



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PERFIL ENERGÉTICO Y CONTENIDO DE ALGUNOS ELEMENTOS (K, Na, Ca, Mg, Mn y P) 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
(Modalidad: Tesis de Grado)

JULINETH ROSALY GUERRA MENDOZA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN QUÍMICA

CUMANÁ, 2012

PERFIL ENERGÉTICO Y CONTENIDO DE ALGUNOS ELEMENTOS (K, Na, Ca, Mg, Mn y P) 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

APROBADO POR:

Lcdo. Jahiro Milano
Asesor Académico

Haydelba D'Armas, Ph D
Coasesora Académica

Jurado Principal

Jurado Principal

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
Ácidos grasos.....	1
Colesterol y ésteres de colesterol.....	4
Triacilgliceroles	5
Fosfolípidos	5
METODOLOGÍA	12
Área de muestro	12
Muestreo del material dulceacuícola	12
Extracción de los lípidos totales	13
Esterificación y trans esterificación de los ácidos grasos	13
Identificación de los ácidos grasos	14
Identificación y cuantificación de los diferentes tipos de lípidos.....	14
Caracterización de los lípidos por RMN ¹³ C	15
Determinación cuantitativa de humedad y cenizas.....	15
Determinación de la composición proximal	15
Determinación cuantitativa de glucógeno.....	16
Determinación elemental (K, Na, Ca, Mg, Mn y P)	16
Análisis estadístico	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
Determinación de los lípidos totales.....	18
Análisis de lípidos totales	21
1. Análisis de RMN- ¹³ C.....	21

2. Análisis de los lípidos por TLC/FID (Iastroscan).....	27
Determinación de proteínas totales.....	37
Determinación de la composición proximal	40
Humedad.....	40
Cenizas.....	42
Carbohidratos.....	44
Determinación de glucógeno	47
Determinación del contenido de K, Na, Ca, Mg, Mn y P	50
CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFÍA	64
APÉNDICE.....	70
HOJA DE METADATOS.....	77

DEDICATORIA

A mi madre María,
mi educación y mis logros son por tí y para tí.

AGRADECIMIENTO

A:

Dios y la virgen en primer lugar, por estar presente en cada momento de mi vida y permitirme tener a la mejor mamá del mundo, a quién debo todo lo que soy.

El Lcdo. Jahiro Milano y la Dra. Haydelba D'Armas por asesorarme y guiarme durante todo el proceso de investigación, brindándome toda la ayuda y conocimientos necesarios.

La Universidad de Oriente por haberme abierto sus puertas para mi formación académica, resultando no sólo una casa de estudios sino una escuela de la vida.

El Instituto Limnológico de la Universidad de Oriente por haberme facilitado la recolección de las muestras.

La Dra María Ranaudo, todas las personas e instituciones que colaboraron de algún modo en la realización de este trabajo: IOV, IIBCA, IVIC, UCV.

Los profesores: Maj Britt Mostue, Juan Anacona, Haydelba D'Armas, Ernesto Bastardo, Doris Bruzco, Oscar Crescente y Daniel Loroño, por sus valiosas enseñanzas durante el transcurso de toda la carrera.

Los miembros del laboratorio de productos naturales y lípidos, especialmente a los Lcdos Jean Paul González y Nirosequi Hernández, quienes fueron mi guía en los inicios de la investigación.

Mi madre, mi vida y mi todo, por tener la fuerza para sacarme adelante por sí sola, por ser luchadora incansable y enseñarme que todo es posible con perseverancia, y que no es necesario estar acompañada para lograr las metas que me he propuesto, tal como lo ha hecho. Mami te Amo!.

Mi familia: Luisa Sánchez, Audio Velázquez, Cristina Beltré, Huatanael Antigua, Mariflor Ramos, Sonia Beltré, María Teresa Contreras, por ser parte fundamental de mi vida y poder contar con ustedes en todo momento.

Pablo Montaña, novio y amigo, por su gran apoyo y ayuda para la culminación de este trabajo. Te Quiero Princio!.

Silimar Velásquez y Silio Velásquez, para que mi formación sirva de ejemplos para un mañana.

Orlaurys García, una gran amiga, compañera de la vida, hermana aquella que no

tuve; por estar allí en cada momento de mi vida.

Daniela Sanguinetti, compañera y amiga incondicional; por formar parte de mi vida universitaria y apoyarme siempre.

Calixta Medina y Renato Rodríguez, por quererme como parte de su familia y ser incondicionales.

Mis amigos y compañeros de estudio, personas que estuvieron conmigo ayudándome y apoyándome en el transcurso de la carrera.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales ácidos grasos encontrados en plantas y animales.	3
Tabla 2. Porcentaje de lípidos totales de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	19
Tabla 3. Prueba de rangos múltiples realizadas a los lípidos totales, para observar la influencia del factor época y factor especie en la variabilidad de los mismos.	21
Tabla 4. Asignaciones de RMN- ¹³ C del extracto lipídico de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P.</i> <i>mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita.	24
Tabla 5. Porcentajes promedio de los diferentes lípidos presentes en las especies <i>P.</i> <i>tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	27
Tabla 6. Prueba de rangos múltiples de una vía realizada aplicada a los diferentes lípidos en la especie <i>P. tigrinum</i> en relación al factor muestreo.	31
Tabla 7. Prueba de rangos múltiples de una vía aplicada a los diferentes tipos de lípidos en la especie <i>P. mariae</i> en relación al factor muestreo.	32
Tabla 8. Contenido de proteínas totales (mg/g muestra) presentes en las especies <i>P.</i> <i>tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	38
Tabla 9. Porcentaje de humedad presente en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	41
Tabla 10. Porcentaje de cenizas obtenida por calcinación de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P.</i> <i>mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	43
Tabla 11. Porcentajes de proteínas, grasas, ceniza y humedad presentes en las <i>P.</i> <i>tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	45
Tabla 12. Contenido de carbohidratos presentes en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	46
Tabla 13. Contenido de glucógeno (mg/g muestra) en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P.</i> <i>mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	48

Tabla 14. Contenido de los elementos P, K, Na ($\mu\text{g/g}$) en tejidos de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> provenientes de la Laguna de Caicarita, capturados en las épocas de sequía y lluvia.	51
Tabla 15. Contenido de los elementos Ca, Mg, Mn ($\mu\text{g/g}$) en tejidos de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> provenientes de la Laguna de Caicarita, capturados en la época de sequía y lluvia.	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructuras de ácidos grasos: (a) ácido graso saturado, (b) ácido graso monoinsaturado, (c) ácido graso poliinsaturado.....	2
Figura 2. Estructura de ácidos grasos poliinsaturados ω -3: (a) ácido eicosapentaenoico, 4 (b) ácido docosahexaenoico.....	4
Figura 3. Estructura del colesterol y éster de colesterol.	4
Figura 4. Molécula de triacilglicerol.....	5
Figura 5. Estructura general de un fosfolípido.	6
Figura 6. <i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	10
Figura 7. <i>Prochilodus mariae</i>	11
Figura 8. Mapa de la zona de muestreo.	12
Figura 9. Promedio de lípidos totales de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	20
Figura 10. Espectro de RMN- ¹³ C (CDCl ₃ ; 75 MHz) del extracto lipídico de la especie <i>P. tigrinum</i> , colectado en época de sequía.	22
Figura 11. Espectro de RMN- ¹³ C (CDCl ₃ ; 75 MHz) del extracto lipídico de la especie <i>P. tigrinum</i> , colectado en época de lluvia.	22
Figura 12. Espectro de RMN- ¹³ C (CDCl ₃ ; 75 MHz) del extracto lipídico de la especie <i>P. mariae</i> , colectado en época de sequía.....	23
Figura 13. Espectro de RMN- ¹³ C (CDCl ₃ ; 75 MHz) del extracto lipídico de la especie <i>P. mariae</i> , colectado en época de lluvia.....	23
Figura 14. Estructura posible de un triacilglicerol, mostrando algunas asignaciones de RMN ¹³ -C correspondientes.....	25
Figura 15. Ácido oleico, mostrando las asignaciones correspondientes a los carbonos olefinicos.....	26
Figura 16. Estructura posible de un triacilglicerol, mostrando las asignaciones carbonílicas respectivas	26
Figura 17. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de la especie <i>P. tigrinum</i> , obtenido en época de sequía.	28

Figura 18. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de la especie <i>P. mariae</i> , obtenido en época de sequía.	28
Figura 19. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de la especie <i>P. tigrinum</i> , obtenido en época de lluvia.	29
Figura 20. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de la especie <i>P. mariae</i> , obtenido en época de lluvia.	29
Figura 21. Composición lipídica de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita colectados en las dos épocas del año (Seq: Sequía; Llu: Lluvia).	30
Figura 22. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de la especie <i>P. tigrinum</i> , en la época de sequía.	33
Figura 23. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de la especie <i>P. tigrinum</i> , en la época de lluvia.	34
Figura 24. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de la especie <i>P. mariae</i> , en la época de sequía.	34
Figura 26. Ácido oleico (18:1 ω -9).	35
Figura 27. Ácido linoleico (18:2 ω -6).	35
Figura 28. Ácido linolénico (18:3 ω -3).	35
Figura 29. Ácido pentanoico.	36
Figura 30. Ácido hexanoico.	36
Figura 31. Éster metílico de ácido 5-oxo-pentanoico.	36
Figura 32. Éster metílico del ácido hexanoico.	36
Figura 33. Éster metílico del ácido 8-hidroxi-octadecanoico.	36
Figura 34. Ácido hexadecanoico (palmítico ó 16:0).	36
Figura 35. Ácido octadecanoico (esteárico ó 18:0).	36
Figura 37. Promedio de proteínas totales en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	39
Figura 38. Porcentaje de humedad de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	41
Figura 39. Porcentaje de cenizas de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes	

de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	43
Figura 40. Porcentaje de carbohidratos de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	47
Figura 41. Curva de calibración para la determinar el contenido de glucógeno de las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i>	48
Figura 42. Promedio de glucógeno en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia 49	49
Figura 43. Contenido de fósforo en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	52
Figura 44. Contenido de potasio en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	54
Figura 45. Contenido de sodio en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	55
Figura 46. Contenido de calcio en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	57
Figura 47. Contenido de magnesio en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	59
Figura 48. Contenido de manganeso en las especies <i>P. tigrinum</i> y <i>P. mariae</i> , provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.	60

LISTA DE ABREVIATURAS

AGL: Ácidos grasos libres.
AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados.
AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados.
AGS: Ácidos grasos saturados.
BSA: Albúmina de suero bovino.
CG: Cromatografía de gases.
COL: Colesterol.
DHA: Ácido docosahexaenoico.
EPA: Ácido eicosapentaenoico.
FLP: Fosfolípidos.
HDL: Lipoproteínas de alta densidad.
IDR: Ingesta diaria de referencia.
LDL: Lipoproteínas de baja densidad.
RMN-¹³C: Resonancia magnética nuclear de carbono-13.
TAG: Triacilgliceroles.
TLC-FID: Cromatografía de Capa fina acoplada a un detector de ionización de llama.
TMS: Tetrametilsilano.

RESUMEN

Se evaluó el contenido lipídico, composición proximal, concentración de glucógeno y de los elementos esenciales K, Na, Ca, Mg, Mn y P en dos peces dulceacuícolas, *P. tigrinum* y *P. mariae*, conocidos comúnmente como “bagre rayao” y “coporo” respectivamente, colectados en la Laguna de Caicarita, Caicara del Orinoco, en dos épocas (sequía y lluvia). Los resultados expresados a continuación en %, corresponden a una relación m/m. La composición proximal comprende: proteínas totales, fluctuaron entre 15,86 mg/g para el bagre rayao en la época de lluvia y 26,74 mg/g para el coporo en la época de sequía; grasas totales, cuyo contenido osciló entre 0,93% para el coporo en la época de sequía y 3,12% para el bagre rayao en la época de lluvia; contenido de humedad y cenizas, los mínimos y máximos indicaron que para humedad se obtuvo un valor de 73,24% correspondiente al bagre rayao y 75,50% para el coporo en las épocas de sequía y lluvia, respectivamente; en cenizas se obtuvo un valor de 1,07% para el bagre rayao en la época de lluvia y 1,33% para el coporo en la época de sequía; y el contenido de carbohidratos osciló entre 20,02 y 20,49%, correspondiendo el valor mínimo al coporo y el máximo al bagre rayao para la época de sequía y lluvia. Por otra parte, el contenido de glucógeno osciló entre 10,13 y 12,12 mg/g para el bagre rayao y el coporo para la época de sequía y lluvia, respectivamente. En el caso de los elementos, el orden de distribución encontrado en las concentraciones de las especies, para las dos épocas estudiadas fue: $P > K > Na > Ca > Mg > Mn$. Por resonancia magnética nuclear de ^{13}C , se determinó que todos los extractos lipídicos están formados por colesterol, triacilgliceroles y ácidos grasos libres. Estos lípidos fueron también identificados y cuantificados a través de TLC-FID, donde los lípidos mayoritarios, fueron los triacilgliceroles, los cuales oscilaron entre 42,11 y 96,76%, correspondiendo el valor mínimo a *P. mariae* colectados en la época de sequía y el valor máximo a *P. tigrinum* colectados en la época de lluvia, seguidos en mayor concentración se presentaron los fosfolípidos (3,24-49,95%), el colesterol (2,86-6,62%) y por último en menor proporción se encontraron los ácidos grasos libres (3,14-5,60%); estas dos últimas clases de lípidos para la especie *P. mariae*. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se identificaron por cromatografía de gases, encontrándose un predominio de ácidos grasos saturados e insaturados.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los lípidos han sido objeto de intensos análisis, principalmente en el campo biomédico. Esto es debido a que, múltiples investigaciones realizadas en grandes masas de población y por largos años de seguimiento han demostrado una estricta asociación, independiente y constante, entre los niveles de los lípidos sanguíneos con ciertas enfermedades como lo son; la obesidad, el cáncer, la hiperlipidemia y, mas aún, con lo relacionado a una de las primeras causas de muerte en Venezuela, que son las enfermedades cardíacas y cerebrovasculares, siendo la cardiopatía isquémica aterosclerótica la más frecuente entre ellas, la cual está estrechamente ligada con el hábito dietético adquirido (Carmena, 1986; Cardona y Soltero, 1987). Por lo tanto, Gómez *et al.* (1977) han puesto de manifiesto la relación existente entre los síntomas o signos de enfermedades cardiovasculares nutricionales y metabólicas, donde los lípidos y la práctica de dietas ricas en glucosa y proteínas juegan un papel muy importante en el contenido energético del ser humano.

Los lípidos son un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas, encontradas tanto en tejidos vegetales como animales, se caracterizan por ser relativamente insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos, como el éter, cloroformo y benceno (Cavendes, 1991). Con frecuencia, se presentan combinados covalentemente o mediante enlaces débiles con miembros de otras clases de biomoléculas, constituyendo moléculas híbridas tales como los glucolípidos, que contienen lípidos y glúcidos, y las lipoproteínas, que poseen lípidos y proteínas (McKee y McKee, 2003). En estas biomoléculas, las propiedades químicas y físicas están fusionadas para cumplir funciones biológicas especializadas (Cavendes, 1991). Para realizar un análisis de los lípidos presentes en los tejidos de las muestras a estudiar, es necesario un conocimiento de la estructura química y la ocurrencia de estos compuestos. Para tal efecto, entre los lípidos más importantes para el hombre, se encuentran:

Ácidos grasos

Los ácidos grasos son compuestos orgánicos que presentan un grupo carboxílico (-COOH) terminal unido a una cadena alquílica que, generalmente, es lineal. Esta puede

ser saturada, que son ácidos grasos sin dobles enlaces e insaturada que puede contener uno o varios dobles enlaces. Si los ácidos grasos contienen un doble enlace se les llaman ácidos grasos monoinsaturados y cuando contienen dos o más dobles enlaces se les clasifican como ácidos grasos poliinsaturados (Lehninger, 1991).

Las cadenas de los ácidos grasos insaturados, constituyen moléculas o estructuras rígidas que se presentan de manera estable en configuración *cis*. La presencia de un enlace *cis*, produce un retorcimiento inflexible en una cadena de ácido graso. Debido a esta característica estructural y espacial, los ácidos grasos insaturados no se colocan tan juntos como los ácidos grasos saturados. Se requiere menos energía para romper fuerzas intermoleculares entre los ácidos grasos insaturados. Por ello los que poseen bajo punto de fusión, son líquidos a temperatura ambiente (Liu, 1994).

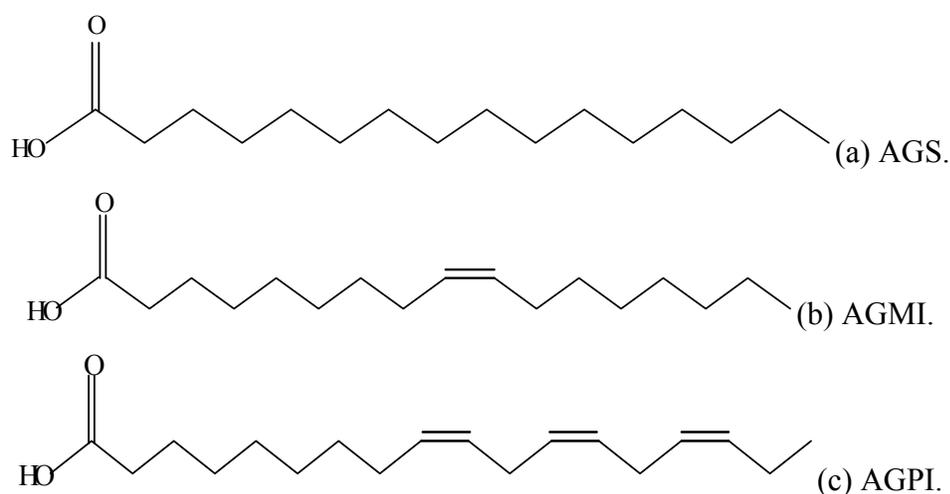


Figura 1. Estructuras de ácidos grasos: (a) ácido graso saturado, (b) ácido graso monoinsaturado, (c) ácido graso poliinsaturado.

El nombre sistemático para un ácido graso deriva de su hidrocarburo de origen por sustitución de la “o” final por la terminación “oico”. La tabla 1 contiene una lista de los ácidos grasos saturados e insaturados más importantes encontrados en los animales y plantas (Lehninger, 1991).

Tabla 1. Principales ácidos grasos encontrados en plantas y animales.

Nombre sistemático	Nombre común	Átomos de carbono	Dobles enlaces	Familia
Tetradecanoico	Mirístico	14	0	—
Hexadecanoico	Palmítico	16	0	—
Octadecanoico	Esteárico	18	0	—
Octadecenoico	Oleico	18	1	ω -3
Octadecadienoico	Linoléico	18	2	ω -6
Octadecatrienoico	Linolénico	18	3	ω -3
Eicosatetraenoico	Araquidónico	20	4	ω -6
Eicosapentaenoico	EPA	20	5	ω -3
Docosahexaenoico	DHA	22	6	ω -3

El adecuado equilibrio en el aporte de ácidos grasos poliinsaturados (ácidos grasos omega-3 y omega-6) y monoinsaturados (como el ácido oleico) comprobadamente, tiene efectos beneficiosos para la salud y previene la aparición de aterosclerosis. Investigaciones recientes indican de que, también, pueden ser útiles en las enfermedades inflamatorias, en el control de la diabetes. Junto a ello, están involucrados en el control de la tensión arterial y la coagulación sanguínea, la enfermedad de Alzheimer e, incluso, se le han atribuido acciones preventivas ante ciertos tipos de cáncer. Los peces son una fuente de alimentación saludable y nutritiva, recomendada en los seres humanos, ya que debido a su alto contenido en estos ácidos, su consumo frecuente previene numerosas enfermedades (cardiovasculares, diabetes, hipertensión, obesidad, entre otras) (Iglesias, 2002).

Gran parte de los lípidos contiene ácidos grasos, los cuales constituyen un medio importante para la producción de energía metabólica. Actualmente, el estudio de ácidos grasos poliinsaturados es motivo de interés, debido a que éstos, especialmente el ácido eicosapentaenoico o EPA (20:5 ω -3) y el ácido docosahexaenoico o DHA (22:6 ω -3), juegan un rol importante en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares, ya que se encuentran en los tejidos animales como componente principal de los lípidos complejos y también se encuentran en gran proporción en los aceites de la mayoría de las especies marinas (Harris,1989; Chang y Huang, 1990). Estos ácidos grasos ω -3 actúan dándole mayor fluidez a la membrana celular, alterando la viscosidad de la

sangre y disminuyendo, de esta forma, la presión sanguínea (Malavé, 1995).

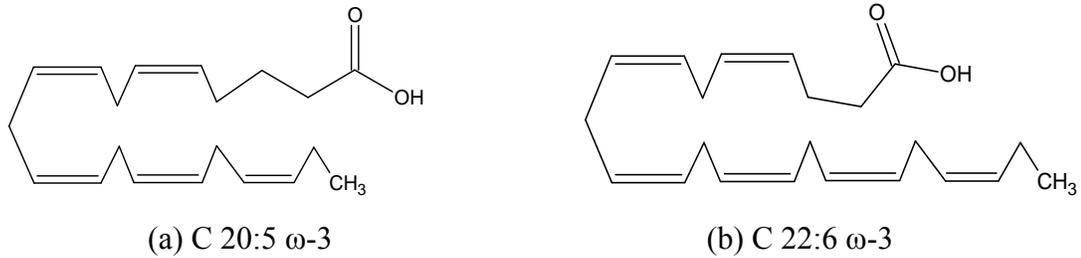


Figura 2. Estructura de ácidos grasos poliinsaturados ω -3: (a) ácido eicosapentaenoico, (b) ácido docosahexaenoico.

Colesterol y ésteres de colesterol

El colesterol (Figura 4) es el componente más común de un grupo de esteroides que poseen un sistema de cuatro anillos, y en los tejidos animales está presente en estado libre en asociación con lípidos esterificados en la membrana celular y lipoproteínas plasmáticas. El colesterol, también, se encuentra combinado con los ácidos grasos formando los ésteres de colesterol (Figura 4).

La función principal del colesterol en los procesos patológicos es el de ser un factor en la génesis de la aterosclerosis de las arterias vitales, causando enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares (Montgomery *et al.*, 1982; Lovine *et al.*, 1985).

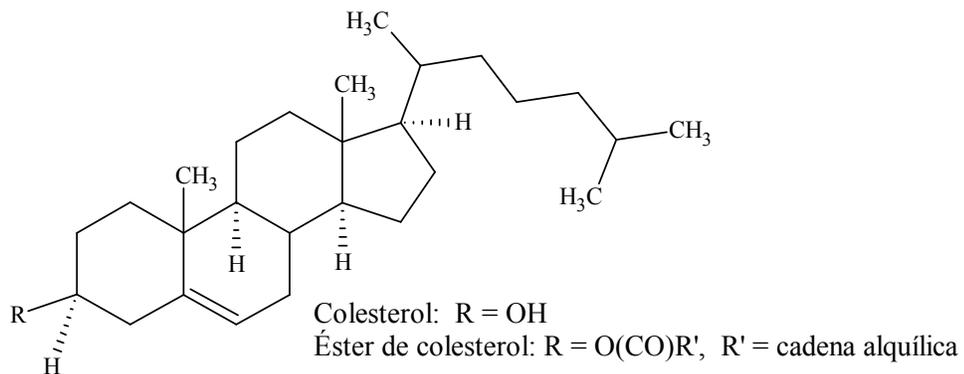


Figura 3. Estructura del colesterol y éster de colesterol.

Los ésteres de colesterol son formas de almacenamientos de colesterol. La mayor parte del colesterol que se acumula en la parte íntima de las arterias en la aterosclerosis es esterificado (Montgomery *et al.*, 1982; Lovine *et al.*, 1985),

En los tejidos animales, el colesterol es el precursor de todos los demás esteroides del organismo, como ácidos biliares (requerido para la absorción de las grasas), hormonas sexuales masculinas y femeninas y vitamina D (Yeagle, 1991).

