

COMPOSICIÓN LIPÍDICA DEL TEJIDO MUSCULAR DE LAS ESPECIES DE PECES *Mylossoma duriventre*, *Pimelodus blochii* Y *Pygocentrus cariba*, PROVENIENTES DEL CAÑO MANATICITO, ESTADO APURE, VENEZUELA

LIPID COMPOSITION OF MUSCULAR TISSUE OF THE FISH SPECIES *MYLOSSOMA DURIVENTRE*, *PIMELODUS BLOCHII* AND *PYGOCENTRUS CARIBA* FROM MANATICITO CHANNEL, APURE STATE, VENEZUELA

HAYDELBA TRINIDAD D'ARMAS^{1,2}, DILIA REYES¹, MARÍA ANTONIETA RANAUDO³, DAYANIS YÁNEZ¹

¹Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Productos Naturales y Lípidos, Cumaná, Venezuela, ²Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Ecuador, ³Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Escuela de Química, Caracas, Venezuela. E-mail: htrinidad86@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó de manera comparativa, el contenido lipídico en las especies de peces de agua dulce *Mylossoma duriventre*, *Pimelodus blochii* y *Pygocentrus cariba*, provenientes del caño Manaticito estado Apure, Venezuela, durante las épocas de sequía, lluvia y transición. Para los lípidos totales, determinados por gravimetría, la especie *P. blochii* arrojó el mayor contenido (1,75 y 4,08% m/m) durante las épocas de sequía y transición, pero en la época de lluvia *P. blochii* (0,84% m/m) presentó una concentración similar a *M. duriventre* (0,87%). Las distintas clases de lípidos presentes en las especies estudiadas, fueron identificadas y cuantificadas por cromatografía de capa fina automatizada (TLC-FID), encontrándose elevadas concentraciones de triacilglicerolos en las épocas de sequía y transición, donde la especie *M. duriventre* presentó el mayor contenido (79,70 y 74,09%); mientras que los fosfolípidos se encontraron en menor contenido con relación a los triacilglicerolos, con predominancia en la especie *P. cariba* (54,78 y 45,48%); en menores proporciones se encontraron el colesterol y los ácidos grasos libres. En la época de lluvia predominaron los fosfolípidos, encontrados en mayor proporción en el tejido muscular de *M. duriventre* (69,32%).

PALABRAS CLAVE: Lípidos, triacilglicerolos, fosfolípidos, colesterol, ácidos grasos libres.

ABSTRACT

Comparative evaluation of the lipid content of the fresh water fish species *Mylossoma duriventre*, *Pimelodus blochii* and *Pygocentrus cariba* species, from Manaticito River channel (Apure state, Venezuela), was made during the dry, rainy and transition seasons. For the total lipids, determined by gravimetry, *P. blochii* showed the highest content (1.75 and 4.08 % m/m) during dry and transition seasons, but *P. blochii* (0.84 % m/m) had a similar concentration to *M. duriventre* (0.87% m/m) in the rainy season. The several classes of lipids present in the studied species were identified and quantified by automated thin layer chromatography (TLC-FID), finding high concentrations of triacylglycerols during the dry and transition seasons, especially for *M. duriventre* specie (79.70 and 74.09 %, respectively); phospholipids showed a lower content regarding triacylglycerols, prevailing in *P. cariba* specie (54.78 and 45.48 %); cholesterol and free fatty acids were found in smaller proportions, whereas phospholipids were predominant in the species collected during the rainy season and found in greater proportion in the *M. duriventre* (69.32 %) muscle tissue.

KEY WORDS: Lipids, triacylglycerols, phospholipids, cholesterol, free fatty acids.

INTRODUCCIÓN

En el oriente venezolano, se han realizado algunos análisis relacionados con la composición lipídica en tejido muscular de peces, entre los cuales se encuentran la evaluación realizada en 27 especies de peces de origen marino (Maza 1991), en tejido muscular, adiposo e hígado de dos especies de agua dulce (D'Armas 1993), sobre la composición lipídica en hígados y huevos de doce taxas de peces de mar y de río (Ramírez 1985), sobre la composición proximal de doce especies de

peces de importancia comercial en Venezuela (Izquierdo *et al.* 2000) y, más recientemente, otro relacionado con la composición lipídica de siete peces dulceacuícolas provenientes de la laguna de Campoma, estado Sucre (Tineo 2012).

Venezuela, a pesar de ser el cuarto país con la mayor diversidad de peces de agua dulce en el mundo, posee una variedad de especies autóctonas de agua dulce con potencial real para la piscicultura de aguas cálidas, entre las que resaltan la palometa (*Milossoma duriventre*), curito

(*Hoplosternum littorale*), bagre cogotúo (*Pimelodus blochii*), bagre mapurite (*Calophysus macropterus*) y curvina de río (*Plagioscion squamosissimus*).

Las especies antes mencionadas, a pesar de su alto consumo humano, no han sido analizadas químicamente en cuanto a su composición lipídica; sin embargo, se han realizado otros tipos de estudios con el tejido muscular de dos especies, donde *M. duriventre* ha sido comparada con *Colossoma macropomum* en lo que respecta a los efectos de temperatura y pH en las propiedades cinéticas de lipoproteínas de alta densidad (LDH) (Fonseca *et al.* 1991); en el área de piscicultura, *P. blochii* ha sido hibridada o cruzada con otras especies de su misma familia (Kossowski 2001) y en *Pygocentrus cariba* se estudió la variación estacional y ontogenética de su alimentación, en una laguna de inundación del Orinoco medio (González y González 2001).

