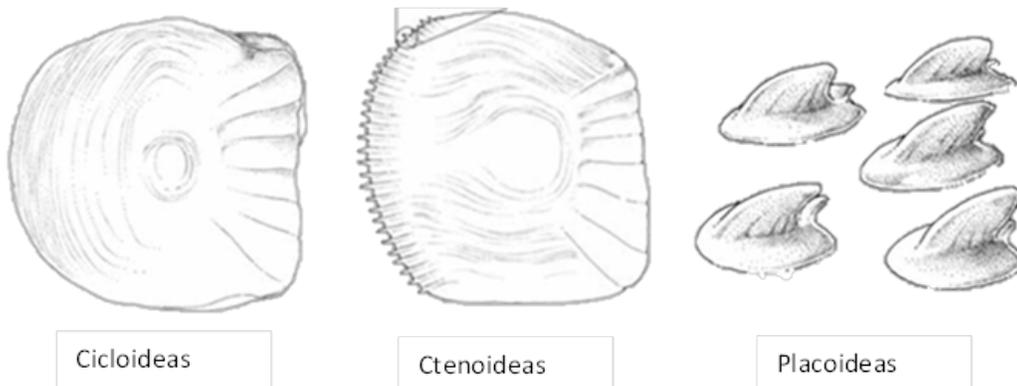


Figura 15. Tipos de escamas.

Placas: las placas pueden estar dispuestas en dos o en *varias* hileras, como se puede apreciar en la Figura 16.



Dos hileras de placas

Cuatro hileras de placas

**Figura 16. Cantidad de placas laterales**

Adicionalmente, en las aletas podemos encontrar características que sirven para las determinaciones taxonómicas como son los filamentos en las aletas (Figura 17) y la forma del margen de la aleta caudal (Figura 18).



**Figura 17. Filamento en la aleta caudal**



Aleta caudal redondeada



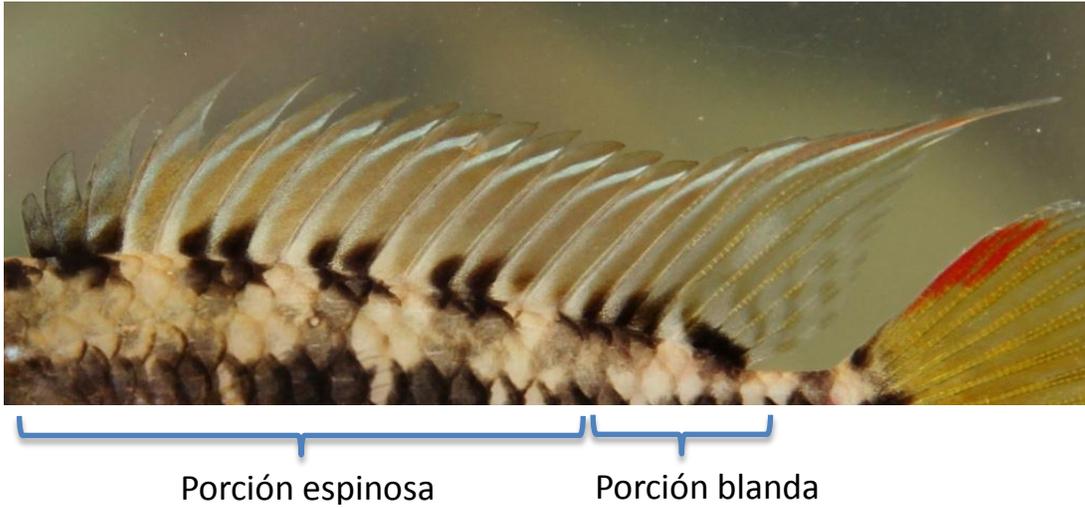
Aleta caudal emarginada



Aleta caudal truncada

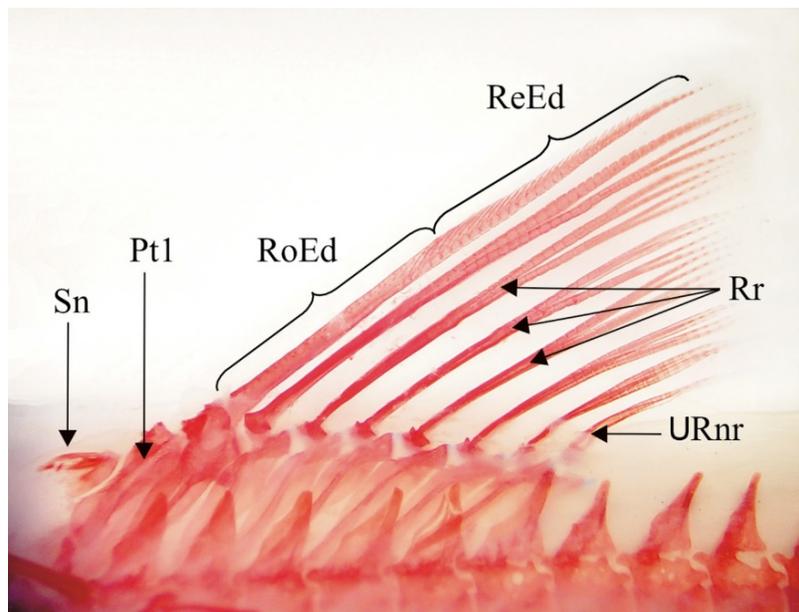
**Figura 18. Forma de la aleta caudal**

Y en cuanto a las aletas podemos tener diferentes estructuras, en algunos grupos las aletas están constituidas por una porción espinosa compuesta por verdaderas espinas y una porción blanda compuesta por radios como se ve en la Figura 19.