Triacilgliceroles

Los triacilgliceroles (Figura 5) son moléculas orgánicas que se forman cuando los ácidos grasos se unen al glicerol, por medio de enlaces de ésteres (Mayes *et al.*, 1988), es decir, cuando los tres grupos de la glicerina se hallan esterificados con ácidos grasos, la estructura se llama triacilglicerol. Los triacilgliceroles constituyen la familia más abundante de lípidos y los principales componentes de los lípidos de depósito o de reserva de las células animales y vegetales. Los triacilgliceroles que son sólidos a temperatura ambiente, se les conoce generalmente por “grasas”, y los que son líquidos por “aceites” (Bohinski, 1991).

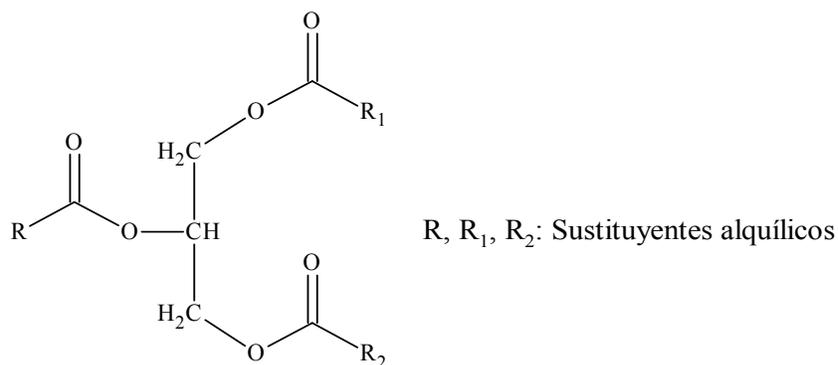


Figura 4. Molécula de triacilglicerol.

Fosfolípidos

Los fosfolípidos (Figura 6), o también llamados gliceri-fosfátidos, son componentes principales característicos de las membranas celulares; solamente están presentes en pequeñas cantidades en otras localidades de las células (Bohinski, 1991).

Casi todos los fosfolípidos se derivan del ácido fosfatídico al cual se esterifican, en el ácido fosfórico, uno de los siguientes alcoholes: etanolamina, serina, colina, glicerol o inositol (Lehninger, 1991).

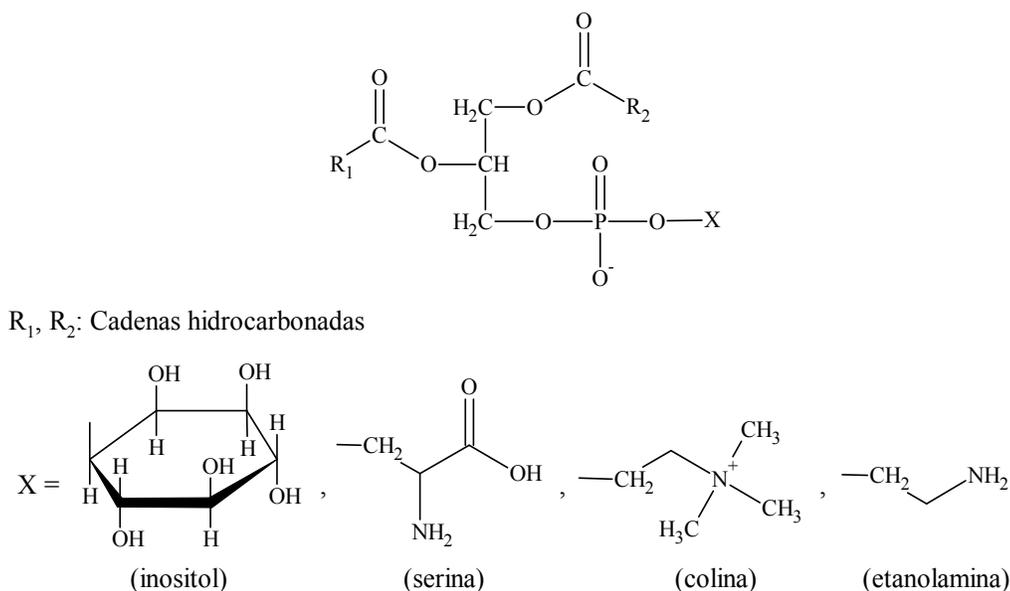


Figura 5. Estructura general de un fosfolípido.

De todos los fosfolípidos, la fosfatidilcolina, comúnmente denominada lecitina, es la más frecuentemente encontrada en los fosfolípidos de los tejidos animales. La posición 1 en los fosfatidilcolina de origen animal esta casi siempre ocupada mayormente por ácidos grasos saturados, mientras que la posición 2 contiene todos los ácidos grasos poliinsaturados de 18, 20 y 22 átomos de carbono (Christie, 1973).

Además de los lípidos, otros compuestos orgánicos que son importantes para la vida del hombre, son las proteínas y los carbohidratos. Las proteínas son compuestos orgánicos complejos de elevada masa molecular fundamentales en la estructura y funcionamiento de todos los seres vivos, constituidas generalmente por 20 aminoácidos en diferentes proporciones; estas macromoléculas conforman aproximadamente el 75% de los tejidos orgánicos (Moreno, 1986). Por consiguiente, éstas determinan el tipo de transformaciones químicas en las células, son mediadoras en una amplia gama de otras

funciones tales como el transporte y el almacenamiento, el movimiento coordinado, el soporte mecánico, la protección inmune, la excitabilidad, la integración del metabolismo y el control de la diferenciación y el crecimiento (Stryer, 1995). Una deficiencia de proteínas conlleva a tener un cuerpo atrofiado que no llega a desarrollar un tamaño normal, además, efectos de retraso mental en casos graves (Mostue, 2001).

Por otra parte los carbohidratos son hidratos de carbono considerados como la forma menos costosa de energía, tanto para el hombre como para los animales. Sirven como precursores de varios compuestos intermediarios metabólicos indispensables en el crecimiento y desarrollo, por ejemplo, aminoácidos esenciales. Por lo tanto, la ausencia de carbohidratos o lípidos en la ración diaria obliga a los organismos a disponer únicamente de las proteínas existentes, para cubrir las necesidades energéticas; pero cuando otras fuentes de energía están presentes en los alimentos, las proteínas son utilizadas para funciones de crecimiento y no se emplean en su totalidad como fuente de energía. En consecuencia, los carbohidratos son utilizados para aumentar la eficiencia proteínica en los organismos vivos (Barrer, 1975).

Entre los carbohidratos se encuentra el glucógeno, el cual es un polisacárido de reserva de los animales que se degrada con mucha facilidad cuando el requerimiento de glucosa aumenta en el hígado, sirviendo de reserva energética para las 24 horas de ayuno, en caso de un exceso considerable de glucosa, termina como grasas acumuladas en los tejidos adiposos, la cual podría acarrear enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, siendo necesario tener control significativo en el consumo de azúcares (Lemus, 1987).

Otro punto muy importante, son los elementos minerales cuya esenciabilidad ha sido comprobada como nutrientes y cuya ingesta deberá por tanto cubrirse a través de los alimentos y bebidas, es decir, sustancias aprovechables por nuestro organismo que hacen posible la vida y que se encuentran en los alimentos repartidos en cantidades desiguales; los mismos se clasifican en dos tipos:

Microelementos minerales llamados también oligoelementos; que se encuentran en el organismo humano en concentraciones inferiores a los 100 mg/kg masa. Entre ellos están el hierro, cinc, flúor, cobre, yodo, manganeso, molibdeno, cobalto, selenio,

vanadio y cromo.

Macroelementos minerales, que se encuentran en nuestro organismo en concentraciones superiores a 100 mg/kg de masa corporal. Entre ellos están el calcio, fósforo, azufre, potasio, sodio, cloro y magnesio (Goodhart y Shils, 1987).

Para la mayoría de los nutrientes esenciales, los organismos científicos que trabajan en el campo de la nutrición, han establecido las cantidades diarias que se debe ingerir de cada elemento mineral esencial (ingesta diaria de referencia o IDR). Estos valores de ingesta recomendados tienen en cuenta que, debido a factores fisiológicos y de composición del alimento con que se ingieren estos minerales, solo se aprovecha un porcentaje (a veces muy bajo) de la cantidad total que se ha ingerido. Esta biodisponibilidad es variable para cada elemento mineral. Así, para algunos casos como el hierro, la disponibilidad es muy baja (2-10%), mientras en otros, como iodo y flúor, este valor puede ser muy alto (80-90%). Usualmente, para el resto de los elementos minerales no supera como promedio el (25-35%) (Institute of Medicine, 2000).

Actualmente, en Venezuela, los recursos pesqueros están siendo administrados bajo un esquema abierto, de libre acceso para cualquiera que tenga interés en ellos, manteniendo al Estado en el papel de garante de una explotación equilibrada y racional, sin llegar a sobreexplotar los recursos pesqueros y sin llegar a sobrecapitalizar la actividad económica (Novoa, 2002).

El pescado es un alimento de elevado valor nutritivo, y puede tener una contribución única tendente al mejoramiento y diversificación de la dieta, aunque su composición es variable y dependiente de numerosos factores: la especie a la que pertenece, la edad, el medio en que vive, el tipo de alimentación, las condiciones de transporte, almacenamiento y distribución, promoviendo una buena nutrición, especialmente, entre las comunidades más necesitadas. El pescado tiene un muy alto perfil de nutrientes deseables, otorgando una excelente fuente de proteína animal de alta calidad, fácilmente digerible y de un alto valor biológico (FAO, 2003). La cantidad de proteínas que aporta varía entre el 10 y el 25%, el agua entre 65 y 85%, y la grasa entre el 0,1 y el 25% (Gómez, 2001).

Las proteínas del pescado son de alta calidad, similares a las de la carne, es decir,

que contienen todos los aminoácidos esenciales, con la ventaja que es un alimento que aporta menos grasa. La proteína del pescado, tras el tratamiento térmico, es de más fácil digestión que la de carne vacuna o porcina (Gómez, 2001).

En la actualidad, Venezuela cuenta con condiciones naturales para el desarrollo de la piscicultura, al punto de que se disponen de 700 000 hectáreas de extensiones de agua en embalses que han sido escasamente aprovechadas con fines piscícolas y con la implementación de algunos sistemas de producción, como jaulas flotantes y corrales, podría incrementarse significativamente la oferta de pescado para la población (Agudo, 2000).

Una población creciente, y especialmente la urbana, se ha acostumbrado tradicionalmente al consumo del pescado, lo que implica, una demanda en aumento de estos recursos pesqueros, lo cual pone en peligro el abastecimiento sostenido por la merma paulatina de la biomasa en los ecosistemas acuáticos (Aello y Di Marco, 2000).

No obstante, la pesca excesiva en grandes ríos difícilmente puede provocar un colapso en los recursos, siempre y cuando la explotación se mantenga en un nivel artesanal o de pequeña escala, y mucho menos, cuando no hay procesamiento industrial en masa de una materia prima (Novoa, 2002).

Existen 31 especies explotadas por las pesquerías continentales venezolanas. Entre ellas se encuentra el bagre rayao (*Pseudoplatystoma tigrinum*) que tiene un 15,4% y el coporo (*Prochilodus mariae*) que tiene un 38 % de explotación por la pesca fluvial en el eje Orinoco-Apure (Inapesca, 1998).

En el oriente venezolano, se han realizado algunos análisis en cuanto a la composición lipídica de tejidos musculares, entre los cuales se tienen tres estudios muy importantes: un trabajo de investigación en 27 especies de peces de origen marino (Maza, 1991), un estudio en el tejido muscular, adiposo e hígado de 2 especies de agua dulce (D'Armas, 1993) y otro trabajo sobre la composición lipídica en los hígados y huevos de 12 especies de peces de mar y de río (Ramírez, 1985). La determinación del contenido lipídico en los diferentes tejidos musculares de los peces analizados en los tres trabajos antes mencionados, se realizó mediante la técnica de resonancia magnética nuclear de ^{13}C (RMN ^{13}C).

La especie *Pseudoplatystoma tigrinum* (Figura 1) es conocida comúnmente como bagre rayao, tiene una coloración gris en la cabeza y el dorso, mientras que el abdomen es blanco. Se diferencia de otras especies por la forma e intensidad de las bandas o rayas negras que corren a ambos lados del cuerpo, así como la forma de su cabeza. Se distribuye en la mayoría de las cuencas de los grandes ríos de Sudamérica. En Venezuela, se localiza en la cuenca de río Orinoco. Es un pez de fondo que ocupa tanto el canal principal como las áreas del plano inundable. En algunos caños del delta del Orinoco, se han capturado juveniles en las zonas profundas. Además, se distribuye en lagunas y aguas claras de pie de monte andino. Alcanzan una talla máxima de 107 cm de longitud estándar. Se han reportado ejemplares con pesos mayores a los 12 kg. La alimentación es carnívora por excelencia. Son preferiblemente piscívoros, empleando una gran variedad de especies de peces como presa, representando más del 95% de los alimentos ingeridos. También ingieren camarones, insectos y vegetales. (Novoa y Ramos, 1982).



Figura 6. *Pseudoplatystoma tigrinum*.

La especie *Prochilodus mariae* (Figura 2) es conocida comúnmente como coporo o coporo llanero. Durante el periodo de lluvias, se encuentra en las sabanas inundadas y cuerpos de agua con poca o ninguna corriente. Al comienzo de la sequía, migra hacia piedemonte y montañas andinas, donde permanecen hasta el retorno de la época lluviosa. Es un pez de hábitos pacíficos que prefiere vivir con otras especies vegetarianas. Se oculta entre obstáculos y mordisquea las plantas si faltan alimentos vegetales en la dieta. La alimentación es detritívora, alimentándose de algas, protozoarios, bacterias y plancton del lodo y *detritus*. Durante periodos de aguas altas puede llegar a acumular grandes depósitos de grasa en el abdomen, los cuales utiliza

como fuente energética durante las migraciones. Presentan un tamaño en estado natural que puede llegar a alcanzar los 50 cm de longitud con pesos de 1 250 g (Salinas y Agudelo, 2000).

Se encuentran ampliamente distribuidos en toda la cuenca del Río Orinoco desde el Casiquiare hasta el delta. Es una de las especies más importante en pesquería comercial donde es vendida al público principalmente entero y fresco, de bajo precio, especialmente en época de sequía cuando hay mayor afluencia y tiene un sabor agradable. Su captura, depende, principalmente de redes de ahorque fijas y de las atarrayas coporeras (Novoa, 2002).



Figura 7. *Prochilodus mariae*.

Hoy en día, en Venezuela, se han realizado numerosos trabajos de investigación sobre tejidos vegetales y animales, específicamente en semillas, frutas y especies marinas, donde se han estudiado sus componentes energéticos y químicos, tales como: los lípidos, las proteínas y el glucógeno. Sin embargo, ciertas especies de peces de agua dulce de alto consumo por la población y de importancia comercial en el sur del país no han sido tan estudiadas, por lo cual surge la necesidad de evaluar la composición lipídica y proximal, como también algunos elementos de las especies *Pseudoplatystoma tigrinum* (bagre rayao) y *Prochilodus mariae* (coporo) provenientes de la Laguna de Caicarita, Caicara del Orinoco, estado Bolívar, otorgando datos bioquímicos importantes de esos peces que habitan en esa laguna de inundación. Dichos estudios permitirán estimar el valor nutricional y energético de esas especies, y servirán de aporte informativo para su producción piscícola.

METODOLOGÍA

Área de muestreo

La recolección de las muestras se llevó a cabo en la Laguna de Caicarita (figura 8), situada en Caicara del Orinoco ($66^{\circ} 43' 28''$ W y $7^{\circ} 57' 50''$ N), estado Bolívar.

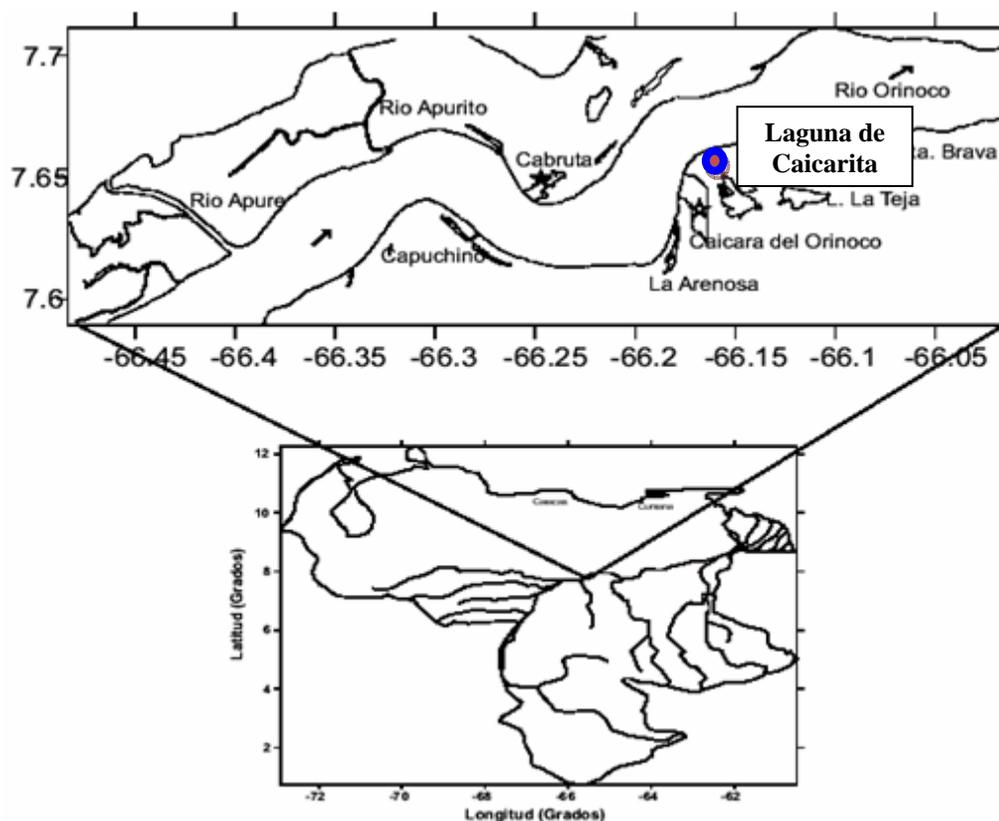


Figura 8. Mapa de la zona de muestreo.

Muestreo del material dulceacuícola

Se realizaron los muestreos de las especies dulceacuícolas en las épocas de sequía (noviembre) y lluvia (julio) durante el año 2010, en la Laguna de Caicarita, estado Bolívar. Se recolectaron 12 ejemplares adultos de las especies *Pseudoplatystoma tigrinum* (talla: 38-43 cm, masa: 320-335 g de ambos sexos) y *Prochilodus mariae* (talla: 32-35 cm, masa: 130-140 g de ambos sexos), los cuales se trasladaron al laboratorio de Recursos Acuáticos del Instituto Limnológico de la Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar, donde se le extrajo el tejido muscular a cada especie. Se

limpiaron y lavaron con abundante agua desionizada para eliminar iones y algunas impurezas que pudieron estar presentes en el tejido de los peces. Posteriormente, se realizó la trituración de los tejidos en una licuadora y un mortero de porcelana; seguidamente, los triturados fueron colocados en envases de vidrio, debidamente esterilizados, y congelados para su posterior análisis.

Extracción de los lípidos totales

A cada pez se le extrajeron los lípidos totales, empleando la técnica de Overturf y Dryer (Overturf y Dryer, 1967). Para ello se tomó una cierta cantidad de muestra triturada, a la que se le agregó una mezcla de cloroformo: metanol (2:1 V/V) cuyo volumen fue 20 veces la masa de la muestra. La mezcla se homogenizó con la mitad del solvente por agitación durante una hora, se filtró y el residuo se reextrajo con la otra mitad del solvente para garantizar una extracción eficaz y completa de los lípidos. El filtrado se colocó en un embudo de separación, se le agregó una solución de NaCl 0,05 mol/l, aproximadamente un tercio del volumen del filtrado y se dejó reposar en refrigeración, aproximadamente 16 horas. Posteriormente, se separó la capa orgánica y se recogió en un beaker que contenía Na₂SO₄ anhidro, luego se filtró y la solución se llevó a un rotaevaporador, para evaporar la mezcla de solventes. Después, se le burbujeó nitrógeno para eliminar completamente el solvente e impedir la oxidación de la muestra. El producto obtenido, por triplicado, fue el extracto de los lípidos totales y se cuantificó por gravimetría el contenido lipídico.

Esterificación y trans esterificación de los ácidos grasos

La conversión de los ácidos grasos presentes en los lípidos totales a ésteres metílicos se realizaron por el método de Brokerchhoff (Coristie, 1973), mediante el cual se tomaron 20 mg de muestra lipídica, se disolvió en 1 ml de éter dietílico, se le agregó 1 ml de KOH 0,5 mol/l en metanol y se agitó vigorosamente. Después, se dejó en reposo por 10 min y se le agregó 1 ml de HCl 1 mol/l, se extrajo con éter de petróleo en porciones de 1 ml, el solvente se evaporó con nitrógeno y el producto que se obtuvo fueron los ésteres metílicos de los ácidos grasos libres así como la trans esterificación de los triacilgliceroles y fosfolípidos.

Identificación de los ácidos grasos

La composición porcentual de los ácidos grasos en los extractos de lípidos totales, se determinó mediante el análisis de los ésteres metílicos de dichos ácidos grasos correspondientes a cada muestra, en un cromatógrafo de gas-líquido. La identificación de los ácidos grasos se realizó mediante la comparación de los tiempos de retención, determinados con los patrones comerciales de ésteres metílicos (Farnworth *et al.*, 1982).

Identificación y cuantificación de los diferentes tipos de lípidos

Los distintos lípidos presentes en el extracto de cada una de las muestras en estudio, fueron identificados y cuantificados por cromatografía de capa fina automatizada, acoplada a un detector de ionización de llama (TLC-FID), sistema Iatroscan (Ohsima *et al.*, 1987).

El equipo utilizado para el análisis de las distintas muestras fue un Iastroscan TH-10 TLCV-FID, operado con un integrador Iatrocorder TC-11. Las condiciones a las cuales operó el detector de ionización a la llama fueron:

Flujo de aire: 1,5 l/min (bomba generadora).

Flujo de Hidrógeno: 170 ml/min.

Velocidad de análisis: 35 s/varilla.

Las muestras de los lípidos, previamente disueltas en cloroformo, se colocaron con una inyectora Hamilton, en varillas de cuarzo recubiertas con sílica gel, las cuales fueron activadas previamente pasándolas por el detector (Ackman, 1982).

Los cromatogramas se desarrollaron en un tanque cromatográfico con una mezcla de solventes hexano: éter dietílico: ácido acético (70:29:1 V/V), que conllevaron a una buena separación de los lípidos polares y no polares. Después, las varillas se secaron a 100 °C, aproximadamente por 3 minutos en un horno Iatron Rod Dryer e inmediatamente se analizaron con el Iatroscan. La identificación de los lípidos presentes en el extracto, se realizó por comparación de los tiempos de retención con los registrados para patrones comerciales.

Las proporciones de los diferentes lípidos, se obtuvieron por la integración del área bajo la curva, que representa a cada tipo de lípido en el cromatograma.

Caracterización de los lípidos por RMN ^{13}C

Resonancia magnética nuclear de ^{13}C , es una técnica no destructiva que se aplicó en forma complementaria para la identificación de los lípidos, según los tipos de carbonos presentes en el espectro. Para tal fin, se tomaron aproximadamente 50 mg de cada uno de los extractos lipídicos totales de cada especie, se disolvieron en cloroformo deuterado con una pequeña cantidad de tetrametilsilano (TMS) y se colocaron en tubos de resonancia de 10 mm de diámetro. Los espectros se obtuvieron a 75,0 MHz con un espectrómetro Varian 300, operando con técnicas de pulso y transformada de Fourier. Los desplazamientos químicos (δ), se reportaron en ppm con respecto al TMS.