Ciertas especies de peces de agua dulce de alto consumo por la población venezolana, no han sido tan estudiadas, por lo cual surgió la necesidad de evaluar el contenido lipídico en *M. duriventre* (palometa), *P. blochii* (bagre cogotúo) y *P. cariba* (Caribe colorado), provenientes del caño Manaticito, estado Apure. Los datos arrojaron información nutricional importante contenida en estas especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección

Se realizaron tres muestreos de las especies dulceacuícolas en las épocas de sequía (febrero), lluvia (junio) y transición (octubre) durante el año 2007, en el caño Manaticito, estado Apure (7°33'33" N y 66°49'14" E). Se recolectaron aproximadamente 1,5 kg de cada una de las especies *M. duriventre*, *P. blochii* y *P. cariba*, luego fueron trasladadas al Instituto Limnológico de Recursos Acuáticos de la Universidad de Oriente, ubicado en Caicara del Orinoco, estado Bolívar, donde se extrajo el tejido muscular, se limpiaron y se lavaron con abundante agua desionizada. Se realizó la trituration de los tejidos en una licuadora y un mortero de porcelana; posteriormente, se colocaron las muestras en envases de vidrio debidamente esterilizados y se congelaron a -5°C. Una vez congeladas, se trasladaron en una cava con hielo seco hasta el Laboratorio de Productos Naturales y Lípidos de la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, para su posterior análisis en el laboratorio.

Extracción

Para llevar a cabo la extracción de los lípidos totales se utilizó la técnica de Overturf y Dryer (1961), la cual consistió en pesar porciones de 1,5 g del tejido muscular triturado de las tres especies y extraerlos con una mezcla de cloroformo-metanol (2:1 v/v), cuyo volumen fue 20 veces la masa del tejido. La mezcla se colocó en agitación continua por 1 hora con la mitad del solvente, se filtró y el residuo se extrajo nuevamente con la otra mitad, utilizando el mismo procedimiento para garantizar una extracción eficaz y segura de los lípidos. El filtrado, se trasvasó a un embudo de separación y se le añadió 40 mL de NaCl 0,05 mol/L, dejándose en reposo y en refrigeración durante 16 horas. Luego, se separó la capa orgánica, se le agregó sulfato de sodio anhidro como absorbente del agua y se filtró a gravedad, a la capa orgánica se le evaporó la mayor cantidad de mezcla de solvente a presión reducida (aprox. 11 mbar) en un rotaevaporador marca Hidolph. A la fracción lipídica obtenida se le burbujeó nitrógeno para eliminar completamente el solvente presente en el extracto y se refrigeró.

Caracterización y cuantificación

Los diferentes grupos de lípidos presentes en el extracto de lípidos totales de cada muestra, fueron caracterizados por cromatografía de capa fina automatizada, con un detector de ionización a la llama (TLC-FID), sistema Iatroscan (Ohsima *et al.* 1987).

Los análisis de las diferentes muestras se llevaron a cabo con un analizador TH-10 TLC-FID, operando con un Iatrocoder TC-11 como integrador. El detector de ionización de llama se operó a un flujo de aire de 0,6 L/min (bomba generadora) y un flujo de hidrógeno de 170 mL/min.

Las varillas de cuarzo (recubiertas con sílica gel) se activaron pasándolas dos veces por el detector antes de ser usadas (Ackman 1981). Las muestras de lípidos (26,5 mg de cada extracto) fueron previamente disueltas en cloroformo, se colocaron aproximadamente 2 µL de las mismas en varillas individuales con una inyectora Hamilton.

El desarrollo de los cromatogramas se realizó en un tanque cromatográfico conteniendo hexano-éter dietílico-ácido acético (70:29:1 v/v), una vez recorrido el solvente en el papel de filtro (15 cm), se introdujeron las varillas en el tanque durante 25 min, transcurrido el

tiempo las varillas se sacaron del tanque y se secaron a 100°C por espacio de 3 min en un horno IATRON TK-5 e inmediatamente se analizaron en el Iatroscan. El área de los picos se midió con el integrador y los lípidos fueron identificados por comparación de los tiempos de retención obtenidos en los cromatogramas con aquéllos de cada uno de los patrones comerciales marca Sigma. El contenido lipídico en las muestras de estudio se expresó como el porcentaje de los distintos lípidos identificados en relación a los lípidos totales.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos, fueron estudiados por análisis de varianza, para determinar la existencia de diferencias significativas en el contenido lipídico en las especies *M. duriventre*, *P. blochii* y *P. cariba* provenientes del caño Manaticito, estado Apure, en tres épocas del año. En la realización del cambio de factor, donde se usó el factor especie, también se utilizó el análisis de varianza de multifactor para no alterar las condiciones en que se estaba operando el programa. Para este análisis estadístico se utilizó un paquete estadístico Statgraphics plus 5.1, mediante el cual se determinó la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de lípidos totales