**Figura 19. Presencia de radios y espinas en las aletas**

Para saber cómo se diferencia un radio de una espina, basta observarlo al estereoscopio, si no presenta segmentación es una espina y si la tiene es un radio. En cuanto a los radios podemos tener radios simples o ramificados, como se muestran en la Figura 20.



**Figura 20. Diferencia entre radios simples y ramificados**

Los radios simples como su nombre lo dice son de un solo filamento, los ramificados pueden tener una sola ramificación o varias como se ve en la figura.

#### 1.4.1. Estrategias para la conservación de estructuras.

Los métodos de captura tradicionales infringen a los peces cierto daño, que puede en algunos casos, deteriorar el material para taxonomía. Lo mejor es utilizar de entrada un método que cause el menor daño posible a los peces. La electropesca, posee mecanismos de seguridad para evitar el maltrato de los peces y adicionalmente los anestesia en el momento de la captura, facilitando la manipulación para evitar el daño de las estructuras.

Luego de la captura la manipulación debe realizarse con las manos mojadas, especialmente cuando se capturan peces de escama, y en el menor tiempo posible para colocar las muestras en el líquido en que se vayan a transportar. Si los peces se necesitan vivos para la toma de imágenes, se deben colocar en agua limpia y en recipientes plásticos amplios, lo mejor son los baldes o bolsas de fondo cuadrado, cuidando de no hacinar y mezclar entre peces con escamas y con placas.

Si los peces van a ser fijados, los peces de escama no deben ser presionados con los dedos, deben ser levantados con la mano sin presión. Algunas especies tienen las escamas tan delicadas, que deben ser levantados con un recipiente con líquido. Algunos peces de cuero tiene radios duros que se parten al chocar con superficies duras, por esto no deben ser lanzados a los recipientes, deben ser colocados en el líquido. En el momento de la fijación los peces deben estar inmersos en suficiente líquido que les permita moverse. La mejor forma es tener recipientes plásticos en donde los peces queden libres sin hacinamiento, como se muestra en la imagen de la Figura 21.



**Figura 21. Forma de disponer los peces para la fijación.**

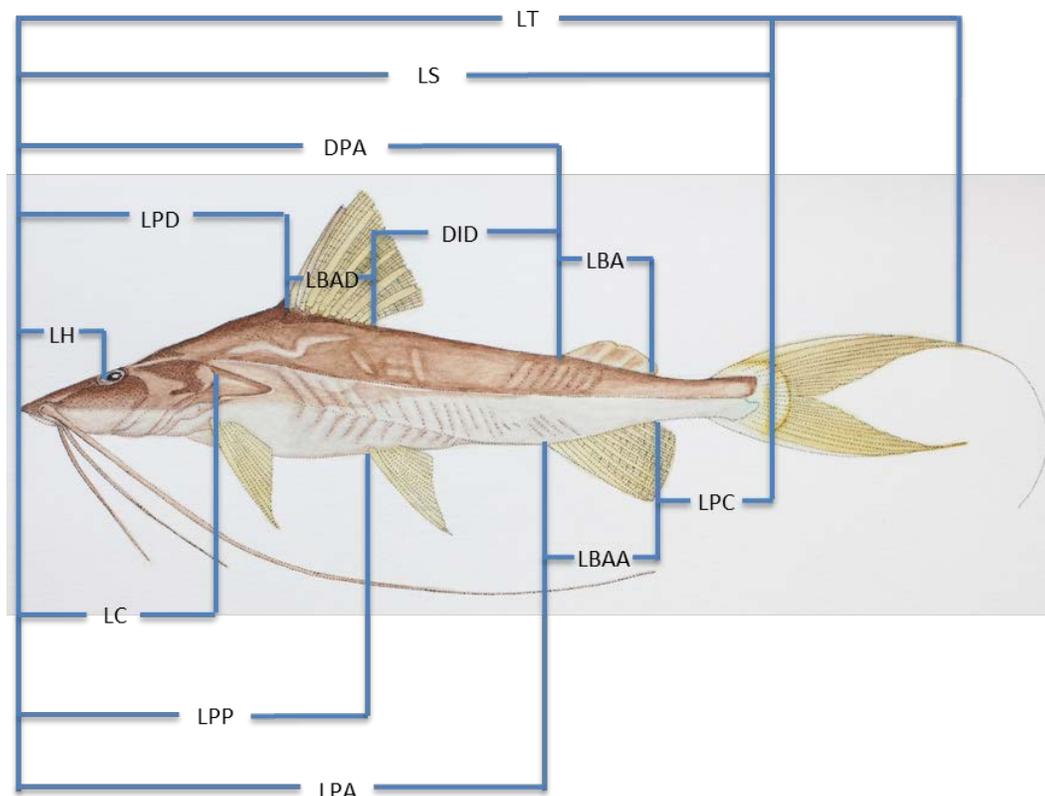
De esta forma los peces conservan su forma, sus estructuras hasta el momento de quedar fijados. Luego de la fijación, están listos para el almacenamiento en frascos de vidrio.

