



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**CONTENIDO DE LÍPIDOS, COLESTEROL Y PERFIL DE PROTEÍNAS EN EL
CURITO (*Hoplosternum littorale*) (HANCOCK, 1828) EN DOS DIFERENTES
ÉPOCAS DEL AÑO**

Trabajo especial de Grado

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por el bachiller Pedro Luis Farías Díaz como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología. Mención Tecnología de Alimentos

Tutor Dra. Marianela Barrero

**CARACAS, VENEZUELA
JULIO – 2010**

RESUMEN

Los curitos o bucos (*Hoplosternum littorale*), se encuentra en toda América del Sur, específicamente desde Venezuela hasta Argentina. Son peces suramericanos pertenecientes a la familia *Callichthyidae* y se encuentran ampliamente distribuidos en los llanos de Venezuela. Se caracterizan por tener un cuerpo oliváceo oscuro, cubierto por dos series de placas óseas, boca terminal y sin dientes en los adultos y tallas pequeñas que oscilan entre 150 a 200 mm de largo estándar. Durante la estación seca se mantienen en charcas aisladas, las que pueden habitar debido a la posesión de adaptaciones fisiológicas y anatómicas, tal como la posibilidad de respirar aire, gracias a una modificación del tracto digestivo. Esta respiración accesoria los torna aptos para vivir en áreas pantanosas pobres en oxígeno. Se observa además en la especie un dimorfismo sexual caracterizado por un macho más grande y con la aleta pectoral modificada armada de un proceso espinoso fuerte además de la construcción de un nido flotante a base de restos vegetales y burbujas y un cuidado tenaz de la cría por parte del macho. La especie *H. littorale* es considerada como omnívora, ya que consume algas asociadas al fondo pero principalmente micro crustáceos y larvas de insectos. Por tratarse de una especie poco aprovechada en nuestro país y de gran potencial comercial en los mercados de Trinidad hasta la Unión Europea donde es considerada una exquisitez, el objetivo de evaluar la variación de los lípidos y las proteínas del curito (*Hoplosternum littorale*) Hancock, 1828 en dos diferentes épocas del año. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en cuanto a la variación entre las dos etapas evaluadas de la grasa, la proteína y las cenizas aumentando tanto la grasa como la proteína en la etapa 2 y disminuyendo las cenizas; la humedad se mantuvo invariable. El contenido de grasas en la etapa 2 aumenta, notándose también un incremento en el contenido de testosterona y estradiol mientras que para el colesterol se observa una

disminución lo que refleja una relación inversamente proporcional del colesterol con las dos hormonas dado que la disminución de colesterol coincide con aumentos de testosterona y estradiol.

ÍNDICE

Resumen.....	2
Índice	4
Índice de Figuras.....	5
Índice de Tablas	5
I.- Introducción.....	6
II.- Antecedentes	8
1.- Características del Curito	8
2.- Composición química del pescado	12
3.- Compuestos extractables que contienen Nitrógeno	14
4.- Composición de ácidos grasos en el músculo de Curito	16
5.- Colesterol	17
6.- ELISA	20
7.- Vitaminas yMinerales.....	25
8.- Importancia comercial del Curito	30
III.- Objetivos	32
1.- Objetivo General	32
2.- Objetivos Específicos	32
IV.- Materiales y Métodos	33
1.- Métodos de análisis para caracterización de la muestra	33
2.- Electrophoresis	34
3.- Perfil de Estradioll y Testosterona	34
4.- Cuantificación de Trigliceridos y Colesterol en Músculo de Curito	35
5.- Análisis estadístico	35
V.- Resultado y Discusión	36
VI.- Conclusiones	52
Recomendaciones	53
Bibliografía	54
Anexos	

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1 Vista lateral de un curito	10
Figura No. 2 Corrida de electroforesis	29
Figura No. 3 Electroforesis.....	51

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1 Variación de contenido de Colesterol	18
Tabla No. 2 Contenido de Vitaminas en el pescado.....	26
Tabla No. 3 Algunos constituyentes minerales en el músculo de Curito	26
Tabla No. 4 Longitud y Masa de Curito Julio 2009	37
Tabla No. 5 Longitud y Masa de Curito Diciembre 2009	38
Tabla No. 6 Análisis proximal (% \pm DE) en musculo de curito (<i>Hoplosternum littorale</i>) en las dos etapas de estudio.....	39
Tabla No. 7 Contenido de Triglicéridos (g/l \pm DE), Colesterol(g/gmuestra \pm DE), Testosterona (ng/ml \pm DE) y Estradiol (pg/ml \pm DE) en el musculo del Curito en las dos etapas de estudio.....	41
Tabla No. 8 Contenido de ácidos grasos totales como porcentaje del total de grasa Hembras etapa 1 (H 2-1) Hembras etapa 2(H 2-2) Machos etapa1(M1) Machos etapa2 (M2).....	46

I.- INTRODUCCIÓN

Venezuela posee una inmensa red hidrográfica continental en la cual habitan un gran número de especies de peces de importancia comercial, tanto desde el punto de vista de consumo como peces que por su belleza son famosos como mascotas en la industria de la acuariofilia (Machado–Allison, 1993; Mago-Leccia, 1978; Novoa y Ramos, 1978, 1982; Royeto, 1993).

Otros forman parte del folklore o mitos como los curitos (*Hoplosternum littorale*); al que se le atribuye un potencial efecto sexual lo que le vale el ser considerado una exquisitez en los mercados de Trinidad, Guayana Francesa, Surinam, Unión Europea y otros países.

Los curitos o bucos son peces suramericanos pertenecientes a la familia *Callichthyidae* y se encuentran ampliamente distribuidos en los llanos de Venezuela (Mago, 1970). Se caracterizan por tener un cuerpo oliváceo oscuro, cubierto por dos series de placas óseas, boca terminal y sin dientes en los adultos y tallas pequeñas que oscilan entre 150 a 200 mm de largo estándar.

Durante la estación seca se mantienen en charcas aisladas, las que pueden habitar debido a la posesión de adaptaciones fisiológicas y anatómicas, tal como la posibilidad de respirar aire gracias a una modificación del tracto digestivo (Carter y Beadle, 1931) Esta respiración accesoria los torna aptos para vivir en áreas pantanosas pobres en oxígeno (Hostache & Mol, 1998; Brauner y col., 1999).

Se observa además en la especie un dimorfismo sexual caracterizado por un macho más grande y con la aleta pectoral modificada armada de un proceso espinoso fuerte además de la construcción de un nido flotante a base de restos vegetales y burbujas y un cuidado tenaz de la cría por parte del macho (Machado-Allison y Zares, 1984).

La explotación pesquera de esta especie está restringida a zonas ribereñas de los ríos llaneros, áreas lagunares y esteros formados en los bajos llanos siendo este pez particularmente abundante durante el periodo de sequía, cuando el volumen de agua disminuye y los animales se concentran en los pozos que quedan aislados en los llanos cuando los ríos bajan sus niveles y llegan a su nivel normal.

El objetivo del presente estudio es el de evaluar la variación de los lípidos y las proteínas del curito (*Hoplosternum littorale*) (Hancock, 1828) en dos diferentes épocas del año.

II.- ANTECEDENTES

1.- CARACTERÍSTICAS DEL CURITO

El curito o busco, (*Hoplosternum littorale*) es un pez suramericano dulceacuícolas pertenecientes a la familia *Callichthyidae* que está conformada por aproximadamente 116 especies agrupadas en ocho géneros, cuyo nombre común varía de acuerdo a la localidad de origen conocido en Venezuela como **busco** o **curito** (Machado-Allison, 1986), **atipa** en la Guyana Francesa, **casaruda** en Trinidad y Tobago (Singh, 1978), **tamuata** en Brasil (Tuma, 1978), y en Estados Unidos donde es una especie introducida como **brown hoplo** y **armored catfish** (Nico y col, 1996). En el Delta del Orinoco los Warao le dan el nombre de **zorogene**. (Novoa, 1982) en Guyana Francesa, **Kareous** (indios Palikur), **Kaliwalou** (indios Galibis) y Katina **KouiKoui** (indios Saramacas) (Boujard y Maunier, 1991) y en Surinam se llaman **KwiKwi** y **Hassar** en Guyana (Singh, 1978).

El curito se caracteriza por tener un cuerpo oliváceo oscuro, cubierto por dos series de placas óseas, boca terminal y sin dientes en los adultos y tallas pequeñas que oscilan entre 150 y 200 mm de largo estándar, un par de barbillones rectos en cada lado de la boca, aletas caudales surcada, los huesos de la cintura escapular están expuestos formando escudos óseos. Las aletas son del mismo color aunque las membranas interradales pueden ser un poco más oscuras. Extremo distal de los radios caudales es de color blanco en algunos individuos o por lo menos más claros que el resto. La relación altura / longitud de cabeza es de 1,7. El perfil de la cabeza es ligeramente cóncavo. Sus ojos son pequeños y caben más de dos veces en la distancia comprendida entre el hueso post orbital y el extremo óseo del opérculo (Burgess, 1989 citado en Galvis y col., 2006). Hocico deprimido, la distancia íter orbital mayor o igual a la altura de la cabeza: coracoides extendido en la superficie del abdomen entre las bases

de las aletas pectorales (Castro, 1994; Salinas, 1998; Ferreira y col, 1998 citados en Salinas y Agudelo, 2000). Poseen adaptaciones fisiológicas y anatómicas, particulares como la posibilidad de efectuar una respiración aérea gracias a una modificación del tracto digestivo (Carter y Beadle, 1931).

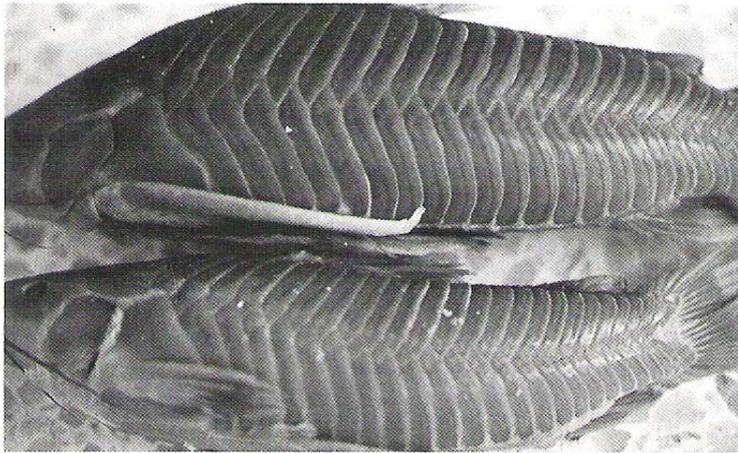
Se observa un marcado dimorfismo sexual siendo los machos de la especie de un mayor tamaño que las hembras y presentando además estas unas aletas pectorales modificadas armadas de un proceso espinoso fuerte alargadas y curvadas (figura1) las cuales según se observó en acuarios pueden ser usadas como armas durante los ataques agresivos con la función de proteger a las crías. (Machado-Allison, 1984).