En la Tabla 1, se presentan las concentraciones de los lípidos totales de cada una de las muestras en las distintas épocas del año. En la época de sequía, la especie que contiene mayor concentración (1,75 % m/m) de lípidos totales fue *P. blochii* en comparación con las otras dos especies. En la época de lluvia, *M. duriventre* y *P. blochii* presentaron concentraciones (0,87 y 0,84% m/m) muy semejantes entre sí con respecto a *P. cariba*, y en la época de transición la especie con la mayor concentración (4,08% m/m) fue *P. blochii*, en comparación con las restantes. Cabe destacar que la época donde se produjo mayor contenido de lípidos totales fue en el período de transición (octubre noviembre), como se puede observar en la Tabla 1. Es de hacer notar que los valores de lípidos totales hallados en las especies mencionadas anteriormente, son relativamente variados (0,63 y 4,08% m/m), los cuales fueron similares a aquéllos reportados en la literatura para otras especies, tal es el caso de los peces dulceacuícolas *P. fasciatum* y *H. littorale* (1,66 y 5,07% m/m) (D'Armas 1993), cuyo tejido muscular exhibió un porcentaje de lípidos muy similar al obtenido en esta

investigación. El contenido de lípidos puede variar de acuerdo al medio donde habiten determinadas especies. Existen algunas especies marinas como peces, ostras, bivalvos y otros, donde se han encontrado variabilidad en el contenido de lípidos totales (Malavé 1982, Serrano 1982, Milano 2003, Koftayan 2004).

De acuerdo con los resultados obtenidos de los lípidos totales en ésta investigación, se puede inferir que las especies y las épocas de captura están íntimamente relacionadas a los cambios de las condiciones ambientales en cada época y a la mayor o menor disposición de alimentos existentes en la zona de estudio para las distintas especies, ya que algunas de ellas adquieren en su dieta alimentos diferentes. Durante las épocas de transición y sequía existe la mayor cantidad de alimentos para estas especies (insectos, peces, vegetales, camarones y otros microorganismos) (Novoa 1982). Esta marcada plasticidad en sus hábitos alimentarios, con propiedades que les permiten adaptarse en determinadas circunstancias, a un obligado aprovechamiento de la disponibilidad de cualquier tipo de alimento, en particular, cuando sus alimentos naturales tienden a escasear, induce a estas especies a desarrollar la capacidad de consumir otros alimentos que están presentes en el fango incluyendo detritus orgánicos.

Durante la época de lluvia, cuando el río Orinoco crece e inunda muchos de sus afluentes, es cuando se ofrecen las mejores condiciones para las actividades reproductivas de la mayoría de los peces continentales, aumentando la disponibilidad de peces juveniles que constituyen el alimento de algunos peces adultos, como es el caso del *P. blochii* que es una especie omnívora y *P. cariba* es carnívora (González y González 2005). Es necesario señalar que en los ríos de la sub-cuenca Apure, la reproducción de *M. duriventre*, *P. blochii* y *P. cariba* ocurre entre mayo y junio, coincidente con el inicio del período de lluvias y el desove ocurre en el canal principal de los ríos (Román 1985), posiblemente cuando ocurre el desove hay un gran consumo de energía por parte de los peces.

El análisis de varianza realizado a los lípidos totales indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las épocas de captura en sequíatransición y lluvia-transición, formándose un grupo homogéneo entre las épocas de sequía y lluvia (Tabla 2); con respecto al análisis realizado a las especies o muestras existen diferencias significativas entre los contenidos de lípidos de las especies *M. duriventre*, *P. blochii* y *P. cariba*; para

este caso se formó un grupo homogéneo entre las especies *M. duriventre* y *P. cariba*. Para el estudio de los lípidos totales obtenidos para cada especie, se realizó un análisis de varianza simple (prueba de rango múltiple) a los datos, tomándose como factor las épocas de recolección de las especies en estudio y como variable las concentraciones de lípidos obtenidos para cada especie, el cual mostró que

las tres especies presentaron las mismas características, es decir, se encontraron diferencias significativas en las épocas de sequiatransición y lluviatransición, formándose un grupo homogéneo entre los contenidos de lípidos totales obtenidos, para cada una de las especies recolectadas durante las épocas sequialluvia (Tabla 3).

Tabla 1. Porcentajes de lípidos totales en las especies *Mylossoma duriventre*, *Pimelodus blochii* y *Pygocentrus cariba* provenientes del caño Manaticito, en tres épocas del año.

Épocas (F1)	Muestras (F2)	Réplicas % lípidos	$\bar{X}$	S	Grupo Homogéneo (F1)	Grupo Homogéneo (F2)
Sequía	<i>M. duriventre</i>	0,97	0,86	0,09		X
		0,81				
		0,81				
	<i>P. blochii</i>	1,16	1,75	1,28	X	
		0,86				
		3,22				
	<i>P. cariba</i>	0,71	0,63	0,08		
		0,64				
		0,55				
	<i>M. duriventre</i>	0,93	0,87	0,09		
		0,92				
		0,76				
Lluvia	<i>P. blochii</i>	0,68	0,84	0,14	X	X
		0,91				
		0,94				
	<i>P. cariba</i>	0,76	0,58	0,16		
		0,56				
		0,43				
	<i>M. duriventre</i>	2,55	2,50	0,04		
		2,47				
		2,48				
	<i>P. blochii</i>	4,21	4,08	0,27	X	
		3,77				
		4,26				
Transición	<i>P. cariba</i>	1,77	1,77	0,05		X
		1,83				
		1,72				

$\bar{X}$: Media; S: Desviación estándar; F1: Factor 1; F2: Factor 2.