## 2. MORFOMÉTRICAS Y MERÍSTICAS

### 2.1. MEDIDAS MORFOMÉTRICAS Y MEDIDAS MERÍSTICAS

La morfometría tradicionalmente aplicada a peces consta de un conjunto de medidas o serie de dimensiones lineales que buscan mediante análisis estadístico, encontrar patrones de variación morfológicas para caracterizar y separar especímenes por especie, sexo o población.

A continuación a manera de ejemplo se presentan algunas medidas morfométricas usadas para bagres y otros peces: Longitud total (LT), longitud estándar (LS), distancia preadiposa (DPA), longitud predorsal (LPD), longitud pre pélvica (LPP), longitud preanal (LPA), longitud cabeza (LC), longitud hocico (LH), longitud base de la aleta dorsal (LBAD), longitud base de la aleta adiposa (LBA), longitud base de la aleta anal (LBAA), longitud pedúnculo caudal (LPC); la forma de tomar estas medidas se puede apreciar en la Figura 22.



**Figura 22. Medidas morfométricas usadas en peces.**

Las medidas merísticas se refiere aquellos caracteres que pueden ser contados en los peces, como el número de escamas, espinas, radios de las aletas, branquiespinas, vertebras, etc. De forma esquemática en la Figura 23 se presentan algunas medidas merísticas usadas en peces



- |   |  |
|---|--|
|  N° escamas de la línea lateral.       |  N° escamas sobre línea lateral |
|  N° escamas debajo de la línea lateral |  N° espinas en cada aleta       |
|  N° radios en cada una de las aletas   |  |

**Figura 23. Medidas merísticas usadas en peces.**

## **2.2. EQUIPOS UTILIZADOS PARA ESTOS PROCEDIMIENTOS Y MANEJO ADECUADO**

Para tomar informaciones morfométricas se utilizan diferentes equipos, para las longitudes se utilizan el ictiómetro y los nonios o calibradores (Figura 24). El ictiómetro es una estructura rígida que lleva que está dividida en centímetros o para mayor precisión en milímetros, se utiliza principalmente para medir las longitudes totales y estándar de los peces. Para las mediciones como las distancias entre las aletas, la base de las aletas y otras que no se puedan medir con el ictiómetro por ser pequeñas o por la dificultad de manipulación se utiliza el calibrador que tiene una precisión mayor; este elemento también se usa para medir las longitudes totales y estándar de ejemplares inferiores a 15 cm. Para medir el peso se utilizan balanzas cuya precisión varía de acuerdo al tipo de estudio a realizar.



Nonio o calibrador



Ictiometro



Balanza

**Figura 24. Equipos para medición**

Los ictiómetro y calibradores por estar expuestos al agua y a los exudados de los peces, se deben limpiar muy bien con agua y jabón después de cada uso. Posterior al lavado se secan y se guardan en sus respectivos estuches para mejor conservación. Con las balanzas se debe tener especial cuidado de colocar siempre los peces en recipientes contenedores y no directamente sobre la balanza, ya que la limpieza se dificulta en esa clase de equipos que no se pueden lavar; después del uso se limpia muy bien y se guarda en un lugar con baja humedad; se debe estar pendiente de calibración periódica de acuerdo con el plan de calibración que ofrezca la casa fabricante.

### 3. CLASIFICACIÓN

#### 3.1. EMPLEO DE CLAVES TAXONÓMICAS

Que es una clave de identificación taxonómica:

Una clave taxonómica es una herramienta escrita o guía que es empleada para realizar la determinación taxonómica de un ser vivo, por medio de una secuencia de uno o más enunciados que denotan diferentes posibilidades. Su importancia radica en que se convierten en herramientas muy útiles en el estudio de los seres vivos, ya que si no se sabe cuál es el o los organismos que se está estudiando las conclusiones pueden quedar inciertas o generalizadas, lo que en algunos casos no es conveniente.

En la imagen de la región anterior del cuerpo de los bagres rayados del río Orinoco (Figura 25) se tiene un ejemplo formidable de la utilidad de una buena clave de determinación taxonómica. Arriba *Pseudoplatystoma orinocoense* y abajo *P. metaense*, a simple vista parecen iguales pero si tenemos una guía que nos dice cómo hacer la diferenciación es lo mejor.



**Figura 25.** Características morfológicas de dos especies de bagre.

Por esta razón, para realizar una buena clasificación es necesario saber cómo usar una clave de determinación taxonómica.

### **Como usar estas claves por Donald C. Taphorn**

Estas son claves dicotómicas; es decir que tienen dos ramas en cada numeral. Su uso es muy sencillo. Para los que no tienen experiencia con el uso de las claves, se ofrece un ejemplo ilustrativo sencillo. Supongamos que hay en cierta cuenca, sólo cuatro familias de peces.

- Familia F - con peces redondos y blancos.
- Familia I - con peces redondos y negros.
- Familia S - con peces largos y blancos.
- Familia H - con peces largos y negros.

Podríamos construir una clave así:

- 1a. Peces redondos..... 2
- 1b. Peces largos..... 3
- 2a. Peces blancos..... Familia F
- 2b. Peces negros..... Familia I
- 3a. Peces blancos..... Familia S
- 3b. Peces negros..... Familia H

Miramos un pez y leemos lo anotado en el primer numeral. Tenemos que decidir cuál de las dos posibilidades del mismo numeral (a o b) describe mejor nuestro ejemplar. Si tuviéramos en mano un pez largo por ejemplo, decidiríamos que la "1b" es la rama que se aplica y pasaríamos al numeral indicado, en este caso el N° 3 (y nos olvidamos del N° 2 por ahora). Al leer N° 2, vemos que nuestro pez es negro y que la rama "3b" es la indicada. Así llegamos a la identificación de su familia, "H".