Los machos construyen y cuidan un nido fabricado de restos vegetales y espuma. A principios del periodo de inundación de los llanos de Venezuela, los machos construyen nidos flotantes de aproximadamente 20 cm de diámetro. Estos nidos son fabricados con pedazos de material vegetal cementado por una secreción viscosa producida por el paso de aire a través de las branquias. El material vegetal está constituido principalmente por trozos cortados de (Paja de agua, *Paspalum repens*), ramas y tallos de cuji (*Mimosa picra*) y la estructura generalmente anclada a los tallos flotantes de *Neptunia prostarata*. Estos nidos cupulares son fácilmente observables a distancia debido a la limpieza vegetal del área y a la gran cantidad de espuma blanca que rodea a la estructura. (Machado-Allison, 1984).

La parte inferior del nido está constituida por una cámara de forma redondeada u ovalada que el macho llena de burbujas de aire producidas por la eyección violenta de aire bajo el agua. La hembra examina el área de burbujas y el macho se coloca en

posición vertical permitiendo que la hembra se acerque e introduzca líquido espermático en su boca.

Figura 1. Vista lateral de un macho arriba y una hembra debajo de *Hoplosternum littorale* en la cual se destaca el desarrollo diferencial de la espina pectoral



Fuente: (Machado-Allison, 1984)

Ella entonces va al fondo para un pequeño descanso y sube a la superficie con una pequeña cantidad de huevos colocados entre sus aletas pélvicas. Primero, mezcla la esperma de su boca con las burbujas previamente depositadas por el macho, posteriormente, se coloca boca arriba colocando los huevos dentro de la masa de espuma. Después de esto, el proceso se repite varias veces hasta que el macho expulsa a la hembra, pero no hace ningún esfuerzo por cuidar los huevos, los cuales nacen en aproximadamente 96 horas a una temperatura de 80 grados Fahrenheit. (Breder y Rosen, 1966).

Las hembras desovan una sola vez por estación colocando sus huevos en forma de masa compacta dentro del nido, pero los machos acumulan hasta seis masas ovigeras por nido.

La estructura particular de este nido de burbujas flotante en esta especie, además de las posibilidades de servir de protección, incubación y suministro de oxígeno para los huevos, se utiliza para reducir el ataque de otras especies, permitiendo a los machos esconder la presencia de huevos previamente depositados y lograr el cortejo de otras hembras (Machado-Allison, 1983).

En lo que se refiere a su alimentación estos son típicamente omnívoros, consumen principalmente algas asociadas al fondo (Ferreira y col. 1998 citado en Salinas y Agudelo, 2000) tales como: *Scenedesmus sp.*, *Cyclotella sp.*, *Pediastrum sp.*, *Cosmarium sp.*, y *Mycrocystis sp.*; pero principalmente micro crustáceos y larvas de insectos, especialmente quironómidos, que viven en el fondo de ríos y lagos con cúmulos de detritos orgánicos (Santos, G. y col, 2006). Esta especie posee un hábito reproductivo complejo que incluye: dimorfismo sexual caracterizado por un macho más grande y con la aleta pectoral modificada armada de un proceso espinoso fuerte; la construcción de un nido flotante a base de restos vegetales y burbujas y un cuidado tenaz de la cría por parte del macho (Machado-Allison y Zaret, 1984).

En nuestro país el periodo de reproducción dura aproximadamente tres meses y se encuentra acoplado con el comienzo de las lluvias, el desborde de los ríos e inundaciones de las sabanas bajas. (Ferreira y col., 1998 citado en Salinas y Agudelo, 2000). Los autores señalan que se reproduce al inicio de la creciente en el medio Amazonas, construyendo nidos con restos de plantas en áreas marginales rasas. Cuidan

de la prole hasta que las larvas nadan activamente. La fecundidad media varia entre 3500 y 10200 ovocitos por postura. Es posible encontrar ejemplares maduros a partir de 9 cm de longitud; dimorfismo sexual secundario; las espinas pectorales son mayores, mas robustas y con las puntas curvas en los machos durante el periodo reproductivo (Santos, G. y col, 2006).

2.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PESCADO

La composición química de los peces varía considerablemente entre las diferentes especies y también entre individuos de una misma especie, dependiendo de la edad, sexo, medio ambiente y estación del año. Los principales constituyentes de los peces y los mamíferos pueden ser divididos en las mismas categorías.

Proteínas

Generalmente las proteínas del músculo del pez se dividen en tres grupos: un primer grupo conformado por las llamadas proteínas estructurales (actina, miosina, tropomiosina y actomiosina), que constituyen el 70-80 por ciento del contenido total de proteínas. Estas proteínas son solubles en soluciones salinas neutras de alta fuerza iónica ($\geq 0,5$ M) un segundo grupo que lo constituyen las proteínas sarcoplasmáticas (mioalbúmina, globulina y enzimas), que son solubles en soluciones salinas neutras de baja fuerza iónica (0,15 M). Esta fracción constituye el 25-30 por ciento del total de proteínas y finalmente las proteínas del tejido conectivo (colágeno), que constituyen aproximadamente el 3 por ciento del total de las proteínas en teleósteos y cerca del 10 por ciento en elasmobranquios (comparado con el 17 por ciento en mamíferos) (Huss, 1999).

Las proteínas estructurales conforman el aparato contráctil responsable de los movimientos musculares. La composición de aminoácidos es aproximadamente la misma que en las correspondientes proteínas del músculo de mamíferos, a pesar de que las propiedades físicas pueden ser ligeramente diferentes. El punto isoeléctrico (PI) está alrededor del pH 4,5-5,5. A estos valores de pH las proteínas presentan su menor solubilidad. La conformación de la molécula proteica se mantiene estabilizada por las moléculas de agua que rodean a la proteína. Esta agua a baja temperatura forma una estructura ordenada, formando cristales de hielo pequeños durante la congelación lenta y cristales de hielo grandes durante la congelación rápida, por lo que las uniones hidrofóbicas se rompen en ambos casos, causando cambios de conformación de las proteínas. Esta teoría considera que el principal mecanismo desencadenante de la desnaturalización por congelación, es el arreglo que se produce; a bajas temperaturas; de las moléculas de agua que rodean a la proteína; otras causas de la desnaturalización de las proteínas son la auto-oxidación, el efecto de las proteínas solubles en agua y las reacciones con los lípidos. (Venugopal y Shahidi, 1996) .Durante el almacenamiento congelado durante periodos de tiempo prolongados, existe una disminución en la extractabilidad de las proteínas (González, 2001; Srikar y col., 1989)

El 97% de las proteínas de la carne está constituida por proteínas solubles en solución salina y estas últimas a su vez contienen un 65-70% de proteínas miofibrilares (miosina y actina), las cuales son las responsables de la retención del agua en el tejido muscular, además de ser muy susceptibles a la desnaturalización durante el procesamiento y al almacenamiento en congelación (Cheftel y Cheftel, 1989).

El método de proteínas totales extraíbles en solución salina, permite estudiar las variaciones que sufren las mismas durante el almacenamiento congelado, ya que estas constituyen un alto porcentaje de las proteínas totales del pescado las cuales se ven

afectadas en sus propiedades funcionales como consecuencia de agentes desnaturalizantes tales como; la temperatura y el tiempo de almacenamiento congelado, de allí que usualmente se utilicen estos métodos como índice del grado de desnaturalización de las proteínas (López, 2006).

3.- COMPUESTOS EXTRACTABLES QUE CONTIENEN NITRÓGENO

Los compuestos extractables que contienen nitrógeno pueden definirse como compuestos de naturaleza no proteica, solubles en agua, de bajo peso molecular y que contienen nitrógeno. Esta fracción NNP (nitrógeno no proteico) constituye en los teleósteos entre un 9 y un 18 por ciento del nitrógeno total.

Los principales componentes de esta fracción son: bases volátiles como el amoníaco y el óxido de trimetilamina (OTMA), creatina, aminoácidos libres, nucleótidos y bases purínicas y en el caso de peces cartilagosos, urea. (Huss, 1999)

Lípidos

Los lípidos presentes en las especies de peces óseos pueden ser divididos en dos grandes grupos: los fosfolípidos y los triglicéridos. Los fosfolípidos constituyen la estructura integral de la unidad de membranas en la célula, por lo tanto, a menudo se le denomina lípidos estructurales. Los triacilglicerolos (triglicéridos) son ésteres de alcohol glicerol y ácidos grasos. Los triglicéridos son lípidos empleados para el almacenamiento de energía en depósitos de grasas, generalmente dentro de células especiales rodeadas por una membrana fosfolípida y una red de colágeno relativamente débil. Los triglicéridos son a menudo denominados depósitos de grasa.

Algunos peces contienen ceras esterificadas como parte de sus depósitos de grasa. (Huss, 1999). Los triglicéridos son los principales constituyentes de todas las grasas y aceites, incluyendo el tejido adiposo de los peces, representando el mayor porcentaje del componente graso de los alimentos, según Badui (2006).

Las especies de pescado pueden ser clasificadas en magras o grasas dependiendo de como almacenan los lípidos de reserva energética. Los pescados magros usan el hígado como su depósito de energía y las especies grasas almacenan lípidos en células grasas en todas partes del cuerpo. (Manual de métodos físico químicos para evaluar la calidad de productos acuícolas).

El músculo blanco de un pez magro típico como el bacalao, contiene menos del 1 por ciento de lípidos. De este porcentaje, los fosfolípidos constituyen el 90 por ciento (Ackman, 1980). La fracción fosfolipídica en el pescado magro consiste en un 69 por ciento de fosfatidil-colina, 19 por ciento de fosfatil-etanolamina y 5 por ciento de fosfatidil-serina. Adicionalmente, existen otros fosfolípidos pero en cantidades inferiores.

Todos los fosfolípidos se encuentran almacenados en las estructuras de la membrana, incluyendo la membrana celular, el retículo endoplasmático y otros sistemas tubulares intracelulares, como también en membranas de los organelos como las mitocondrias. Además de fosfolípidos, las membranas también contienen colesterol, que contribuye a la rigidez de la membrana. En el tejido muscular de pescados magros se puede encontrar colesterol hasta en un 6 por ciento del total de los lípidos. Este nivel es similar al encontrado en los músculos de mamíferos (Huss, 1999).

Las células grasas que constituyen los depósitos de lípidos en las especies grasas, están localizadas generalmente en el tejido subcutáneo, en los músculos del vientre y en los músculos que mueven las aletas y la cola. En algunas especies que almacenan cantidades extraordinariamente elevadas de lípidos, la grasa también puede ser depositada en la cavidad ventral. Dependiendo de la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, la mayor parte de las grasas en el pescado son más o menos líquidas a baja temperatura.

Finalmente, los depósitos de grasa también se encuentran esparcidos por toda la estructura muscular. La concentración de células grasas parece ser más elevada cerca de las miocomatas y en las regiones entre el músculo blanco y el oscuro (Kiessling y col., 1991).