Es de hacer notar que los valores de lípidos totales hallados en las especies mencionadas anteriormente, son relativamente variados (0,63 y 4,08% m/m), los cuales fueron similares a aquéllos reportados en la literatura para

otras especies, tal es el caso de los peces dulceacuícolas *P. fasciatum* y *H. littorale* (1,66 y 5,07% m/m) (D'Armas 1993), cuyo tejido muscular exhibió un porcentaje de lípidos muy similar al obtenido en esta investigación. El

contenido de lípidos puede variar de acuerdo al medio donde habiten determinadas especies. Existen algunas especies marinas como peces, ostras, bivalvos y otros, donde se han encontrado variabilidad en el contenido de lípidos totales (Malavé 1982, Serrano 1982, Milano 2003, Koftayan 2004).

De acuerdo con los resultados obtenidos de los lípidos totales en ésta investigación, se puede inferir que las especies y las épocas de captura están íntimamente relacionadas a los cambios de las condiciones ambientales en cada época y a la mayor o menor disposición de alimentos existentes en la zona de estudio para las distintas especies, ya que algunas de ellas adquieren en su dieta alimentos diferentes. Durante las épocas de transición y sequía existe la mayor cantidad de alimentos para estas especies (insectos, peces, vegetales, camarones y otros microorganismos) (Novoa 1982). Esta marcada plasticidad en sus hábitos alimentarios, con propiedades que les permiten adaptarse en determinadas circunstancias, a un obligado aprovechamiento de la disponibilidad de cualquier tipo de alimento, en particular, cuando sus alimentos naturales tienden a escasear, induce a estas especies a desarrollar la capacidad de consumir otros alimentos que están presentes en el fango incluyendo detritus orgánicos.

Durante la época de lluvia, cuando el río Orinoco crece e inunda muchos de sus afluentes, es cuando se ofrecen las mejores condiciones para las actividades reproductivas de la mayoría de los peces continentales, aumentando la disponibilidad de peces juveniles que constituyen el alimento de algunos peces adultos, como es el caso del *P. blochii* que es una especie omnívora y *P. cariba* es carnívora (González y González 2005). Es necesario señalar que en los ríos de la sub-cuenca Apure, la reproducción de *M. duriventre*, *P. blochii* y *P. cariba* ocurre entre mayo y junio, coincidente con el inicio del

período de lluvias y el desove ocurre en el canal principal de los ríos (Román 1985), posiblemente cuando ocurre el desove hay un gran consumo de energía por parte de los peces.

El análisis de varianza realizado a los lípidos totales indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las épocas de captura en sequíatransición y lluvia-transición, formándose un grupo homogéneo entre las épocas de sequía y lluvia (Tabla 2); con respecto al análisis realizado a las especies o muestras existen diferencias significativas entre los contenidos de lípidos de las especies *M. duriventre*, *P. blochii* y *P. cariba*; para este caso se formó un grupo homogéneo entre las especies *M. duriventre* *P. cariba*. Para el estudio de los lípidos totales obtenidos para cada especie, se realizó un análisis de varianza simple (prueba de rango múltiple) a los datos, tomándose como factor las épocas de recolección de las especies en estudio y como variable las concentraciones de lípidos obtenidos para cada especie, el cual mostró que las tres especies presentaron las mismas características, es decir, se encontraron diferencias significativas en las épocas de sequíatransición y luviatransición, formándose un grupo homogéneo entre los contenidos de lípidos totales obtenidos, para cada una de las especies recolectadas durante las épocas sequíalluvia (Tabla 3).

Tabla 2. Prueba de rango múltiple aplicada a lípidos totales obtenidos del tejido muscular de las especies *Mylossoma duriventre*, *Pimelodus blochii* y *Pygocentrus cariba* en las tres épocas de recolecta.

Épocas	<i>M. duriventre</i>	<i>P. blochii</i>	<i>P. cariba</i>
Sequía	X	X	X
Lluvia	X	X	X
Transición	X	X	X

Tabla 3. Prueba de rangos múltiples realizada a los lípidos obtenidos del tejido muscular de las especies *Mylossoma duriventre*, *Pimelodus blochii* y *Pygocentrus cariba*, con relación a los grupos de lípidos y épocas de recolecta.