Por su puesto, en un caso tan sencillo como éste, no sería necesario pasar por una clave para identificar el pez, podríamos simplemente compararlo con las descripciones de las familias y llegar más rápido a la identificación. Pero cuando se trata de 54 familias diferentes, como es el caso en agua dulce para Venezuela, cada una con distintas características anatómicas, es muy difícil mantener en mente todas las posibilidades a la vez. La clave es entonces, simplemente una manera de reducir el problema a partes manejables. Al dividir las decisiones, y reducir a sólo dos las características que tenemos que mantener en mente a la vez, podemos procesar 54 ó 540 familias, una por una, y llegar (sí la clave es buena y nuestras decisiones correctas) a la identificación de cada una.

Es probable que algunos de ustedes encuentren peces que no salen bien en las claves. Eso puede indicar que:

1. El pez es una especie nueva;
2. La clave es débil o incorrecta;
3. Está usando la clave para una región a la cual no pertenece;
4. Se ha equivocado en algunas de las decisiones necesarias para llegar a la identificación.

Las características mencionadas en las claves están presentadas en orden de su utilidad e importancia. O sea, la primera es más efectiva que la segunda, etc. Los números en paréntesis indican de cuál de los pasos anteriores ha venido para llegar al punto actual. Algunas familias salen varias veces.

### **3.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PECES, PRINCIPALES GRUPOS TAXONÓMICOS EN LA ORINOQUIA.**

La cuenca del Orinoco es una de las cuencas más diversas en el mundo en cuanto a peces se refiere, con un registro hasta el momento de 995 especies (Lasso et al. 2004), correspondiendo para el territorio colombiano 658 (Villa-Navarro et al. 2011). Para clasificar los peces de la Orinoquia, por su alta diversidad es necesario iniciar por niveles de integración superiores, no obstante es necesario aclarar que estos niveles organizativos son propuestos por el hombre y muchas veces no obedecen a las relaciones observadas en la naturaleza, por lo que se consideran artificiales, lo único natural y que no es debatible son las especies.

#### 4. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACION

El proceso de muestreo de peces, es un componente dentro de diversos tipos de investigaciones o estudios, como evaluaciones de impacto ambiental, descripción de ecosistemas, inventarios sobre biodiversidad, revisión del estado de las poblaciones de peces, entre otros.

Dependiendo del tipo de estudio que se esté planteando, antes de realizar las salidas de muestreo el investigador debe establecer cuál es la información que se requiere tomar en campo y como se va a registrar la misma, de modo que se tengan todos los datos que se requieran para el trabajo.

La organización de esta información es vital para el proceso de la investigación, ya que de esto depende que al momento de pasar a la fase de análisis los datos estén disponibles de la manera que se requieren para el trabajo; una buena estructura de almacenamiento de datos facilita el trabajo, disminuye pérdidas de tiempo en la búsqueda y permite almacenar todos los datos que se requieren.

En los procesos que se adelantan en el proyecto Cuencas, se cuenta con formatos para la toma de datos y con bases de datos para el ordenamiento de la información obtenida tanto en campo como en laboratorio.

##### 4.1. FORMATOS

Los formatos son documentos que se crean para el registro de la información de una manera ordenada y sistemática. Estos tienen espacios en blanco que se van llenando a medida que se van obteniendo los datos requeridos.

Estos documentos guían en campo la recolección de toda la información que se requiere para los procesos de análisis posteriores, por eso es importante seguir la secuencia de diligenciamiento en que viene presentado, para no olvidar datos que después ya no se podrán tomar.

En los muestreos de los peces y en general de organismos acuáticos, la información que no se toma en el momento se perdió definitivamente, porque la característica ambiental no es repetible, tomarla otro día o en otro espacio de tiempo ya no sirve.

Se deben ir diligenciando a medida que se va tomando la información y se debe tener en cuenta las siguientes instrucciones:

- Se diligencia en el momento mismo en que se realiza la actividad
- Se debe seguir el orden en que aparecen los cuadros para llenar, NO SE DEBE DEJAR NADA PARA DESPUES, PORQUE PODRIA OCURRIR UN ERROR Y PERDER UN DATO QUE SERIA IRRECUPERABLE.

- Lo que se registre allí debe ser veraz, corresponder a lo que efectivamente se midió o se observó.
- Se usan rapidógrafos con tinta indeleble, ya que el registro debe ser permanente. No se puede usar lápiz.
- No se pueden alterar, es decir los datos no se pueden borrar ni usar corrector, si hay una equivocación se tacha, se escribe el nuevo valor y se deja la constancia del cambio realizado en campo.
- La letra y los números deben ser claros y entendibles, no se deben usar abreviaturas y los términos que se coloquen deben ser los previamente establecidos en el diccionario anexo al formulario.
- Cuando un dato no se pueda obtener, se cruza con una raya, que permita identificar como dato no obtenido y no como un cero.

Una vez completados se transforman en registros y son invaluable ya que como la información tomada es irrepitible su conservación es vital para el éxito de una investigación.