4.- COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN EL MÚSCULO DE CURITO

Erazo (2000) en un estudio realizado sobre Aspectos biométricos y poblacionales del curito *Hoplosemum littorale* (*Siluriformes, Callichthyidae*) y pautas para su manejo sostenible en las sabanas inundadas del Estado Portuguesa, señaló que se observa que en general los ácidos grasos saturados representan los ácidos más abundantes en el músculo del curito, seguidos por los ácidos grasos monoinsaturados y los ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en menor concentración. Este patrón se repitió en todos los meses muestreados, siendo el ácido palmítico el que se encuentra en mayor concentración en el músculo del curito. Inhamuns y Franco (2001) y Luzia y col, (2003) en un estudio realizado sobre composición de los fosfolípidos totales y neutrales en Mapara (*Hipophthalmus sp.*) observaron una disminución considerable del

ácido palmítico para el mes de Abril la cual coincide con la llegada de las lluvias en el estado Guárico y por ende la época de reproducción de esta especie, por ende los niveles de grasa disminuyeron, ya que parte de la grasa la utiliza esta especie entre los meses de marzo y abril para los procesos de maduración ovárica.

5.- COLESTEROL

El colesterol es un lípido anfipático y como tal, es un componente estructural esencial de membranas de la capa exterior de las lipoproteínas plasmáticas. Además las lipoproteínas transportan en la circulación colesterol libre, donde fácilmente se equilibra con el colesterol de otras lipoproteínas y en las membranas. El éster de colesterol es una forma de almacenamiento de colesterol encontrada en la mayor parte de los tejidos.

El colesterol se encuentra en los tejidos en las lipoproteínas plasmáticas como colesterol libre o combinado con ácidos grasos de cadena larga como ésteres de colesterol. Es sintetizado en numerosos tejidos a partir de acetyl-CoA y finalmente eliminado del cuerpo en la bilis como colesterol o como sales biliares. Es el precursor de todos los demás esteroides del organismo, como corticosteroides, hormonas sexuales, ácidos biliares y vitamina D (Harper, 1992).

Es importante determinar el contenido de colesterol del curito, por tratarse este pescado de un producto de consumo tradicional en la región de los llanos venezolano ya que como se ha comprobado existe una relación aparente entre la incidencia de enfermedades coronarias y los niveles altos de colesterol en la sangre (Seo, Kowtha y Williamson, 1995). Por consiguiente, la evaluación del contenido de colesterol en el músculo y en la grasa visceral del curito nos aportará otras virtudes que hacen de esta una especie con un alto potencial para la pesca ornamental.

En la tabla 1 se muestra la variación del contenido de colesterol en el músculo y la grasa del curito, obtenidos por Contreras, Y. (2008). En general, se observa que la mayor concentración de colesterol se obtuvo en la grasa visceral al igual que ocurrió en el contenido de triglicéridos, posiblemente esta grasa la utilizara la especie para el periodo de reproducción.

Tabla 1.- Variación del contenido de colesterol (mg/100g) en el músculo y en la grasa visceral del curito (*Hoplosternum littorale*) durante diferentes meses de la época de sequía

Meses	Colesterol en el músculo (mg/100g)	Colesterol en grasa visceral (mg/100g)
F2006	33,67 ^a ± 4,81	194,16 ^a ±18,31
M2006	23,99 ^a ±5,33	179,68 ^a ±22,03
A2006	19,60 ^a ±0,10	51,33±7,26
F2007	26,60 ^a ±3,69	121,66±4,81
M2007	17,96±2,66	103,12±0,42

NOTA: Letras iguales significa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ellas

Fuente: (Contreras, Y., 2008)

El autor señaló que los niveles de colesterol en el músculo del curito, son menores a los reportados para otras especies de agua dulce; Nettleton y Exler, 1992 en un estudio realizado sobre nutrientes en los peces silvestres, y de cría y mariscos afirmaron que los niveles de colesterol en el músculo del Bagre de canal se encontraron entre 58 y 61 mg/100g para la especie salvaje y cultivada respectivamente. También Moreira y col. (2001) reportaron que en el salmón criollo (*Brycon microlepis*) la concentración de colesterol fue 45,17 mg/100g. Sin embargo, en un estudio de Vila y col. (2005) en Brasil, reportaron que para la tilapia (*Oreochromis niloticus*) los niveles de colesterol se encontraron entre 8,20 y 10,05 mg/ 100g.

Compuestos derivados del colesterol

Testosterona

La testosterona es el andrógeno suprarrenal más potente producido por los testículos, se elabora en el macho para promover el desarrollo de las características sexuales secundarias, los efectos son más pronunciados en la pubertad, pero sin embargo la testosterona debe también estar presente en el desarrollo posterior para producir una adecuada expresión del sexo masculino en el adulto. La testosterona también se produce en los folículos ováricos en maduración, utilizándolas estos tejidos como precursora en la formación del estradiol, la hormona esteroidea que produce las características típicas secundaria de las Hembras, y que promueve el ciclo sexual normal.

Laurence y Evans en un trabajo sobre influencia de la testosterona y hormona luteinizante en el desarrollo sexual precoz en la trucha arco iris concluyen que el estímulo de testosterona es suficiente para inducir la aparición del desarrollo sexual en los machos inmaduros, pero no las hembras.

Pavlick, R. y Moberg, G. (1997) en su trabajo sobre el efecto de la administración crónica de testosterona en esturión blanco (*Asipenser Transmontanus*) encontraron que la testosterona exógena no tuvo ningún efecto sobre las concentraciones plasmáticas de gonadotropinas (stGTH) pero que el tratamiento con testosterona a largo plazo estimula la acumulación de stGTHs pituitaria en los juveniles como los previtelogenicos esturiones blancos.

Una metodología aplicada para la determinación de la testosterona se basa en las técnicas de ELISA. El ensayo inmuno-absorbente ligado a enzimas (ELISA) utiliza como sus siglas lo indican una enzima como marcador para mediar la formación de complejos antígeno-anticuerpo. (Guzmán-Vázquez, E., 2004)

<http://www.medigraphic.com/medi-artemisa>

Principio general del Kit ELISA

Según Guzmán-Vázquez, 2004 se presenta una placa recubierta de un anticuerpo (de hormona, corticoide, beta-agonista dependiendo del análisis que llevemos a cabo). Los estándares (controles positivos y negativos de dichas sustancias) y las muestras son añadidos a sus pocillos correspondientes e incubados durante un período de tiempo determinado a temperatura ambiente. Posteriormente se añade un marcador enzimático e incubado durante un tiempo. Transcurrido éste, los pocillos son lavados, se añade un sustrato enzimático y el cromógeno, que permitirá una reacción de color. Después del período de incubación, indicado en cada Kit, se añade una solución de paro de la reacción y se lee la placa en el lector de microplacas a una determinada longitud de onda pudiendo así interpretar los resultados por comparación con los estándares.

Casi todas las pruebas ELISA son ensayos en fase sólida en los cuales se adsorbe un antígeno o un anticuerpo sobre un soporte sólido. Algunos de los protocolos se basan en reacciones de enlace competitivo y otras en reacciones de enlace no competitivo, pero en todas las pruebas ELISA se requiere de un paso de separación para eliminar el conjugado enzimático libre antes de proceder a determinar la cantidad de conjugado enzimático enlazado, para lo cual se añade sustrato enzimático y se mide la reacción catalítica entre la enzima y el sustrato. En el método ELISA de inhibición el

cambio de color se reduce, porque la actividad enzimática se inhibe cuando el anticuerpo se enlaza al conjugado enzimático. (Guzmán-Vázquez, E., 2004)

La prueba ELISA se basa en varias teorías: 1) El antígeno y anticuerpo pueden enlazarse a una superficie portadora insoluble y retener su reactividad inmunológica; 2) Las enzimas tienen actividad específica alta y convierten una cantidad relativamente grande de sustrato en producto detectable, lo que permite detectar concentraciones muy bajas del ligando; 3) La actividad enzimática o reactividad inmunológica de los conjugados se preserva y permanece estable durante el análisis y el almacenamiento; y 4) Las enzimas no están presentes en el líquido biológico que se va a analizar.

Los anticuerpos utilizados en el método ELISA son de origen monoclonal o policlonal que se suministran como antisuero no fraccionado o fracciones de inmunoglobulina purificada, pueden ser solubles o estar inmóviles en un soporte sólido, son empleados como conjugados no marcados o enzimáticos y por último reaccionan con un antígeno específico de un antígeno o de un anticuerpo ligando-específico (anticuerpo primario) según el protocolo de análisis.

Las combinaciones de enzima y sustrato que se emplean en los diversos métodos ELISA incluyen: 1) Peroxidasa de rábano y su sustrato, peróxido de hidrógeno que en presencia de un cromógeno como o-fenilendiamina produce un producto color amarillo-naranja medible; 2) Galactosidasa beta y su sustrato o-nitrofenil-beta-Dgalactopiranosido que se transforma en un producto nitrofenolado amarillento medible; o 3) Fosfatasa alcalina y su sustrato p-nitrofenilfosfato que también se

transforma en nitrofenolato. Se utiliza ácido sulfúrico para inhibir la actividad enzimática y estabilizar el producto final de reacción que tiene color.

Ensayos de enlace competitivo

Los ELISA en fase sólida, no competitivos se utilizan para determinar antígenos, haptenos o anticuerpos. Aquí el ligando no marcado compite con un ligando conjugado con enzima por un número limitado de sitios de enlace con el anticuerpo inmovilizado, y siguiendo el protocolo se retira el ligando no reactante, para así poder relacionar inversamente la cantidad de producto que se forma con la concentración del ligando no marcado en la muestra problema.

Ensayos de enlace no competitivo

Son denominados también, técnicas del emparejado y son los métodos más utilizados para determinar antígenos que por lo menos tienen dos determinantes antigénicos, como fase sólida pueden ser utilizadas perlas de poliestireno en donde se absorbe un exceso de anticuerpos generalmente monoclonales, y se sigue el protocolo de trabajo retirando también como en los casos anteriores el exceso de antígeno presente no unido. (Guzmán-Vázquez, E., 2004)

<http://www.medigraphic.com/medi-artemisa>

Esta metodología puede usarse para determinar concentraciones de testosterona utilizando el kit comercial como son el kit DRG Testosterone ELISA, que es un ensayo en fase sólida de inmuno absorción unido a enzimas (ELISA), basado en el principio de unión competitiva. Los pocillos de las placas están recubiertos con un anticuerpo monoclonal dirigido contra un foci antigénico en la molécula Testosterona.

En las muestras de análisis testosterona compete con un conjugado Testosterona-peróxidasa de rábano en la unión al anticuerpo inmovilizado. Después de la incubación el conjugado no unido se lava. La cantidad de conjugado de peróxidasa unido es inversamente proporcional a la concentración de Testosterona en la muestra. Después de la adición de la solución sustrato, la intensidad de color desarrollado es inversamente proporcional a la concentración de Testosterona en la muestra del paciente.

Estradiol

Es una hormona esteroide C18 con un anillo fenólico. Esta hormona esteroide tiene un peso molecular de 272,4 Dalton. Es el más potente de estrógeno natural, producido principalmente por el ovario, la placenta, y en menor cantidad por la corteza suprarrenal y los testículos masculinos.