Épocas	Factores	Fosfolípidos	AGL	Colesterol	Triacilgliceroles
Sequía	Épocas	X	X	X	X
Lluvia		X	X	X	X
Transición		X	X	X	X
Sequía	<i>M. duriventre</i>	X	X	X	X
Lluvia	<i>P. blochii</i>	X	X	X	X
Transición	<i>P. cariba</i>	X	X	X	X

AGL: Ácidos grasos libres

Caracterización y cuantificación

Los resultados obtenidos mediante cromatografía de capa fina automatizada se presentan en la Tabla 4, donde se pueden apreciar las concentraciones de cada una de las familias de lípidos presentes en las especies *M. duriventre*, *P. blochii* y *P. cariba*, los cuales mostraron el mismo patrón cromatográfico para las bandas de fosfolípidos,

colesterol y triacilglicérols, presentando el siguiente orden de polaridad: fosfolípidos (Fl) > ácidos grasos libres (AGL) > colesterol (Col) > triacilglicérols (Tr). En las figuras 1-6, se pueden observar los cromatogramas correspondientes a la separación de los diferentes grupos de lípidos presentes en los lípidos totales de las especies analizadas, provenientes del caño Manaticito en las épocas de lluvia y sequía.

Tabla 4. Porcentajes del contenido de lípidos presentes en el tejido muscular de *Mylossoma duriventre*, *Pimelodus blochii* y *Pygocentrus cariba*, provenientes del caño Manaticito, en tres épocas del año.

Épocas	Muestras	Fosfolípidos $\bar{X} \pm S$	AGL $\bar{X} \pm S$	Colesterol $\bar{X} \pm S$	Triacilglicérols $\bar{X} \pm S$
Sequía	<i>M. duriventre</i>	18,2 $\pm$ 1,2	-	3,15 $\pm$ 1,23	79,7 $\pm$ 0,8
	<i>P. blochii</i>	31,0 $\pm$ 2,9	-	3,9 $\pm$ 1,5	65,2 $\pm$ 3,3
	<i>P. cariba</i>	54,8 $\pm$ 4,2	-	3,05 $\pm$ 0,5	42,2 $\pm$ 4,4
Lluvia	<i>M. duriventre</i>	69,3 $\pm$ 2,9	-	8,07 $\pm$ 1,09	22,6 $\pm$ 2,2
	<i>P. blochii</i>	66,3 $\pm$ 1,3	-	6,4 $\pm$ 1,4	27,2 $\pm$ 0,3
	<i>P. cariba</i>	51,8 $\pm$ 1,6	15,7 $\pm$ 0,2	2,9 $\pm$ 0,2	29,6 $\pm$ 1,6
Transición	<i>M. duriventre</i>	24,5 $\pm$ 0,04	-	1,43 $\pm$ 0,06	74,09 $\pm$ 0,05
	<i>P. blochii</i>	21,5 $\pm$ 3,2	2,5 $\pm$ 1,0	2,1 $\pm$ 0,5	73,9 $\pm$ 2,4
	<i>P. cariba</i>	45,5 $\pm$ 0,3	-	2,7 $\pm$ 0,6	51,9 $\pm$ 0,5

AGL: Ácidos grasos libres.

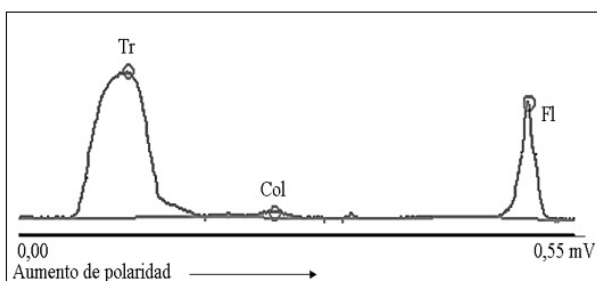


Figura 1. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *Mylossoma duriventre* recolectada en la época de sequía, en el caño Manaticito.

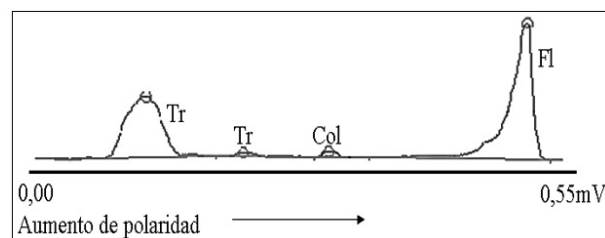


Figura 3. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *Pygocentrus cariba* recolectada en la época de sequía, en el caño Manaticito.

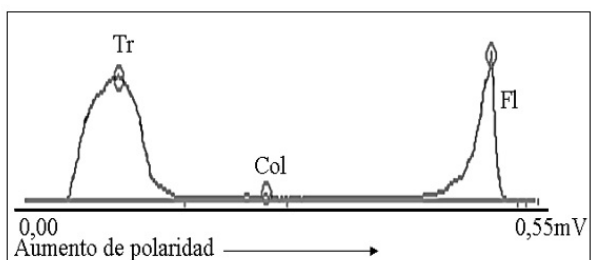


Figura 2. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *Pimelodus blochii* recolectada en la época de sequía, en el caño Manaticito.

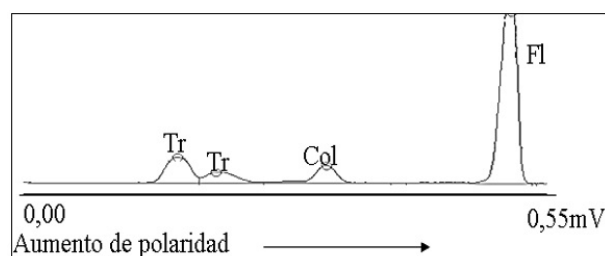


Figura 4. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *Mylossoma duriventre* recolectada en la época de lluvia, en el caño Manaticito.

