

ESTUDIO CARIOTIPICO DE LA *Corydora metae* (EIGENMANN 1914)
PROVENIENTE DE LA CUENCA DEL ORINOCO

NINDRE LORENA HURTADO HERMOSA
CODIGO: 2008172798

PROFESOR:
MAURICIO ARRILLO AVILA PhD
Director trabajo de grado

Universidad Surcolombiana
Programa Tecnología en Acuicultura Continental
Neiva

ESTUDIO CARIOTIPICO DE LA *Corydora metae* (EIENMANN 194)
PROVENIENTE DE LA CUENCA DEL ORINOCO

Trabajo de grado realizado como requisito parcial para optar por el titulo de
Tecnólogo en Acuicultura Continental

NINDRE LORENA HURTADO HERMOSA
Código: 2008172798

Profesor:
MAURICIO CARRILLO AVILA PhD
Director trabajo de grado

Universidad Surcolombiana
Programa Tecnología en Acuicultura Continental
Neiva

FIRMAS JURADOS:

JURADO

JURADO

DIRECTOR

COORDINADOR CURSO D EPASANTIAS

DEDICATORIA

A DIOS por permitirme estar donde estoy, por hacerme lo que soy, por darme lo que tengo.

A mis padres Ernesto Hurtado Calderón y Dufay Hermosa Losada quienes me formaron, me educaron, me apoyaron en todo lo que estuvo a su alcance y lo más importante estuvieron siempre a mi lado y me heredaron su ejemplo de lucha para nunca rendirme y salir adelante

A mis hermanos por sus consejos, por su cariño, acompañamiento en esta terminación de trabajo de grado y a todas las personas que confiaron y me colaboraron.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, Mauricio Carrillo Ávila por su paciencia, por su conocimiento, sus enojos, por su amistad, y por permitirme ser parte de su grupo semillero de investigación.

Las recomendaciones de la jefe de programa Claudia Milena Rodríguez Sierra

Al profesor Miguel Landines por suministrarnos los peces objeto de mi estudio.

Al grupo de semillero de investigación por acogerme y compartir con ellos nuevos conocimientos, alegrías y tristezas a ellos mil gracias.

A Sergio Charry por acompañarme, guiarme, por sus consejos y compartir con él esta etapa de logro para todo estudiante.

MARCO TEORICO

PAG

INTRODUCCION	9
1 MARCO TEORICO	11
1.1 CUENCA DEL RIO ORINOCO.....	11
1.2 PECES ORNAMENTALES EN COLOMBIA	12
1.3 FAMILIA CALLICHTHYIDAE.....	12
1.4 Corydoras	13
1.5 CITOGENÉTICA	14
1.5.1 Material genético	14
1.5.2 Ciclo celular	15
1.5.3 Las bandas NOR	15
1.6 TAXONOMÍA DE LA <i>Corydora metae</i> (Eigenmann, 1914)	16
1.7 Clasificación de los cromosomas	16
2 JUSTIFICACION	18
3 OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
4 METODOLOGIA	20
4.1 MATERIAL BIOLÓGICO	20
4.2 Obtención de metafases mitóticas en tejido:.....	20
4.3 Coloración de los cromosomas	21
4.4 Bandas Ag-NOR:	22
5 RESULTADOS	23
5.1 Cariotipo y número modal	23
5.2 BANDAS NOR (Region organizadora de nucleolos):.....	24
6 DISCUSION	25
7 CONCLUSIONES	28
8 BIBLIOGRAFIA	29

INDICE DE IMÁGENES

PAG

IMAGEN 1	Ejemplar de la corredora meta. Foto tomada por Hernando Ramírez Gil	16
IMAGEN 2	Gónadas de la corredora meta macho	23
IMAGEN 3	Gónadas de la corredora meta hembra	23
IMAGEN 4	Metafase de la corredora meta	23
IMAGEN 5	Cariotipo de la <i>Corydora metae</i>	24
IMAGEN 6	Célula en interfase de la corredora meta con NOR	24
IMAGEN 7	Célula en interfase de la corredora meta con NOR	24

ÍNDICE DE TABLAS

PAG

TABLA 1	Categorías de la clasificación de los cromosomas en base a los índices de relación de brazos y centromérico (Levan et al, 1964).	17
TABLA 2	Comparación numero diploide y formula cariotipica con otras especies de Corydoras.	26

INTRODUCCION

El término “peces ornamentales” es un término genérico que describe a aquellos organismos acuáticos mantenidos en un acuario con propósitos de ornamento, incluyendo peces, invertebrados como corales, crustáceos, moluscos, equinodermos, así como roca viva. (Panné & Luchini, 2008).