El E2 induce cambios metabólicos y altera el aporte de metabolitos en el hígado para estimular la síntesis hepática de vitelogenina en las hembras de teleósteos (De Vlaming et al., 1980; Norberg y Haux, 1985; Kishida et al., 1992; Kishida y Specker, 1993). En tilapia, *Oreochromis mossambicus*, se ha evidenciado que el E2 induce la síntesis de dos formas de vitelogenina, que presentan niveles plasmáticos diferentes y que son captadas por el ovocito (Kishida y Specker, 1993). Si bien se había considerado la vitelogenina como una proteína exclusivamente de las hembras, se ha visto que está presente en machos de diversas especies y que, en estos, el E2 también induce variaciones en los niveles de vitelogenina (Copeland et al., 1986; Ding et al., 1989).

Además de la inducción de la síntesis y secreción de vitelogenina, el E2 presenta otros efectos metabólicos en el hígado. En algunas especies se ha comprobado que el E2 altera el metabolismo de carbohidratos, estimulando la degradación del glucógeno

hepático, que aporta glucosa para la oxidación aeróbica en diversos tejidos. Así, se ha observado un incremento de los enzimas metabólicos de la glucólisis y un descenso del glucógeno hepático en peces tratados con E2 (Petersen et al., 1983; Ng et al., 1984).

El descenso del glucógeno hepático parece estar relacionado, entre otros aspectos, con los requerimientos energéticos para la síntesis de vitelogenina (Korsgaard y Mommsen, 1993).

En los salmónidos también se ha estudiado el efecto del E2 sobre el metabolismo de carbohidratos y proteínas. En estudios realizados en hembras migratorias (vitelogénicas) se ha observado una elevada actividad gluconeogénica en el hígado (Mommsen et al., 1980). Por otro lado, en la trucha el E2 afecta al metabolismo proteico, induciendo la conversión de aminoácidos en glucosa y aumentando el potencial hepático para la gluconeogénesis (Whiting y Wiggs, 1978). Durante el proceso de síntesis de vitelogenina, el hígado incorpora precursores extra hepáticos, en forma de aminoácidos, que aportan carbonos para la gluconeogénesis y unidades estructurales para la formación de proteínas (Korsgaard y Mommsen, 1993).

Por último, estudios recientes señalan que las proteínas constituyentes de la zona radiata del ovocito no son de origen endógeno, sino que son sintetizadas en el hígado en respuesta a la estimulación por E2 (Oppen-Berntsen et al., 1992).

Las concentraciones de estradiol pueden cuantificarse usando un kit de ELISA. El kit DRG Estradiol ELISA es un ensayo en fase sólida de inmunoabsorción unido a enzimas (ELISA), basado en el principio de unión competitiva.

Los pocillos de las placas están recubiertos con un anticuerpo policlonal dirigido contra un foci antigénico en la molécula Estradiol. En las muestras de Estradiol compete con un conjugado Estradiol-peroxidasa de rábano en la unión al anticuerpo inmovilizado. Después de la incubación el conjugado no unido se lava. La cantidad de

conjugado de peroxidasa unido es inversamente proporcional a la concentración de Estradiol en la muestra. Después de la adición de la solución sustrato, la intensidad de color desarrollado es inversamente proporcional a la concentración de Estradiol en la muestra del paciente (DRG Testosterone ELISA EIA-1559, p. 22).

Castaño F y Botero J (2005) en un trabajo sobre monitoreo de los niveles de testosterona y estradiol en el plasma sanguíneo de hembras de pargo palmero *Lutejanus Analis* mantenidos bajo dos termoperíodos de acondicionamiento diferentes encontraron un incremento en el diámetro medio de los oocitos, el cual coincidió y se correlaciono con el aumento en los niveles de T y E2.

7.- VITAMINAS Y MINERALES

En general, la carne de pescado es una buena fuente de vitamina B y en el caso de las especies grasas, también de vitaminas A y D. Algunas especies de agua dulce, como la carpa, tienen una alta actividad tiaminasa, razón por la cual el contenido de tiamina en esta especie es por lo general bajo. Respecto a los minerales, la carne de pescado se considera una fuente particularmente valiosa de calcio y fósforo, así como también de hierro y cobre. Los peces de mar tienen un alto contenido de yodo. En los cuadros siguientes se indican los contenidos aproximados de algunas vitaminas y minerales. En la tabla 2 se muestra el contenido de vitaminas en diversas especies de pescado. En la tabla 3 se observa el contenido de minerales en el músculo de pescado (Murray y Burt, 1969).

Tabla 2.- Contenido de Vitaminas en el pescado

Pescado	A (UI/g)	D (UI/g)	B₁ (tiamina) (μ/g)	B₂ (riboflavina) (μ/g)	Niacin a (μ/g)	Acido Pantoténico	B₆ (μ/g)
Filete de bacalao	0-50	0	0,7	0,8	20	1.7	1,7
Filete de arenque	20-400	300- 1000	0,4	3,0	40	10	4,5
Aceite de hígado de bacalao	200- 10000	20-300	-	¹⁾ 3,4	¹⁾ 15	¹⁾ 4,3	-

Hígado entero

FUENTE: (Murray y Burt, 1969)

Tabla 3.- Algunos constituyentes minerales del músculo de pescado

Elemento	Valor promedio (mg/100g)	Rango (mg/100g)
Sodio	72	30 - 134
Potasio	278	19 - 502
Calcio	79	19 - 881
Magnesio	38	4,5 - 452
Fósforo	190	68 - 550

FUENTE: (Murray y Burt, 1969)

El contenido de vitaminas es comparable con el de los mamíferos excepto en el caso de las vitaminas A y D, que se encuentran en grandes cantidades en la carne de las especies grasas y en abundancia en el hígado de especies como el bacalao y el hipogloso. Debe señalarse que el contenido de sodio en la carne de pescado es relativamente bajo lo cual le hace apropiado para regímenes alimenticios de tal naturaleza.

En los peces de acuicultura, se considera que el contenido de vitaminas y minerales refleja la composición de los constituyentes en el alimento del pez, por lo cual los datos deben ser interpretados con gran cuidado (Maage y col., 1991). A fin de

proteger los ácidos grasos polinsaturados n-3, considerados de gran importancia tanto para el pez como para la salud humana, debe añadirse vitamina E en el alimento del pez, como antioxidante. Se ha demostrado que el nivel de vitamina E presente en los tejidos del pescado se corresponde con la concentración añadida en el alimento (Waagbo y col., 1991).

Electroforesis en gel

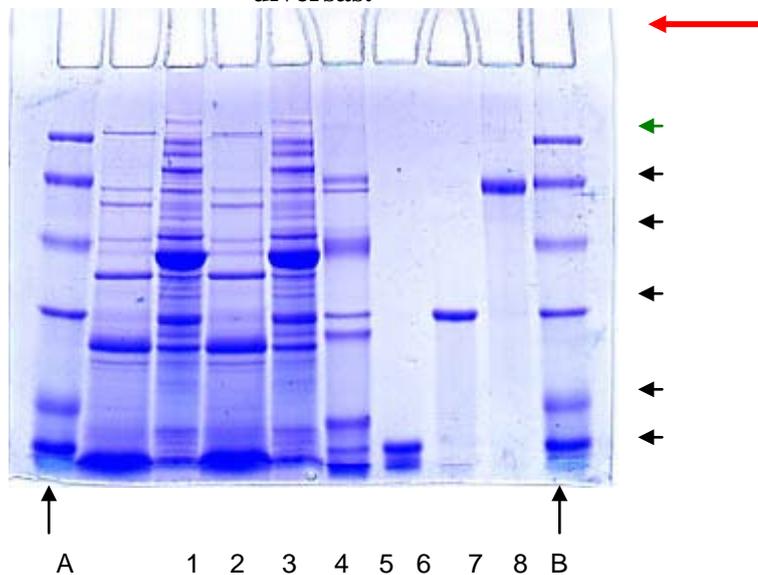
Es una técnica ya conocida desde hace mucho tiempo que se usa para separar moléculas en base a sus características físicas tales como tamaño, forma y punto isoeléctrico. Es útil para separar fragmentos de ADN de distinto tamaño y aplicar en forma analítica (para el análisis directo) o preparativa (conseguir una cierta cantidad), es el caso cuando se purifican moléculas antes de aplicar otros métodos. Específicamente, la electroforesis aplicada al ADN se usa para purificar moléculas que serán usadas, entre otros objetivos en la reacción de PCR (reacción de polimerasa en cadena), clonado molecular, secuenciación y técnicas de inmunotransferencia. La electroforesis en gel ha tenido su mayor aplicación para la separación de proteínas. (www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar)

Para realizar una electroforesis se debe elegir un soporte (papel, celulosa, poliacrilamida, agar) sobre el que se siembra la muestra y sumergir el soporte en una solución dentro de una bandeja. Cuando se separan proteínas o ácidos nucleicos cortos (oligonucleótidos) se usa acrilamida, según la concentración de acrilamida se forman geles de distinta porosidad. Para asegurar el entramado del gel se agrega una sustancia que favorece el entrecruzado formando así el gel conocido como poliacrilamida que se diseña de acuerdo al tipo de moléculas que se desee separar. La electroforesis permite separar las moléculas por tamaño

sometiéndolas a la acción de un campo eléctrico. Las moléculas se moverán dentro de la matriz del soporte, a través de los canales del agar. Hacia uno de los polos y la velocidad de migración dependerá de su tamaño, cuanto más pequeñas sean se moverán más rápidamente. www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar. Cuando se aplica la corriente eléctrica al gel, la fuerza electromotriz mueve a las moléculas a través de la matriz del gel hacia el ánodo (electrodo positivo) si las moléculas están cargadas negativamente o hacia el cátodo (electrodo negativo) si están cargadas positivamente.

Las proteínas pueden tener formas complejas y cargas diferentes en consecuencia puede ser que proteínas del mismo tamaño no migren en el gel a velocidades similares. Por esa razón las proteínas se desnaturalizan en presencia del detergente dodecil- sulfato de sodio más conocido como SDS. Este detergente recubre a las proteínas con una carga neta negativa. Además, la cantidad que se une es proporcional al tamaño de la proteína de modo que este tratamiento les confiere una carga negativa y además todas las proteínas tienen una carga similar relacionada a su masa. Las proteínas desnaturalizadas toman la forma de bastones largos y en consecuencia la velocidad de migración en el gel no depende de la carga y forma sino de su tamaño. En la figura 2, se muestra una corrida electroforética de proteínas. El peso molecular de cada banda se puede calcular por referencia a los pesos moleculares patrones.

Figura 2.- Corrida de electroforesis de mezclas de proteínas reveladas con coomassie blue. Las flechas (A y B) indican las bandas de proteínas de referencia. Los números presentan bandas de proteínas diversas.



Fuente: www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Muchos autores señalan la utilización del método de electroforesis SDS-PAGE, como una técnica que permite detectar cambios moleculares en el tejido muscular del pescado durante el almacenamiento congelado como un índice del grado de desnaturalización (Le Blanc y Le Blanc, 1989; Koohmaraie y col, 1984; Arvelaiz y Bello, 2005; Crupkin y col.1982; Tejada y col. 1996; Yutaka Shimizu and Chitra Nandanie Wendakoon, 1990).