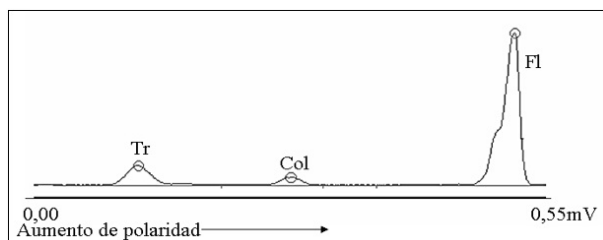


Figura 5. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *Pimelodus blochii* recolectado en la época de lluvia, en el caño Manaticito.

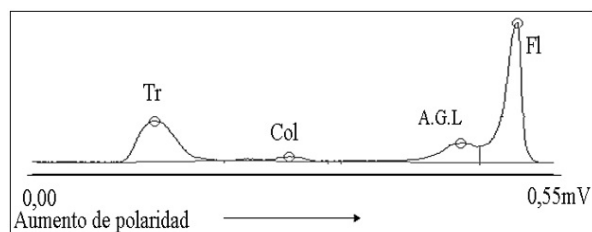


Figura 6. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *Pygocentrus cariba* recolectado en la época de lluvia, en el caño Manaticito

En las épocas de sequía y transición, los triacilglicerol se encontraron en mayor concentración, prevaleciendo en la especie *M. duriventre* (79,7 y 74,09%), seguido de los fosfolípidos, donde la especie que mostró mayor proporción de este tipo de lípidos, fue *P. cariba* (54,8 y 45,5%), y en menor concentración se halló el colesterol, arrojando valores semejantes entre sí (3,05-3,9%). En la época de lluvia, ocurrió todo lo contrario a las otras épocas, es decir, los fosfolípidos se hallaron en mayor concentración predominando en la especie *M. duriventre* (69,3%), seguido de los triacilglicerol predominando en *P. cariba* (29,6%), y en menor concentración se encontró el colesterol, prevaleciendo en *M. duriventre* (8,07%). Cabe resaltar que los ácidos grasos libres sólo se encontraron en la especie *P. blochii* (2,5%) durante la época de transición y en el pez *P. cariba* (15,7%) en la época de lluvia.

Estos resultados están en concordancia con los reportados en un trabajo realizado con dos especies dulceacuícolas provenientes de la laguna de Caicarita, estado Bolívar, donde Guerra (2012) encontró que los lípidos mayoritarios, fueron los triacilglicerol, los cuales oscilaron entre 42,11 y 96,76%, correspondiendo el valor mínimo a *Prochilodus mariae* y el valor máximo a *Pseudoplatystoma tigrinum* recolectados en la época de sequía, seguidos por los fosfolípidos (3,24-49,95%), el colesterol (2,86-6,62%) y los ácidos grasos libres (3,14-5,60%); estas dos últimas clases de lípidos para la especie *P. mariae*.

Debido a las diferencias encontradas en los resultados expuestos anteriormente, se realizó un análisis de varianza, el cual suministró información sobre las diferencias significativas ($p < 0,05$) que existen entre las épocas y especies para las concentraciones de las diferentes clases de lípidos detectados. Con respecto a dicho análisis realizado a los diferentes lípidos identificados en estas especies, se puede observar en la Tabla 4 que los mismos arrojaron un grupo homogéneo conformado por las épocas de sequía-transición y a su vez se observaron diferencias significativas entre las épocas sequía-lluvia y lluvia-transición, estas diferencias pueden ser debidas a la disponibilidad de alimento existente en una época que aporta mayor o menor cantidad de lípidos mediante la ingesta, es decir estarían relacionadas con las épocas de captura de los ejemplares.

No obstante, en el análisis para el factor muestras, las especies que conformaron grupos homogéneos en las variables fosfolípidos, ácidos grasos libres y triacilglicerol en función de las tres épocas, fueron *M. duriventre* y *P. blochii*, pero las especies *M. duriventre*-*P. cariba* y *P. blochii*-*P. cariba* mostraron diferencias significativas, ya que formaron grupos heterogéneos; sin embargo, en la variable colesterol se determinó que las especies formaron grupos homogéneos con respecto a las tres épocas de recolección.

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente, la época donde se encontró mayores concentraciones de triacilglicerol fue en la de transición para las especies *M. duriventre* y *P. blochii*, esto se podría ser explicar, debido a que las condiciones ambientales son aptas en ésta época para estas especies, ya que en esta etapa las aguas de los ríos se encuentran en término medio y las especies acuícolas vienen de cierta escasez de alimentos y tratan de consumir peces más pequeños, insectos, entre otros. Tal vez otros alimentos no carnívoros podrían ser una fuente adicional de esta clase de lípidos. Cabe señalar que los cambios estacionales en el contenido de triacilglicerol, podrían ser función de cambios relacionados con el ciclo nutricional de las especies (Fernández *et al.* 1994). Además, se conoce que los triacilglicerol cumplen funciones nutritivas y de reservas energéticas durante los periodos de escasez alimentaria.