En el país, el aprovechamiento de peces ornamentales se realiza con fines de exportación desde la década de 1950, y hoy pasados más de 50 años, no existe un conocimiento biológico y ecológico claro de este recurso que permita un aprovechamiento sostenible de nuestras cuencas. (Moreno & Duque, 2004).

En el año 2007, los registros de peces ornamentales desembarcados en los principales centros de acopio de la Orinoquia (Arauca, Villavicencio, Puerto Gaitán, Puerto Carreño, San José del Guaviare e Inírida), se situaron en los 17.235.563 ejemplares. (CCI, 2008).

La cuenca del río Orinoco en Colombia sobresale por su riqueza hídrica, su importancia histórica como medio de comunicación y de transporte nacional e internacional, y su diversidad cultural, de paisajes y ecosistemas terrestres y acuáticos que albergan distintas formas de vida hasta ahora poco conocidas y Considerada por muchos como la despensa alimentaria de Colombia, se nomina desde múltiples perspectivas industriales: forestal, acuícola, agropecuaria, ecoturística. (Correa et al., 2005).

La gran cuenca del Orinoco está localizada en una faja latitudinal que va desde 0° 40' norte, en la sierra Tapirapeco (al sur del Estado Amazonas, Venezuela), hasta los 10° 17' norte en el alto río Pao (en el Estado de Carabobo, del mismo país), y cuenta con un área aproximada de 991.587 km², distribuida entre Colombia y Venezuela en porcentajes del 35% y el 65% respectivamente cerca de 347.165km² y 644.423 km², que corresponden a su vez al 30,4% y al 70,6 % de cada uno de los territorios nacionales de dichos países. (Correa et al., 2005)

A los Siluriformes pertenece la familia Callichthyidae, cuyas especies son comercializados en el país con el nombre de “corredoras”, las cuales juegan un papel importante en el mercado de los peces ornamentales provenientes de la Orinoquia. (Muñoz, et al., 2008). Esta familia comprende alrededor de 180 especies dentro de 7 géneros originarios de América del Sur. Abarca un grupo muy popular de peces, mayormente pequeños (menores a 4 cm). A este grupo pertenecen las llamadas Corydoras; Los peces de esta familia suelen construir nidos, ofreciendo el macho cuidado parental de las crías (Callichthys y Hoplosternum por ejemplo). Las Corydoras desovan en grupos sobrevegetación y otras superficies. Su alimentación abarca gusanos, larvas de insectos y detritus orgánico de los fondos. (Panné & Luchini. 2008).

No obstante, aún existe desconocimiento de la biología reproductiva de muchas especies, dentro de las que está la *Corydora metae*. (Muñoz et al., 2008).

La citogenética brinda valiosos aportes para la resolución de problemas taxonómicos, evolutivos y aplicados, contribuyendo al conocimiento del origen y evolución de distintos grupos, dado que los cromosomas son guías de afinidades filogenéticas e indicadores de las clasificaciones sistemáticas es importante analizar, mediante técnicas de citogenética clásica las características del cariotipo. Estos estudios citogenéticos permiten deducir el número básico, dato muy importante para proponer hipótesis filogenéticas en un grupo. Las principales características que aportan información a la evolución cromosómica son: posición del centrómero, número, tipo y posición de zonas organizadoras del nucléolo, tamaño absoluto y relativo de los cromosomas. Los cambios cromosómicos pueden producirse, durante el proceso evolutivo, en cualquier sentido y muchas veces en forma cíclica. (Poggio et al., 2008).

MARCO TEORICO

1.1 CUENCA DEL RIO ORINOCO

La cuenca del Orinoco es compartida por Venezuela y Colombia y posee 1,080,000 Km², de los cuales 633,000 corresponden a Venezuela (70,5% de su superficie) y 437,000 a Colombia (20,2% de su superficie). La longitud del río Orinoco es de 2150Km aproximadamente, con una descarga anual promedio de 36,000 m³/s, la cual lo ubica en tercer lugar a nivel mundial, transporta una carga de sólidos suspendidos estimados en 200×10^6 t/año, la mayoría provenientes de los andes y tributarios de los llanos, mientras que los ríos del escudo Guayanés principalmente de aguas negras y claras apenas contribuyen con el 5%. (Lasso et al., 2004).