Determinación cuantitativa de proteínas

Para la cuantificación de las proteínas totales, se tomó 1 g del tejido macerado y se homogeneizó en frío con 9 ml de agua destilada y una solución de NaOH 0,1 mol/l, se centrifugó a 3000 rpm durante 15 minutos y se transfirió el sobrenadante a otro tubo de ensayo. Las proteínas totales se determinaron por el método de Biuret (Alemany y Font, 1982), el cual se basó en tomar una alícuota del sobrenadante (0,6 ml), al cual se le agregó reactivo de Biuret (4 ml) y agua destilada (0,4 ml) e, inmediatamente, se colocó en baño de agua a 35°C durante 10 minutos; pasado el tiempo se leyó la absorbancia a 540 nm en un espectrofotómetro. Las proteínas totales presentes en la muestra macerada se valoraron mediante una curva de calibración con albúmina bovina sérica.

Determinación cuantitativa de humedad y cenizas

A cada una de las muestras se le realizó el análisis de humedad y ceniza, según los métodos recomendados: para humedad, por secado a 110°C durante 24 horas en una estufa marca Imperial, para lo cual se pesó un gramo de la muestra en crisoles, por triplicado. Luego, pasadas las 24 horas y habiendo pesado, se colocaron los crisoles con la muestra en una mufla marca Vulcan A-130 a 450°C durante 12 horas, para obtener la cantidad de cenizas en el tejido muscular (AOAC, 1990).

Determinación de la composición proximal

A cada una de las muestras se le realizó el análisis proximal, según los métodos

recomendados por la Sociedad Oficial de Química Analítica (AOAC, 1990): humedad por secado a 110°C, durante 24 horas en una estufa marca Imperial V; proteínas por el método de Biuret, cenizas por combustión a 450°C durante 12 horas en una mufla marca Vulcan A-130 y grasa por el método propuesto por Overturf y Dryer (1967). Luego del cálculo de los parámetros antes mencionados, por diferencia se pudo determinar el contenido de carbohidratos, el cual se expresó en porcentaje e igual a $100 - (\text{proteínas} + \text{grasas} + \text{humedad} + \text{cenizas})$.

Determinación cuantitativa de glucógeno

La extracción de glucógeno se realizó mediante el método de Winmer *et al.* (1970). Se colocó 1 g del tejido del pez en un tubo de ensayo conteniendo 2 ml de KOH 30%, seguido por una incubación en un baño de María por espacio de 30 minutos.

La solución resultante se enfrió a temperatura ambiente, se le añadieron 5 ml de etanol 95% para precipitar el glucógeno; el contenido del tubo se agitó mediante un mezclador. La mezcla alcohólica se sometió a ebullición breve; seguidamente, se dejó enfriar a 26°C. La preparación se centrifugó a 4000 rpm por 15 minutos en una centrifugadora clínica marca IEC Clinical Centrifuge a temperatura ambiente. El líquido se decantó y el precipitado se disolvió en 2 ml de agua destilada.

La cuantificación de glucógeno se llevó a cabo a través de la reacción con antrona (Winmer *et al.*, 1970). Se tomó 0,1 ml de la solución de glucógeno, se le agregó agua destilada y 4 ml de reactivo de antrona (0,2% en H₂SO₄ concentrado), inmediatamente se sometió a ebullición en un baño de María por espacio de 15 minutos. Se enfrió a temperatura ambiente y luego se leyó la absorbancia espectrofotométricamente a 620 nm. La cantidad de glucógeno en cada especie se estimó mediante una curva de calibración con glucosa.

Determinación elemental (K, Na, Ca, Mg, Mn y P)

Para el análisis de los metales K, Na, Ca, Mg y Mn, se pesó 1 g de muestra en una balanza analítica marca Denver Instrument TM-204 con un error de 0,0001 g, posteriormente, se disolvieron los metales por digestión ácida con 10 ml de HNO₃. Luego, se filtraron y se enrasaron hasta 25 ml con agua desionizada. Para este análisis, se utilizó un espectrofotómetro marca Perkin Elmer modelo 5300, usando un patrón

multielemental con curva de calibración en el rango 0-80 mg/l.

Por otro lado, para la determinación de fósforo, la muestra se incineró en una mufla marca Vulcan A-130 a 450°C durante 12 horas; las cenizas se disolvieron en 10 ml de ácido nítrico concentrado y su volumen se ajustó con agua bidestilada y desionizada a 50 ml, según la metodología descrita por la AOAC (1990). A la solución ácida de cenizas, se le analizó la concentración de P por fotolorimetría, basado en la disminución de la intensidad de un haz de luz monocromática cuando pasa a través de una solución coloreada. La concentración de la solución diluida es medida a través de la intensidad de luz absorbida. El mineral se cuatificó, utilizando una solución estándar de fósforo.

Análisis estadístico

Con base a los distintos valores de humedad y cenizas, y las diferentes concentraciones de los distintos ácidos grasos, proteínas totales y glucógeno, obtenidas en las distintas épocas de muestreo, correspondientes a periodos de sequía y lluvia, se aplicó un análisis de varianza de dos factores (factor 1: concentración, factor 2: periodo climático o especie). Este análisis permitió establecer la comparación entre los parámetros determinados de las distintas especies y las épocas del año en que fueron tomadas las muestras; de igual manera las concentraciones de las diferentes variables entre las especies estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el estudio de la composición lipídica, ácidos grasos, glucógeno y análisis proximal, el cual comprende proteínas, carbohidratos, cenizas y humedad, correspondientes al análisis de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, para los periodos de sequía y lluvia. Además, se reporta el contenido de algunos elementos esenciales como el K, Na, Ca, Mg, Mn y P en cada una de estas especies. Dichos resultados se encuentran desglosados en función del estudio al cual fue sometido el tejido de cada una de las especies.

Determinación de los lípidos totales

La cuantificación de los lípidos totales de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae* se realizó mediante el método de gravimetría. El porcentaje de lípidos se determinó mediante la relación [(masa del extracto lipídico/ masa del tejido) x 100]. En la tabla 2 se muestran las concentraciones lipídicas (%) para las especies estudiadas en las diferentes épocas de muestreo. Se obtuvo un contenido lipídico total que estuvo entre 2,80 y 0,93%, correspondiendo el valor máximo y el mínimo a las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, respectivamente en la época de sequía; mientras que en la época de lluvia resultó, con mayor concentración lipídica, la especie *P. tigrinum* con 3,12%, mientras que en menor cantidad, con 0,97% la especie *P. mariae*.

El análisis de varianza aplicado a estos valores de las especies en estudio, correspondientes a la época de sequía (tabla 1A - Apéndice A), evidenció la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) a un intervalo de confianza del 95%, lo cual se constató a través de una prueba *a posteriori* LSD (tabla 2), que mostró la formación de dos grupos homogéneos conformados por las muestras de cada uno de los muestreos realizados.

Además, el estudio correspondiente a la época de lluvia (tabla 2A - Apéndice A) mostró, igualmente, diferencias estadísticamente significativas, observándose la formación de dos grupos homogéneos; es decir; se pueden observar diferencias significativas entre las dos especies estudiadas.

Tabla 2. Porcentaje de lípidos totales de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Época de muestreo	Especie	Réplicas lípidos (% m/m)	$\bar{X} \pm S$	(GH)
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	2,89	2,80 ± 0,52	X
		2,24		
		3,26		
	<i>P. mariae</i>	1,03	0,93 ± 0,42	X
		0,47		
		1,29		
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	3,49	3,12 ± 0,37	X
		3,11		
		2,76		
	<i>P. mariae</i>	0,99	0,97 ± 0,02	X
		0,96		
		0,97		

\bar{X} : Media; S: Desviación estándar; GH: Grupo homogéneo (LSD).

Las diferencias observadas en el contenido lipídico de las diferentes especies estudiadas en las dos épocas, pueden estar relacionadas con las condiciones ambientales de la zona de muestreo al momento de captura (salinidad, temperatura, clorofila, oleaje, pH), la disponibilidad de alimentos, diferencias biológicas como tamaño, sexo y ciclo biológico o desove de las especies entre otros factores (endógenos y/o exógenos), los cuales pudieron influir en la variabilidad del contenido lipídico en las especies. Algunos autores han manifestado que la disponibilidad de alimentos con elevado valor nutritivo, es uno de los factores exógenos más importantes que pueden incidir, conjuntamente con diversos factores endógenos, en la variación de los componentes energéticos, entre estos los lípidos (Gardner y Riley, 1972). Estas diferencias del contenido lipídico se debe a que la especie *P. mariae* es detritívora, dado que ella tiende a desarrollar la capacidad de consumir cualquier tipo de alimento disponible (fango y detritus orgánico), cuando sus alimentos tienden a escasear (Salinas y Agudelo, 2000) y la especie *P. tigrinum* por ser una especie piscívora; generalmente se alimenta de peces juveniles, que constituyen el alimento principal para los peces adultos, debido a la gran actividad reproductiva en la

época de lluvia (Novoa y Ramos, 1982); obligando a ambas especies a adaptarse a las condiciones que el medio les exija.

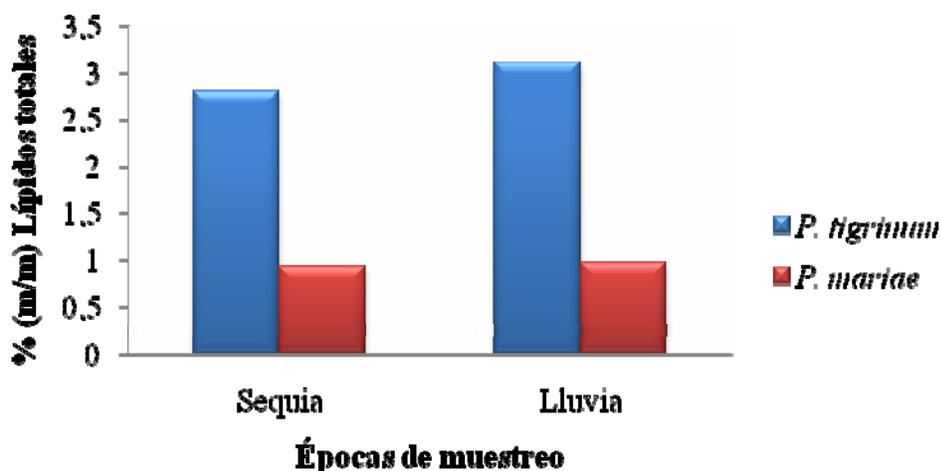


Figura 9. Promedio de lípidos totales de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

En la figura 9 se observa claramente que *P. tigrinum* presentó el mayor contenido lipídico en la época de sequía y lluvia, mientras que *P. mariae* presentó menor contenido de lípidos en ambas épocas; no obstante, ambas especies presentaron elevado contenido lipídico en la época de lluvia.

El análisis de varianza multifactor realizado (tabla 3A-Apéndice A) para comparar el contenido de lípidos, tanto por época como por especie, mostró la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$), lo cual se constató a través de una prueba *a posteriori* LSD, donde se observó la formación de un grupo homogéneo (tabla 3), constituido por las respectivas épocas, siendo el periodo de lluvia, el muestreo con mayor porcentaje lipídico.

Sin embargo para el factor especie, la prueba *a posteriori* LSD, constató la formación de dos grupos homogéneos conformado por las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*.

Tabla 3. Prueba de rangos múltiples realizadas a los lípidos totales, para observar la influencia del factor época y factor especie en la variabilidad de los mismos.

Factor		Lípidos totales (% m/m)	Grupo homogéneo (GH)
Época	Sequía	1,87	X
	Lluvia	2,05	X
Especie	<i>P. tigrinum</i>	2,96	X
	<i>P. mariae</i>	0,95	X

GH: Grupo homogéneo (LSD).

Es de hacer notar, que el contenido lipídico promedio para ambas especies estuvo entre 0,93% para el *P. mariae*, y 3,12% para el *P. tigrinum*, los cuales concuerdan con otros valores de contenido lipídico reportados por González *et al.*, (2009), para la especie *P. mariae* (0,65%) y *P. tigrinum* (3,70%). Por lo que se puede decir, que ambas especies tienen iguales hábitos alimenticios, siendo ambas piscívoras.

Análisis de lípidos totales

Los extractos lipídicos de las muestras en estudio, se analizaron por RMN de ^{13}C con la finalidad de caracterizar los diferentes lípidos presentes en cada una de las muestras de estudio; por cromatografía de capa fina automatizada con detector de ionización de llama (TLC-FID), sistema Iatroscan, a fin de caracterizar y cuantificar los mismos; y además, se estudiaron por cromatografía gas-líquido para así identificar, en lo posible, los ácidos grasos presentes en los lípidos totales.

Los resultados obtenidos se muestran en los cromatogramas, tablas y espectros dados a continuación, clasificados según la especie y la época de captura.

1. Análisis de RMN- ^{13}C

La identificación de los diferentes grupos de lípidos presentes en el tejido muscular de las dos especies se realizó utilizando RMN- ^{13}C , caracterizados en su respectiva tabla de asignación de señales, ambos ilustrados a continuación. Es de enfatizar que los espectros correspondientes a cada una de las muestras, arrojaron similitudes en cuanto a sus desplazamientos químicos (ppm), independientemente de la

época del año. Para la caracterización de las señales de los distintos lípidos, se realizó la asignación de los δ_c obtenidos por comparación con los desplazamientos químicos obtenidos reportados para ésteres de ácidos grasos en estudios previos realizados por Ramírez (1985) y D'Armas (1993), los cuales permitieron realizar las asignaciones respectivas.

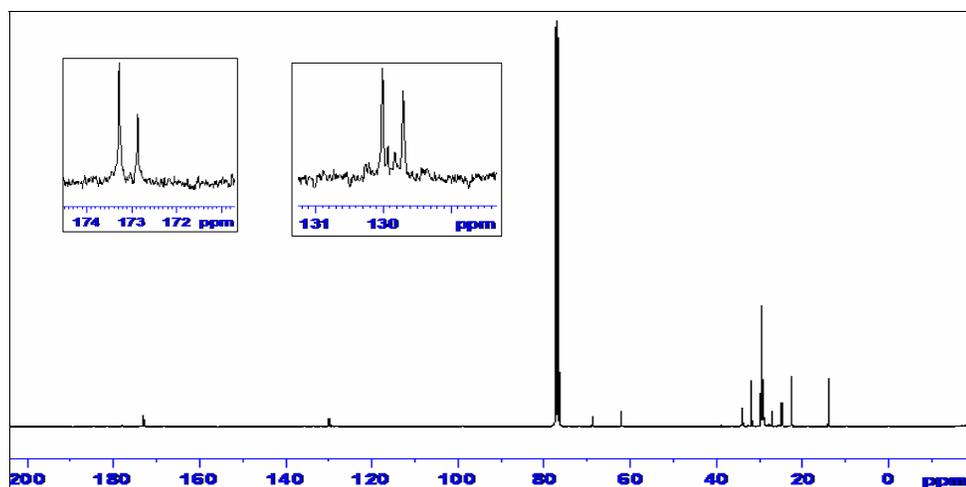


Figura 10. Espectro de RMN-¹³C (CDCl₃; 75 MHz) del extracto lipídico de la especie *P. tigrinum*, colectado en época de sequía.

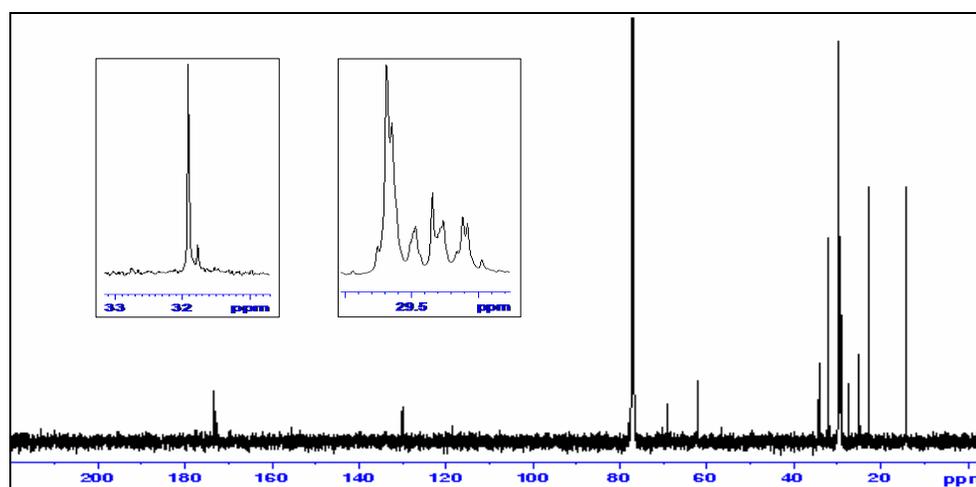


Figura 11. Espectro de RMN-¹³C (CDCl₃; 75 MHz) del extracto lipídico de la especie *P. tigrinum*, colectado en época de lluvia.

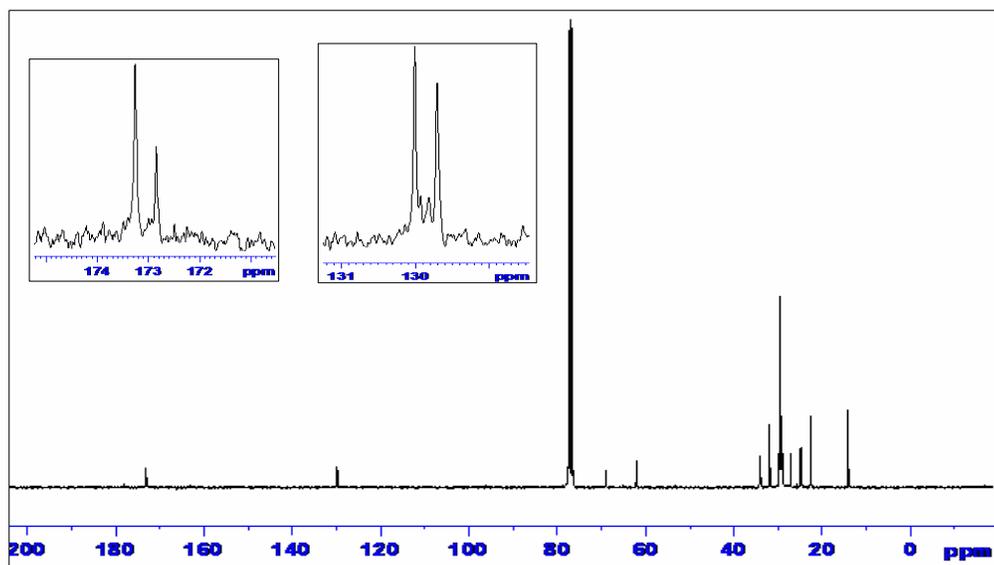


Figura 12. Espectro de RMN- ^{13}C (CDCl_3 ; 75 MHz) del extracto lipídico de la especie *P. mariae*, colectado en época de sequía.

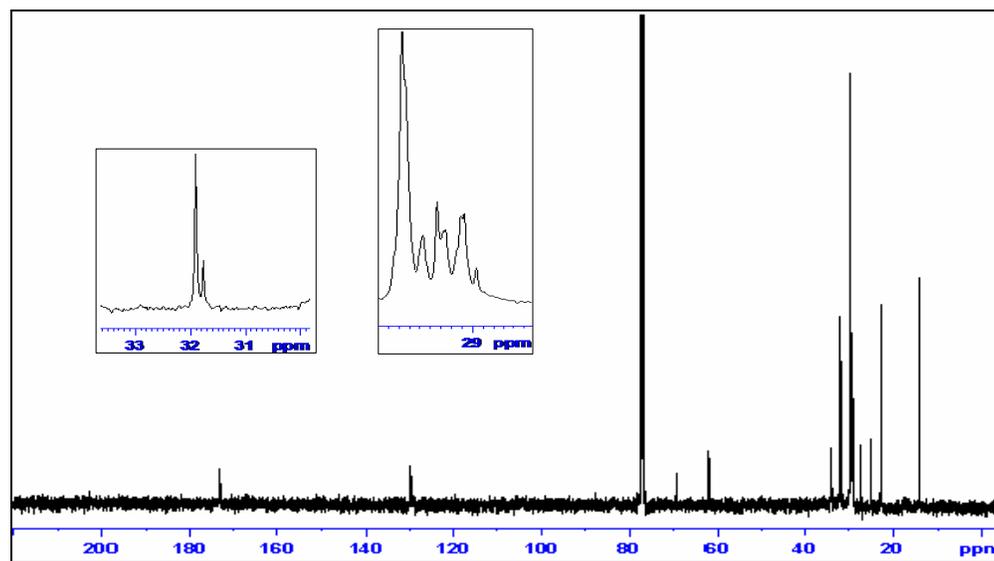


Figura 13. Espectro de RMN- ^{13}C (CDCl_3 ; 75 MHz) del extracto lipídico de la especie *P. mariae*, colectado en época de lluvia.

En las figuras 10–13 se pueden observar los espectros de RMN- ^{13}C correspondientes a las muestras estudiadas y en la tabla 4 se ilustran los desplazamientos químicos correspondientes a las señales asignadas a los respectivos carbonos presentes

en los espectros de RMN-¹³C de la especie *P. tigrinum* y *P. mariae*.

Tabla 4. Asignaciones de RMN-¹³C del extracto lipídico de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita.

Señal	<i>P. tigrinum</i> (δ_c) ^a	<i>P. mariae</i> (δ_c) ^a	Asignaciones ^b
1	14,08	14,09	-CH ₃ , metilos terminales en cadena de ésteres de ácidos grasos.
2	22,67	22,66	CH ₂ -, metileno penúltimo en cadena de ácidos grasos; C- 26 de la molécula de colesterol ^c .
3	24,87	24,86	-CH ₂ -, C-3 en cadena de ácidos grasos; C- 15 y C- 23 de la molécula de colesterol ^c .
4	27,17	27,17	-CH ₂ -, metileno vecino a un doble enlace en ácidos grasos insaturados.
5	28,97	28,97	
6	29,35	29,34	-CH ₂ -, metilenos en cadena de ésteres de ácidos grasos; C-2 de la molécula de colesterol ^c .
7	31,92	31,91	
8	34,22	34,20	CH ₂ -COO-, metileno vecino al grupo carboxílico en ésteres de ácidos grasos.
9	62,12	62,12	-CH ₂ -O-, C-1 y C-3 del glicerol en los triacilglicerol.
10	68,92	68,92	-CH-O-, C-2 del glicerol en los triacilglicerol.
11	129,82	129,81	CH=CH-, carbonos olefinicos en ésteres de ácidos grasos de los triacilglicerol y fosfolípidos.
12	129,93	129,93	
13	172,86	172,85	-COO-, carbono carboxílicos en ésteres de ácidos grasos de los triacilglicerol y fosfolípidos.
14	173,28	173,26	

a: Espectros realizados a 75 MHz en solución de CDCl₃. Los desplazamientos químicos están expresados en ppm en relación al TMS. b: Asignaciones realizadas según valores reportados por Ramírez (1985) y D'Armas (1993). c: ver figura 3.

La señal a δ_c 14,08 ppm pertenece a los metilos terminales de los ácidos grasos constituyentes del triacilglicerol, las señales de 22,66 y 24,87 ppm corresponden al metileno penúltimo en ácidos grasos y al C-3, respectivamente, en la misma cadena carbonada.

A δ_c 27, 15 ppm, se encuentra una señal asignable a metilenos vecinos a un doble enlace en una cadena de ácidos grasos insaturados.

Las señales comprendidas entre δ_c 29,34 y 31,92 ppm, corresponden a los metilenos intermedios de los ácidos grasos, siendo más intensa la señal a δ_c 29,34 mostrando un pico muy pronunciado en cada uno de los espectros, como resultado de la gran cantidad de carbonos alifáticos en las cadenas de ácidos grasos saturados e insaturados que tienen ese desplazamiento (D'Armas, 1993; Milano, 2003).

Otras señales características del triacilglicerol son las de δ_c 34,20 ppm, 62,12 y 68,92 ppm, correspondientes al metileno vecino al grupo carboxilo en ésteres de ácidos grasos, los C-1 y C-3, y el C-2, respectivamente, esto se puede observar en la figura 14.