En la Tabla 1, se presenta el formato que se está usando actualmente para la toma de información del proyecto.

**Tabla 1. Formato de toma de información en muestreos**

				
<b>INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA</b>				
<b>CONVENIO:</b>		No. 5211592 AC 2		
<b>PROYECTO:</b>		Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba y Ocoa y Caño Quenane-Quenanito de la cuenca del río Meta, Orinoco, basado en estrategias educativas investigativas y de proyección social.		
<b>FORMATO DE TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO MUESTREO RECURSOS ICTICOS</b>				
<b>IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DEL PUNTO</b>				
1. CODIGO:	2. LATITUD:	3. LONGITUD:	4. PRECISION	5. ALTURA
<b>6. Fecha TOMA DE INFORMACION</b>		7. VEREDA:	8. MUNICIPIO:	9. DEPARTAMENTO:
DIA	MES	AÑO		
<b>INFORMACION DEL CAUCE</b>				
10. Nombre de la corriente	11. Periodo hidrológico		12. Hora inicio	13. Hora de finalización
14. Origen de la corriente	15. Morfología del cauce en el sitio de muestreo			
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>				
16. Temperatura ambiente	17. Condiciones atmosféricas		18. Nubosidad	

Cada uno de estos formularios va acompañado de un instructivo, en el cual se describe cual es la información en cada uno de los ítems a diligenciar y la forma en que se debe escribir, en la por ejemplo sí la fecha se escribe días/mes/año y no al contrario, un ejemplo del instructivo se puede observar en la Tabla 2.

**Tabla 2. Modelo de instructivo de toma de información en campo**

INSTRUCTIVO DEL FORMATO DE TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO MUESTREO RECURSOS ÍCTICOS		
NUMERAL	DENOMINACION	INFORMACION A REGISTRAR
1	Código.	Se debe diligenciar el código de la estación de muestreo de acuerdo con la nomenclatura establecida para el
2	Latitud.	Se escribe la latitud del lugar registrada por el GPS en grados, minutos y segundos. Ej. 20°17'12,3"
3	Longitud.	Se reporta la longitud del sitio registrada por el GPS en grados, minutos y segundos. Ej. 72°40'22,8"
4	Precisión.	Corresponde a la precisión en m de la posición dada por el GPS, debe estar alrededor de 3m.
5	Altura.	Se escribe el dato que se observa en la pantalla del altímetro
6	Fecha de toma de información	Se coloca en cada uno de los cuadros los dígitos del día, mes y año
7	Vereda.	Nombre de la vereda en la cual se encuentra la estación de muestreo
8	Municipio	Nombre del municipio donde se localiza la estación de muestreo
9	Departamento	Departamento al que corresponde la estación de muestreo
10	Nombre de la corriente	Nombre del río sobre el cual se realiza el muestreo
11	Período hidrológico	Aquí se escribe aguas ascendentes, aguas altas, aguas descendentes o aguas bajas, de acuerdo con el período hidrológico en la fecha del muestreo. Esa información la suministra el profesional.
12	Hora de inicio	Se escribe la hora a la cual se llega a la estación de muestreo
13	Hora de finalización	Se escribe la hora a la cual se retira el grupo de la estación de muestreo
14	Origen de la corriente	Se escribe si la corriente se origina en el piedemonte o en la sabana
15	Morfología del cauce	De acuerdo con lo que se observe se escribe si el cauce es recto o sinuoso (con curvas moderadas)
16	Temperatura ambiente	Se registra la información de temperatura que aparece en la pantalla del altímetro

En los numerales 31, 32, y 33 se observa que se deben escribir los términos que se acerquen a la situación que se presenta en el sitio, aquí se hace uso del diccionario para escribir las palabras que previamente se seleccionaron para definir las posibilidades que se podrían presentar, el diccionario para este formato se puede observar en la Tabla 3.

**Tabla 3. Diccionario de términos para el formato de toma de información en campo en muestreos ícticos**

DICCIONARIO DEL FORMATO DE TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO MUESTREO RECURSOS ÍCTICOS		
Origen de la corriente	Piedemonte	Corresponde a cauces que descienden de la montaña
	Sabana	Corresponde a cauces que nacen en las sabanas orinocences
Morfología del cauce en el sitio de muestreo	Sinuoso	Cuando el cauce presenta ondulaciones
	Recto	Cuando el tramo muestreado es recto, sin ondulaciones
Condiciones atmosféricas	Tormenta eléctrica	Cuando se presentan lluvias con rayos
	Lluvia fuerte	Lluvias muy fuertes, con vientos que impiden la visibilidad
	Lluvia moderada	Lluvia sin vientos, es posible la visibilidad
	Lloviznas	Lluvia suave
	Llovizna intermitente	Lluvia suave que se presenta varias veces en el periodo de tiempo del muestreo
	Soleado	Con sol sin lluvia
Material del lecho	Rocas	Piedras de gran tamaño, superior a los 40 cm de diámetro
	Cantos rodados	Piedras con tamaño entre 25 y 40 cm de diámetro
	Guijarros	Piedras con tamaño entre 6 y 25 cm de diámetro
	Grava	Piedras con tamaño entre 0,2 y 6 cm de diámetro
	Arena	Tamaño de grano de 0,06 a 2 mm
	Limo	Tamaño de grano de 0,004 a 0,06 mm
	Arcilla	Tamaño <0,004 mm

## 4.2. BASES DE DATOS

La obtención de los datos y su registro en los formatos son un paso importante en el proceso de la investigación, pero estos datos deben ser organizados de tal manera que podamos utilizarlos para realizar los análisis que se desea y dar las respuestas requeridas, por lo que se estructuran en lo que se denomina como Base de Datos que acuerdo con Carbonell et al 2004, se pueden definir como “conjuntos de datos organizados de una forma adecuada para facilitar la gestión de los mismos”, allí los datos se pueden adicionar, eliminar, actualizar, consultar, etc. de tal manera que se puede operar con ellos.