Las técnicas electroforéticas se han convertido en una de las principales herramientas utilizadas para la caracterización de macromoléculas y para determinar su pureza. El método se basa en el hecho que, algunas moléculas, tales como el ADN, el ARN y las proteínas, poseen una carga y son capaces de moverse cuando se colocan en un campo eléctrico. Las separaciones por electroforesis se realizan generalmente en geles debido a que este evita la formación de corrientes de convección producidas por pequeños gradientes de temperatura (Castillo, 2001).

8.- IMPORTANCIA COMERCIAL DEL CURITO

La explotación pesquera de esta especie en nuestro país esta restringida a zonas ribereñas de los ríos llaneros, áreas lagunares y esteros formados en los bajos llanos. El curito es particularmente abundante durante el periodo de sequía, cuando el volumen de aguas disminuye y los animales se concentran en los pozos que quedan aislados. (Machado-Allison, 1984)

Como se señaló anteriormente los curitos son peces que se caracterizan por tener un hábito alimentario de tipo detritívoro, consumen restos de vegetación y organismos en el fondo de los ríos, sin embargo, en cautiverio aceptan sin dificultad alimento concentrado. Se adaptan muy bien a condiciones extremas de temperaturas y concentración de oxígeno, características que le confieren buen potencial para la modalidad policultivo con la cachama y otras especies.

El curito junto con el corroncho (*Hypostomus spp.*, *Liposarcus multiradiatus* y *Aphanotorulus spp.*) forman parte de nuestro folklore y mitos atribuyéndoseles al sancocho de estos peces un potencial efecto sexual (afrodisíaco). Los curitos son particularmente importantes, ya que salen comercialmente desde el Delta del Orinoco hasta los mercados de Trinidad donde esta especie es considerada una exquisitez (Cervigón, 1983).

Con el propósito de conocer el potencial de cultivo del curito en nuestro país y particularmente determinar la densidad de siembra mas adecuada para lograr una talla comercial en cautiverio se llevo a cabo un ensayo de crecimiento controlado en la Estación Local Guanapito, (Solórzano y col., 2006) realizaron un diseño al azar con cuatro tratamientos, T1 = (Tanque de concreto 200 m² sembrado a 0,25 ind/ m²), T2=

(0,50 ind/ m²), T3=(0,75ind/ m²) y T4 =(1,00ind/ m²), con suministro de alimento concentrado Puricachama 25, el cual contenía 25% de proteína y 2,2% de grasa, a razón del 25% de la biomasa total en el primer mes de evaluación y 18% en los meses restantes, evaluando el crecimiento de los peces cada 28 días, registrando los pesos, longitud estándar y longitud total de una muestra del 25% de los ejemplares extraídos de los estanques, durante un periodo de seis meses. Durante el ensayo se mantuvo un control de algunos parámetros físico-químicos del agua como la temperatura, transparencia, oxígeno, pH, dureza y alcalinidad, para asegurar la uniformidad de los tratamientos. Los autores señalaron, que las poblaciones de curito sembradas a densidades entre 0,25 y 0,50 ind/ m² alcanzaron al final de la evaluación, pesos promedios de 154,58 y 148,46 g y longitudes estándar promedios de 15,80 y 15,58 cm. respectivamente, que mostraron diferencias estadísticamente significativas a las otras densidades ensayadas. Estos resultados indicaron que las densidades de 0,25 y 0,50 individuos / m² son las mas adecuadas para la siembra en cautiverio en las condiciones del experimento, por lo cual, los autores sugirieron hacer a futuro una evaluación de costos de producción para tener certeza de cuál de ellas genera mayores ingresos.

III.- OBJETIVOS

1.- Objetivo General:

- Evaluar la variación de los lípidos y las proteínas del curito (*Hoplosternum littorale*) (Hancock, 1828) en dos diferentes épocas del año.

2.- Objetivos Específicos:

- Caracterizar las proteínas en el músculo del curito (*Hoplosternum littorale*) en dos diferentes épocas del año.

- Determinar el contenido de lípidos y colesterol, como precursor de las hormonas estradiol y testosterona en el músculo del curito (*Hoplosternum littorale*) en dos diferentes épocas del año.

- Determinar el contenido de estradiol y testosterona en el músculo de curito (*Hoplosternum littorale*) en dos diferentes épocas del año.

IV.- MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevo a cabo específicamente en el tejido muscular de ejemplares hembras y machos del curito (*Hoplosternum littorale*) que se obtuvieron en el estado Guárico.

1.- MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Las siguientes determinaciones se realizaron con el músculo del curito y por triplicado.

Proteína cruda: se realizó según el método Micro Kjeldahl N° 47022 de AOAC, 1980. (FACTOR 6,25)

Grasa cruda: Se procedió según método N° 94302 de AOAC, 1980.

Cenizas: Se procedió según método N°18025 de AOAC, 1980.

Humedad: Se determino por el método de perdida de peso en estufa atmosférica a 100°C según HOAC (1995) N° 950.46.

Lípidos:

Se extrajo los lípidos totales del músculo de pescado empleando una relación pulpa-cloroformo-metanol de 1:6:3 (p: v :v), según método de Folch y col. (1957). A una alícuota de 1 ml de la fase clorofórmica, se le realizo cromatografía de capa fina contra un estándar para separar los triglicéridos. Este análisis se realizó en la Sección de Lipidología, en el Instituto de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina de la UCV.

2.- ELECTROPHORESIS

Se realizó mediante el método SDS - Page: electrophoresis de gel de dodecylsulphate - polyacramide de sodio (SDS - Page) el cual fue llevado a cabo de acuerdo con la metodología señalada por Hashimoto y col. (1979). La extracción de proteína se realizó de acuerdo al procedimiento citado por Ashie y col. (1997); 5 g de músculo fue homogeneizado con solución buffer, la proteína extraída fue ajustada siguiendo el método de Bradford, adaptándolo a la electrophoresis en polyacrylamide 12 %. Las bandas de proteínas obtenidas fueron digitalizadas y su intensidad medida por densidad óptica con el método Doc 2000 Bio – Rad (Barrero y col. 2007).

3.- PERFIL DE ESTRADIOL Y TESTOSTERONA

Los esteroides extraídos del músculo de la muestra se analizaron usando el kit (ELISA) de Biocheck, Inc. Estradiol (E2) enzyme Immunoassay test kit. La intensidad de color es inversamente proporcional a la cantidad de estradiol o testosterona en la muestra. Se leyeron las muestras contra un estándar a 650 nm y 490 nm en un espectrofotómetro de microplatos, Marca TECAN Tipo SUNRISE Absorbance Software Magellan con filtros 1 (570) 2(450) 3 (492) 4(620). Las concentraciones de las muestras fueron obtenidas midiendo y comparando la absorbancia de las muestras contra una curva estándar.

4.- CUANTIFICACIÓN DE TRIGLICÉRIDOS Y COLESTEROL EN MÚSCULO DE CURITO

Se tomó aproximadamente 1gr de musculo de pescado, se homogenizó mecánicamente con buffer fosfato pH 7,4 a esta mezcla se le extrajeron los lípidos totales haciendo uso del método de Folch, (1957). Después los lípidos extraídos se re suspendieron en 500 μ L de hexano y se tomaron alícuotas de 10 μ L en tubos de ensayos donde seguidamente se les aplicó el método enzimático para la determinación de triglicéridos en suero o plasma. Para esto se utilizo el kit de TG color de Wiener lab y para el colesterol se procedió de igual forma, utilizando el kit colesterol de Wiener lab. El método consiste en agregar en tubos de ensayo previamente preparados, los reactivos según las C por 15 min y se dejaron reposar 5 minutos a temperatura ambiente. Finalmente se realizaron las lecturas de absorbancia a 550 nm en un espectrofotómetro modelo Genesys 2.

5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos fueron tabulados en Excel y analizados con el programa Stargraphics 6.0 mediante una prueba de ANOVA de una vía, con un nivel de significancia de 0,05. Las variables dependientes son colesterol, triglicéridos, estradiol y testosterona las variables independiente son las etapas de muestreo.

V.- RESULTADOS Y DISCUSION

1.- Longitud y Peso de la especie

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos para las dimensiones de los ejemplares de curito colectados en la primera etapa de este trabajo de investigación. Todos los ejemplares se clasificaron como machos de acuerdo a los criterios señalados por (Machado-Allison, 1984); esto puede deberse a que quizás las hembras están en los nidos en este periodo reproductivo, dado que estos ejemplares se recolectaron en el mes de abril justo cuando comienzan las lluvias y la época reproductiva. El periodo de reproducción en nuestros llanos dura aproximadamente tres meses y se encuentra acoplado con el comienzo de las lluvias, el desborde de los ríos e inundación de las sabanas bajas. (Machado-Allison, 1984).

Los ejemplares muestreados en esta investigación son ejemplares de mayor longitud y peso que los máximos reportados por la literatura, los cuales se encuentran en 218 mm de longitud estándar (Winemiller, 1987) y el mayor peso 207 gramos según Pascal, Hostache, Tessier y Vallat (1994)

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos para las dimensiones de los ejemplares de curito colectados en la segunda etapa de este trabajo de investigación, es decir la etapa post- reproductiva. Se observa que los ejemplares, en casi su totalidad resultaron hembras 97%.

La determinación del sexo de los ejemplares se llevo efecto siguiendo las indicaciones que se consiguen en los trabajos de (Machado-Allison y Zaret, 1984) en la que se habla de un dimorfismo sexual marcado caracterizado por un macho más grande y con la aleta pectoral modificada armada de un proceso espinoso fuerte por tanto para

Tabla 4. Longitud (cm) y masa (gr) de curito (machos) (*Hoplosternum littorale*) capturados en julio 2009

Ejemplar	Peso (g)	Longitud (cm)
1	222,5	21,4
2	199,4	20,7
3	208,0	21,6
4	186,6	21,5
5	169,2	20,2
6	163,4	19,6
7	164,6	20,6
8	211,6	21,9
9	201,8	21,4
10	188,8	20,4
11	194,1	21,4
12	185,2	20,5
13	188,8	20,8
14	171,7	20,4
15	142,2	19,1
16	136,0	18,8
17	155,7	20,2
18	131,0	19,3
19	136,0	18,3
20	122,6	17,8
21	143,7	19,3
22	128,2	18,3
23	133,9	18,6
24	133,8	19,5
25	125,0	18,4
Promedios	165,7±31,2	20±1,2

**Tabla 5. Longitud (cm) y masa (gr) de curito (hembras) (*Hoplosternum littorale*)
capturados en Diciembre 2009.**

Ejemplar	Peso (g)	Longitud (cm)
1	180,1	19,4
2	150,4	19,5
3	131,3	17,5
4	144,1	18,5
5	162,7	18,4
6	110,6	17,4
7	125,0	18,0
8	128,2	18,2
9	121,2	18,0
10	133,7	18,5
12	102,8	16,9
13	110,8	17,1
14	128,8	17,5
15	114,8	17,4
16	114,6	18,0
17	111,5	17,7
18	83,5	15,5
19	128,4	18,0
20	149,0	18,4
21	108,6	16,8
22	122,6	17,4
23	98,9	16,5
24	97,5	18,4
25	96,5	16,0
26	123,4	17,1
27	99,3	16,2
28	143,3	18,6
29	96,9	16,4
30	103,2	16,0
31	143,6	18,0
32	85,7	16,0
33	114,6	17,2
34	104,1	16,5
Promedio	120,3 ± 22,2	17,5±1,0

la determinación de sexos se descartaron aquellos ejemplares a los que se le había roto las aletas lo cual puede influir la presencia de machos dentro del lote.