En Colombia la red hidrográfica del Orinoco recibe el aporte de seis subcuencas y 47 tributarios principales que drenan a dichas subcuencas; tradicionalmente este río se ha dividido de acuerdo a criterios fisiográficos y limnológicos el alto, medio y bajo Orinoco. (Lasso et al., 2004)

Las principales subcuencas colombianas de la cuenca del Orinoco son los ríos Arauca, Meta, Tomo, Tuparro, Vichada y Guaviare. (Maldonado Ocampo et al., 2006)

Para la Orinoquia colombiana se cuenta con una revisión general donde se registran 37 familias, 201 géneros y 191 especies de los peces propios de los diferentes tributarios primarios, secundarios y terciarios del río Orinoco, de acuerdo con las características topográficas, hábitats particulares de la región y las corrientes de tipo amazónico al sur de los llanos. (Correa et al., 2005)

El orden Characiformes agrupa la mayor cantidad de especies (167), clasificadas en 78 géneros y 14 familias. Le sigue el orden Siluriformes, con 93 especies distribuidas en 63 géneros y 11 familias. (Bogotá & Maldonado-Ocampo, 2005).

1.2 PECES ORNAMENTALES EN COLOMBIA

En el país, el aprovechamiento de peces ornamentales se realiza con fines de exportación desde la década de 1950, y hoy pasados más de 50 años, no existe un conocimiento biológico y ecológico claro de este recurso que permita un aprovechamiento sostenible. Hoy en día el mercado de peces ornamentales desde Colombia se encuentra muy al margen de un mercado internacional de millones de dólares al año. (CCI, 2008)

Los mercados más importantes de peces de acuario se encuentran en Lejano Oriente, Estados Unidos y la Unión Europea (UE), siendo los países del Lejano Oriente los mayores productores y consumidores de especies ornamentales, y existiendo un considerable movimiento de peces entre estas tres áreas. Además, se debe destacar que varios países de Asia, Europa y Norteamérica han dedicado recursos importantes para la producción *ex situ*, aprovechando los recursos genéticos de especies que han sido exportadas previamente desde Colombia y otros países de Suramérica, generando competencia de precios y variedades. (Mancera-Rodríguez & Álvarez-león, 2008)

1.3 FAMILIA CALLICHTHYIDAE

La familia neotropical Callichthyidae se encuentra en los drenajes de ríos suramericanos así como también en algunos ríos de Panamá, se hallan en ocho géneros con cerca de 161 especies. (Román-Valencia *et al.*, 1999).

Esta familia, comprende dos subfamilias: Callichthyinae, que incluye a los géneros

Callichthys, Leptoplosternum, Megalechis, Dianema y Hoplosternum; Corydoradinae que incluye a Aspidoras, Corydoras y brochis. (Ardila, 2006).

Los peces del género Callichthys son fácilmente reconocidos por tener el cuerpo cubierto de dos hileras longitudinales de placas dérmicas, una superior y una inferior. Habitan en los lechos de los ríos que se caracterizan por tener vegetación sumergida y rica en plantas macrofitas flotantes. Se refugian en el día y en la noche buscan su alimento en sitios ricos en lodo y materia orgánica. Capturan insectos acuáticos flotantes que se posan sobre la hojarasca y material vegetal. Al inicio de las lluvias se concentran en aguas estancadas para reproducirse y criar sus juveniles. (Ardila, 2006).

1.4 Corydoras

El género Corydoras consta de 180 especies distribuidas en América del Sur, que se producen en una gran variedad de hábitat. En promedio, dos nuevas especies de Corydoras se describen todos los años durante las últimas décadas.

(Rondineli & Braga, 2009).

Las características más resaltantes de las Corydoras son su boca inferior, parte ventral del cuerpo aplastado y parte dorsal bombeada; la aleta adiposa, característica de esta familia se encuentra detrás de la aleta dorsal. Las aletas pectorales, cuyos primeros radios están transformados en una gran espina, desempeñan un papel importante en la reproducción. En lugar de escamas cuentan con placas óseas que se solapan como si fueran tejas que les cubren los flancos, la cabeza y la espalda; todas las especies cuentan con un par de barbas en la mandíbula inferior, los ojos son grandes y móviles. Los ejemplares sanos muestran unas barbillas largas y sin cortes. (Ortiz & Iannacone; 2008).

1.5 CITOGENÉTICA

Dentro de los estudios genéticos, tenemos la citogenética que es una disciplina que se encarga del estudio de la organización, la segregación y la distribución del material genético. (Burbano, 2001)

Esta disciplina brinda valiosos aportes para la resolución de problemas taxonómicos, evolutivos y aplicados, contribuyendo al conocimiento del origen y evolución de distintos grupos. Dado que los cromosomas son guías de afinidades filogenéticas e indicadores de las clasificaciones sistemáticas es importante analizar, mediante técnicas de citogenética clásica, las características citogenética del cariotipo, el comportamiento meiótico y la variación intra- e ínterespecífica en el tamaño del genoma. (Poggio et al., 2008).