Por otra parte, se ha demostrado que en copépodos y cladóceros de agua dulce, los triacilglicerol son la principal fuente de reserva, por lo que alcanzan hasta el 40% de la biomasa del cuerpo de los organismos y también forman la principal fuente de energía usada por la mayoría del zooplancton de agua dulce (Goulden

y Henry 1988). Además, se ha establecido que los triacilglicerol son el principal componente (70%) de insectos y crustáceos de agua dulce (Bell *et al.* 1994).

Como se puede observar en la Tabla 4, existe una relación inversa entre los fosfolípidos y los triacilglicerol en la época de lluvia, el descenso de los triacilglicerol se puede deber a que este componente contribuye con la tasa de biosíntesis del otro, el cual puede cumplir un papel importante en cuanto a la estructura y funcionalidad de las membranas celulares. Los fosfolípidos están asociados con las proteínas y otros lípidos que conforman parte de los complejos lipoproteicos que constituyen la matriz de las paredes de las membranas celulares (Ciarefella 1987).

Las bajas concentraciones de colesterol encontradas en estas especies en las épocas de sequía y transición, se debe probablemente a que estas especies utilizan este lípido para mantener la integridad de sus membranas celulares; sin embargo, la concentración de colesterol en la época de lluvia no es tan elevada en comparación con las otras estaciones mencionadas anteriormente, quizás estas concentraciones son producto de los crustáceos consumidos por estas especies en este período, ya que estos organismos no son capaces de sintetizar el anillo esteroide que este lípido contiene en su estructura, por lo que la ingesta de colesterol a través de la dieta, o la movilización de reservas de colesterol previamente consumida es requerida para sustentar la producción de hormonas esteroideas (Middleditch *et al.* 1980).

Los resultados obtenidos en este estudio no coinciden con los registrados para las especies dulceacuícolas *Hoplosternum littorale* (curito) y *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayao), en los que se señala que el contenido de triacilglicerol es inferior al de fosfolípidos en su tejido muscular (D'Armas 1993); así como fue reportado para los peces *Colossoma macropomus* (cachama) y *Piaractus brachipomus* (morocoto), un alto contenido de fosfolípidos en el tejido muscular de los mismos (Milano *et al.* 2009). También se ha indicado que las ostras y bivalvos marinos poseen altas concentraciones de fosfolípidos, seguido de colesterol y en menor proporción se han encontrado los triacilglicerol (Milano 2003, Koftayan 2004). Sin embargo, los diferentes tipos de lípidos encontrados en el isópodo intermareal *T. wegeneri*, mostraron concentraciones que concuerdan con las determinadas en este estudio, donde las concentraciones de triacilglicerol son más altas que las de fosfolípidos, y en menor contenido se halló el colesterol (Gharseddiene 1999), semejante a los

resultados mencionados previamente para *P. mariae* y *P. tigrinum* (Guerra 2012).

En el caso de los ácidos grasos libres, las concentraciones contenidas por las especies *P. cariba* (15,7%; lluvia) y *P. blochii* (2,5%; transición) fueron bajas en comparación con los triacilglicerol y fosfolípidos; es necesario señalar que estos ácidos no se encuentran enlazados a las moléculas de triacilglicerol y fosfolípidos, es decir, podrían estar presentes en forma libre como ácidos palmítico, esteárico, oleico y otros. Estos resultados se asemejan a los hallados en una investigación realizada recientemente en siete peces dulceacuícolas recolectadas en la laguna de Campoma, estado Sucre, donde se determinaron concentraciones similares de colesterol y ácidos grasos libres en el tejido muscular de los mismos (Tineo 2012).

CONCLUSIONES

La especie *P. blochii* mostró elevadas concentraciones de lípidos totales en las tres épocas, siendo favorecida la época de transición. Por TLC-FID, se separaron las distintas clases de lípidos presentes en cada especie, lográndose cuantificar los fosfolípidos, ácidos grasos libres, colesterol y triacilglicerol, mediante comparación con corridas de patrones de lípidos. A través del análisis estadístico se constataron diferencias significativas que presentaron las especies en estudio, con respecto a las tres épocas estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

A los departamentos de Química de la Universidad de Oriente y la Universidad Central de Venezuela, y al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKMAN R. 1981. Flame ionization detection applied to thin-layer chromatography on coated quartz rods. In: Lowenstein JM. (Ed). Methods in Enzymology. Vol. 72. Academic Press, London, UK. pp. 205-252.
- BELL J, GHIONI C, SARGENT J. 1994. Fatty acid composition of 10 freshwater invertebrates which are natural food organism of atlantic salmon parr (*Salmosalar*): a comparison with commercial diet. Aquaculture. 128(3-4):301-313.
- CIARFELLA A. 1987. Perfil lipídico en una muestra de la