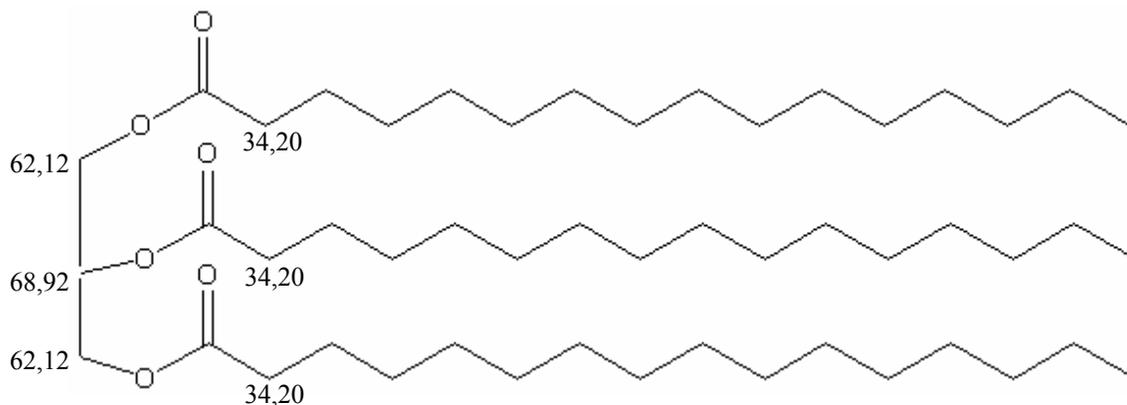


Figura 14. Estructura posible de un triacilglicerol, mostrando algunas asignaciones de RMN ^{13}C correspondientes.

En la región comprendida entre δ_c 129,81 y 129,93 ppm, se observan las señales pertenecientes a los carbonos olefinicos (dobles enlaces) en las cadenas de ácidos grasos, constituyentes del triacilglicerol o fosfolípidos o ácidos grasos libres presentes en *P. tigrinum* y *P. mariae*; es de hacer notar que cuando los ácidos grasos insaturados que predominan son del tipo monoinsaturados (tales como el ácido oleico, 18:1) se observa un dominio de la señal que aparece alrededor de δ_c 129,81 y 129,93 ppm, ya que estos ácidos solo presentan esta señal en la región olefinica (Ramírez, 1985).

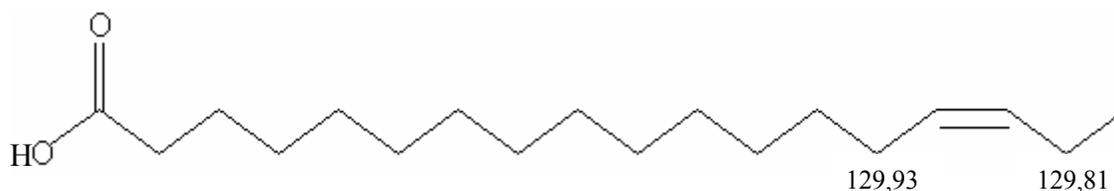


Figura 15. Ácido oleico, mostrando las asignaciones correspondientes a los carbonos olefínicos.

A campo más bajo se encontraron las señales δ_c 172,86 y 173,28 ppm, correspondientes a los carbonos carboxílicos de las moléculas de triacilglicerol. La señal de δ_c 173,28 ppm, es la de mayor intensidad debido a los carbonos unidos a las posiciones 1 y 3 de la molécula del triacilglicerol, mientras que la banda de δ_c 172, 86 ppm pertenece al carbono unido a la posición 2. Estas señales se pueden observar en la figura 16.

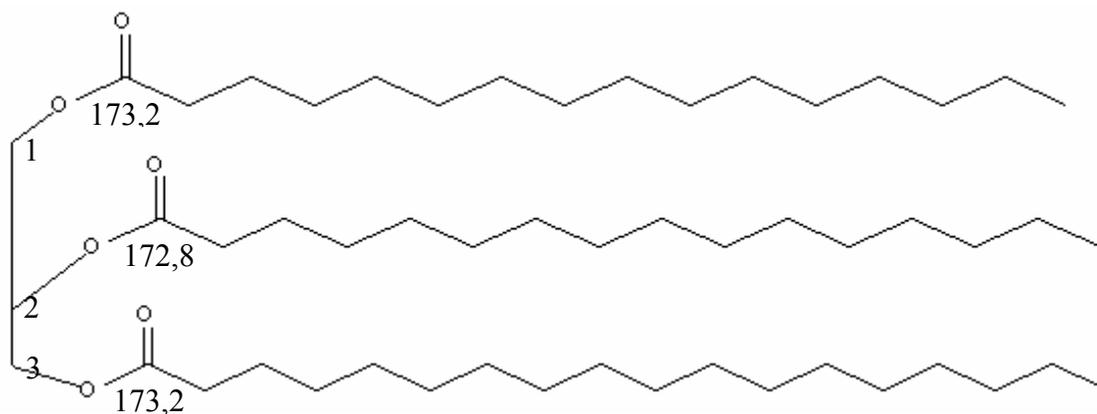


Figura 16. Estructura posible de un triacilglicerol, mostrando las asignaciones carbonílicas respectivas.

Cabe señalar que a través de RMN - ^{13}C no se pudo detectar con facilidad la señal correspondiente a δ_c 71,60 ppm, la cual corresponde al C-3 (oxigenado) de la molécula de colesterol, ya que esta señal posiblemente se encuentre superpuesta con la del C-3 de la molécula de triacilglicerol (δ_c 68,92 ppm).

Las señales identificadas mediante esta técnica, se corroboraron a través de TLC/FID, la cual permitió caracterizar y cuantificar los lípidos totales presentes en

ambas especies.

2. Análisis de los lípidos por TLC/FID (Iastroscan)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las diferentes especies, llevándose a cabo la caracterización y cuantificación de los diferentes lípidos, aplicando la técnica de cromatografía de capa fina automatizada (Iastroscan). La identificación de los lípidos se realizó por comparación de los tiempos de retención obtenidos en patrones comerciales y los porcentajes de distribución se calcularon mediante el área del pico derivado del cromatograma. En todos los casos se realizaron cinco determinaciones, calculándose la media y la desviación estándar.

En las figuras 17-20 se pueden observar los cromatogramas correspondientes a las especies estudiadas, donde se muestran los lípidos separados en orden creciente de polaridad y en la tabla 5 se especifican las concentraciones (%)(m/m) para *P. tigrinum* y *P. mariae*.

Las concentraciones de los lípidos presentes en ambas especies, mostraron el mismo patrón cromatográfico para las bandas de fosfolípidos y triacilgliceroles, presentando los siguientes órdenes de polaridad: FLP > TAG para *P. tigrinum* y FLP > AGL > COL > TAG para *P. mariae*, es decir, que para *P. tigrinum* se encontraron dos clases y para *P. mariae* cuatro clases de lípidos.

Tabla 5. Porcentajes promedio de los diferentes lípidos presentes en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Época de muestreo	Especie	FLP ($\bar{X} \pm S$)	AGL ($\bar{X} \pm S$)	COL ($\bar{X} \pm S$)	TAG ($\bar{X} \pm S$)
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	49,95 ± 0,08	-	-	50,05 ± 0,08
	<i>P. mariae</i>	48,13 ± 0,10	3,14 ± 0,26	6,62 ± 0,06	42,11 ± 0,30
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	3,24 ± 0,45	-	-	96,76 ± 1,32
	<i>P. mariae</i>	40,62 ± 0,11	5,60 ± 0,02	2,86 ± 0,05	50,92 ± 0,04

FLP: Fosfolípidos; AGL: Ácidos grasos libres; COL: Colesterol; TAG: Triacilgliceroles; \bar{X} : Media; S: Desviación estándar, número de réplicas: 5

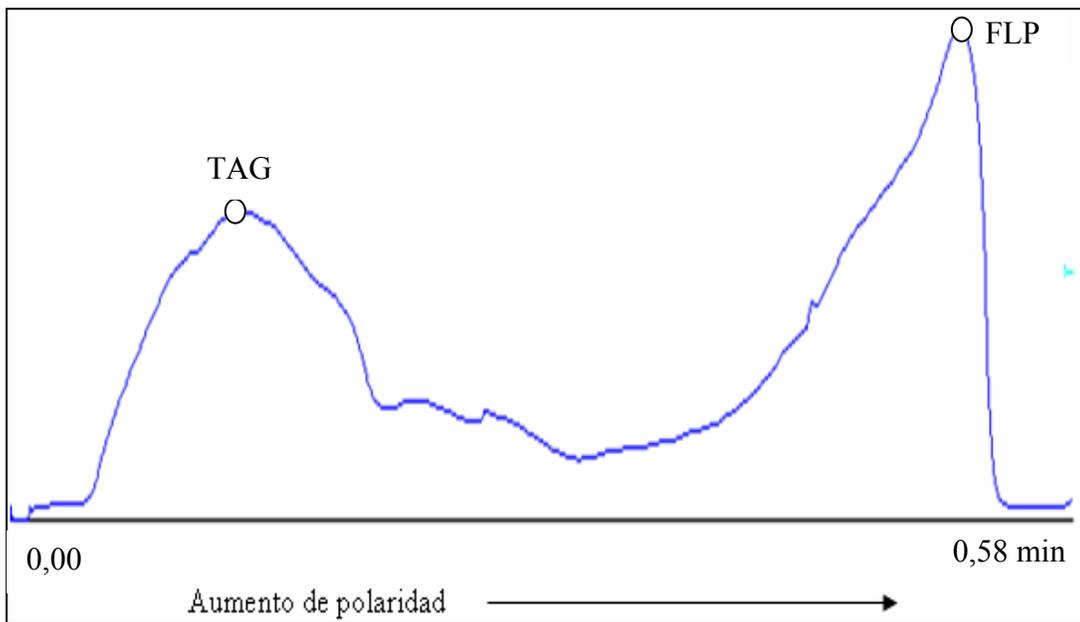


Figura 17. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de la especie *P. tigrinum*, obtenido en época de sequía.

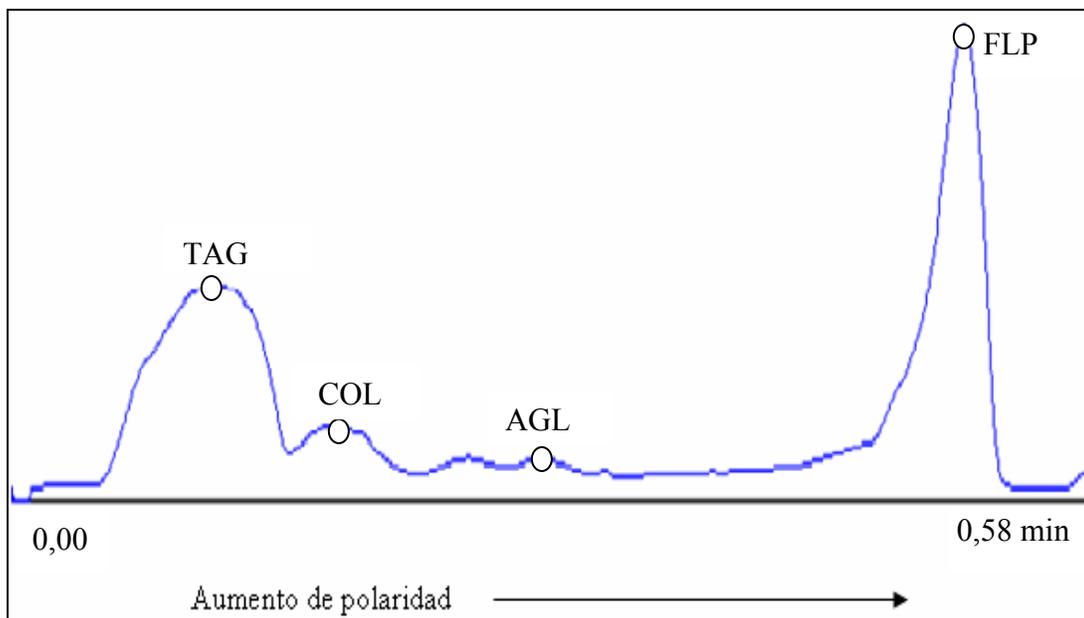


Figura 18. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de la especie *P. mariae*, obtenido en época de sequía.

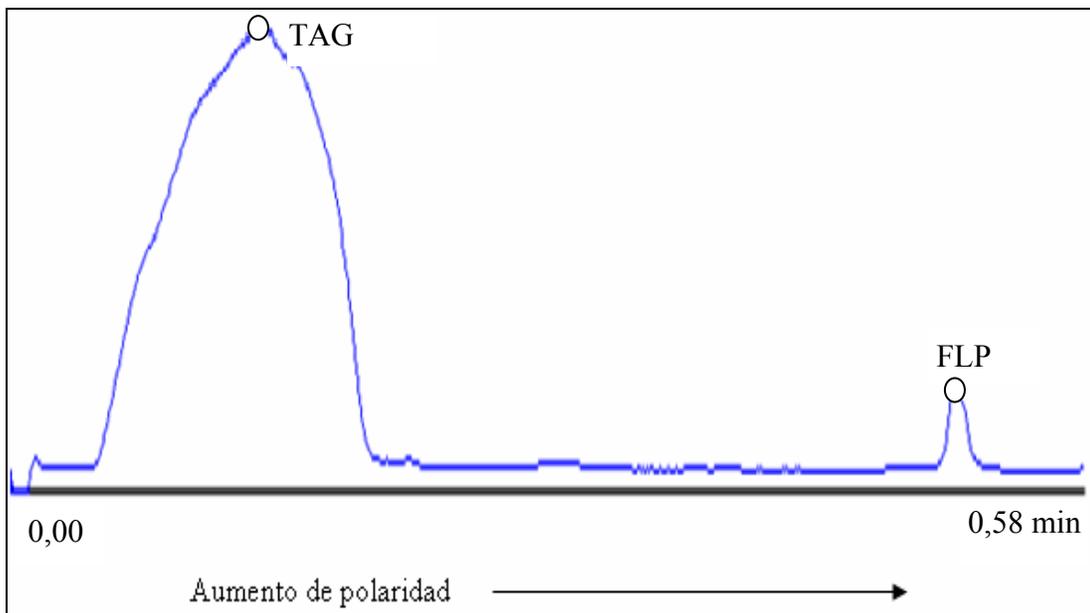


Figura 19. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de la especie *P. tigrinum*, obtenido en época de lluvia.

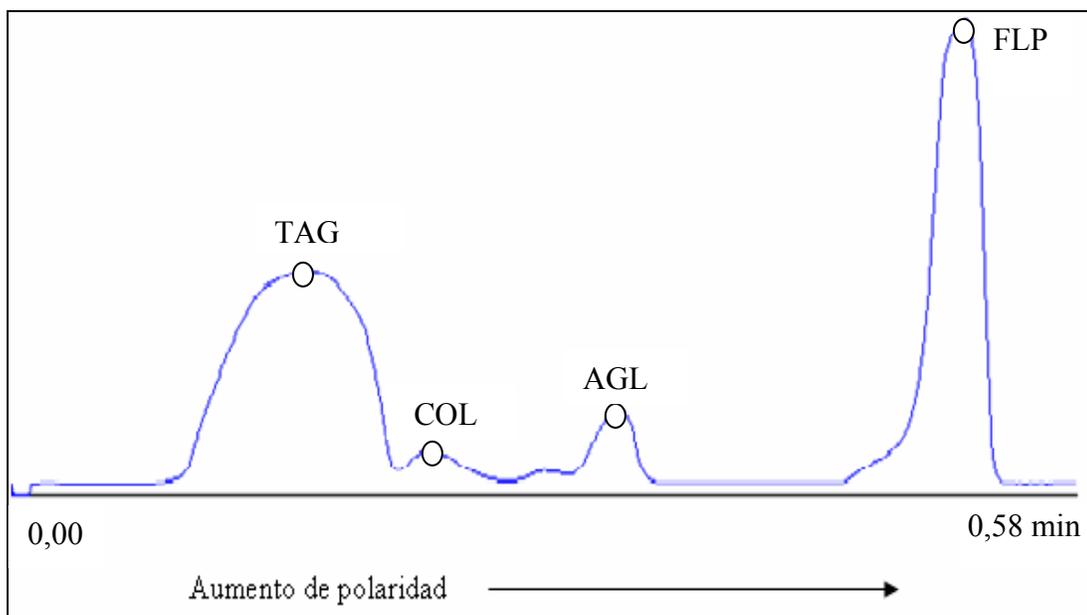


Figura 20. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de la especie *P. mariae*, obtenido en época de lluvia.

La variabilidad en el porcentaje de distribución de los lípidos en cada especie se muestra en la figura 21. En la misma se puede observar claramente que para *P. tigrinum* los lípidos mayoritarios fueron los triacilgliceroles, los cuales oscilaron entre 50,05 y 96,76%, en la época de sequía y lluvia; seguidamente los fosfolípidos reportando valores entre 3,24 y 49,95%, estos obtenidos en la época de lluvia y sequía respectivamente. De igual forma los lípidos mayoritarios para la especie *P. mariae* fueron los triacilgliceroles (42,11 a 50,92%), correspondiendo el valor mínimo a la época de sequía y el máximo a la época de lluvia; seguidos en mayor concentración, se presentaron los fosfolípidos (40,62-48,13%) y el colesterol (2,86-6,62%). Por último, en menor proporción se encontró los ácidos grasos libres (3,14-5,60%).

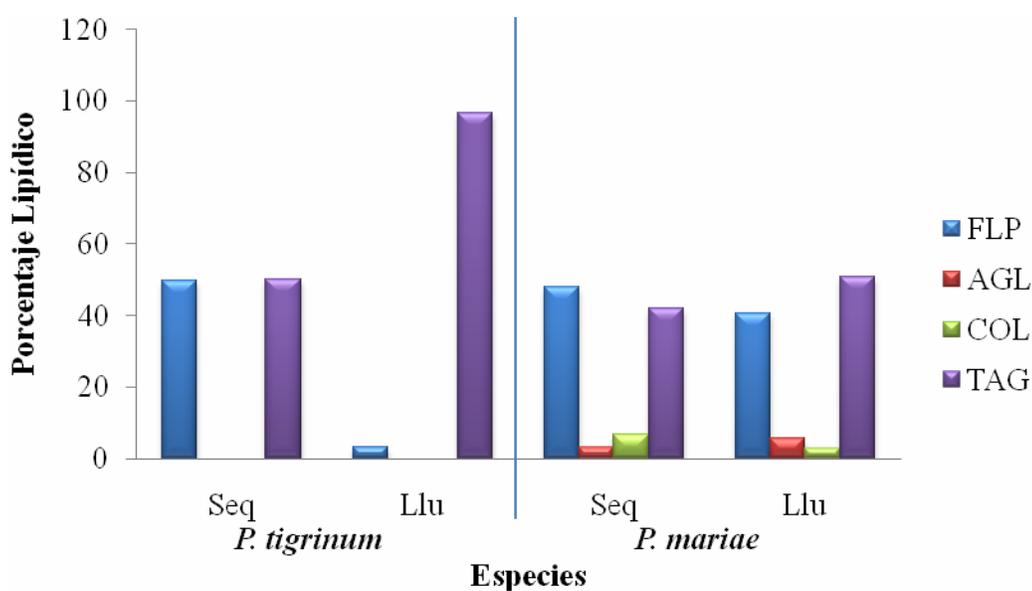


Figura 21. Composición lipídica de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita colectados en las dos épocas del año (Seq: Sequía; Llu: Lluvia).

En la especie *P. tigrinum*, los fosfolípidos variaron entre 49,95% (sequía) y 3,24% (lluvia). Éstos fluctuaron de manera inversa a los triacilgliceroles (50,05-96,76%) en los dos muestreos, es decir, la mayor proporción de uno correspondió con la menor proporción del otro; debido a que la especie utiliza las concentraciones de fosfolípidos para la reproducción de nuevos gametos y además en la época de lluvia los niveles de

alimentos son escasos, lo cual hace que la especie tenga que adaptarse a las condiciones del medio. Estos resultados coinciden con lo reportado en investigaciones previas de lípidos en organismos marinos (Malavé, 1995; Koftayan, 2003; Milano, 2003), en las cuales se atribuye este hecho a la biosíntesis de uno a partir del otro. Los fosfolípidos (FLP) realizan funciones estructurales, como componentes de membranas, por lo cual no pueden cumplir funciones energéticas; sin embargo, los ácidos grasos que los constituyen si pueden cumplir con esa función. Existe la posibilidad de que la hidrólisis de FLP, represente fuentes de ácidos grasos para los TAG, de allí la transformación de fosfolípidos a triacilgliceroles (Malavé, 1995).

El análisis de varianza realizado a esta especie para comparar el contenido de fosfolípidos (tabla 1B-Apéndice B) y triacilgliceroles (tabla 2B-Apéndice B) de las muestras de las distintas épocas, el análisis reveló la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$), encontrándose que las muestras no presentan homogeneidad en cuanto al contenido de fosfolípidos y triacilgliceroles, es decir, se presenta la formación de dos grupos homogéneos para ambos tipos de lípidos (tabla 6).

Tabla 6. Prueba de rangos múltiples de una vía realizada aplicada a los diferentes lípidos en la especie *P. tigrinum* en relación al factor muestreo.

Época de muestreo	FLP	TAG
Sequía	X	X
Lluvia	X	X

FLP: Fosfolípidos; TAG: Triacilgliceroles.

La especie *P. mariae* presentó su composición lípidica constituida por fosfolípidos, ácidos grasos libres, colesterol y triacilgliceroles. Los fosfolípidos variaron entre 40,62% (lluvia) y 48,13% (sequía). Estos fluctuaron de manera inversa a los triacilgliceroles (42,11-50,92%) en los dos muestreos. Las elevadas concentraciones de fosfolípidos en las diferentes muestras de estudio pueden ser explicadas porque ellos, en asociación con las proteínas y otros lípidos, forman parte de los complejos lipoproteínicos que constituyen la matriz de las paredes de las membranas celulares (Ciarfella, 1987).

Adicionalmente, el predominio de fosfolípidos en las diferentes muestras puede ser debido principalmente a hábitos alimenticios como protozoarios, fitoplancton, algas, entre otros.

Los ácidos grasos fueron encontrados en una proporción bastante baja (3,14-5,60%), relativamente, en época de sequía y lluvia, coincidiendo estos resultados con la literatura donde se indica que los ácidos grasos raras veces se hallan libres en la naturaleza, ya que mayormente se encuentran unidos a otras moléculas (Murray *et al.*, 1991).

Por su parte, se evidenciaron valores bajos de colesterol en la época de lluvia (2,86%), y en la época de sequía (6,62%).

Es de hacer notar, que los valores más altos de fosfolípidos correspondieron con la época de sequía, periodo de abundante vegetación marina en la zona de estudio (Jordán, 1997; Gómez, 1999). Estos resultados coinciden con los obtenidos en un estudio lipídico de dos especies de erizos de mar (Malavé, 1995), donde se plantea una posible relación entre el aporte alimenticio de la vegetación marina y los altos valores de fosfolípidos.

Debido a los diversos valores lipídicos encontrados, se realizó un análisis de varianza que suministró diferencias significativas ($p < 0,05$) para las concentraciones de fosfolípidos (tabla 3B-Apéndice B), ácidos grasos libres (tabla 4B-Apéndice B), colesterol (tabla 5B-Apéndice B) y triacilgliceroles (tabla 6B-Apéndice B) en las muestras de esta especie. La prueba *a posteriori* LSD (tabla 7) constató la formación de dos grupos homogéneos para los diferentes tipos de lípidos.

Tabla 7. Prueba de rangos múltiples de una vía aplicada a los diferentes tipos de lípidos en la especie *P. mariae* en relación al factor muestreo.

Época de muestreo	FLP	AGL	COL	TAG
Sequía	X	X	X	X
Lluvia	X	X	X	X

FLP: Fosfolípidos; AGL: Ácidos grasos libres; COL: Colesterol; TAG: Triacilgliceroles.