La apariencia, la estructura y la actividad de los cromosomas varían a lo largo del ciclo celular. De tal manera que solo son visibles al microscopio óptico durante la metafase, cuando se ubican en el plano ecuatorial y son inactivos transcripcionalmente, estos estudios son considerados aspectos primordiales y de gran valor para dar respuestas necesarias en el manejo de la zootecnia, piscicultura y de otros animales en condiciones controladas. (Burbano, 2001).

1.5.1 Material genético

El material genético está conformado por la cromatina que ocupa todo el núcleo de la célula. Esta cromatina reacciona ante colorantes específicos tomando coloración, está formada por el ácido desoxirribonucleico o ADN y por proteínas histónicas y no histónicas; el ADN inscrito en un código de cuatro letras, contiene toda la información genética de un individuo, este código lo forman cuatro nucleótidos

conocidos como Adenina (A), Citocina (C), Guanina (G) y Timina (T) que en la estructura del ADN se aparean AT y CG. (Burbano, 2001).

1.5.2 Ciclo celular

El ciclo celular es el ciclo de vida de la célula, consiste de cuatro etapas dos de las cuales corresponden a etapas de crecimiento conocidas como G1 y G2, separadas por una etapa larga en la cual el material genético se duplica y es llamado como síntesis (S) y por último la etapa de división o mitosis. Es durante el proceso de la mitosis que el material genético se empaqueta y se hace visible en forma de cromosoma. Cada cromosoma corresponde a una molécula de ADN empaquetada con la ayuda de proteínas histónicas y no histónicas, entonces existen tantos cromosomas como tantas moléculas de ADN tenga un organismo. (Burbano, 2001)

1.5.3 Las bandas NOR

Las NORs son los sitios de transcripción del rDNA y estos se localizan dentro de los nucléolos de células eucarióticas. Las NORs en peces generalmente están ubicadas en constricciones secundarias en los cromosomas y son identificadas, de forma indirecta, a través de la técnica de impregnación por sales de plata (AgNO_3), pues el material coloreado no es el DNAr, sino proteínas ácidas asociadas a él, tales como la nucleolina asociada a la estructura fibrilar del nucléolo y el pre-RNA naciente. La impregnación de las NORs por sales de plata se restringe a aquellas regiones que estuvieron activas en la interfase precedente. Estudios sobre las regiones organizadoras nucleolares han revelado que su localización es especie-específica para varios grupos de peces. (fenocchio, 2009).

1.6 TAXONOMÍA DE LA *Corydora metae* (Eigenmann, 1914)



Imagen 1: ejemplar de la corredora meta.
Foto tomada por Hernando Ramírez Gil

- Reino = Animalia
- Filo = Chordata
- Clase = Actinopterígios
- Orden = Siluriformes
- Familia = Callichthyidae
- Genero = Coridoras
- Especie = *Corydora metae*

1.7 Clasificación de los cromosomas

Los cromosomas serán clasificados de acuerdo a la posición del centrómero respecto a los brazos, según Levan et al, (1964). (Tabla 1) los metacéntricos tienen el centrómero en el centro del cromosoma, los submetacéntricos en posición submedial y si el centrómero es terminal los cromosomas se denominan acrocéntrico o telocéntricos. Una posición subterminal define un cromosoma subtelocéntrico.

TABLA 1. Categorías de la clasificación de los cromosomas en base a los índices de relación de brazos y centromérico (Levan et al, 1964).

Categoría	Abreviatura	Índice relación de brazos	Índice centromérico
Metacéntrico	M	1.0 – 1.7	50.0 – 37.5
Submetacéntricos	SM	1.7 – 3.0	37.5 – 25.0
Subtelocéntrico	ST	3.0 – 7.0	25.5 – 12.5
Acrocéntrico	A	> 7.0	> 12.5

JUSTIFICACION

Los resultados del estudio aportarán junto con otros estudios identificar la biología, taxonomía, distribución del material genético de la *Corydora metae* y a la elaboración de estrategias para el cuidado y la conservación de esta especie, haciendo énfasis en el estudio citogenético ya que la familia Callichthyidae se caracteriza por no poseer o presentar diferencias morfológicas entre ellas.

La importancia éste estudio radica en la necesidad de conocer mediante técnicas citogenéticas la formación y comportamiento meiótico, el cariotipo y en general el genoma de la *Corydora metae*. Estos resultados obtenidos aportarán al crecimiento de los conocimientos citogenéticos de dicha especie, su comportamiento, hábitat y su evolución a través de los años y permitir al profesional comprender, conocer y analizar la distribución del material genético a través de su evolución.