2.-Análisis proximal

Es un aspecto importante en el control de calidad del pescado debido a lo mucho que difiere entre las diversas especies y en una misma dependiendo de la edad, sexo, tamaño, ambiente y temporada del año. Para el caso específico del pescado se determina la humedad, proteínas, grasas y cenizas. En la Tabla 6 se presenta los resultados de análisis proximal del curito en las dos etapas evaluadas.

Tabla 6. Análisis proximal (% \pm DE) en el musculo de Curito (*Hoplosternum littorale*) en las dos etapas de estudio

Muestras	Cenizas	Proteínas	Grasa	Humedad
Etapa 1	1,59 \pm 0,37 ^a	13,67 \pm 0,67 ^a	1,57 \pm 0,04 ^a	79,92 \pm 0,42 ^a
Etapa 2	0,65 \pm 0,04 ^b	15,55 \pm 0,15 ^b	3,11 \pm 0,04 ^b	80,15 \pm 1,08 ^a

Resultados de tres replicas \pm DS. Superíndices iguales indican que no existen diferencias significativas entre épocas (P<0,05). Resultados en base húmeda

Se observó que en la etapa 1 la cual corresponde al periodo de reproducción (meses de lluvia) el contenido de proteínas así como el de grasa fue menor que el obtenido en la etapa 2 en la cual se supone a culminado el periodo de reproducción. En el caso de la proteína en la etapa 1 el valor fue (13,67 \pm 0,67) mientras en la etapa 2 aumentó hasta (15,55 \pm 0,15) lo que representa una variación significativa cuando se evaluó mediante una ANOVA de una vía con un nivel de significancia de 0,05. Estos resultados no concuerdan con lo reportado por Mustafa y Madeiros, (1985); Méndez y González (1997), reportan que durante los diferentes periodos del año el bagre de canal

(*Ictalurus punctatus*) y la merluza *Merluccius hubbsi* no varían considerablemente el contenido de proteína, igualmente Gokce y otros (2004), estudiaron la variación estacional de la composición proximal y de ácidos grasos de lenguado (*Solea solea*) y encontraron que los niveles de proteína fueron similares excepto en uno de los cuatro meses estudiados. Este mismo comportamiento de no variación de las proteínas en diferentes épocas del año, se han estudiado y reportado para otros peces como la caballa, jurel, cachama, lisa, machete y pejerrey (Ayala, Barriga, Salas y Placido, 2003). En nuestro estudio se puede decir que el sexo influye en la composición química y de allí las diferencias encontradas.

En cuanto a la humedad no se observó variación significativa entre las dos etapas (etapa reproductiva y etapa post-reproductiva) contrario a esto lo reportado por Contreras, Y. (2008) reporto para el curito que en el mes de Febrero del año 2006 obtuvo valores mínimos de humedad en el mes de abril de ese mismo año; encontrándose allí al igual que en los trabajos de Ayala y Fernandez (2003) una relación inversa entre la variación del contenido de humedad y grasas resultando que el mes con mayor humedad es el mes de menor contenido de grasa. Por otra parte las cenizas disminuyeron significativamente su valor al pasar de la etapa 1 y 2 pasando de $1,59 \pm 0,37$ a $0,65 \pm 0,04$, respectivamente En otras especies como el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y el lenguado (*Solea solea*) se han reportado que las cenizas no son afectadas significativamente por las diferentes épocas del año (Mustafa y Madeiros, 1985; Gokce y otros, 2004).

3.- Triglicéridos, Colesterol, Testosterona y Estradiol

En la tabla 7 se presentan los valores obtenidos para los Triglicéridos, Colesterol, Testosterona y Estradiol en el musculo del curito en las dos etapas evaluadas, los cuales son de gran importancia para el estudio sabiendo que tanto el colesterol como los triglicéridos constituyen las formas de grasa predominante en la sangre y que además presentan funciones estructurales para el colesterol y energéticas para los triglicéridos; y los efectos que sobre la reproducción tienen tanto el estradiol como la testosterona.

Tabla 7 Contenido de Triglicéridos (g/l \pm DE), Colesterol (g/gmuestra \pm DE), Testosterona (ng/ml \pm DE) y Estradiol (pg/ml \pm DE) en el musculo del Curito en las dos etapas de estudio

Muestras	Triglicéridos g/l	Colesterol (mg/100g)	Testosterona ng/ml	Estradiol pg/ml
Etapa 1	4,18 \pm 2,34 ^a	15,0 \pm 0,17 ^a	1,34 \pm 0,43 ^a	1,51 \pm 0,76 ^a
Etapa2	4,08 \pm 2,45 ^a	9,00 \pm 0,140 ^a	1,67 \pm 0,48 ^b	2,25 \pm 0,28 ^a

Resultados de tres replicas \pm DS. Superíndices iguales indican que no existen diferencias significativas. Letra diferentes indican diferencias significativas entre las etapa

En el caso de la testosterona se observa un aumento significativo de su contenido en el musculo para la etapa 2 etapa pos reproductiva lo cual concuerda con lo obtenido para Dorada (*Sparus aurata*) por Jerez (2004) quien reporta que valores mínimos de testosterona se alcanzaron al final de la época de desove. Que el autor no consiguió variación significativa en la época de desove pero en el trabajo no se compararon intervalos dentro del periodo de desove sino ya comenzada la época reproductiva y en el periodo posterior a dicha temporada, por tanto la analogía que se hace solo señala que estos valores alcanzan o parecen

Alcanzar sus mínimos valores al final de la época reproductiva para luego recuperar sus picos en las etapas siguientes.

En cuanto a los niveles de testosterona ($1,67 \pm 0,48 \text{ ng/ml}$) en la etapa dos el cual es significativamente mayor al de la etapa uno ($1,34 \pm 0,43 \text{ ng/ml}$) en la cual todos los ejemplares son machos lo cual parece contradictorio por tratarse la testosterona del andrógeno propio de los machos. Dichos resultados podrían ser consecuencia de errores en la determinación del sexo, primeramente. La determinación de sexo es subjetiva y está influenciada por el evaluador. Así también la testosterona es el precursor del estradiol

En cuanto al estradiol no se observó variación significativa entre las dos etapas evaluadas sin embargo los resultados son mayores durante la etapa pos reproductiva lo que nos hace pensar que el curito al igual que la Dorada (*Sparus aurata*) alcanza su mínimo valor al final de la época de desove como reporta (Jerez y otros, (2004) . Sin embargo debemos recordar que por tratarse de ejemplares femeninos los de la etapa dos sería lógico que sus valores de estradiol sean mayores que los de la etapa 1. Si se toma en cuenta esto, se esperaría que los niveles de estradiol descendiesen en la etapa pos reproductiva si este estrógeno se hubiese medido en peces hembras en las 2da etapa evaluada por ser este un estrógeno que induce la vitelogenina y por tanto una vez culminada la reproducción no sería necesaria su presencia.

En teleósteos, se ha descrito la existencia de niveles elevados de andrógenos durante la fase de espermatogénesis (Fostier y col., 1983). Estos andrógenos son principalmente la testosterona (T). La testosterona ha sido reportada en la sangre de muchos teleósteos hembras pero el papel preciso de este esteroide no está claro. Como

precursor de la síntesis de estradiol se libera en el plasma cuando ya no es necesario para la aromatización (Rinchar y col., 1993).

Es importante determinar el contenido de colesterol del curito, por tratarse este pescado de un producto de consumo tradicional en la región de los llanos venezolano ya que como se ha comprobado existe una relación aparente entre la incidencia de enfermedades coronarias y los niveles altos de colesterol en la sangre (Seo, y col (1995). En este trabajo se reportaron valores de colesterol en el musculo un poco menores a los que reporta Contreras (2008) a pesar de la mayor talla que presentaron los ejemplares en este estudio. De hecho, en nuestro estudio se trabajaron con ejemplares de mayor longitud y peso que los máximos reportados por la literatura, los cuales eran de 218 mm de longitud estándar (Winemiller, 1987) y el mayor peso 207 gramos según Pascal, Hostache, Tessier y Vallat (1994) esto para ejemplares machos. Lo mismo ocurrió con las hembras cuya talla promedio supera o los máximos reportados (167mm). Se puede inferir que en este trabajo los ejemplares utilizados se encuentran en un estado de madurez sexual.

Es importante mencionar que los niveles de colesterol en el musculo del curito, son menores a los encontrados para otras especies de agua dulce Contreras, (2008) obtuvo para el curito valores de colesterol entre 17,96 mg/100g y 33,67 mg/100g. Nettleton y Exler, (1992) afirman que niveles de colesterol en el musculo de bagre de canal se encontraron entre 58 y 61 mg/100g para la especie salvaje y cultivada respectivamente. También (Moreira y col., 2001) reportaron que en el salmón criollo (*Brycon microlepis*) la concentración de colesterol fue de 45,17 mg/100 g.; sin embargo, en un estudio de (Vila Nova, y col. (2005) de Brasil, reportaron que para la tilapia (*Oreochromis niloticus*) los niveles de colesterol se encontraron entre 8,20 y 10,05 mg

/100g., otras de las afirmaciones de Nettleton y Exler, 1992 en su trabajo titulado “Nutrientes en los peces silvestres, y de cría y mariscos” señalaron que el colesterol es independiente del contenido de grasa.

En lo que respecta a triglicéridos los cuales constituyen, conjuntamente con el colesterol, la forma de grasa predominante en la sangre, y los cuales en sus niveles normales desempeñan importantes funciones orgánicas además como combustible que suministra energía a los músculos del cuerpo, no se observó variación significativa entre las etapas de estudio resultados que no coinciden con los de Contreras, (2008) quien observo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en la concentración de triglicéridos en los meses de febrero, marzo y abril 2006; Con una disminución de la concentración de triglicéridos en los meses de sequia y al comienzo de las lluvias se observaron los menores valores de este componente en el musculo.

5.- Composición de ácidos Grasos en el musculo de curito

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos para el perfil de ácidos grasos en el musculo de curito. En general los ácidos grasos saturados representan los ácidos más abundantes en el músculo del curito, seguidos por los ácidos grasos monoinsaturados y los ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en menor concentración. Este patrón se repitió en todos los meses muestreados, siendo el ácido palmítico el que se encuentra en mayor concentración en el músculo del curito. Esta observación también la encontraron Inhamuns y Franco (2001), Luzia y col. (2003).

El contenido de ácidos grasos en el musculo de la mayoría de las especies de pescado varía según la época del año, la dieta y las condiciones del pescado son los factores

más importantes y determinantes en el contenido final de grasas y en el perfil de ácidos grasos , siendo estos uno de los constituyentes más apreciados en la carne de los peces por todos los beneficios nutricionales y medicinales que ofrece al consumidor (Nettleton, Allen, Klatt, Ratnayaque y Ackman, 1990 y Morris, Haines, Keeton y Gatlin, 1995).