1. Análisis de los ácidos grasos por cromatografía de gases

En este análisis de laboratorio, las fracciones lipídicas fueron tratadas con KOH/CH₃OH, para transformar los ácidos grasos constituyentes de estos extractos en ésteres metílicos, lo cual permitió identificar algunos de los ácidos. Para tal fin, se utilizó la técnica convencionalmente empleada de cromatografía de gas - líquido y patrones comercialmente obtenibles de algunos ésteres metílicos. Se debe tomar en cuenta que no se pudo conocer la concentración de cada uno de los ácidos grasos en los lípidos presentes en estos tejidos, debido a muchas irregularidades producidas en la obtención del área de los picos durante el análisis de los mismos.

En las figuras 22 a la 25, se muestran los cromatogramas correspondientes a los ésteres metílicos de ácidos grasos de los extractos lipídicos de *P. tigrinum* y *P. mariae* en las dos épocas.

Todos los cromatogramas mostraron un patrón muy similar para ambas especies, independientemente del periodo de estudio. En la composición química de los ácidos grasos presentes en los lípidos totales; se pudo observar un dominio cualitativo de los ácidos grasos saturados e insaturados.

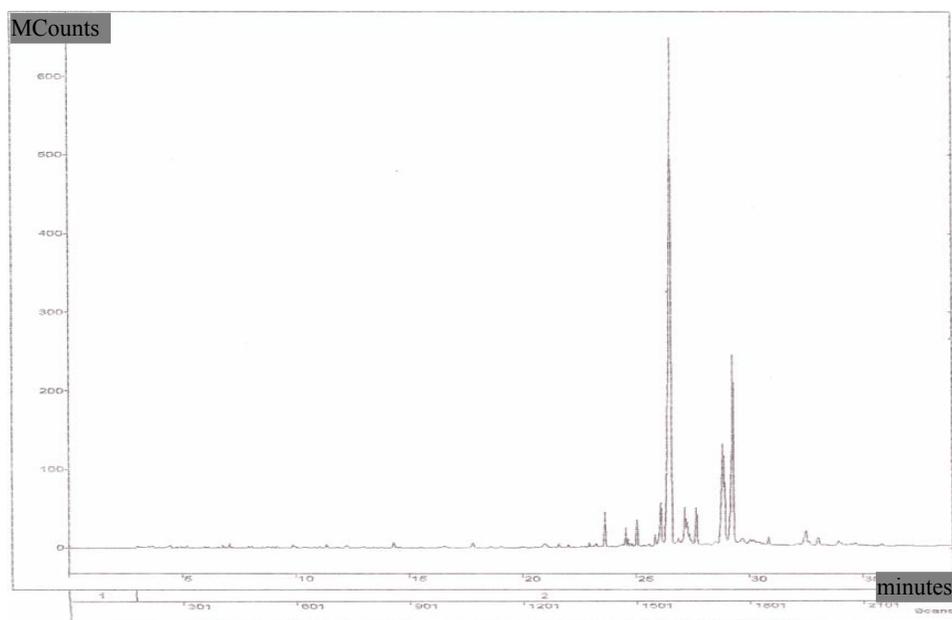


Figura 22. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de la especie *P. tigrinum*, en la época de sequía.

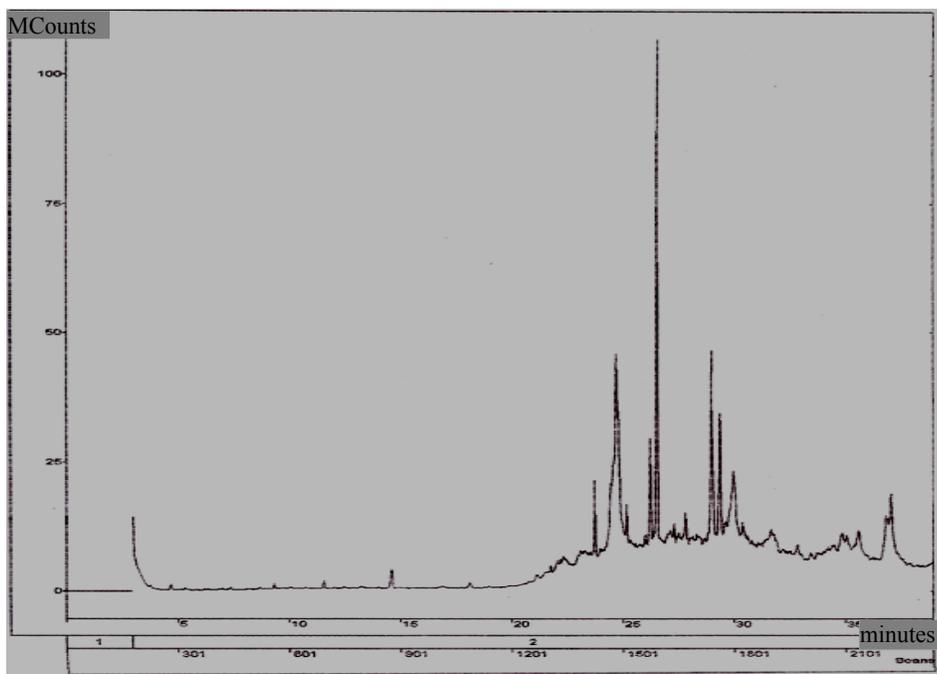


Figura 23. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de la especie *P. tigrinum*, en la época de lluvia.

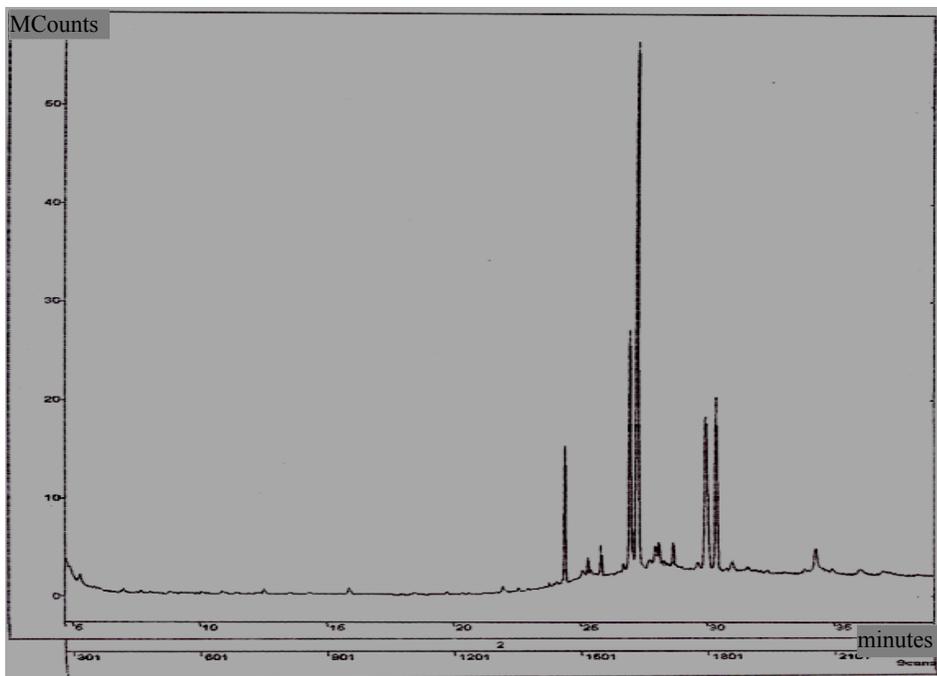


Figura 24. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de la especie *P. mariae*, en la época de sequía.

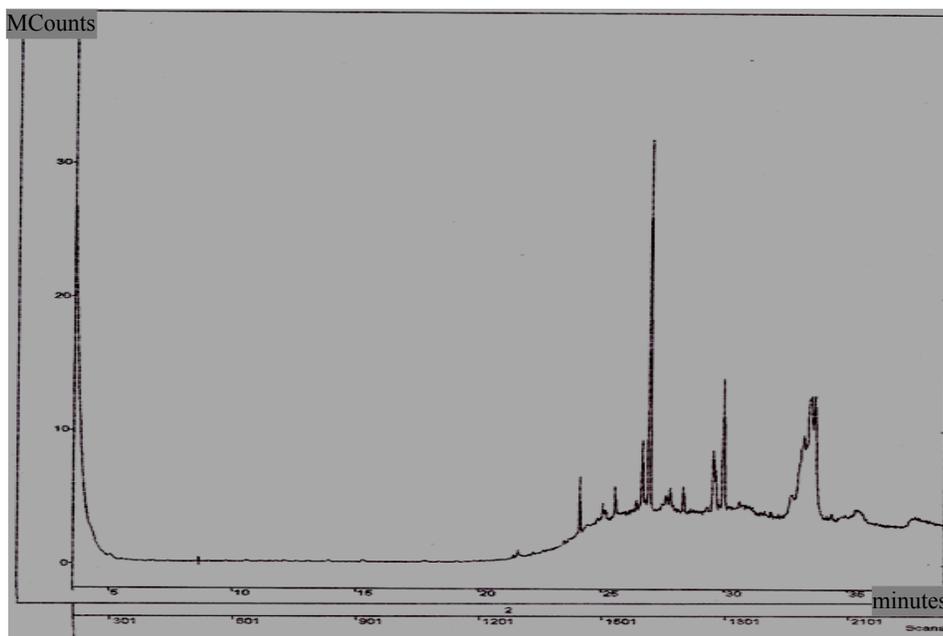


Figura 25. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de la especie *P. mariae*, en la época de lluvia.

Mediante los cromatogramas y según su tiempo de retención, se pudo identificar algunos ésteres metílicos de ácidos grasos insaturados (figuras 26-28) y saturados (figuras 29-35) como:

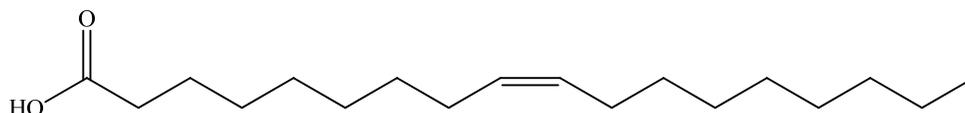


Figura 26. Ácido oleico (18:1 ω-9).

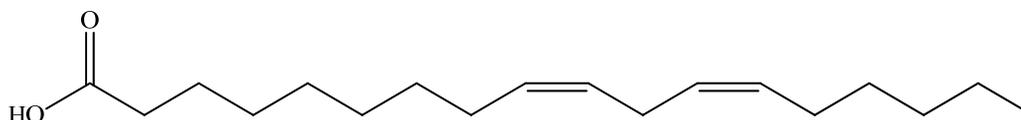


Figura 27. Ácido linoleico (18:2 ω-6).

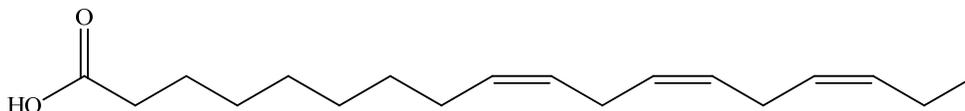


Figura 28. Ácido linolénico (18:3 ω-3).

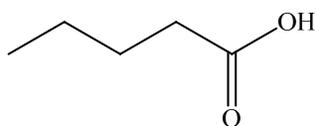


Figura 29. Ácido pentanoico.

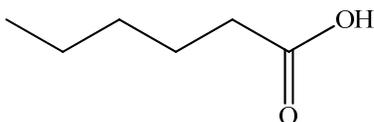


Figura 30. Ácido hexanoico.

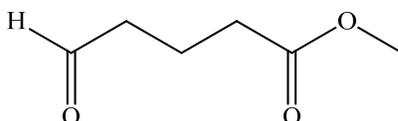


Figura 31. Éster metílico de ácido 5-oxo-pentanoico.

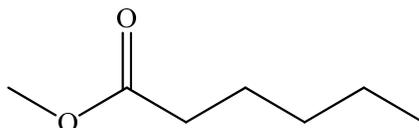


Figura 32. Éster metílico del ácido hexanoico.

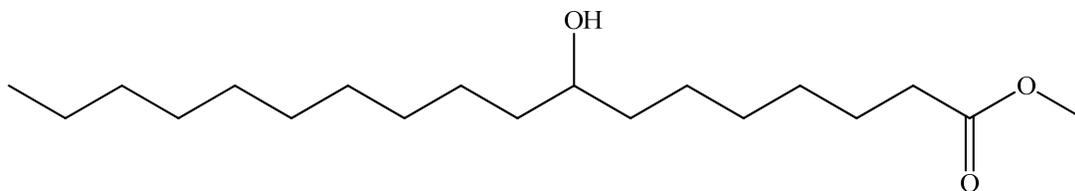


Figura 33. Éster metílico del ácido 8-hidroxi-octadecanoico.

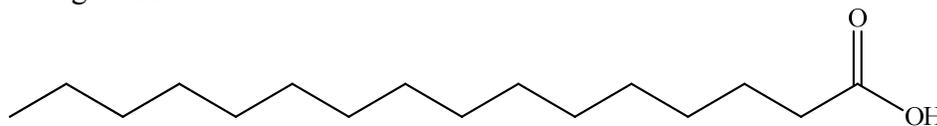


Figura 34. Ácido hexadecanoico (palmitico ó 16:0).

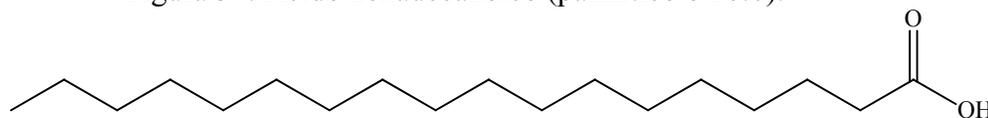


Figura 35. Ácido octadecanoico (esteárico ó 18:0).

Los ácidos grasos monoinsaturados, en este caso están reflejados en el ácido oleico, el cual es considerado como un ácido graso que incrementa moderadamente los niveles de las lipoproteínas de alta densidad (HDL). Sin embargo, el ácido palmítico eleva los niveles de colesterol y de lipoproteínas de baja densidad (LDL) en el organismo, y el ácido esteárico no eleva los niveles de colesterol ni de LDL, aunque presenta otros efectos sobre la salud, hasta ahora no definidos (Reyes, 2007).

Determinación de proteínas totales

El análisis proteico de las diferentes especies, durante las dos épocas se realizó a través del método de Biuret (Alemany y Font, 1982).

En la figura 36, se indica la curva de calibración con albúmina de suero bovino (BSA 10 mg/ml), la cual mostró una linealidad con un coeficiente de correlación $r = 0,9755$. Las concentraciones de proteínas totales de cada especie se calcularon haciendo uso de la pendiente ($m = 0,0311$).

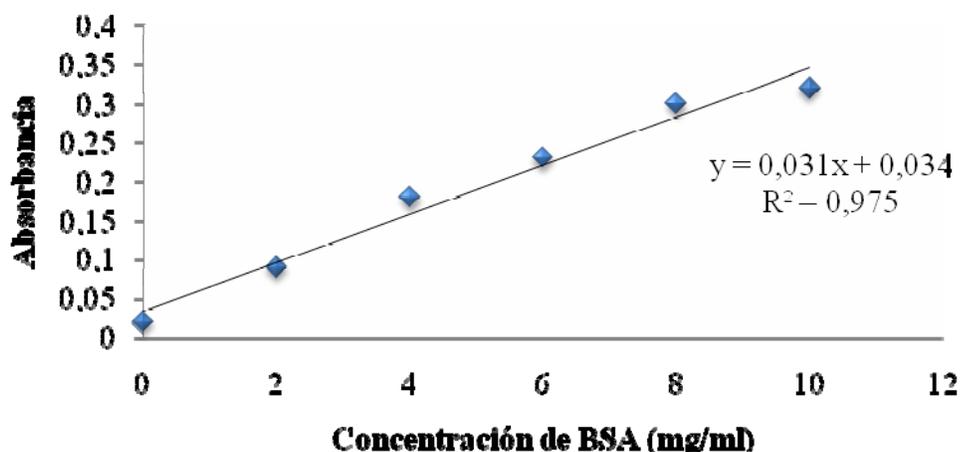


Figura 36. Curva de calibración para determinar el contenido de proteínas totales de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*.

Las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, evidenciaron concentraciones de proteínas totales (mg/g muestra) que estuvieron entre 15,86 y 26,74 mg/g, con una concentración mínima para la especie *P. tigrinum* colectada en la época de lluvia y la máxima para la especie *P. mariae* colectada en la época de sequía (tabla 8).

Tabla 8. Contenido de proteínas totales (mg/g muestra) presentes en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Época de muestreo	Especie	Réplicas proteínas (mg/g)	$\bar{X} \pm S$	(GH)
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	24,47	24,45 ± 0,33	X
		24,12		
		24,77		
	<i>P. mariae</i>	26,14	26,74 ± 1,09	X
		28,01		
		26,08		
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	16,33	15,86 ± 1,12	X
		16,67		
		14,58		
	<i>P. mariae</i>	21,60	21,12 ± 0,75	X
		20,26		
		21,51		

\bar{X} : Media; S: Desviación estándar; GH: Grupo homogéneo (LSD).

En la especie *P. tigrinum*, el contenido de proteínas totales estuvo entre 15,86 y 24,45 mg/g, con valores mínimos en lluvia y máximos en sequía (tabla 8); por otra parte la especie *P. mariae*, obtuvo un nivel de proteínas totales de 21,12 mg/g en la época de sequía y 26,74 mg/g correspondiente a la concentración máxima de proteínas en la época de lluvia (tabla 8).

Debido a estos valores de proteínas totales, se aplicó un análisis de varianza correspondiente a la época de sequía (tabla 1C-Apéndice C), donde se evidenció la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) a un intervalo de confianza del 95%, lo cual se constató a través de una prueba *a posteriori* LSD (tabla 8), que mostró la formación de dos grupos homogéneo a través de la prueba estadística para dichas especies. De igual forma, se presentó ambas especies en la época de lluvia (tabla 2C-Apéndice C), mostrando así la formación de dos grupos homogéneos (tabla 8), donde se pueden observar diferencias significativas entre las dos especies estudiadas.

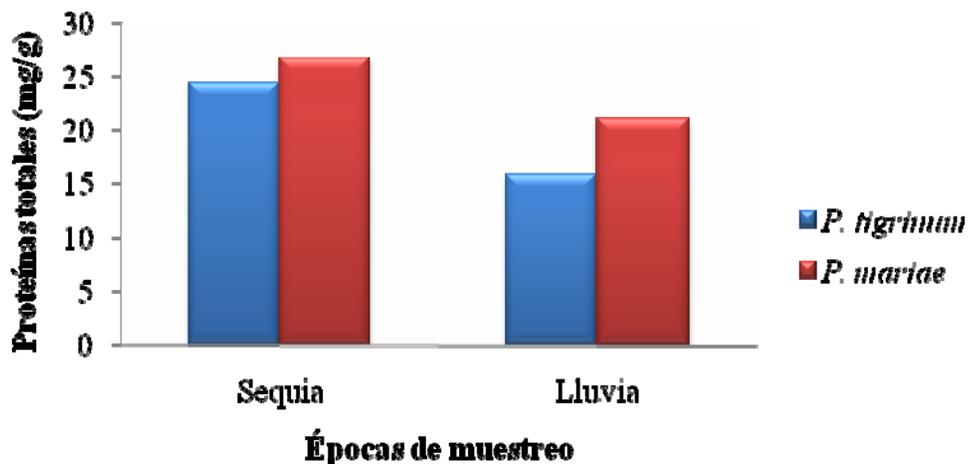


Figura 37. Promedio de proteínas totales en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

La variación que presentaron las proteínas totales se puede apreciar en la figura 37, donde los valores de proteínas totales son más bajos en la época de lluvia, y más altos en la época de sequía. Esta diferencia en la concentración de proteínas puede estar relacionada con la ingesta de alimento por parte de la especie para el momento de su captura o por cambios ambientales; así como también lo reporta Bioseat *et al.* (1999), donde indican que la composición química (proteínica) de los organismos puede ser alterada considerablemente por la composición química de su alimento y ésta, a su vez, por las condiciones ambientales del medio en que viven.

Las diferencias de bajas concentraciones de proteínas totales en la época de lluvia en comparación con la de sequía, se le atribuye al descenso de la luz solar, por lo que no existe una buena producción de fitoplancton, esto repercute directamente en la disponibilidad de adquirir un alimento inmediato para el consumo de estas especies (Serrano, 1982); como también el alto porcentaje de humedad en la época de lluvia de dichas especies, logrando así disminuir el contenido proteínico en estas muestras, tal como lo afirman Bonilla *et al.* (1969).

Los resultados obtenidos fueron comparados con los reportados en estudios previos en especies dulceacuícolas (Izquierdo *et al.* 2000; Reyes, 2007) coincidiendo con lo encontrado; estos encontraron elevadas concentraciones proteicas en la época de

sequía y disminución parcial en el contenido proteico de los peces en el periodo de lluvia.

Determinación de la composición proximal

El análisis proximal comprende el contenido de humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos.

Humedad

La composición proximal del pescado varia no sólo de especie a especie, sino también, en gran extensión, en ejemplares de la misma especie; por lo que se puede notar que el agua fue el segundo componente más abundante, con un porcentaje de 75,04 y 75,50% para la especie *P. mariae* y 73,24-73,80% para el *P. tigrinum*, en las épocas de sequía y lluvia, respectivamente. Dichos resultados son aceptables, ya que se espera que las distintas especies aumentaran el valor de humedad en época de lluvia, gracias a la hidratación de las mismas.

El análisis de varianza aplicado a valores de humedad de las especies correspondientes a la época de sequía (tabla 1D-Apéndice D) evidenció la existencia de diferencias no significativas ($p > 0,05$) a un intervalo de confianza del 95%, lo cual se constató a través de una prueba *a posteriori* LSD (tabla 9), que mostró la formación de un grupo homogéneo a través de la prueba estadística para dichas especies.

Además, el estudio correspondiente a la época de lluvia (tabla 2D-Apéndice D), se comportó de la misma manera, es decir, no mostró diferencias estadísticamente significativas, observándose la formación de un grupo homogéneo (tabla 9).

Tabla 9. Porcentaje de humedad presente en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Época de muestreo	Especie	Réplicas humedad (% m/m)	$\bar{X} \pm S$	(GH)
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	72,54	73,24 ± 2,95	X
		70,70		
		76,47		
	<i>P. mariae</i>	74,36	75,04 ± 0,64	X
		75,14		
		75,63		
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	73,64	73,80 ± 1,82	X
		72,07		
		75,70		
	<i>P. mariae</i>	75,71	75,50 ± 0,54	X
		75,91		
		74,89		

\bar{X} : Media; S: Desviación estándar; GH: Grupo homogéneo (LSD).

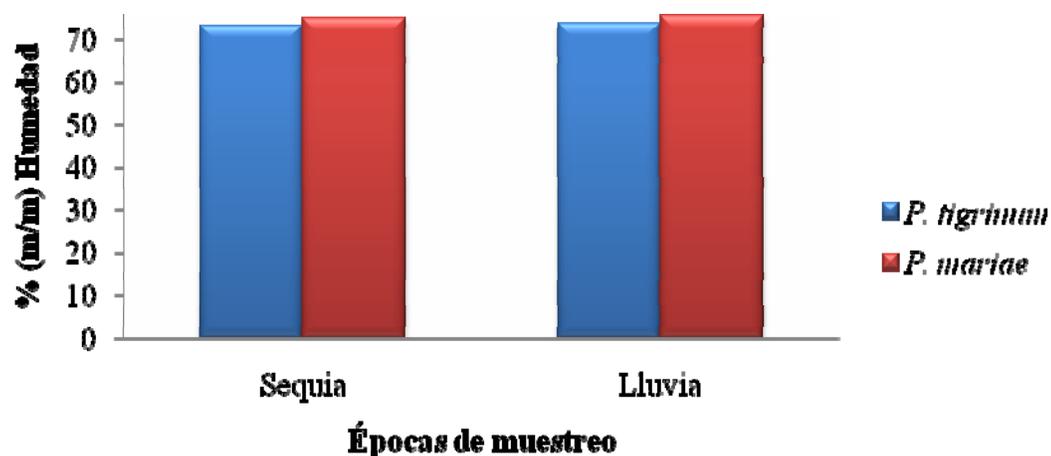


Figura 38. Porcentaje de humedad de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

En la figura 38 se puede observar la variación de los valores de humedad de las especies en distintas épocas, notándose que predominó la hidratación para las dos especies en época de sequía, indicando entonces que los organismos que habitan en el

medio dulceacuícola, pueden variar sus composiciones químicas, fundamentalmente, por las disposiciones ambientales que pueda presentar el hábitat (Izquierdo *et al.*, 2000).