OBJETIVOS

1.8 OBJETIVO GENERAL

- Estudiar citogenéticamente la *Corydora metae* comparando con estudios realizados sobre el género de las *Corydoras*,

1.9 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el cariotipo diploide para la especie de corredora meta.
- Por medio de un cariotipo establecer la forma, tamaño y morfología de los cromosomas de la corredora meta.
- Establecer los patrones de bandas NOR (región organizadora de nucléolos) en el complemento cromosómico.

METODOLOGIA

1.10 MATERIAL BIOLÓGICO

Se analizaron 28 animales, 15 machos subadultos y 13 hembras subadultos de la *Corydora metae* provenientes de las bodegas de peces ornamentales localizadas en la ciudad de Villavicencio.

1.11 Obtención de metafases mitóticas en tejido:

Para la obtención de los cromosomas se utilizará la región correspondiente al riñón anterior según metodología descrita por Moreira Filho & Bertollo (1991), con algunas modificaciones que consisten en:

- ❖ Inyectar el animal por la parte dorsal con levadura durante 24 horas.(1ml x 100 gr de peso del pez).
- ❖ Luego de las 24 horas se inyecta al ejemplar por la aleta pélvica con colchicina a una concentración de (0,05%), durante un tiempo determinado de 1h 20min. (1ml x 100gr de peso del pez).
- ❖ Se anestesia el ejemplar con 1 gr de trycaina por 5 min para su debida disección.
- ❖ Sacrificar el animal y retirar la parte anterior del riñón.
- ❖ Las gónadas fueron retiradas del pez y coloreadas con 1 gota de acetocarmin.
- ❖ El material será colocado en 7 ml de solución hipotónica (KCL) a 0,075 M y disociado con la ayuda de una jeringa hipodérmica de vidrio sin aguja.
- ❖ Posteriormente el material se colocara a incubar en el horno a una temperatura de 37°C durante 50 min.
- ❖ Pasado el tiempo de incubación el material será resuspendido utilizando una pipeta Pasteur se le adicionara 1 ml de solución fijador (Carnoy: 3

partes de metanol y 1 parte de ácido acético) homogenizar la muestra y centrifugarlo a 1500 rpm durante 10 minutos a temperatura ambiente.

- ❖ El sobrenadante será descartado, y al precipitado se adicionará 7 ml de solución fijadora (Carnoy: 3 partes de metanol por 1 parte de ácido acético) y centrifugarlo a 1500 rpm durante 10 minutos, este último paso será repetido 1 vez más bajo las mismas condiciones que el paso anterior.
- ❖ Después de la última centrifugación, el sobrenadante será eliminado. Cerca de 1 ml de fijador será adicionado sobre el botón celular, que será nuevamente homogenizado. El material será entonces colocado en un tubo "Ependorff" y almacenado en un congelador a -20° C hasta que se termine la muestra.

1.12 Coloración de los cromosomas

- ❖ Lavar con agua normal muy bien las placas o portaobjetos.
- ❖ Posteriormente colocar los portaobjetos en baño maría a 60° C durante unos 5 minutos.
- ❖ Se retiran las placas del baño maría que está a 60° y se procede a gotear con la muestra previamente fría aproximadamente 1 0 2 gotas por placa a una distancia la cual va ayudar a que las células puedan estallar y así los cromosomas quedaran expandidos sobre la placa.
- Se deja secar la muestra en la placa y se pasa a colorearla con Giemsa (preparando 50 ml de colorante Giemsa: donde 45ml es de solución buffer y 5 ml es de colorante) dejando la placa con el colorante durante 4 a 6 minutos.
- ❖ Se retira el colorante y lavar la placa con agua corriente. Después de secar las láminas serán analizadas en un microscopio óptico.

1.13 Bandas Ag-NOR:

El procedimiento para realizar el Bandeamiento Ag-NOR es el descrito por Howell & Black (1980), con modificaciones consiste en:

- ❖ Se calientan las placas nuevas a baño maría a 60°C y se gotea la muestra sobre el porta objeto aproximadamente una gota por placa y dejar secar la muestra.
- ❖ Luego se procede colorear con el colorante Giemsa la placa totalmente seca la muestra durante unos 40 seg, lavar con agua corriente y dejar secar.
- ❖ Colocar sobre la lámina 2 gotas de solución acuosa de gelatina comercial a 1% (diluido con ácido fórmico en una proporción de 1 ml por 100 ml de solución) mantenida en un frasco oscuro.
- ❖ Adicionar, sobre la gota anterior, 2 gotas de solución acuosa de nitrato de plata.
- ❖ Cubrir la lámina con un cubreobjetos.
- ❖ Con la ayuda de un soporte se colocan las placas en el baño de maría a 60° C, por un período de 15 minutos, dependiendo de la coloración de lámina hasta que alcance un color marrón oscuro.
- ❖ Después que haya tomado el color marrón oscuro, se lavan con agua normal, permitiendo que el cubreobjetos sea retirado por el agua.