- población nororiental de Venezuela. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química [Disertación Grado Licenciado en Química], pp. 78.
- D'ARMAS H. 1993. Aplicación de la Resonancia Magnética Nuclear de C-13 y de técnicas cromatográficas al estudio de la composición lipídica de tejidos de las especies *Hoplosternum littorale* y *Pseudoplatystoma fasciatum*. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química, Venezuela [Ascenso Profesor Agregado], pp. 92.
- FERNÁNDES M, MENDOÇA M, MARQUES J, MADERA V. 1994. Seasonal changes in the biochemical composition and energy content of the red swamp crayfish *Procambarus clarkia* (Girard) in the lower Mondego River Valley, Portugal. J. Crust. Biol. 14 (4):736- 734.
- FONSECA V, BARCELLOS M, VAL A. 1991. LDH in amazon fish- II. Temperature and pH effects on LDH kinetic properties from *Mylossoma duriventre* and *Colossoma macropomun* (Serrasalminidae). Com. Bioch. and Phisiol. 98B:79-86.
- GHARSEDDIENE S. 1999. Bioecología del isópodo litoral *Tyloswegeneri* (Vandel, 1952) (Crustacea: Isopoda) en Guayacán, estado Sucre, Venezuela. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología [Disertación Maestría], pp. 74.
- GONZÁLEZ A, GONZÁLEZ E. 2001. Variación estacional y ontogenética en la alimentación de *Pygocentrus cariba* en una laguna de inundación de la cuenca del Orinoco medio. Saber. 13(1):3-7.
- GONZÁLEZ S, GONZÁLEZ E. 2005. Tasa de evacuación gástrica y consumo de *Cichla orinocensis*, *Serrasalmus notatus* y *Piaractus brachypomus* en una laguna de inundación de la cuenca del Orinoco Medio. Saber. 7(2):55-61.
- GOULDEN C, HENRY L. 1988. Lipid energy reserves and their role in cladocera. In: MEYERS DG, STRICKLER JR. (Eds). Trophic interactions within aquatic ecosystem. Selected symposium AAAS, Washington, USA, pp. 165-185.
- GUERRA Y. 2012. Perfil energético y contenido de algunos elementos en el tejido muscular del bagre rayao (*Pseudoplatystoma tigrinum*) y coporo (*Prochilodus mariae*) provenientes de la Laguna de Caicarita, estado Bolívar, en dos épocas climáticas. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química [Disertación Grado Licenciado en Química], pp. 77.
- IZQUIERDO P, TORRES G, BARBOZA Y, MÁRQUEZ E, ALLARA M. 2000. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales de doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. ALAN. 50(2):187-194.
- KOSSOWSKI C. 2001. Hibridación del Bagre Zamurito *Calophrys macropterus* (Pisces Pimelodidae). Biagro. 13(2):71-77.
- KOFTAYAN T. 2004. Estudio comparativo del contenido lipídico del mejillón verde *Perna viridis*, presente en distintas localidades del Oriente Venezolano y las costas de la Isla de Trinidad. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química [Disertación Grado Licenciado en Química], pp. 87.
- MALAVÉ D. 1982. Composición química y contenido de elementos trazas en el Botuto *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758). Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología [Disertación Grado Licenciado en Biología], pp. 101.
- MAZA A. 1991. Caracterización de lípidos en tejidos de peces del oriente del país, mediante RMN de C-13. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química [Disertación Grado Licenciado en Química], pp. 112.
- MIDDLEDITCH B, MISSLER S, HINES H, MCVEY J, BROWN A, LAWRENCE A. 1980. Metabolic profiles of penaeid shrimp: dietary lipids and ovarian maturation. J. Chromatogr. 195(3):359-368.
- MILANO J. 2003.. Estudio comparativo del contenido lipídico, proteico y de glucógeno en la *Crossostrea rhizophorae* (Ostra de Mangle) provenientes de la laguna de Chacopata, La Restinga y Caroni Swamp. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química

- [Disertación Grado Licenciado en Química], pp. 82.
- MILANO J, GRANADO A, D'ARMAS H, REYES D, YAÑEZ D. 2009. Comparación del contenido energético de *Colossoma macropomus* (cachama) y *Piaractus brachypomus* (morocoto) provenientes de la laguna de Castellero (Caicara del Orinoco) en época de sequía y de lluvia. *Saber*. 21(2):109-117.
- NOVOA D. 1982. Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación. CVG, Ciudad Guayana, Venezuela, pp.386.
- OHSIMA T, RATNAYARE W, ACKMA R. 1987. Cool lipids solvent system and the effect of fatty acid chain length and insaturation on lipid class analysis by latroscan (TLC-FID). *Lipids*. 64(2):48-59.
- OVERTURF M, DRYER R. 1967.. Experiments in the biochemistry of animal lipids. *In*: KERKUT G. (Ed). *Experiments in Physiology and Biochemistry*. Vol 2. Academic Press, New York, USA. pp. 81-163.
- RAMÍREZ J. 1985. Aplicación de la Resonancia Magnética Nuclear de Carbono-13 en el estudio de tejidos de peces. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química [Disertación Grado Licenciado en Química], pp. 131.
- ROMÁN B. 1985. Peces de agua dulce de Venezuela. Editorial Biosfera, Caracas, Venezuela, pp.191.
- SERRANO I. 1982. Variación estacional en la composición química de la ostra *Crassostrea virginia* (Gmelin, 1970) cultivada en los caños de Guariquen. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química [Disertación Grado Licenciado en Química], pp. 70.
- TINEO Y. 2012. Composición lipídica y proximal del tejido muscular de siete especies de peces dulceacuícolas provenientes de la laguna de Campoma, estado Sucre. Cumaná: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Química [Disertación Grado Licenciado en Química], pp. 86.