La estructura que se utiliza de manera general en estudios ictiológicos es la de tabla, organizada en columnas y filas. Cada columna es un campo que en su primera fila tiene el rotulo que indica la clase de dato que debe ser ingresado a ella y en las siguientes filas se registra la información correspondiente, en la Tabla 4, vemos que los registros de la primera columna corresponden a la estación que se muestreo, en este caso a la codificada GM003, en la segunda al período hidrológico en la que se llevo a cabo el muestreo y así sucesivamente los datos requeridos. De acuerdo al tipo de datos se pueden tener una o varias tablas para almacenar la información, por ejemplo una para registrar la información de campo y otra para los registros de laboratorio.

**Tabla 4. Tabla de datos para muestreos ictiológicos**

ESTACION DE MUESTREO	PERIODO H	TIPO	FECHA	DIA	MES	ESPECIES
GM 003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Bryconamericus atratoensis
GM003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Chaetostoma Sp milesi
GM 003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Astroblepus sp 1
GM 003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Dolichancistrus fuesslii
GM 003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Chaetostoma dorsale
GM 003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Chaetostoma sp
GM 003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Trichomycterus nery
GM 003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Nemuroglanis sp
GM 003	Baja	Premuestreo	30/01/2014	30	1	Characidae sp

En algunas bases de datos cada registro es digitado directamente por la persona responsable, pero existen bases en las cuales términos que se pueden repetir en la información están disponibles para la selección, minimizando la posibilidad de

error en el proceso, tal es el caso por ejemplo de los nombres científicos en los cuales se pueden presentar errores de ortografía en los registros que obstaculizan los procesos de análisis.

Trabajar con las bases de datos permite tener información actualizada y precisa, la búsqueda es más fácil que si se tuviera que hacer con los formatos en papel y hay un control centralizado de los datos en un solo archivo, que impide la dispersión de la investigación al momento de hacer análisis.

#### **4.3. REPORTE DE NOVEDADES DE TRABAJO EN CAMPO**

En la mayoría de los estudios relacionados con los peces, el trabajo en campo forma parte de las actividades a realizar, ya que es en el medio natural donde se obtienen los ejemplares para los estudios. Las tareas a realizar en las salidas son programadas cuidadosamente antes de emprenderlas de modo que se obtenga toda la información requerida porque como ya se dijo anteriormente el dato que no se tome se pierde y no se puede remediar.

Sin embargo a pesar de la planeación, en las salidas se pueden presentar factores que impiden realizar el muestreo como estaba programado y es necesario dejar registro de las dificultades que impidieron el cumplimiento de las metas en campo. Estos registros de dificultades encontradas, ayuda en los procesos de planeación futura para prever percances que no se tienen contemplados cuando se hacen las programaciones de trabajo.

En el caso de este proyecto se utiliza un formato en el cual se informa la labor realizada en campo y tiene el espacio para registrar las dificultades o las observaciones especiales de la salida.

## **5. EL MUESTREO DE PECES**

### **5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL MUESTREO DE PECES EN SISTEMAS LÓTICOS, TIPOS DE MUESTREOS.**

Cuando se piensa realizar muestreos en el medio natural, es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Establecer el objetivo general y específicos de la investigación. Este es el punto de partida que orienta las especies, el tipo de ecosistema, la metodología, materiales y equipos requeridos para el muestro en campo.
- Es importante definir la periodicidad de los muestreos de acuerdo con el objetivo propuesto y el área geográfica que cubrirá. Todo lo anterior ajustado al presupuesto requerido y la necesidad investigativa.
- Para definir los sitios de muestreo se debe tener en cuenta la facilidad de acceso y los riesgos que implicaría muestrear en diferentes épocas especialmente durante el invierno. Es importante hacer visitas de premuestreo a los lugares elegidos para prever posibles limitaciones a la hora de llevar a cabo los muestreos.
- Al elegir el método de muestreo que mejor se adapte a sus necesidades se debe pensar en las medidas de seguridad de las personas que van a llevarlo a cabo y los equipos de protección personal que deben ser usados. Para ello es importante tener un manual de procedimiento y de equipos de seguridad.
- Si se desea realizar comparaciones espaciales y temporales se debe tener en cuenta siempre aplicar la misma metodología de muestreo, equipos y en lo posible el mismo personal.
- Si el muestreo va dirigido a ciertas especies o tamaños se debe elegir un método que minimice el impacto sobre juveniles y sobre la fauna acompañante de la comunidad

### **5.2. USO DE EQUIPOS EMPLEADOS PARA EL MUESTREO**

Para los muestreos de peces existe una amplia variedad de equipos o elementos para extraerlos del medio natural. Están los utilizados de manera rutinaria por los pescadores artesanales como las atarrayas, los anzuelos, las nasas, el chinchorro o los más especializados como los equipos de electropesca (Figura 26). La selección del equipo a utilizar dependerá del tipo de estudio, del lugar y de las especies a capturar.