RESULTADOS

El cariotipo encontrado para la *Corydora metae* es similar para hembra y macho, esta especie no presenta dimorfismo sexual.

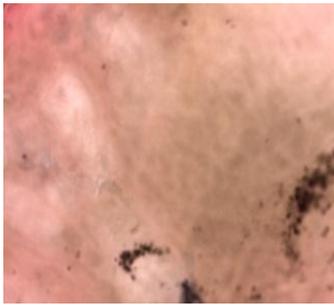


Imagen 2: Gónadas de la corredora hembra

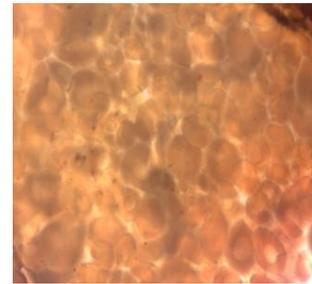


Imagen 3: Gónadas de la corredora meta

1.14 Cariotipo y número modal

La *Corydora metae* presenta $2n:94$ cromosomas o 47 pares cromosómicos, con una fórmula cariotípica de 12 pares metacéntricos, 19 pares submetacéntricos, 14 pares subteloacéntrico y 2 pares acrocéntrico.

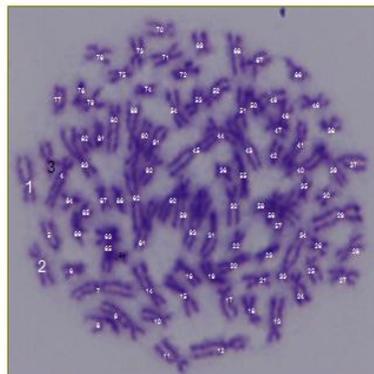


Imagen 4: Metafase de la corredora meta



Imagen 5: cariotipo de la *Corydora metae*

1.15 BANDAS NOR (Region organizadora de nucleolos):

El analisis de los cromosomas con la tecnica de Ag-NOR mostró la presencia de multiples NOR de 8 marcas en las celulas interfasicas.

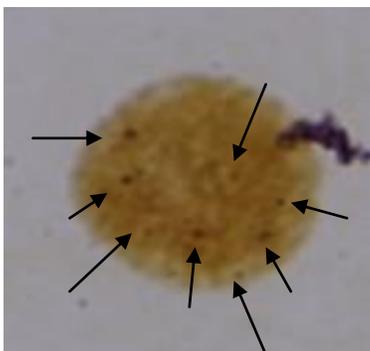


Imagen 6: Celula en interfase con NOR

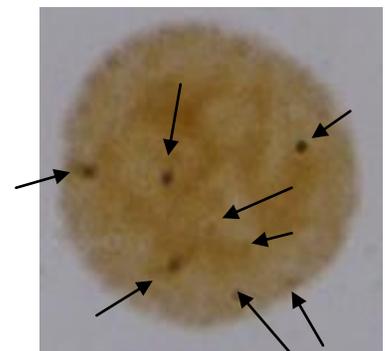


Imagen 7: Célula en interfase con NOR

DISCUSION

El número real de especies de agua dulce, hace que muchos estudios incluyendo los de citogenética y genética, sean muy difíciles, ya que aun hay especies que no han sido descritas. Por lo tanto, la información sobre citogenética está disponible para 475 especies de Characiformes, 318 Siluriformes, 48 gymnotiformes, 199 especies de agua dulce que no pertenecen al súper orden ostariophysy y solo 109 para especies marinas. (Oliveira *et al.*, 2009).

Dentro del género de los Siluriformes encontramos la familia Callichthyidae que se caracteriza por poseer una gran diversidad en cuanto al número de cromosomas y estructuras cariotipica, como lo observado en el género *Corydoras* en donde el numero diploide puede variar de 40 hasta 134 cromosomas. Así, encontramos que la *Corydora nattereri* presenta un número diploide de $2n:40$ y la *Corydora aeneus* $2n: 134$ cromosomas (Shimabukuro-Dias *et al.*, 2004). Dentro de este rango aparece la *Corydora metae* con número modal diploide de $2n:94$ cromosomas.

Esta diversidad también la podemos encontrar en el género *Callichthys*, cuyas distintas poblaciones presentan diferentes números diploides, estructura cariotipica y polimorfismo. (Pazza *et al.*, 2005).