Tabla 8. Contenido de ácidos grasos totales como porcentaje del total de grasa

Ácidos Grasos	Hembras etapa 1	Hembras etapa2	Machos etapa 1	Machos etapa 2
10:0	0,108	0	0	0
11:0	0	0	0,036	0
12:0	0,327	0	0,293	0
13:0	2,208	0,028	0,122	0
14:0	1,975	0,863	1,301	0,406
15:0	1,467	0,990	1,074	0,775
16:0	24,872	24,657	23,341	21,985
17:0	2,676	2,788	2,962	3,419
18:0	12,900	14,892	12,105	12,726
21:0	0,530	0,521	0,514	0,567
23:0	0,374	0,600	0,390	0,598
24:0	0,413	3,618	0,496	0,507
Total saturados	47,850	48,957	42,635	40,983
14:1	0,583	0,289	0,405	0,192
15:1	0	0	0,535	0,595
16:1 n-7	8,168	4,280	4,899	2,835
17:1	0,936	0,736	0,815	0,865
18:1 n-9 (trans)	0,999	1,155	0,795	0,967
18:1 n-9 (cis)	20,439	20,184	20,641	17,236
20:1 n-6	0,473	0,459	0,441	0,422
24:1	0,982	1,550	1,610	1,865
Total monoinsaturado	32,580	28,653	30,142	24,977
18:2 n 6 (trans)	0,356	0	0	0,535
18:2 n-6 (cis)	3,730	3,642	4,408	5,103
20:2 n-6	0,581	0,824	0,825	1,172
18:3 n 6	0,738	0,751	0,640	0,566
18:3 n-3	2,594	1,974	2,395	2,654
20:3 n-6	1,211	1,761	1,501	1,533
20:3 n-3	0,173	0,212	0,176	0,207
20:4 n-6	5,614	7,312	9,956	12,705
20:5 n-3	2,031	2,055	2,051	2,702
22:6 n-3	2,544	3,860	5,270	6,863
Total poli insaturados	19,570	22,391	27,222	34,040

En la tabla 8 se observa que para las hembras los ácidos grasos saturados aumentaron de la primera etapa a la segunda etapa, los ácidos grasos monoinsaturados disminuyeron de la primera etapa a la segunda y los ácidos grasos poliinsaturados aumentaron de la primera etapa a la segunda. Mientras que para los machos los ácidos

grasos saturados disminuyeron de la primera etapa a la segunda etapa los ácidos grasos monoinsaturados disminuyeron y los poliinsaturados aumentaron. En general se nota una tendencia según la cual los ácidos grasos saturados y monoinsaturados disminuyeron de la etapa 1 o etapa reproductiva a la etapa dos o etapa pos reproductiva mientras que los ácidos grasos poliinsaturados aumentaron al llegar la etapa posreproductiva este nivel menor de los ácidos grasos polinsaturados en la época reproductiva podría deberse a lo que se reporto para uno de ellos en particular el araquidonico del que se dice es precursor de las prostaglandinas necesarias para la reproducción (Bell y col, 1996) lo cual explicaría su aumento una vez pasada la época reproductiva .

También se observa que el acido palmítico es el acido graso que se encuentra en mayor proporción en el musculo del curito coincidiendo con lo reportado por Inahamuns y Bueno Franco (2001); Luzia y col (2003) para otras especies de agua dulce como el mapara (*Hypophthalmus sp.*), el curimbata (*Prochilodus spp*) y la tilapia (*Oreochromis spp*) en Brasil. El esteárico (C18:0), es el segundo en abundancia de los ácidos grasos saturados en el musculo del curito encontrándose éste también en otras especies como el lenguado, el turbot, la sardina y la tilapia, según Özogul y Özogul, (2007)(Músculo los lípidos y los perfiles de ácidos grasos de tres peces comestibles de la costa de Mauritania: *aeneus Epinephelus*, *taeniops Cephalopholis* y *Serranus scriba*) (2007)

En lo que respecta a los ácidos grasos monoinsaturados el oleico fue el que se encontró en mayor proporción en el musculo de curito. Coincidiendo con lo observado por Henderson y Tocher (1987), en un estudio sobre la composición lípidica y bioquímica de los peces de agua dulce como el salmón y la carpa, igualmente Izquierdo, Torres, Barboza, Salas y Cagnasso (2000), observaron en un estudio sobre análisis

proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela, que el oleico fue el ácido graso monoinsaturado más abundante en el músculo.

Como puede apreciarse en la tabla 8 los ácidos grasos poliinsaturados tienen valores que van de 20% hembras hasta 30% en el caso de los machos, siendo menos de la mitad de lo que se hallaron de ácidos saturados y algo menos que los monoinsaturados, valores que contrastan con los reportados para peces marinos como las sardinas para las cuales Castrillon y col. (1997) reportaron que los porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados son mayores que los porcentajes de saturados y el doble de los monoinsaturados. Mehmet, Abdullah y Aygul (2005) indican que los peces de agua dulce que viven en regiones cálidas presentan menores concentraciones de ácido grasos poliinsaturados del tipo n-3, como ocurre con el curito, a diferencia de los peces marinos, debido a que estos peces necesitan ácidos grasos poliinsaturados para adaptarse a las bajas temperaturas de las aguas profundas del mar, estos hallazgos han sido reportados también por otros autores como Chanmugam y col. (1986) y Rahman, Huah, Hassan y Daud (1995).

Los peces omnívoros poseen altas proporciones de ácidos de la serie C18 como el linolenico; pero bajas proporciones de ácidos grasos de cadena larga de la serie w-3, que se encuentran en considerables proporciones en su dieta como lo reportaron Brown, Roberts y Truswell (1989). Según lo reportado por Winemiller (1987; Mol (1995) el curito o (*Brown hoplo*) es un omnívoro oportunista basurero generalista que consume una gran variedad de invertebrados bentónicos, algas y detrito material. También Salinas y col. (2007) nos señalan que la especie *H. littorale* es considerada como omnívora, ya que consume algas asociadas al fondo pero principalmente micro

crustáceos y larvas de insectos. Por otro lado se sabe que los peces omnívoros poseen altas proporciones de ácidos de la serie C18 como el linolenico; pero bajas proporciones de ácidos grasos de cadena larga de la serie ω -3, que se encuentran en considerables proporciones en su dieta como lo reportaron Brown, Roberts y Truswell, (1989).

Es importante destacar que los peces de agua dulce tienen mayor capacidad que los peces marinos para alargar e insaturar los ácidos grasos de cadena corta sintetizados por algas o plantas; a ácidos grasos de cadena larga como EPA y DHA, de esta forma pueden convertir fuentes alimenticias de bajo valor nutricional en un alimento de alto valor nutricional, tal y como reporta Henderson y Tocher, (1987); Linares y Henderson, (1991).

También en un trabajo de López y col. (2004) sobre la composición proximal y el perfil de ácidos grasos de juveniles silvestres y cultivados de *Tatoba macdonaldi* los organismos alimentados con una dieta artificial aparentemente acumulan ácido linoleico ya que algunos peces marinos son incapaces de producir ácidos grasos (HUFAS). A partir de PUFAs a una tasa fisiológicamente significativamente debido a deficiencias aparentes en uno o más pasos del proceso Zheng y col. (2004).

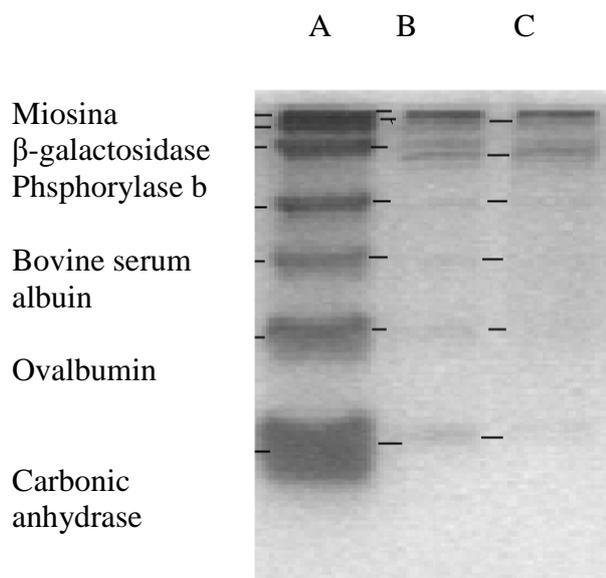
Como se sabe entre los ácidos grasos poliinsaturados se encuentran los llamados esenciales, alguno de ellos son el ácido araquidonico (20:4n6) y el ácido linolenico(18:3) son esenciales para la dieta de los seres humanos puesto que su ausencia en la dieta trae como consecuencia la aparición de ciertos trastornos de salud. En peces, el ácido araquidonico (20:4n6) es un ácido graso esencial, siendo un precursor de las prostaglandinas necesarias para la reproducción y por tanto, su baja presencia en

comparación con la del ácido eicosapentanoico (20:5n3) puede ser responsable de un pobre desempeño reproductivo (Bell y col., 1996).

6.- Electroforesis

Muchos autores señalan la utilización del método de electroforesis SDS-PAGE, como una técnica que permite detectar cambios moleculares en el tejido muscular del pescado durante el almacenamiento congelado como un índice del grado de desnaturalización (Le Blanc y Le Blanc, 1989; Koohmaraie y col, 1984; Arvelaiz y Bello, 2005; Crupkin y col.; 1982; Tejada y col., 1996). En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos para la electroforesis SDS-PAGE de músculo de curito (*Hoplosternum littorale*).

Figura 3 Electroforesis SDS-PAGE de músculo de curito (*Hoplosternum littorale*). Las columnas verticales indican la época del año analizada. Estándar A Muestra de la etapa 1 B y muestra de la etapa 2 C .



Se observa una correspondencia casi perfecta de las diferentes bandas de proteínas que conforman el musculo del curito con el estándar que se uso para compararlo. En los resultados del patrón electroforético se identificaron bandas de proteínas con altos pesos moleculares del tipo Miosina 200KDa; β -galactosidasa 116,25; Fosforilasa b 97,4 KDa; Albumina 66,2 KDa; Ovoalbúmina 45 KDa; Anhidrasa carbónica 31 KDa. tripsina 21,5 KDa; Lisosyma 14,4 KDa; Aprotinin KDa 6,5. pero no se observaron bandas de bajo peso molecular signo de degradación de proteínas, lo cual indicaría que existe una poca degradación de las proteínas del musculo de curito a pesar de que algunas muestras tenían un año de almacenamiento congelado a -40°C lo cual nos hablaría de las bondades de este alimento para su comercialización. Es importante hacer notar que no se observa diferencias apreciables entre las bandas de las muestras de machos con las de hembras lo que nos diría que la composición de proteínas no se ven afectadas por el sexo.

7.- Conclusiones

- 1) Se presentan diferencias significativas en grasa, proteína y cenizas aumentando tanto la grasa como la proteína en la etapa 2 y disminuyendo las cenizas.
- 2) La humedad se mantuvo invariable entre las dos etapas evaluadas.
- 3) Se observa que los ácidos grasos saturados incrementan sus niveles en las hembras al pasar de la etapa reproductiva a la posreproductiva mientras que en los machos esta tendencia es contraria, en lo que respecta a monoinsaturados; tanto en hebras como en machos se nota un descenso al llegar a la etapa posreproductiva y para poliinsaturados tanto en hembras como en machos se nota un incremento al pasar de la etapa reproductiva a la posreproductiva.