Electropesca



Pesca con chinchorro.



Atarraya



Nasa



anzuelos

**Figura 26. Algunos equipos utilizados para muestreo de peces.**

### 5.3. SACRIFICIO DE LOS PECES, FIJACIÓN, ETIQUETADO DE LA MUESTRAS

Cuando se realizan inventarios de recursos ícticas o estudios de alimentación o reproducción en peces, es necesario el sacrificio de los ejemplares y la posterior fijación de la muestra.

#### 5.3.1. Sacrificio

En este proceso los peces se sacrifican con una sobredosis de anestésico, dejándolos en un recipiente con la sustancia hasta que se produzca el colapso medular y el ejemplar muere, se pueden utilizar anestésicos comerciales para peces como metasulfonato de triclaína, benzocaína o el eugenol (anestésico de uso humano fabricado con base en aceite de clavo), en dosis letal. En evaluaciones previas se ha encontrado que el uso de este último en concentración de 200 mgr/l, es mortal para los peces pequeños de la región de la Orinoquia.

Para preparar un litro de eugenol en la concentración antes mencionada, se disuelve un ml de esta sustancia en 9 ml de alcohol al 96%, después de preparada esta solución, se toman 2 ml de la sustancia preparada y se añaden a 998 ml de agua, para completar el litro. Ya así preparado el anestésico se coloca en recipientes adecuados al tamaño del pez y se deposita allí el animal, se retira cuando no se observa ningún movimiento en los opérculos.

#### 5.3.2. Fijación

Una vez se comprueba que el ejemplar murió, se pasa a la fijación, que es el proceso mediante el cual se preservan los tejidos y se detienen los procesos posteriores a la muerte, deteniendo la acción de las enzimas que provocan el daño tisular y la proliferación de bacterias y hongos que se desarrollan en tejidos muertos. Los ejemplares recién muertos se deben sumergir rápidamente en el fijador seleccionado de acuerdo al tipo de estudio a realizar.

Para los estudios de inventarios histológicos el fijador más común es el formol al 10%, este se prepara a partir del formol comercial que viene al 37%, la solución se prepara uniendo en un recipiente 270 ml de formol al 37% con 730 ml de agua.

Los peces se dejan en esta sustancia en frascos, bolsas o cajas con sello hermético durante 72 horas, período en el cual se considera que es suficiente para frenar todos los procesos de descomposición de la muestra.

#### 5.3.3. Conservación

Cuando ha finalizado el tiempo de fijación, las muestras se enjuagan con agua limpia para eliminar por completo el fijador y se conservan en alcohol al 70%. Esta

solución se prepara a partir de alcohol al 96%, para un litro se toman 729 ml de alcohol y se disponen en el recipiente en el que se va a almacenar y se agrega agua hasta completar el litro.

Los peces lavados se introducen en la solución y se depositan para análisis posterior.

#### **5.3.4. Etiquetado**

Desde el primer momento se debe etiquetar la muestra, así el recipiente que contiene al pez recién fijado debe estar debidamente rotulado. Los rótulos se hacen en papel pergamino de 180 a 240 gr, para que no se deterioren dentro de las soluciones de fijación o conservación y escritos con tinta indeleble.

El rotulo debe contener como mínimo la información de la fecha de colecta (día, mes, año), el nombre del cuerpo de agua donde fue obtenida la muestra y el lugar preciso donde se colectó, ya sea identificándolo con el nombre, registrando las coordenadas geográficas o con los códigos asignados al proyecto. La letra y números deben ser claros y legibles.

Los rótulos se introducen en el recipiente que contiene la muestra y se deben cambiar cuando están deteriorados.

## **6. TOMA DE MUESTRAS DE PECES**

En estudios sobre biología de peces, además de su identificación, también es de interés conocer sobre sus hábitos alimenticios y aspectos reproductivos, lo que involucra el retiro de órganos internos para análisis posteriores.

En los dos casos las muestra deben retirarse inmediatamente el animal muere, porque las enzimas continúan degradando el alimento en el tracto digestivo y las gónadas son lo primero que se descompone en el pez. La demora en la fijación puede dar como resultado una muestra que tenga que desecharse.

Para el sacrificio del animal se debe tener en cuenta el destino final, si es para el consumo humano el sacrificio se hace realizando un corte a la medula espinal del pez haciendo una incisión en la parte posterior de la cabeza a la altura del opérculo, si no se va a consumir se utiliza la anestesia letal.

Una vez muerto el pez, se toman las medidas de longitud total, longitud estándar y peso y se procede a retirar los órganos requeridos

## **6.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA TOMA DE MUESTRAS PARA ESTUDIOS DE CONTENIDOS ESTOMACALES**

En las investigaciones sobre aspectos tróficos, además de las medidas morfométricas tomadas, se debe establecer la morfología de la boca y el tipo de dientes que presenta el pez.

Una vez realizada esta descripción, se hace la disección y se retira todo el aparato digestivo, haciendo un corte en la parte anterior y el siguiente antes del ano. El tracto digestivo se disponen en un recipiente con formol al 10%, asegurándose de que quede completamente cubierto con la sustancia fijadora, o debidamente rotulado con información del código de la muestra, fecha (año, mes, día), lugar de colecta, especie y responsable de la toma de la muestra.