En este género de *Corydoras* se presenta un alto polimorfismo ya que algunos grupos tienen una gran diferencia en el número diploide y en su fórmula cariotipica; esta familia posee la variabilidad cariotipica mas amplia descrita para peces. (Oliveira *et al.*, 2009). Por el contrario, algunos grupos parecen muy homogéneos en su número diploide y en su fórmula cariotipica, un ejemplo es en la familia curimatidae, la cual para 33 especies presenta el mismo número diploide $2n:54$, una tiene $2n:48$, dos tienen $2n:56$, una tiene $2n:46$, una posee $2n:102$. En la familia anostomidae las especies analizadas presentan $2n:54$ cromosomas. (Oliveira *et al.*, 2009).

Tabla 2: comparación numero diploide y formula cariotipica con otras especies de Corydoras.

ESPECIES	2N	M	SM	ST	A	REFERENCIAS
<i>Corydora metae</i>	94	12	9	14	2	Esta investigación
<i>Corydora sodalis</i>	74	8	5	11	21	Shimabukuro-Dias <i>et al.</i> ,2004
<i>Corydora britskii</i>	90	2	5	11	21	Shimabukuro-Dias <i>et al.</i> ,2004
<i>Aspiradora poecilus</i>	46	15	5	3	0	Shimabukuro-Dias <i>et al.</i> ,2004
<i>Corydora paleatus</i>	44	18	26	0	0	Artoni <i>et al.</i> , 2006
<i>Corydora ehrhardti</i>	44	18	26	0	0	Artoni <i>et al.</i> , 2006

Existen Corydoras con múltiples presencias de NOR o un solo par de estos, como es establecida en esta investigación (*Corydora metae*) lo cual se determina la presencia de 4 pares NOR en células interfásicas es una variabilidad muy alta ya que en otras especies presentan menos como lo encontrado en la *Corydora paleatus* y en la *Corydora ehrhardti* que marcaron solo un solo NOR en el brazo largo de un cromosoma metacéntrico (Artoni *et al.*, 2006).

En la *Aspiradora poecilus* la NOR marca en un par en el brazo corto de un metacéntrico, en la *Corydora sodalis* marca un par en el brazo largo de un acrocéntrico y en la *Corydora britskii* se presentan múltiples NOR restringidas a dos pares de cromosomas. (Shimabukuro-Dias *et al.*, 2004).

La presencia de números diploides alto (mayor que $2n:70$) y un alto número de cromosomas ST y A se encuentra en varias especies de Corydoras. (Shimabukuro-Dias *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES

- ❖ La *Corydora metae* como individuo diploide presenta un número modal de $2n=94$ con fórmula cariotípica de 47 pares cromosómicos, 12 pares metacéntricos, 19 pares submetacéntricos, 14 pares subteloicéntricos y 2 pares acrocéntricos sin diferenciación de cromosomas sexuales.
- ❖ Se demuestra que la *Corydora metae* en su número cromosómico se ubica dentro del intervalo de números modales establecidos en estudios desarrollados para Corydoras que corresponden de 40 a 134 cromosomas.
- ❖ Se establecen 4 pares NOR, lo que representa ser característica frecuente en las Corydoras por sus múltiples marcaciones NOR.
- ❖ El género *Corydora* presenta un alto índice de polimorfismo, al examinar que existen pocas coincidencias en números modales y fórmula cariotípica para especies de este género.
- ❖ A pesar de que se conocen ciertas bases de estudios en citogenética de peces es insuficiente a la hora de realizar comparaciones con la diversidad de especies de peces que existen en la región neotropical.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Ardila Rodríguez, C. A. *Callichthys oibaensis* (Siluriformes: Callichthyidae), una nueva especie de pez, río oibita, sistema río Suarez, cuenca del río Magdalena, Colombia. 2006
- ❖ Artoni, R. F; Terêncio, M. I; Vicari, M. R; Matiello, M. C. A; Cestari, M. M; Bertollo, I. A. C. cytogenetic of two sympatric *corydorasspecies* (Pisces, Siluriformes, callichthyidae) of southern Brazil. (Departamento de Biología Estructural, Molecular e Genética). Ponta Grossa, PR, Brasil. 2006.
- ❖ Bogotá Gregory, J.D & Maldonado – Ocampo, J.A. La colección de peces del instituto Alexander von Humboldt (lavh), nuevos registros y representatividad. Parte 1: Orinoquia. 2005.
- ❖ Burbano, C. 2001. Citogenética aplicada a peces. 219 - 232 p. En: Rodríguez, H., P. Victoria e M. Carrillo (Eds). Fundamentos de Acuicultura Continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA. Bogotá, Colombia, Segunda edición, 423p.
- ❖ Cci. Comportamiento de las capturas de peces ornamentales año 2006-2007.sistema de información de pesca y acuicultura, boletín mensual, mayo 2008.
- ❖ Correa, H. D, Ruiz, S. L. y Arévalo, L. M. (eds) 2005. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia. 273 p.