El contenido de humedad promedio osciló entre 75,04 y 75-50% para la especie *P. mariae* y 73,24-73,80% para el *P. tigrinum*, los cuales se puede decir que está en concordancia con otros valores de humedad reportados por otros autores, donde el porcentaje de humedad para el *P. mariae* es de 74,00% (González, 1980) y para la especie *P. tigrinum* 81,13% (Torrealba, 1980), ambas especies recolectadas en el río Orinoco. Aunque el contenido de humedad encontrado en la especie *P. tigrinum* fluctúa un poco a lo reportado por la literatura, esta pequeña diferencia puede deberse a los cambios ambientales que puede presentar dicha especie en su hábitat.

Cenizas

El contenido de cenizas entre las distintas especies no fue tan variable sino similares, obteniéndose un contenido bajo de ceniza en la época de lluvia para la especie *P. tigrinum* con 1,07% y 1,11% para *P. mariae* y un alto contenido de ceniza en la época de sequía para *P. tigrinum* con 1,15% y 1,33% para *P. mariae*, notándose así que en esta última época se elevaron los valores de cenizas para ambas especies (tabla 10), siendo estos resultados adecuados, ya que son valores similares a los encontrados en otros alimentos ricos en proteínas que forman parte de la dieta humana, tales como huevos, leche, carne de bovino, pollo y cerdo (Fennema, 1985; Clawson *et al.* 1991).

El análisis de varianza aplicado a estos valores de cenizas de las especies en estudio, correspondientes a la época de sequía (tabla 1E-Apéndice E), evidenció la existencia de diferencias no significativas ($p > 0,05$) a un intervalo de confianza del 95%, lo cual se constató a través de una prueba *a posteriori* LSD (tabla 10), que mostró la formación de un grupo homogéneo a través de la prueba estadística para dichas especies. Además, el estudio correspondiente a las dos especies en la época de lluvia (tabla 2E-Apéndice E), mostró diferencias estadísticamente significativas observándose la formación de dos grupos homogéneos (tabla 10); es decir; se pueden observar diferencias significativas entre las dos especies estudiadas.

Tabla 10. Porcentaje de cenizas obtenida por calcinación de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Época de muestreo	Especie	Réplicas cenizas (% m/m)	$\bar{X} \pm S$	(GH)
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	1,11	1,15 ± 0,04	X
		1,16		
		1,19		
	<i>P. mariae</i>	1,39	1,33 ± 0,07	X
		1,26		
		1,34		
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	1,12	1,07 ± 0,07	X
		1,09		
		0,99		
	<i>P. mariae</i>	1,04	1,11 ± 0,09	X
		1,07		
		1,22		

\bar{X} : Media; S: Desviación estándar; GH: Grupo homogéneo (LSD).

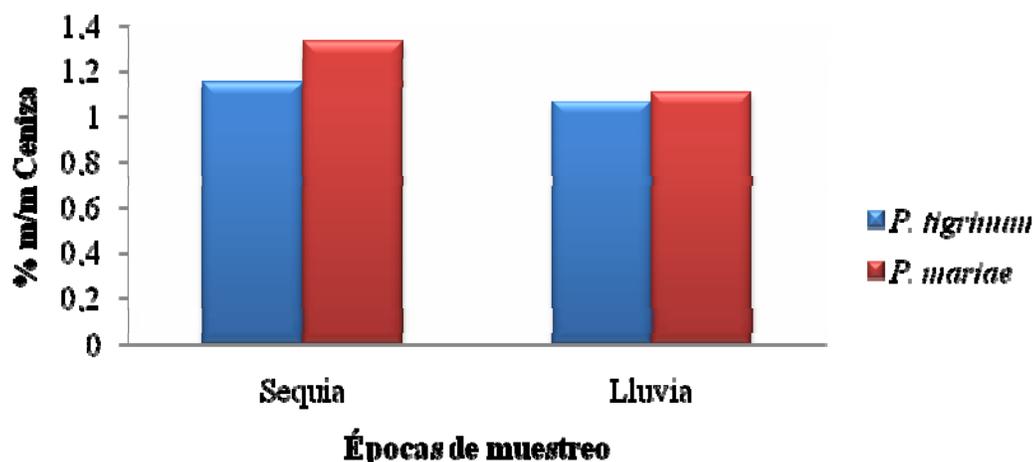


Figura 39. Porcentaje de cenizas de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

En la figura 39 se observa la diferencia existente del porcentaje de cenizas de ambas especies, siendo *P. mariae* la especie con mayor contenido de cenizas para ambas épocas, mientras que *P. tigrinum* presentó menor contenido de cenizas, tanto para la

época de sequía como para la de lluvia; no obstante, en la época de sequía fue que presentaron ambas especies mayor contenido de cenizas, siendo muy parecidos los valores en ambas épocas.

El contenido promedio de cenizas para ambas especies, osciló entre 1,07% para el *P. tigrinum* y 1,33% para el *P. mariae*, el cual se ajusta perfectamente a otros valores de contenido de cenizas reportados en la literatura por Izquierdo *et al.* (2000) para otras especies dulceacuícolas como el armadillo y la trucha con 1,20% y 1,30% de cenizas, notándose que estos últimos bastantes semejantes al obtenido de los peces estudiados en esta investigación.

Carbohidratos

El contenido en porcentaje de carbohidratos, se determinó por diferencia entre el 100% (total), menos la sumatoria de los porcentajes encontrados de los parámetros: proteínas, grasas o lípidos, humedad y cenizas (FAO, 2004), para cada una de las especies en las diferentes épocas de muestreo.

En la tabla 11 se representan los porcentajes de proteínas, grasas, humedad y ceniza, los cuales fueron necesarios para determinar el contenido de carbohidratos presente en las especies estudiadas.

Después de las proteínas y lípidos, los carbohidratos representan el tercer grupo de compuestos orgánicos más abundantes en el cuerpo animal en general. En contraste, los carbohidratos constituyen los nutrientes orgánicos principales del tejido vegetal. El grupo de los carbohidratos incluye importantes compuestos como la glucosa, fructosa, sacarosa, almidón, glucógeno, quitina y celulosa. Los carbohidratos suministrados en la dieta son la principal fuente de energía metabólica (ATP) (FAO, 2011).

En peces no se ha establecido un requerimiento absoluto de carbohidratos en la dieta. Esto contrasta marcadamente con lo establecido para las proteínas y lípidos, nutrientes para los cuales ya se han establecido requerimientos dietéticos específicos para ciertos aminoácidos y ácidos grasos esenciales. En gran medida, esto se debe a los hábitos alimenticios carnívoros/omnívoros de la mayoría de las especies de peces, a la habilidad de los peces para sintetizar carbohidratos (por ejemplo: glucosa) a partir de

substratos que no sean carbohidratos, tales como proteínas y lípidos (gluconeogénesis) y la habilidad de los peces y crustáceos para satisfacer sus requerimientos energéticos a partir del catabolismo únicamente de proteínas y lípidos, si es necesario (Robinson y Wilson, 1985). Sin embargo, a pesar de la aparente ausencia de un requerimiento dietético de carbohidratos para peces, no existe duda que los carbohidratos realizan importantes funciones biológicas en el cuerpo del animal. Por ejemplo, la glucosa, producto final de la digestión de carbohidratos en los animales, sirve como la principal fuente energética para el tejido nervioso y el cerebro, y como intermediario metabólico para la síntesis de muchos compuestos biológicamente importantes, incluyendo el exoesqueleto quitinoso de los crustáceos, los ácidos nucleicos ARN y ADN, y los mucopolisacáridos de las secreciones mucosas (Degani y Viola, 1986).

En la tabla 12, se observan los diferentes resultados de contenido de carbohidratos con mayor concentración para la especie *P. tigrinum*, siendo 20,49% su valor en la época de lluvia, mientras que el valor mínimo lo reportó la especie *P. mariae* con un 20,02%, en época de sequía.

Tabla 11. Porcentajes de proteínas, grasas, ceniza y humedad presentes en las *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Época de muestreo	Especie	Réplicas % grasas	Réplicas % proteínas	Réplicas % humedad	Réplicas % cenizas
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	2,89	2,45	72,54	1,11
		2,24	2,41	70,70	1,16
		3,26	2,48	76,47	1,19
	<i>P. mariae</i>	1,03	2,61	74,36	1,39
		0,47	2,80	75,14	1,26
		1,29	2,61	75,63	1,34
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	3,49	1,63	73,64	1,12
		3,11	1,67	72,07	1,09
		2,76	1,46	75,70	0,99
	<i>P. mariae</i>	0,99	2,16	75,71	1,04
		0,96	2,03	75,91	1,07
		0,97	2,15	74,89	1,22

Tabla 12. Contenido de carbohidratos presentes en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Época de muestreo	Especie	Réplicas carbohidratos (% m/m)	$\bar{X} \pm S$	(GH)
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	21,01	20,36 ± 3,49	X
		23,49		
		16,60		
	<i>P. mariae</i>	20,61	20,02 ± 0,79	X
		20,33		
		19,13		
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	20,12	20,49 ± 2,64	X
		22,06		
		19,29		
	<i>P. mariae</i>	20,10	20,30 ± 0,61	X
		20,03		
		20,77		

\bar{X} : Media; S: Desviación estándar; GH: Grupo homogéneo (LSD).

El análisis de varianza aplicado a estos datos (tabla 1F-Apéndice F) reveló, para la época de sequía diferencias no significativas ($p > 0,05$) a un intervalo de confianza del 95%, obteniéndose un grupo homogéneo entre las muestras de las especies estudiadas. De igual forma se comportó el periodo de lluvia (tabla 2F-Apéndice F), donde no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los datos de cada una de las especies, reflejándose así solo un grupo homogéneo (tabla 12).

En la figura 40, se puede observar con mayor claridad la tendencia de variación arrojada por el contenido de carbohidratos, entre las diferentes especies bajo estudio, para las épocas de lluvia y sequía, en donde predomina el contenido de carbohidratos en el periodo de lluvia, viéndose afectado en este caso el periodo de sequía, lo cual pueda estar influenciado por la disponibilidad de alimentos con elevado valor nutritivo en esa época; de esta forma se ven obligadas las especies a utilizar las reservas energéticas adquiridas en las temporadas pasadas para poder sobrevivir.

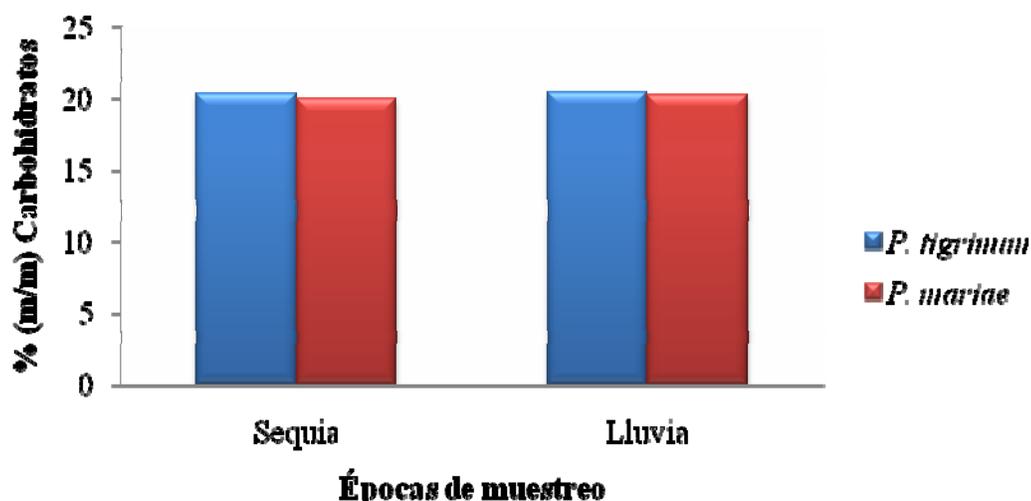


Figura 40. Porcentaje de carbohidratos de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Comparando estos datos con aquéllos reportado en la literatura (Sánchez, 2009), donde las especies *M. duriventre* y *P. cariba* producen un contenido de carbohidratos de 13,24% y 14,20% respectivamente; se hace notar que el contenido de carbohidratos de dichas especies en estudio es un poco elevado, esto es debido a que son diferentes especies y se encuentran en distintos hábitats, por lo que se puede decir que estos peces poseen alto valor nutritivo.

Determinación de glucógeno

La determinación de glucógeno de las diferentes especies, durante las dos épocas se llevó a cabo por el método de Winmer *et al.* (1970).

En la figura 41, se indica la curva de calibración (glucosa 0-0,1 mg/ml), la cual mostró una linealidad representada por un coeficiente de correlación $r = 0,9841$. Las concentraciones de glucógeno de cada especie se calcularon haciendo uso de la pendiente ($m = 0,9906$).

Los resultados obtenidos para *P. tigrinum* y *P. mariae* (tabla 13), evidenciaron concentraciones de glucógeno (mg/g muestra) comprendidas entre 10,13 y 12,12 mg/g, correspondiendo la concentración mínima a la especie *P. tigrinum* colectada en la época

de sequía y la máxima a *P. mariae* colectada en la época de lluvia.

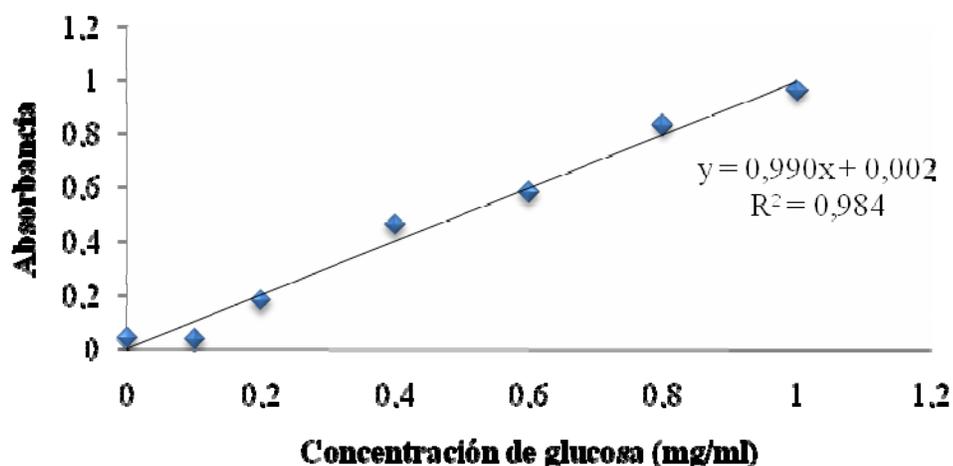


Figura 41. Curva de calibración para la determinar el contenido de glucógeno de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*.

Tabla 13. Contenido de glucógeno (mg/g muestra) en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Época de muestreo	Especie	Réplicas glucógeno (mg/g)	$\bar{X} \pm S$	(GH)
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	9,35	10,13 ± 0,78	X
		10,91		
		10,14		
	<i>P. mariae</i>	14,44	11,84 ± 2,48	X
		9,51		
		11,59		
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	10,51	11,18 ± 0,65	X
		11,80		
		11,22		
	<i>P. mariae</i>	9,81	12,12 ± 3,14	X
		10,85		
		15,70		

\bar{X} : Media; S: Desviación estándar; GH: Grupo homogéneo (LSD).

En la especie *P. tigrinum*, el contenido de glucógeno osciló entre 10,13 y 12,12

mg/g con mínimos en sequía y máximos en lluvia (tabla 13), de igual forma se comportó la especie *P. mariae*, con un nivel de glucógeno de 11,84 mg/g en la época de sequía y de 12,12 mg/g como concentración máxima en la época de lluvia (tabla 13). A los valores del contenido de glucógeno, se le aplicó un análisis de varianza correspondiente a la época de sequía y lluvia (tabla 1,2G-Apéndice G), en la cual se evidencia la existencia de diferencias no significativas ($p>0,05$) a un intervalo de confianza del 95%, la misma se constató a través de una prueba *a posteriori* LSD (tabla 13), que mostró la formación de un grupo homogéneo a través de la prueba estadística para dichas especies.

La variación del contenido de glucógeno se puede apreciar en la figura 42, donde los valores de este carbohidrato (o polisacárido) son más bajos en la época de sequía, lo cual pudiera ser indicativo que durante ese periodo, las condiciones ambientales de las zonas en estudio sean adversas para los peces que allí habitan y/o la disponibilidad de alimentos sea limitada, ya que algunos autores han señalado que las reservas de glucógeno en los tejidos corporales se utilizan en épocas donde el organismo se ve sometido a condiciones de alta demanda energética, tales como la escasez de alimentos o cambios ambientales bruscos (Freites, 2002; Gharseddiene, 1999).

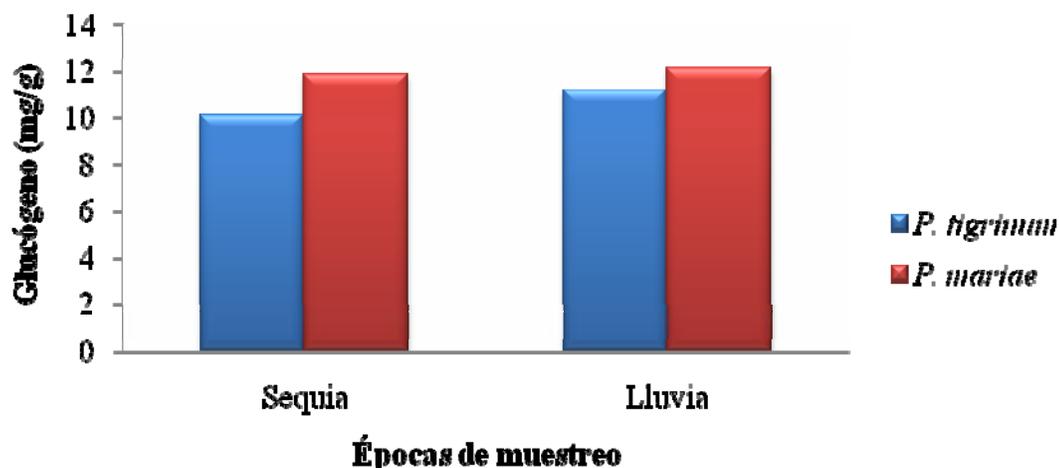


Figura 42. Promedio de glucógeno en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Cabe destacar, que el porcentaje de glucógeno en los tejidos de ambos peces es

baja, en consecuencia se pudiera atribuir a que al momento de la captura y muerte del pez, este sufrió un deterioro inmediato y la velocidad de degradación es más elevada que la de otros tipos de carne; acotando que para la época de lluvia el contenido de glucógeno (figura 42) en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, mostró concentraciones más elevadas con respecto a la época de sequía, lo cual podría atribuirse a la ingesta de alimentos de elevado valor energético de las especies durante ese periodo, esto en virtud de que es cuando la zona de estudio se encuentra altamente fértil (Jordán, 1997).

Se puede señalar, también, que las bajas concentraciones de glucógeno observadas en las especies estudiadas en comparación a los reportados en la literatura (Milano, 2003), pudiera sugerir que en la localidad de estudio, Laguna de Caicarita, los organismos que habitan en el medio pueden estar sometidos a mucho “stress” fisiológico que genera una alta demanda metabólica en los mismos, produciéndose un constante uso de sus reservas de glucógeno.

Determinación del contenido de K, Na, Ca, Mg, Mn y P

Para la determinación de los elementos K, Na, Ca, Mg y Mn en las especies analizadas se utilizó la técnica de absorción atómica, debido a su sencillez de manejo y por la cantidad de elementos que ésta puede detectar, mientras que el P se analizó por colorimetría (OACA, 1990).

Las cantidades encontradas de los diferentes elementos en las distintas especies presentaron una distribución medianamente uniforme con respecto a las épocas, esto se aprecia por la discrepancia en los valores de las desviaciones estándar para todas las especies (tabla 14 y 15), donde se presentan los valores promedio de seis elementos de importancia en la dieta del hombre. El elemento que se encontró en mayor proporción fue el fósforo, con un promedio de 5789,29 µg/g para *P. mariae* en la época de lluvia, seguido por el potasio con 3470,22 µg/g en la época de sequía para la misma especie; el contenido de P y K mostraron variaciones entre las especies. El pez que mostró mayor contenido de P fue *P. mariae* (4543,59 µg/g y 5789,29 µg/g), mientras que para la especie *P. tigrinum* se observaron las menores concentraciones 4034,43 µg/g y 4800,03 µg/g, ambas en la época de sequía y lluvia, respectivamente. En relación con el K, la

especie *P. mariae* mostró mayor contenido este elemento con 3470,22 µg/g y 3417,72 µg/g, mientras que la *P. tigrinum* el menor contenido con 2737,72 µg/g y 3445,22 µg/g, ambas para las épocas de sequía y lluvia, respectivamente. El orden de distribución encontrado para el contenido de los elementos fue P > K > Na > Ca > Mg > Mn.

En las figuras 43-48, se puede observar, con mayor claridad, la variabilidad en cuanto al contenido de elementos encontrados en las diferentes especies para las dos épocas consideradas.

Cabe señalar que se encontró un antecedente reportado en el año 2000, donde las muestras fueron adquiridas del comercio local de la ciudad de Maracaibo, estudiándose doce especies de peces de agua dulce, entre las cuales no estaban incluidas las que aquí fueron analizadas; sin embargo, se determinó la presencia de algunos de los elementos estudiados para todas las especies, obteniéndose un mayor contenido de fósforo, seguidamente de calcio, magnesio y por último de manganeso (Izquierdo *et al.*, 2000).

Tabla 14. Contenido de los elementos P, K, Na (µg/g) en tejidos de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae* provenientes de la Laguna de Caicarita, capturados en las épocas de sequía y lluvia.

Época	Especie	P	K	Na
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	4034,43 ± 1,09	2737,72 ± 2,22	738,17 ± 0,78
	<i>P. mariae</i>	4800,03 ± 3,06	3470,22 ± 1,95	1032,17 ± 2,09
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	4543,59 ± 1,26	3445,22 ± 0,63	904,17 ± 3,61
	<i>P. mariae</i>	5789,29 ± 2,36	3417,72 ± 1,37	957,92 ± 2,99

Tabla 15. Contenido de los elementos Ca, Mg, Mn (µg/g) en tejidos de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae* provenientes de la Laguna de Caicarita, capturados en la época de sequía y lluvia.

Época	Especie	Ca	Mg	Mn
Sequía	<i>P. tigrinum</i>	90,70 ± 0,95	37,65 ± 3,12	0,45 ± 2,16
	<i>P. mariae</i>	630,75 ± 0,52	52,22 ± 1,06	1,02 ± 4,66
Lluvia	<i>P. tigrinum</i>	130,40 ± 1,04	47,75 ± 2,64	0,42 ± 5,8
	<i>P. mariae</i>	829,00 ± 4,69	47,02 ± 0,37	1,57 ± 3,45

Para el fósforo (figura 43), las concentraciones de este mineral se mantuvieron relativamente estables entre las épocas y con respecto al orden de contenido reportado

para cada especie en los periodo estudiados, donde la mayor cantidad de fósforo, con una cantidad máxima (5789,29 $\mu\text{g/g}$) la obtuvo la especie *P. mariae* en la época lluvia y la mínima (4034,43 $\mu\text{g/g}$) reportada, en el periodo de sequía, fue para la especie *P. tigrinum*. En este caso, las fluctuaciones de contenido entre las especies en cada periodo no son elevadas, de cierta forma se puede decir, que existe una diferencia mínima en el contenido de fósforo entre las épocas de muestreo.