Una vez retiradas todas las vísceras, el animal se vuelve a pesar y se registra el peso eviscerado.

## **6.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA TOMA DE MUESTRAS PARA ESTUDIOS DE CICLOS REPRODUCTIVOS**

En los estudios de ciclos reproductivos se hacen observaciones de tipo macroscópico y microscópico.

Las gónadas se localizan en la pared dorsal del celoma, los testículos en los peces pueden tener diferentes formas, en los grupos de los carácidos son estructuras tubulares, en los silúridos presentan ramificaciones en su parte anterior. Los ovarios son estructuras pareadas alargadas. Cuando están inmaduros en especies de pequeño porte son muy difíciles de observar a simple vista y se requiere la ayuda del estereoscopio para retirarlos.

Cuando ya se ha ubicado el testículo o la gónada se registra en la planilla el sexo y el estado de madurez gonadal; para reportar el estado de madurez se tienen varias escalas de acuerdo con diferentes autores, pero la más sencilla es agrupar como maduros a las hembras con huevos sin importar el tamaño y a los machos que se observan con el testículo blanquecino y como inmaduros a los ejemplares que no cumplan con esas condiciones. Pero será el investigador principal quien se encargue de definir la escala a utilizar.

Como la observación macroscópica es subjetiva dado que depende de la opinión de la persona que está realizando el muestreo, el corte histológico da con precisión el estado de madurez en que se encuentra la gónada objeto de estudio, para ello las dos estructuras se retiran del cuerpo del animal, se pesan y se depositan en formol al 10% para fijarlas, luego de 72 horas se colocan en alcohol

al 70% para conservarlas hasta el inicio del proceso de histotecnica, debidamente rotuladas.

Si las hembras están maduras y se desea estimar el número de huevos, se separa una fracción de la parte anterior, media y posterior de cada gónada, a las que se les registra el peso, estas muestras se sumergen en una sustancia que separa los huevos del tejido gonadal, conocida como fluido gilson, se marcan y guardan para posterior análisis.

## 7. REFERENCIAS

Date, C.J., Ruiz, S.L.M. 2001 Introducción a los sistemas de bases de datos. Pearson Educación, 936 p

Lasso C, Mojica JI, Usma JS, Maldonado J, DoNascimento C, Taphorn D, Provenzano F, Lasso-Alcalá O, Galvis G, Vásquez L, Lugo M, Machado-Allison A, Royero R, Suarez C, Ortega-Lara A. 2004 a. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95-158.

Villa-Navarro, F., A. Urbano-Bonilla, A. Ortega-Lara, D. C. Taphorn y J. S. Usma Oviedo. 2011. Peces del Casanare. Pp: 120-137. En: Usma J.S. y F. Trujillo (Eds.). Biodiversidad del departamento del Casanare, identificación de ecosistemas estratégicos. Gobernación del Casanare, WWF, Bogotá D. C.

## **INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA - ICAOC**



El Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana – ICAOC-, dentro de su política de Ciencia, Tecnología e Investigación – CT+I, busca articularse con la estrategia de política nacional de “crear las condiciones para que el conocimiento sea un motor de desarrollo que cumpla con los desafíos de acelerar el crecimiento económico, disminuir la inequidad y cerrar brechas, la descentralización territorial e institucional es un instrumento para procurar el desarrollo armónico de la potencialidad científica y tecnológica del país, consolidando las comunidades y capacidades académicas y científicas en los Entes Territoriales”.

### **MISIÓN**

Generar, validar y transferir conocimientos que contribuyan a la construcción de modelos de desarrollo armónicos hombre – sociedad - naturaleza, orientados a la solución de los problemas ambientales, al mantenimiento de los servicios ecosistémicos y al logro del bienestar humano, en la Orinoquia y en el país.

### **VISIÓN**

En el 2022, el Instituto de Ciencias Ambientales, será el referente ambiental para la Orinoquia, por sus aportes científicos y técnicos a las soluciones de prevención, mitigación y reparación ambiental, y liderando los esfuerzos de la gestión tanto pública como privada encaminada al bienestar de las comunidades, al sostenimiento de los servicios ecosistémicos y al desarrollo integral y equitativo de la región.

“CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN N° 5211592 PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS RÍOS GUAYURIBA, OCOA, Y CAÑOS QUENANE, QUENANITO DE LA CUENCA DEL RÍO META, ORINOCO, BASADOS EN LAS ESTRATEGIAS EDUCATIVAS, INVESTIGATIVAS Y DE PROYECCIÓN SOCIAL”.

## OBJETIVOS 2:

Vincular a la comunidad mediante capacitación en temas de monitoreo y servicios ambientales, restauración de ecosistemas e implementación de nuevas alternativas socioeconómicas.



**UNIVERSIDAD  
DE LOS LLANOS**

INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES  
DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA



## CURSOS:

- ◆ Alfabetización Digital
- ◆ Formación en Muestreos Ambientales
- ◆ Muestreo de Recursos Biológicos Acuáticos
- ◆ Muestreo de Peces
- ◆ Uso del suelo y Coberturas Vegetales
- ◆ Restauración y Manejo de Agua y Suelo
- ◆ Formación y Legislación Ambiental
- ◆ Ecología Social
- ◆ Formulación de Proyectos
- ◆ Evaluación de Proyectos