4) El contenido de grasas en la etapa 2 aumenta notándose también un incremento en el contenido de testosterona y estradiol lo que parece guardar una relación directamente proporcional mientras que para el colesterol la relación es inversamente proporcional dado que la disminución de colesterol coincide con aumentos de testosterona y estradiol.

5) La técnica de electroforesis (SDS-PAGE) permite evaluar la desnaturalización de las proteínas presentes en el músculo de curito durante el almacenamiento

6) Por electroforesis no se obtuvo diferencias en el perfil proteico de las diferentes etapas evaluadas

7) Los niveles de colesterol en el musculo del curito (*Hoplosternum littorale*), son menores a los reportados para otras especies de agua dulce

Recomendaciones

Se recomienda el estudio de la elaboración de productos a base del musculo de curito y evaluar su estabilidad y conservación de dichos productos

Bibliografía

Ashie I, Simpsom B, Romaswamy H, (1997). Changes in texture and microstructure of pressure-treated fish muscle tissue during chilled storage. **J. Muscle Food**. 8: 13-32.

Ayala, M.; Barriga, M.; Salas, A. y Plácido, M. (2003) Longitud, peso y composición química proximal de seis peces marinos peruanos durante enero a noviembre del 2002. Boletín de investigación, **Instituto Tecnológico pesquero del Perú**, 5, 37-46.

Barrero, M., Small, B., D'Abramo, L., Hanson, L., Kelly, A., (2007) "Seasonal steroid and vitelogenin profiles as they relate to cathepsin activity and degradation of oocyte proteins in 2 to 3 yr old channel catfish" **Aquaculture** 264(2007)390-397

Barrero, M., Small, B., D'Abramo, L., Hanson, L., Kelly, A., (2007) "Effect of Carp Pituitary Extract and Luteinizing Hormone Releasing Hormone on Reproductive Steroids, Cathepsins, and Incidence of Spawning in Young-Adult Channel Catfish" **North Am J. of Ac.** 70(2) 2008:138–146.

Bioquímica de Harper (1992) México: Editorial El Manual Moderno.

Boujard, T. y Maunier, F. (1991) Growth of the pectoral spiny ray, bony histology and sexual dimorphism in atipa *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) **CIBIUM**, 15 (1), 55-68.

Carter, G.S. y L. C. Beadle: The Fauna of the swamps of the Paraguayan Chaco in relation to its environment. II. Respiratory adaptations in Fishes. Journ. Linn. Soc. London, 37 :327-368 , 1931.

Contreras P., Y. (2008) Variación de la composición química y de los constituyentes lipídicos del músculo del “curito” *Hoplosternum littorale* (Hanock, 1828) en diferentes meses de la época de sequía. Trabajo de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Chanmugam, P. Boudreau, M. & Hwanm, D. (1986) Differences in the n₃ fatty acid content in pond-reared and wild fish and shellfish. **Journal of Food Science**, 51 (6), 1556-1557.

Division of DRG International (2008) “DRG Estradiol ELISA EIA-2693”. User’s Manual

Division of DRG International (2009) “DRG Testosterone ELISA EIA-1559”. User’s Manual

Erazo, C. (2000) Aspectos biométricos y poblacionales del curito *Hoploseinum littorale* (*Siluriformes, Callichthyidae*) y pautas para su manejo sostenible en las sabanas inundadas del Estado Portuguesa, Venezuela. Trabajo de Maestría. Universidad Experimental de Los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”.

Folch, J.; Leesm, M y Sloane, G. (1957) A simple methods for isolation and purification of total lipids from tissues. **Journal Biology Chemistry** 266, 497-509.

Gokce, M. Tasbozan y Tavakoglu (2004) Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*) Food Chemistry, 88, 419-423.

González D. (2001). Evaluación física, química y organoléptica de la sardina (*Sardinella aurita*) tipo round durante su almacenamiento congelado. Trabajo de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Guzmán-Vázquez, E. (2004) Las pruebas de Elisa. **Gaceta Médica Mexicana**. 140, (3), 48-49 <http://www.medigraphic.com/medi-artemisa>

Hashimoto K, Watanabe S, Kono M, Shiro K (1979). Muscle protein composition of sardine and mackerel. **Bull of the j. Soc. of Sci. Fish.** 45, 11: 1435-1441.

Henderson, R. J. and Tocher, D. (1987) The lipid composition and biochemistry of freshwater sh. **J. Prog. Lipid Research**, 20, 281-346.

Hostache, G. (1994) Biology de la reproduction de L'Atipa, *Hoplosernum littorale* (Teleostei, Siluriforme, Callichthyidae). **Devant L'Universite de Rennes**

Huss, H. (1999) El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. FAO documento técnico de pesca 348. **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.**

Inhamuns, J. y Bueno Franco, M. (2001) Composition of total, neutral y phospholipids in Mapara (*Hipophthalmus sp.*) **Journal Agriculture Food Chemistry**. 49, 4859-4863.

Izquierdo, P.; Torres, G.; Barboza, Y.; Salas, E y Cagnasso, M. (2000) Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. 50, 187-193.

Jerez, S.; Rodríguez, B C; Cejas, JR; Bolaños, A.; Lorenzo, A. (2005) Lípidos dinámicas y cambios los niveles plasmáticos de 17B-estradiol y testosterona durante la época de desove de dorada (*Sparus aurata*) mujeres de diferentes edades. **Centro Oceanográfico de Canarias**, San Andrés, Tenerife, España.

Le Blanc E y Le Blanc R (1992). Separation of cod (*Gadus morhua*) fillet proteins by electrophoresis and HPLC after various frozen storage treatments **J. Sci Food**. 54: 827-834.

Luquet, P., Moreau, Y., Medale, F y Kaushik, S. (1991) Utilization of the principal nutrients for routine metabolism in atipa (*Hoplosternum littorale*) on starvation. **J, Aqu, Trop**, 6,69-78.

Machado-Allison, A. (2005) Los peces de los llanos de Venezuela. Universidad Central de Venezuela: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.

Machado-Allison, A. (1986) Aspectos sobre la historia natural del “Curito” *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (*Siluriformes-Callichthyidae*) en el bajo llano de Venezuela: Desarrollo, Alimentación y Distribución espacial. **Acta Científica Venezolana** 37: 72-78.

Machado-Allison, A. y Zares, T. (1984) Datos sobre la biología reproductiva de *Hoplosternum littorale* (Siluriformes, Callichthyidae) de Venezuela. **Acta Científica Venezolana**, 35, 142-146.

Machado-Allison, A. (1977) Estudio preliminary sobre la ictiofauna de río Portuguesa y aspectos sobre la biología de *Hoplosternum littorale* (PISES, SILURIFORMES, CALLICHTHYDAE). Memoria. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Zoología Tropical

Manual de métodos físico químicos para evaluar la calidad de productos acuícolas (1998) Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Curso-Taller Regional sobre Procesamiento y Mercadeo de Pescado de Aguas continentales y acuicultura.

Mañanós, E.; Núñez, J.; Zanuy, S.; Carrillo, M.; Le Menn, F. (1994) Sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) vitellogenin. II Validation of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). **Comp. Biochem. Physiol.** 107B, 2: 217-223.

Matsui, T.; Watanabe, K.; Yamaguchi, K.; Konosu, S. (1990) Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian *Halocynthia roretzi* tissues. **Food Composition**, 56 (8), 1319-1330.

Matsuyama, M., Adachi, S., Nagahama, Y., Kitajima, C., y Matsuura, S. (1991) Annual reproductive cycle of the captive female Japanese sardine *Sardinops lanostictus*:

relationship to ovarian development and serum levelsof gonadal steroid hormones.

Mar. Biol. 108: 21-29.

Mena, S. (2009) Degradación de las proteínas en el lomo de Atún (*Tunnus sp*) empacado con películas comestibles y almacenado a -10°C. Trabajo de grado Licenciada en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Méndez, E y González, R. (1997) Seasonal changes in the chemical and lipid composition of fillets of the Southwest Atlantic hake (*Merluccius hubbsi*) **Food Chem**, 59, 213-217.

Moll, J. (1994) Effects of salinity on distribution, growth and survival of three armoured catfishes (Siluriformes, Calliichthidae). *Journal fish Biology*, 45(5), 763-776.

Mustafa, F. y Madeiros, D. (1985) Proximate composition, mineral and fatty acids of catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque) for different season and cooking methods. **Journal of Food Science**, 50,585-588.

Nettleton, J. y Exler, J. (1992) Nutrientts in wild and faemed fish and shellfish. **Journal of Food Science**, 57(2), 257-260.

Nico, L.G., S.J.Walsh, y R. H.Robins. (1996) Una población introducida del littorale suramericano de *Hoplosternum del siluro del callichthyid* en el sistema indio de la laguna del rio, la Florida. **Científico**, 59. (3), 189-200.

Novoa, D. (2002) Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco- Apure, presente y futuro. **INAPESCA**, p.72

Novoa, R. (1982) Los recursos pesqueros del Río Orinoco y su explotación. Corporación Venezolana de Guyana. Edit. Arte, Caracas, p. 386.

Pavlick, R. (2002) The effect of chronic testosterone administration on sturgeon gonadotropins in juvenile and previtellogenic white sturgeon (*Acipenser transmontanus*)

Recuperado de

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WG0-45M8XJD-6D&_user=10&_coverDate=02%2F28%2F1997&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1405114702&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=862dcd143604e721dd12a563f7d49ecb el 27 de marzo de 2010

QUIMICAVIVA (s/f) Revista Electrónica del Depto. De Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de quimicaviva@qb.fcen.uba.ar el 27 de marzo de 2010.

Seo, C., Kowtha, B y Williamson, S. (1995) Cholesterol and Total Fat Content in Farm-Raised Channel Catfish Cultured in North Carolina. **JAOCs**, 72, (1).

Singh, T. (1978), The Biology of The Cascadura *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) with reference to its reproductive biology and population dynamics. These Univ. West-Indies, Trinidad, p.228.

Tuma, Y. (1978) Contribucao paraa o conhecimento da biologia do tamuata *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) Eigenman and Eigenman, 1888 (*pisces*

Callichthyidae), da Ilha de Marajó, Pará, Brasil. Boletim da Facultad de Ciencias Agrarias do Pará., 10, 59-76.

Vila Nova, C., Godoy, H Y Aldrigue, M. (2005) Composicao Química, Teor De Colesterol E Caracterizacao Dos Lipídios Totais De Tilápia E Pargo (*Oreochromis niloticus*) (*Lutjanus purpureus*). **Cienc. Technol. Aliment.**, Campinas, 25 (3), 430-436

Winemiller, KO (1987) La alimentación y la biología reproductiva del curito, *Hoplosternun littorale*, en los llanos de Venezuela con comentarios sobre las posibles funciones de la ampliación de espinas pectorales masculinos. **Biología Ambiental de Peces** 20:219-227.