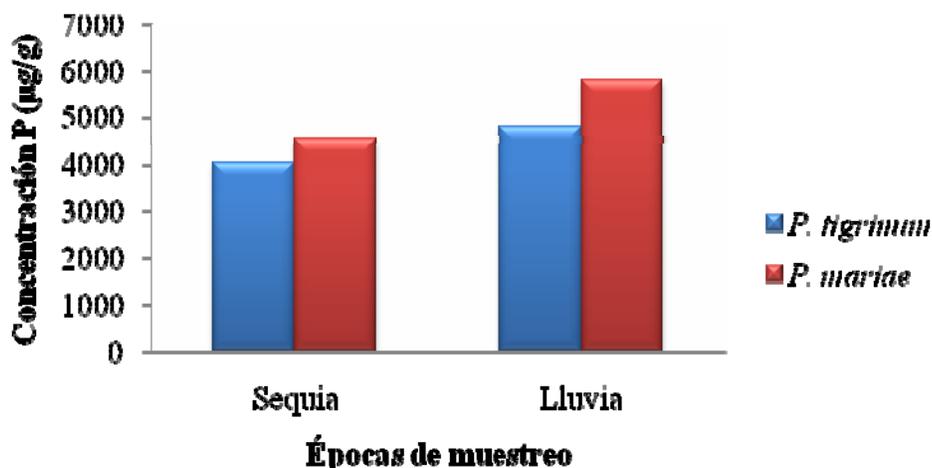


Figura 43. Contenido de fósforo en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

El fósforo está presente en una gran cantidad de alimentos (carnes, lácteos, pescados, aves, legumbres, cereales, nueces etc.), por esta razón se presume la baja variabilidad de este mineral entre las especies estudiadas, atribuyendo el contenido presente en sus tejidos al modo de alimentación, el medio en el cual la especie se desenvuelve, la disponibilidad que tengan estas especies de consumir sus alimentos primordiales, entre otros factores (Sánchez, 2009).

El fósforo es de suma importancia para el buen desarrollo del ser humano, por esta razón es otro de los llamados minerales esenciales; entre sus funciones más resaltantes está el papel que juega junto con el calcio en el mantenimiento de los huesos y dientes, por otra parte como se encuentra en todas las células animales, participa de

casi todos los procesos metabólicos como en el energético (Kohon, 2011). La ingesta recomendada para que el organismo pueda cumplir estas funciones correctamente es alrededor de 800 mg por día, mientras que en mujeres gestantes y que están amamantando, es de 1 200 mg/día (Sánchez, 2009).

Otros beneficios:

Ayuda a mantener el pH de la sangre ligeramente alcalino.

Es componente importante del ADN, ya que forma parte de todas las membranas celulares sobre todo en los tejidos cerebrales.

Contribuye a la función muscular.

Aumenta la resistencia de los atletas, proporcionándoles una mayor ventaja competitiva.

Con respecto al potasio, la especie que presentó el mínimo contenido de este elemento fue la *P. tigrinum*, con un valor de 2737,72 $\mu\text{g/g}$, mientras que el valor máximo fue de 3470,22 $\mu\text{g/g}$ y lo obtuvo la *P. mariae*, ambos valores registrados en la época de sequía (figura 44). También las fluctuaciones de contenido entre las especies en cada periodo no son elevadas, de cierta forma se puede decir, que existe una diferencia mínima en el contenido de potasio entre las épocas de muestreo.

El potasio es el mineral que aparece en mayor cantidad en el organismo después del calcio, y del fósforo y que siempre aparece asociado con el sodio, es decir, el potasio es un mineral esencial en nuestra dieta. El potasio es el catión más abundante que se encuentra en el líquido intracelular, mientras que el sodio es el principal catión en el líquido extracelular.

El potasio es especialmente importante en la regulación de la actividad de los músculos y nervios. Se absorbe fácilmente en el intestino delgado. Alrededor del 90% del potasio ingerido se excreta por orina. El resto se elimina por heces y sudor. La hormona aldosterona es quien estimula la eliminación de potasio a través de los riñones, manteniendo los niveles normales en el organismo. El potasio, junto con el sodio, regulan el balance de fluidos y electrolitos, debido a que son los cationes más abundantes del líquido intra y extracelular, respectivamente (Licata, 2011). La ingesta recomendada para que el organismo pueda cumplir estas funciones correctamente es

alrededor de 4 700 mg/día, mientras que en mujeres gestantes y que están amamantando, 5 100 mg/día (ADAM, 2010).

Otros beneficios:

Ayuda en la regulación del equilibrio ácido-base.

Ayuda en la síntesis de las proteínas a partir de los aminoácidos y en el metabolismo de los carbohidratos.

Es necesario para la formación de los músculos y el crecimiento normal del cuerpo.

Es esencial para la actividad eléctrica normal del corazón.

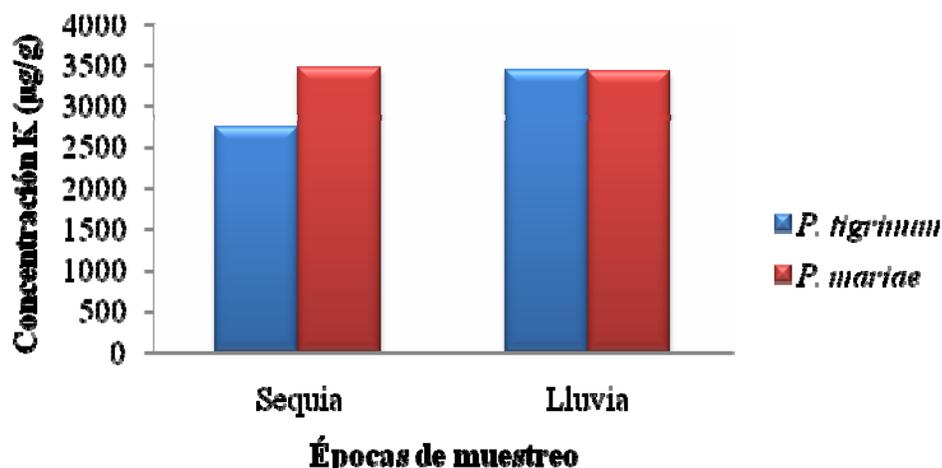


Figura 44. Contenido de potasio en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Para el caso del sodio, se observa en la figura 45, la especie que presentó el mínimo contenido de este elemento fue *P. tigrinum*, con un valor de 738,17 µg/g, mientras que el valor máximo fue de 1032, 17 µg/g y lo obtuvo la *P. mariae*, ambos valores obtenidos por las especies capturadas en la época de sequía. Notándose que existe una mínima variación de contenido de sodio para las especies en las distintas épocas de muestreo.

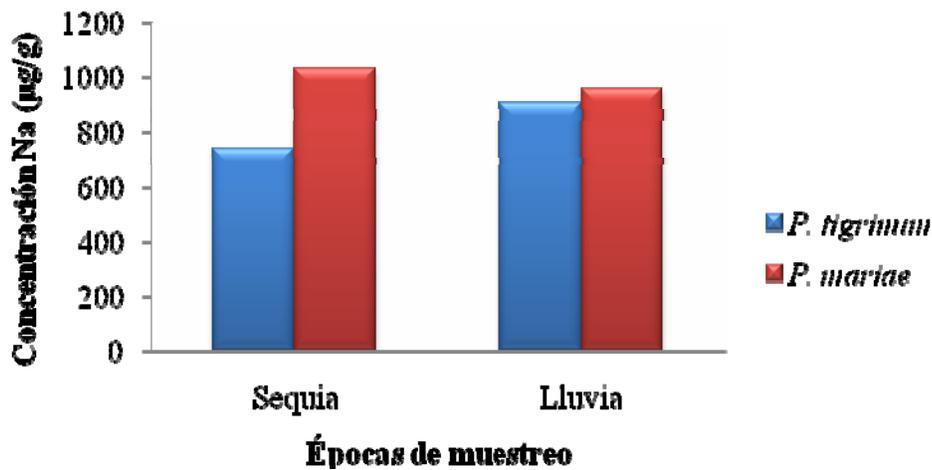


Figura 45. Contenido de sodio en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

El sodio es un mineral que el cuerpo necesita para su funcionamiento apropiado. El cuerpo utiliza el sodio para regular la presión arterial y el volumen sanguíneo. El sodio también es crucial para el funcionamiento de músculos y nervios. La forma más común de sodio es el cloruro de sodio o sal de cocina. El sodio se encuentra en forma natural en la mayoría de los alimentos. La leche, la remolacha y el apio también contienen sodio en forma natural, como el agua potable, aunque la cantidad varía dependiendo de la fuente. El sodio también se le añade a diversos productos alimenticios, algunas de cuyas formas son: glutamato monosódico, nitrito de sodio, sacarina de sodio, polvo para hornear (bicarbonato de sodio) y benzoato de sodio (ADAM, 2010).

Las carnes procesadas como el tocino, los embutidos y el jamón, al igual que las sopas y verduras enlatadas son todos ejemplos de alimentos que contienen sodio agregado. Por lo general, las comidas rápidas tienen un alto contenido de sodio. La cantidad de sodio requerida por el organismo diariamente equivale a 400 mg/día, y el exceso del mineral se excreta por los riñones en la orina o con el sudor (Licata, 2011).

Otros beneficios:

Interviene en el equilibrio ácido-base.

Ayuda a mantener el equilibrio de los líquidos corporales dentro y fuera de las células (homeostasis).

Es necesario para la transmisión y la generación del impulso nervioso.

Ayuda a que los músculos respondan correctamente a los estímulos (irritabilidad muscular).

En el caso del calcio, existe una variación en la concentración presente de este elemento en cada una de las especies analizadas, además de existir una moderada diferencia entre las cantidades reportadas en las dos épocas estudiadas (figura 46). La especie que presentó el mínimo contenido de este elemento fue *P. tigrinum*, con un valor 90,07 µg/g en el periodo de sequía, y la que presentó el máximo contenido fue *P. mariae* con un valor de 829,00 µg/g en el periodo de lluvia.

El calcio es el mineral con mayor presencia en el organismo y el cuarto componente del cuerpo después del agua, las proteínas y las grasas. El calcio corporal total, se aproxima a los 1 200 gramos, lo que es equivalente a decir 1,5 a 2% de la masa corporal de un individuo. De esto, casi un 99% se concentran en los huesos y dientes, el 1% restante se distribuye en el torrente sanguíneo, los líquidos intersticiales y las células musculares. Tanto su carencia como su exceso son perjudiciales para la salud, ya que participa en la coagulación, en la correcta permeabilidad de las membranas y a su vez adquiere fundamental importancia como regulador nervioso y neuromuscular, modulando la contracción muscular (incluida la frecuencia cardíaca), la absorción y secreción intestinal y la liberación de hormonas (Licata, 2011).

Los alimentos con mayor contenido de calcio son los productos lácteos, los frutos secos, las sardinas y las anchoas; ya en menor proporción en legumbres y vegetales verdes oscuros (espinaca, acelga, broccoli) (Licata, 2011).

El calcio está vinculado a la presencia de fósforo. La falta o exceso de cualquiera de estos dos macrominerales puede afectar la absorción del otro. A su vez, la absorción del calcio se ve dificultada ante consumos de café, alcohol, falta de Vitamina D, falta de ácido clorhídrico en el estómago, falta de ejercicio y el estrés. Un obvio indicador de carencia de calcio es la osteoporosis (ADAM, 2010).

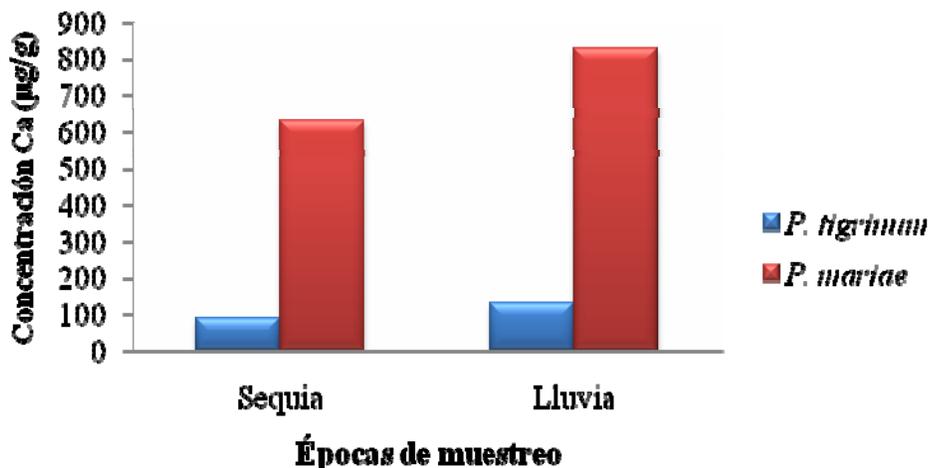


Figura 46. Contenido de calcio en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Una de las grandes ventajas que presenta el calcio tiene que ver con su invariabilidad en el tiempo desde el momento en que es envasado hasta el momento de consumo; se puede decir que el contenido de calcio de los alimentos no se altera en ninguna etapa. La ingesta recomendada para que el organismo pueda cumplir estas funciones correctamente es alrededor de 1 200 mg/día, mientras que en mujeres gestantes y que están amamantando, 1 300 mg/día (ADAM, 2010).

Otros beneficios:

Provee rigidez y fortaleza a huesos, dientes y encías.

Ayuda en la regularidad de la frecuencia cardíaca, y en la transmisión de impulsos nerviosos.

Previene enfermedades cardiovasculares, ya que disminuye los niveles de colesterol en sangre.

Previene los calambres en la musculatura corporal, debido a que el músculo utiliza el calcio para realizar sus estiramientos y contracciones.

Es fundamental para que la sangre coagule adecuadamente.

Previene la osteoporosis (perdida de masa ósea).

Es activador de diferentes enzimas.

Mantiene la permeabilidad de las membranas celulares.

Es un coadyuvante de la actividad neuromuscular.

Mantiene la piel sana.

Con respecto al magnesio, como se puede observar en la figura 47, la especie *P. tigrinum* es la que posee menor valor de este elemento, el cual fue de 37,65 µg/g, y la especie *P. mariae* posee un valor mayor el cual es de 52,22 µg/g, ambos valores determinados en especies capturadas en el periodo de sequía. Es de hacer notar que hubo una pequeña variación en los resultados observados, tanto para las diferentes especies, como para los periodos.

El magnesio es un elemento químico esencial para el ser humano; la mayor parte de él se encuentra en los huesos, sus iones desempeñan papeles de importancia en la actividad de muchas coenzimas y en reacciones que dependen del ATP, además de esto, ejerce un papel estructural, ya que el ion de Mg^{2+} tiene una función estabilizadora de la estructura de cadenas de ADN y ARN, también interviene en la formación de neurotransmisores y neuromoduladores, repolarización de la neuronas, relajación muscular (siendo muy importante su acción en el músculo cardíaco). El magnesio actúa como energizante y calmante en el organismo. La pérdida de magnesio se debe a diversas causas, en especial cuando el individuo se encuentra en circunstancias de estrés físico o mental. El magnesio, que se encuentra en la célula, es liberado al torrente sanguíneo, en donde posteriormente es eliminado por la orina y/o las heces. A mayor estrés, mayor es la pérdida de magnesio en el organismo (Garcés, 2009). En función de la masa y la altura, la cantidad diaria recomendada es de 300-350 mg/día, cantidad que puede obtenerse fácilmente siempre y cuando se mantenga una alimentación acorde y balanceada, debido a que se encuentra en la mayoría de los alimentos (Sánchez, 2009).

Otros beneficios:

El magnesio ayuda a fijar el calcio y el fósforo en los huesos y dientes.

Previene los cálculos renales ya que moviliza al calcio.

El magnesio actúa como un laxante suave y antiácido.

Interviene en el equilibrio hormonal, disminuyendo los dolores premenstruales.

Actúa sobre el sistema neurológico favoreciendo el sueño y la relajación.

Autorregula la composición y propiedades internas (homeostasis).

Actúa controlando la flora intestinal y protege de las enfermedades cardiovasculares. Favorable para quien padezca de hipertensión.

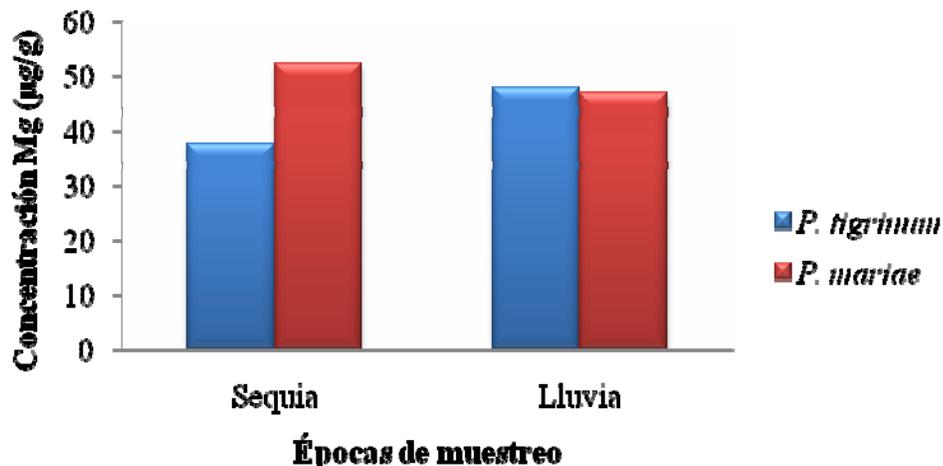


Figura 47. Contenido de magnesio en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

Por otra parte, una dieta que aporte menos de 2 000 calorías provoca la insuficiencia de magnesio en el organismo; siendo algunos de los síntomas detectados: irritabilidad e inestabilidad emocional con aumento y disminución de los reflejos, descoordinación muscular, apatía y debilidad, estreñimiento, trastornos premenstruales, falta de apetito, náuseas, vómitos, diarreas, confusión, temblores. El déficit provoca y mantiene la osteoporosis y las caries, así como la hipocalcemia (reducción de calcio en sangre) y la eliminación renal de magnesio; mientras que entre las enfermedades ocasionadas se encuentran las diarreas graves, la insuficiencia renal crónica, el alcoholismo, la desnutrición en proteínas y calorías, diabetes y el abuso de diuréticos. El exceso de calcio disminuye la absorción de magnesio, por lo que no hay que abusar de la leche. El exceso de fósforo también produce la mala absorción de magnesio, así como también los fosfatos de las bebidas artificiales (Sánchez, 2009).

Por último, para el manganeso como se puede observar en la figura 48, existe una

variación marcada entre las concentraciones de este elemento en cada especie analizada, como también se puede observar una pequeña variación entre las cantidades reportadas en las dos épocas estudiadas. La especie que presentó el mínimo contenido de este elemento fue *P. tigrinum*, con un valor de 0,42 $\mu\text{g/g}$, mientras que el valor máximo fue de 1,57 $\mu\text{g/g}$ y lo obtuvo *P. mariae*, ambos valores determinados en organismos capturados en la época de lluvia.

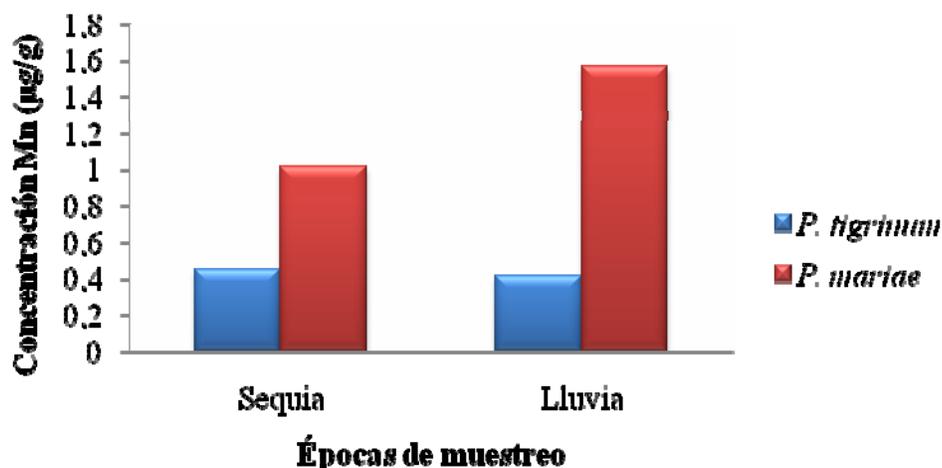


Figura 48. Contenido de manganeso en las especies *P. tigrinum* y *P. mariae*, provenientes de la Laguna de Caicarita en las épocas de sequía y lluvia.

El manganeso es un micromineral necesario para el crecimiento de los recién nacidos, está relacionado con la formación de los huesos, el desarrollo de tejidos y la coagulación de la sangre, con las funciones de la insulina, la síntesis del colesterol y como activador de varias enzimas. Éste se encuentra en frutas secas, granos integrales, semillas de girasol y sésamo, yema de huevo, legumbres y verduras de hojas verdes. En la leche materna decrece la concentración de manganeso paulatinamente. Se considera un nutriente esencial, porque se requiere para el funcionamiento normal del cuerpo (Reyes, 2011).

La carencia de manganeso en el organismo puede generar lento crecimiento de uñas y cabellos, despigmentación del pelo, mala formación de huesos y puede disminuir

la tolerancia a la glucosa o capacidad de eliminar excesos de azúcar en sangre (Licata, 2011).

El exceso de manganeso por alimentación no ha demostrado tener efectos adversos, en cambio, sí se producen problemas pulmonares cuando se respira polvo de manganeso, particularmente en los lugares de extracción. La ingesta recomendada para que el organismo pueda cumplir estas funciones correctamente es alrededor de 11 mg/día, mientras que en mujeres gestantes y que están amamantando, 9 mg/día (Reyes, 2011).

Otras funciones:

Activa diversas enzimas y otros minerales.

Está implicada en la correcta utilización de las vitaminas B1 y E.

El manganeso, al igual que la mayoría de los restantes oligoelementos, participa en un gran número de reacciones orgánicas.

Está relacionado con la formación de los huesos, el desarrollo de los tejidos y la coagulación de la sangre.

Aporta un mayor equilibrio mental y corporal.

Está relacionado con la síntesis del colesterol.

Participa en la síntesis de los nutrientes, ayudando a que el organismo asimile y utilice las grasas, hidratos y proteínas.

Es de suma importancia para el normal funcionamiento del sistema nervioso.

CONCLUSIONES

El contenido de lípidos de los peces *P. tigrinum* y *P. mariae* osciló entre 0,93 y 3,12%, siendo *P. tigrinum* la especie con mayor contenido lipídico.

Los espectros de RMN- ^{13}C de los extractos lipídicos de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae* suministraron señales de desplazamientos químicos característicos de colesterol, ácidos grasos libres y triacilgliceroles.

Mediante el análisis de cromatografía de capa fina automatizada (TLC-FID), se encontró que los lípidos totales de las especies *P. tigrinum* y *P. mariae* están constituidos principalmente por triacilgliceroles (42,11-96,76%) y fosfolípidos (3,24-49,95%), y en menor grado para la especie *P. mariae*, por los ácidos grasos libres (3,14-5,60%) y colesterol (2,86-6,62%).

Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se identificaron por cromatografía de gases, encontrándose un predominio de ésteres metílicos de ácidos grasos saturados e insaturados.

Las concentraciones de proteínas para las especies estudiadas fluctuaron entre 15,86 y 26,74 mg/g, correspondiendo la menor concentración a la especie *P. tigrinum* y la mayor a *P. mariae*, capturados en la época de lluvia y sequía, respectivamente.

Los niveles de humedad encontrados en las diferentes especies arrojaron un valor promedio de 73,24 y 75,50%, siendo el menor valor para la especie *P. tigrinum* y el mayor para la especie *P. mariae*, para el periodo de sequía y lluvia, respectivamente.

La menor concentración de cenizas fue para la especie *P. tigrinum* con 1,07% en la época de lluvia, mientras que la mayor concentración de cenizas fue para *P. mariae* con el 1,33%, en el periodo de sequía.

El contenido de carbohidratos osciló entre 20,02 y 20,49%, correspondiéndole el mínimo valor a la especie *P. mariae* y el máximo a *P. tigrinum*, en la época de sequía y

lluvia, respectivamente.