- ❖ Fenocchio, A. 2009 Genética y Citogenética de Peces Neotropicales: Aspectos Básicos y Aplicados, pag: 12 en LÓPEZ, H. L. y J. PONTE GÓMEZ (Comp.). Cursos de Ictiología: Biología pesquera de agua dulce, curso 1990; Ictiología Continental Argentina, curso de posgrado 2000; Ictiología Continental Argentina, curso de posgrado 2002. *ProBiota*, FCNyM, UNLP, La Plata, Argentina, *Serie Documentos* nº 6: 1- 147. ISSN 1666-731X.

- ❖ Galetti P. M. chromosome diversity in neotropical fishes: NOR studies; (Departamento de Genética e Evolução, Universidade Federal de São Carlos, Brasil. 1998).

- ❖ Howell, W.M. & D.A. BLACK. 1980. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal Developer: a 1 – stop method. *Experiencia* 36: 1014 – 1015.

- ❖ Levan, A; Karl Kredga, Avery A. Sandberg. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. (Institute of genetics, Lund, Sweden, and Roswell park memorial institute, buffalo). N.Y, USA. 1964.

- ❖ Maldonado-Ocampo, J. A; Lugo, M; Bogotá-Gregory, J. D; Lasso, C. A; Vásquez, L; Usma, S. J; Taphorn, D. C & Rizzi, F.P. peces del río tomo, cuenca del Orinoco, Colombia. *Biota Colombiana* 7 (1) 113-128. 2006.

- ❖ Mancera-Rodríguez, Néstor, Javier; Álvarez-León; *The Trade Of Ornamental Fishes In Colombia*. Colombia, 2008.

- ❖ Moreira-Filho, O. & Bertollo, L.A.C. 1991. Extraction and use of the cephalic kidney for chromosome studies in small fish (Pisces, Characidae). *Brazil. J. Genet.*, 14(4): 331-357.

- ❖ Moreno, Paola; Duque, Santiago. Peces ornamentales comercializados en Leticia, Colombia. Amazonas, Leticia. 2004.
- ❖ Muñoz, M; Moreno, Paola; Sanabria, Ana I; Landines, Miguel; Ciclo gonadal anual de corredora meta, *Corydoras metae*, proveniente de Acacias (Meta) Orinoquia colombiana.(revista colombiana de ciencias pecuarias, 21:455-522). 2008.
- ❖ Oliveira, C; Foresti, F; Hilsdorf, A.W.S. genetics of Neotropical fish: from chromosomes to populations. (Fish physiol biochem). 2009.
- ❖ Ortiz, N; Iannacone, J; Estado actual de los peces ornamentales amazónicos del Perú que presentan mayor demanda de exportación;(Laboratorio de Ecofisiología Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal). Peru-lima; 2008.
- ❖ Panné, Santiago; Luchini, L. 2008 Panorama actual del comercio internacional de peces ornamentales. (dirección de acuicultura).
- ❖ Pazza, R; Kavalco, K. F; Almeida-Toledo, L. F and Bertollo, L.A.C. *Hoplosternum littorale* (Teleostei, Callichthyidae) from a Coastal River basin in Brazil – Cytogenetic analysis and genemapping of 5S and 18S rDNA. (Vol. 58, no. 4: 339-3449. 2005.
- ❖ Poggio, L; Espert, S.M; Fortunato, H.R. citogenética evolutiva en leguminosas americanas. 2008.
- ❖ Román-Valencia, C; Lehmann-a, P & Muñoz, A. Presencia del genero *Callichthys* (Siluriformes: Callichthyidae) en Colombia y descripción de una nueva especie para el alto rio cauca.1999.

- ❖ Rondineli, G; Braga, F. Biología populacional de *Corydoras flaveolus* (Siluriformes, Callichthyidae) no Rio Passa Cinco, sub-bacia do Rio Corumbataí. (biota neotropica). São Paulo, Brasil. 2009.
- ❖ Shimabukuro-Dias, C. K; Claudio Oliveira and Fausto Foresti. Cytogenetic analysis of five species of the subfamily Corydoradinae (Teleostei: Siluriformes: Callichthyidae). (Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Morfología, Botucatu). São Paulo, Brasil. 2004.