Las concentraciones de glucógeno oscilaron entre 10,13 y 12,12 mg/g, correspondiendo el mínimo valor a la especie *P. tigrinum* en la poca de sequía, mientras que el máximo corresponde a la especie *P. mariae* en la época de lluvia.

El orden de distribución encontrado en las concentraciones de los minerales fue $P > K > Na > Ca > Mg > Mn$.

El menor contenido de Mg (4034,43 $\mu\text{g/g}$) se determinó en la especie *P. tigrinum* en la época de sequía y la mayor (5789,29 $\mu\text{g/g}$) se encontró en la especie *P. mariae* en la época de lluvia.

El menor contenido de K fue (2737,72 $\mu\text{g/g}$) determinado en la especie *P. tigrinum*, mientras que el menor se obtuvo de la especie *P. mariae* (3470,22 $\mu\text{g/g}$), ambos en especies capturados en el periodo de sequía.

El contenido de Na, en las especies estudiadas, registró un valor mínimo para la especie *P. tigrinum* (738,17 $\mu\text{g/g}$) y un valor máximo para la especie *P. mariae* (1032,17 $\mu\text{g/g}$), ambos valores en la época de sequía.

Para el Ca, la especie *P. tigrinum* fue la que mostró un valor mínimo de este elemento (90,07 $\mu\text{g/g}$) en el periodo de sequía, mientras que la especie *P. mariae* presentó un valor máximo (829,00 $\mu\text{g/g}$) en el periodo de lluvia.

La especie *P. mariae* reportó un menor contenido de Mg (37,65 $\mu\text{g/g}$), mientras que la especie *P. tigrinum* reportó un mayor contenido del mismo elemento (52,22 $\mu\text{g/g}$), ambos durante el periodo de sequía.

El elemento Mn, en las especies estudiadas, registró valores de 0,42 $\mu\text{g/g}$ y 1,57 $\mu\text{g/g}$, perteneciendo el valor mínimo a la especie *P. tigrinum* y el máximo a la especie *P. mariae*, ambos provenientes de la época de lluvia.

BIBLIOGRAFÍA

Ackman, R. 1982. Flame ionization detection applied to thin layer chromatography on coated quartz rods. *Methods Enzymol*, 72: 205-253.

ADAM. 2010. "Potasio en la dieta". "Medline Plus". <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002413.htm>> (12/10/2011).

ADAM, 2010. "Calcio en la dieta". "Medline Plus". <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002412.htm>> (20/10/2011).

ADAM, 2010. "Sodio en la dieta". "Medline Plus". <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002415.ghtm>> (20/10/2011).

Aello, M. y Di Marco, O. 2000. Curso de nutrición animal. Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata. 20-23 septiembre. Argentina.

Agudo, R. 2000. *La piscicultura como alternativa de producción animal en Venezuela*. Programa de Ciencias del Agro y del Mar, UNELLEZ-Guanare.

Aleman, M. y Font, S. 1982. *Prácticas de bioquímica*. Alhambra. España.

Association of Official Analytical Chemists AOAC. 1990. Official methods of analysis, 15th ed. Washington D.C.

Barrer, R. 1975. *Química orgánica de los compuestos biológicos*. Editorial Alambra. España.

Bioseat, P.; Wang, S.; Perry, H. y Trigg, C. 1999. Organic reserves in the midgut gland and fat body of the giant deep-sea isopod *Bathynomus giganteus*. *Journal of Crustacean Biology*, 18(4): 680-685.

Bohinski. 1991. *Bioquímica*. Quinta edición. Addison-Wesley Iberoamericana, Massachusetts.

Bonilla, J.; Benitez, J. y Okuda, T. 1969. Variación estacional de la composición química del ostión *C. rhizophorae* (Guilding) en la Laguna Grande y la Bahía de Mochima. *Boletín del Instituto Oceanográfico*. Venezuela, 8 (1 y 2): 46-52.

Cardona, R. y Soltero, Y. 1987. Aterosclerosis al día. *Tribuna Médica Venezolana C.A.*; 1: 578.

Carmena A. 1986. *Temas de actualización sobre colesterol, lipoproteínas y aterosclerosis*. Laboratorios Servir, S.A. Argentina. 88 pp.

- Cavendes. 1991. *La nutrición ante la salud y la vida*. Ediciones Cavendes. Caracas.
- Chang, N. y Huang, C. 1990. Effects of dietary monounsaturated fatty acids on plasma lipids in humans. *Journal of Lipid Research.*, 31: 214-247.
- Ciarfella, A. 1987. Perfil lipídico en una muestra de la población nororiental de Venezuela, Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Clawson, A.; Garlich, J.; Coffey, M. y Pond, W. 1991. Nutritional, physiological, genetic, sex, and age effects on fat-free dry matter composition of the body in avian, fish, and mammalian species: A review. *J. Anim. Sci.* 69: 3617-44.
- Coristie, W. 1973. *Lipids analysis*. Pergamon Press, New York.
- 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 *Pseudoplastystoma fasciatum*. Trabajo de Ascenso: Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Degany, G. y Viola, S. 1986. Effects of dietary carbohydrate source on growth and body composition of the european eel (*Anguilla anguilla*). *Aquaculture*, 52:97-104.
- Farnworth, E. R.; Thompson, B. K. y Kramer, J. K. 1982. Quantitative determination of neutral on chromarods. *Journal of Chromatography*, 264: 463- 747.
- FAO. 2004. Yearbook of fishery statistics. Summary tables-2002.
- FAO, 2011. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Italia.
- Fennema, O. 1985. Food chemistry. Part I. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Freites, L. 2002. Composición bioquímica, clases de lípidos y ácidos grasos del mejillón *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), en cultivo. Influencia del origen de las semillas y de los parámetros ambientales. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Santiago de Compostela, España.
- Gadner, D. y Riley, J. 1972. Seasonal variations in the component fatty acid distributions of the lipids of *Balanus balanoides*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 52: 839-845.

Garcés, L. 2009. “Minerales Importantes en la Dieta”. “Salud natural”. <[http://saludnatural.biomanantial.com/minerales importantes en la dieta/ importancia del magnesio en la dieta/](http://saludnatural.biomanantial.com/minerales%20importantes%20en%20la%20dieta/)> (12/10/2011).

Gharseddiene, S. 1999. Bioecología del isópodo litoral *Tylos wegeneri* (Vandel, 1952) (crustácea: isópoda) en Guayacán, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de Postgrado (MSc.) en Biología. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná.

Gómez, A. 1999. Los recursos marinos renovables del estado Nueva Esparta, Venezuela. Biología y pesca de las especies comerciales. Tomo I. Invertebrados y algas. Caracas, Venezuela.

Gómez, C. 2001. *El pescado*. Unidad de Nutrición. Hospital Universitario La Paz, Madrid.

Gómez, F.; Lugo-Rivas, A.; Lugo-Muñoz, A.; Montiel-Montiel, R. y De Gómez, B. 1977. Estudio prospectivo sobre lípidos y lipoproteínas séricas en el estado Zulia. *Acta Científica Venezolana*, 28 (1): 94-98.

González, A.; Márquez, A.; Senior W. y Martínez, G. 2009. Contenido de grasa y proteína en *Pygocentrus cariba*, *Prochilodus mariae*, *Plagioscio squamosissimus*, *Piaractus brachypomus* e *Hypostomus plecostomus* en una laguna de inundación del Orinoco medio. *Revista Científica (Maracaibo)*, 19 (1):15-21.

González, E. (1980). “Estudio de los cambios que se producen durante la refrigeración y congelación del coporo del río Orinoco *Prochilodus mariae* Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.

Goodhart, R. y Shils M. 1987. *La nutrición en la salud y la enfermedad*. Salvat Editores S.A., Barcelona, España.

Harris, W. 1989. Fish oils plasma lipid and lipoprotein metabolism in humans: A critical review. *Journal of Lipid Research*, 30: 785-807.

Hellawell, J. 1974. The ecology of populations of dace *Leuciscus leuciscus*, from two tributaries of the River Wye. *Freshwater Biology*, 4: 577-604.

Iglesias, C. 2002. *Nutrientes del pescado*. Departamento de Nutrición. Universidad Alfonso X El Sabio. Madrid.

INAPESCA. 1998. Composición de los desembarques de la pesca fluvial en el eje Orinoco-Apure. Ministerio de Agricultura y Tierras. Caracas.

Institute of Medicine. 2000. *Dietary reference intakes. Applications in dietary assessment*. National Academy Press, Washington, USA.

Izquierdo, P.; Torres, G.; Barboza, Y.; Márquez, E. y Allara, M. 2000. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescados de importancia comercial en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(2): 187-194.

Jordán, N. 1997. Cambios estacionales en la composición bioquímica del seston en las localidades de Chacopata (Península de Araya) y Punta Arenas (Golfo de Cariaco), estado Sucre, Venezuela. Trabajo de Ascenso, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Koftayan, T. 2003. Estudio comparativo del contenido lipídico de la especie marina *Perna viridis* (mejillón verde), presente en el oriente Venezolano y en la costa oeste de la Isla de Trinidad. Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná.

Kohon, I. "El fósforo". "En buenas manos". <<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=435>> (12/10/2011).

Lehninger, A. 1991. *Bioquímica*. Segunda Edición. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.

Lemus, M. 1987. Variaciones energéticas en los principales tejidos de reserva durante el ciclo reproductivo de *A. Rhomboidalis L.* (pices. Sparidae). Tesis de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Licata, M. 2011. "El potasio en la nutrición". "Zonadiet". <<http://www.zonadiet.com/nutricion/potasio.htm>> (12/10/2011).

Licata, M. 2011. "Manganeso en la nutrición". "Zonadiet". <<http://www.zonadiet.com/nutricion/manganeso.htm>> (17/10/2011).

Licata, M. 2011. "El calcio". "Zonadiet". <<http://www.zonadiet.com/nutricion/calcio.htm>> (20/10/2011).

Licata, M. 2011. "El sodio (Na⁺) en la nutrición". "Zonadiet". <<http://www.zonadiet.com/nutricion/sodio.htm>> (20/10/2011).

Liu, K. 1994. Preparation of fatty methyl esters of gas chromatography. Analysis of lipids biological materials. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71 (11): 1179-1187.

Lovine, E.; Mosso, H.; Mollerach, M.; Martínez, M. & Ibarra, R. 1985. *Atherosclerosis*.

Editorial Aries, Primera Edición, España, 288 pp.

Malavé, M. 1995. Caracterización y cuantificación del contenido lipídico y ácidos grasos presentes en dos especies de erizo de mar: *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter*. Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná.

Mayes, P.; Murria, R.; Granner, D. y Rodwell, V. 1988. *Bioquímica de Harper*, Editorial El Manual Moderno, S.A., México, D.F., Undécima Edición, 683 pp.

Maza, A. 1991. Caracterización de lípidos en tejidos de peces del oriente del país, mediante RMN de C-13. Trabajo de pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

Mc Kee, T.; Mc Kee, J. 2003. *La base molecular de la vida*. Tercera Edición. Mc Graw-Hill: Interamericana. España.

Milano, J. 2003. Estudio comparativo del contenido lipídico, proteico y de glucógeno en la *Crassostrea rhizophorae* (ostra de mangles) proveniente de la Laguna de Chacopata, La Restinga y Caroní Swamp. Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná.

Montgomery, R.; Dryer, R.; Conway, T. y Spector, A. 1982. *Bioquímica médica*. Segunda Edición. Salvat Editores, S.A., Barcelona, España.

Moreno, J. 1986. *Aminoácidos, péptidos y proteínas*. Ediciones Espandé. Caracas.

Mostué, M. 2001. Guía práctica de Bioquímica. Trabajo de Ascenso. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná.

Murray, R.; Granner, D.; Mayes, P. y Rodwell, V. 1991. *Bioquímica de Harper*. Décima tercera edición. Manual Moderno, México, D.F.

Novoa, D. y F. Ramos, 1982. Aspectos generales de la biología de las principales especies de peces de importancia comercial en el río Orinoco. En: *Los Recursos Pesqueros el Río Orinoco y su Explotación*. Novoa, D. (ed.). Págs 77-106.

Novoa, D. F. 2002. *Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: Presente y futuro*. Ministerio de Agricultura y Tierras. INAPESCA. Caracas.

Ohsima, T.; Ratnayare, W. y Ackma, R. 1987. Cool lipids, solvent system and the effect of fatty acid chain length and insaturation on lipid class analysis by Iatroscan (TLC-FID). *Lipids*, 64(2): 48-59.

- Overturf, M. y Dryer, R. 1967. *Experiments in physiology and biochemistry*. Vol 2. Academic Press. New York.
- Ramírez, J. 1985. Aplicación de la Resonancia Magnética Nuclear de Carbono-13 en el Estudio de Tejidos de Peces. Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Reyes, D. 2007. Contenido lipídico, proteico y de glucógeno en las especies *M. duriventre* (palometa) *Pimelodue blochii* (bagre cogotuo) y *Pygocentrus cariba* (Caribe colorado) provenientes del caño manaticito, estado Apure. Trabajo de pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Reyes, R. 2011. “Manganeso”. “Nattural salusvir”. < <http://www.rdnattural.es/plantas-y-nutrientes-para-el-organismo/minerales/manganeso/> > (17/10/2011).
- Robinson, E. y Wilson, R. 1985. Nutrition and feeding. En: *Channel catfish cultura*. Tucker, C. S. (eds). Developments in aquaculture and fisheries science. Vol. 15. Elsevier scientific press. Amsterdam.
- Salinas, Y. y Agudelo, E. 2000. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Santa Fe de Bogotá.
- Sánchez, A. 2009. Análisis proximal, composición lipídica y contenido de minerales de tres peces de agua dulce provenientes de la Laguna Castellero, Caicara del Orinoco, estado Bolívar. Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná.
- Serrano, I. 1982. Variación estacional en la composición química de la ostra *Crassostrea virginia* (Gmelin, 1970) cultivada en los caños de Guariquen. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología; Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná.
- Stryer, L. 1995. *Bioquímica*. Cuarta Edición. Tomo I. Editorial Reverté, S.A, Barcelona, España.
- Torrealba, J. 1980. “Estudio analítico de una especie de agua dulce, el bagre rayao (*Pseudoplatysoma fasciatum*) durante su almacenamiento en hielo y a -10°C. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.
- Winmer, L. T.; Lemb, R. H. y Tate, L. G. 1970. Glycogen changes during metamorphosis of *Pphormia regina*. En: *Experiments in physiology and biochemistry*. Vol 3. Ed. Kerkut. Acad. Press, New York.
- Yeagle, P. 1991. *Modulation of Membrane Function by Cholesterol*. *Biochimie*. 73: 1303-1310.

APÉNDICE

Apéndice: A

Tabla 1A. Análisis de varianza del contenido de lípidos totales aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de sequía.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	5,22667	1	5,22667	23,64	0,0083
Intra grupos	0,884467	4	22,1117		
Total (corr.)	6,11113	5			

Tabla 2A. Análisis de varianza del contenido de lípidos totales aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de lluvia.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	6,91227	1	6,91227	103,53	0,0005
Intra grupos	0,267067	4	0,0667667		
Total (corr.)	7,17933	5			

Tabla 3A. Análisis de varianza multifactor del contenido de lípidos totales de *P. tigrinum* y *P. mariae* en relación a las épocas de muestreo, especies en estudio y su concentración.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
A: Especies	4,0401	1	4,0401	206,13	0,0443
B: Época	0,0324	1	4,0401	1,65	0,4208
RESIDUOS	0,0196	1	0,0196		
Total (corr.)	4,0921	3			

Apéndice: B

Tabla 1B. Análisis de varianza del contenido de fosfolípidos de *P. tigrinum* según su concentración y las épocas de estudio.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	2160,39	1	2160,39	1347,51	0,0007
Intra grupos	3,2065	2	1,60325		
Total (corr.)	2163,6	3			

Tabla 2B. Análisis de varianza del contenido de triacilglicerolos de *P. tigrinum* según su concentración y las épocas de estudio.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	2161,32	1	2161,32	1348,09	0,0007
Intra grupos	3,2065	2	1,60325		
Total (corr.)	2164,53	3			

Tabla 3B. Análisis de varianza del contenido de fosfolípidos de *P. mariae* según su concentración y las épocas de estudio.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	56,4001	1	56,4001	5013,34	0,0002
Intra grupos	0,0225	2	0,01125		
Total (corr.)	56,4226	3			

Tabla 4B. Análisis de varianza del contenido de ácidos grasos libres de *P. mariae* según su concentración y las épocas de estudio.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	6,02702	1	6,02702	165,92	0,0060
Intra grupos	0,07265	2	0,036325		
Total (corr.)	6,09967	3			

Tabla 5B. Análisis de varianza del contenido de colesterol de *P. mariae* según su concentración y las épocas de estudio.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	14,0625	1	14,0625	4136,03	0,0002
Intra grupos	0,0068	2	0,0034		
Total (corr.)	14,0693	3			

Tabla 6B. Análisis de varianza del contenido de triacilgliceroles de *P. mariae* según su concentración y las épocas de estudio.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	77,528	1	77,528	1645,16	0,0006
Intra grupos	0,09425	2	0,047125		
Total (corr.)	77,6223	3			

Apéndice: C

Tabla 1C. Análisis de varianza del contenido de proteínas totales aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de sequía.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	7,86615	1	7,86615	12,01	0,0257
Intra grupos	2,62013	4	0,655033		
Total (corr.)	10,4863	5			

Tabla 2C. Análisis de varianza del contenido de proteínas totales aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de lluvia.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	41,554	1	41,554	45,70	0,0025
Intra grupos	3,63747	4	0,909367		
Total (corr.)	45,1915	5			

Apéndice: D

Tabla 1D. Análisis de varianza del contenido de humedad aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de sequía.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	4,89607	1	4,89607	1,08	0,3581
Intra grupos	18,1949	4	4,54873		
Total (corr.)	23,091	5			

Tabla 2D. Análisis de varianza del contenido de humedad aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de lluvia.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	4,335	1	4,335	2,40	0,1960
Intra grupos	7,21273	4	1,80318		
Total (corr.)	11,5477	5			

Apéndice: E

Tabla 1E. Análisis de varianza del contenido de ceniza aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de sequía.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	0,0468167	1	0,0468167	15,78	0,0165
Intra grupos	0,0118667	4	0,00296667		
Total (corr.)	0,0586833	5			

Tabla 2E. Análisis de varianza del contenido de ceniza aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de lluvia.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	0,00281667	1	0,00281667	0,40	0,5594
Intra grupos	0,0278667	4	0,00696667		
Total (corr.)	0,0306833	5			

Apéndice: F

Tabla 1F. Análisis de varianza del contenido de carbohidratos aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de sequía.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	0,176817	1	0,176817	0,03	0,8760
Intra grupos	25,59321	4	6,39828		
Total (corr.)	25,7699	5			

Tabla 2F. Análisis de varianza del contenido de carbohidratos aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de lluvia.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	0,05415	1	0,05415	0,05	0,8348
Intra grupos	4,3756	4	1,0939		
Total (corr.)	4,42975	5			

Apéndice: G

Tabla 1G. Análisis de varianza del contenido de glucógeno aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de sequía.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	4,40327	1	4,40327	1,31	0,3166
Intra grupos	13,4681	4	3,36703		
Total (corr.)	17,8714	5			

Tabla 2G. Análisis de varianza del contenido de glucógeno aplicado a los valores de las especies estudiadas para la época de lluvia.

Fuente de variación	Suma Cuadráticas	Grados de Libertad	Medias Cuadráticas	Razón Fisher	Valor - P
Entre grupos	1,33482	1	1,33482	0,26	0,6375
Intra grupos	20,6003	4	5,15007		
Total (corr.)	21,9351	5			

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	PERFIL ENERGÉTICO Y CONTENIDO DE ALGUNOS ELEMENTOS (K, Na, Ca, Mg, Mn y P) EN EL TEJIDO MUSCULAR DEL BAGRE RAYAO (<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>) Y COPORO (<i>Prochilodus mariae</i>) PROVENIENTES DE LA LAGUNA DE CAICARITA (ESTADO BOLÍVAR), EN DOS ÉPOCAS CLIMÁTICAS (Modalidad: Tesis de Grado)
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Guerra M. Julineth R.	CVLAC	17.763.980
	e-mail	julinethguerra@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

ELEMENTOS (K, Na, Ca, Mg, Mn y P),
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>
<i>Prochilodus mariae</i>

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Química

Resumen (abstract):

Se evaluó el contenido lipídico, composición proximal, concentración de glucógeno y de los elementos esenciales K, Na, Ca, Mg, Mn y P en dos peces dulceacuícolas, *P. tigrinum* y *P. mariae*, conocidos comúnmente como “bagre rayao” y “coporo” respectivamente, colectados en la Laguna de Caicarita, Caicara del Orinoco, en dos épocas (sequía y lluvia). Los resultados expresados a continuación en %, corresponden a una relación m/m. La composición proximal comprende: proteínas totales, fluctuaron entre 15,86 mg/g para el bagre rayao en la época de lluvia y 26,74 mg/g para el coporo en la época de sequía; grasas totales, cuyo contenido osciló entre 0,93% para el coporo en la época de sequía y 3,12% para el bagre rayao en la época de lluvia; contenido de humedad y cenizas, los mínimos y máximos indicaron que para humedad se obtuvo un valor de 73,24% correspondiente al bagre rayao y 75,50% para el coporo en las épocas de sequía y lluvia, respectivamente; en cenizas se obtuvo un valor de 1,07% para el bagre rayao en la época de lluvia y 1,33% para el coporo en la época de sequía; y el contenido de carbohidratos osciló entre 20,02 y 20,49%, correspondiendo el valor mínimo al coporo y el máximo al bagre rayao para la época de sequía y lluvia. Por otra parte, el contenido de glucógeno osciló entre 10,13 y 12,12 mg/g para el bagre rayao y el coporo para la época de sequía y lluvia, respectivamente. En el caso de los elementos, el orden de distribución encontrado en las concentraciones de las especies, para las dos épocas estudiadas fue: P > K > Na > Ca > Mg > Mn. Por resonancia magnética nuclear de ¹³C, se determinó que todos los extractos lipídicos están formados por colesterol, triacilgliceroles y ácidos grasos libres. Estos lípidos fueron también identificados y cuantificados a través de TLC-FID, donde los lípidos mayoritarios, fueron los triacilgliceroles, los cuales oscilaron entre 42,11 y 96,76%, correspondiendo el valor mínimo a *P. mariae* colectados en la época de sequía y el valor máximo a *P. tigrinum* colectados en la época de lluvia, seguidos en mayor concentración se presentaron los fosfolípidos (3,24-49,95%), el colesterol (2,86-6,62%) y por último en menor proporción se encontraron los ácidos grasos libres (3,14-5,60%); estas dos últimas clases de lípidos para la especie *P. mariae*. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se identificaron por cromatografía de gases, encontrándose un predominio de ácidos grasos saturados e insaturados.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Prof: Milano Jahiro	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	15.288.274
	e-mail	jjmg43@yahoo.es
	e-mail	
Prof: D'Armas Haydelba	ROL	C <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	4.297.804
	e-mail	haydelba@yahoo.com
	e-mail	
Prof: Herrera Hernando	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5.872.352
	e-mail	hherreramata@yahoo.es
	e-mail	
Prof: Henríquez Willian	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	8.249.952
	e-mail	Whenriquez66@gmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2012	05	17
------	----	----

Lenguaje: SPA _____

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis_jguerra.DOC	Application/word

Alcance:

Espacial: NACIONAL (Opcional)

Temporal: TEMPORAL (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciada en Química

Nivel Asociado con el Trabajo: LICENCIADA

Área de Estudio: Química

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

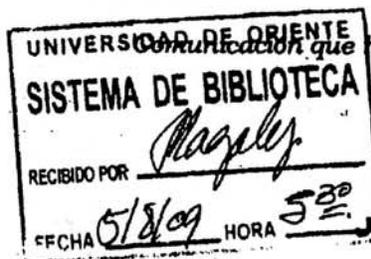
Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNPEL
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/manuja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



Guerra Julineth

Autor



Prof. Milano Jahiro

Asesor



Prof. Haydelba D'Armas

Coasesora