

2014

Perfil de ácidos grasos en algunas especies dulceacuícolas de interés comercial en Colombia, estado del conocimiento y perspectivas

Leonardo Irad Cuervo Moreno
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>



Part of the [Aquaculture and Fisheries Commons](#)

Citación recomendada

Cuervo Moreno, L. I. (2014). Perfil de ácidos grasos en algunas especies dulceacuícolas de interés comercial en Colombia, estado del conocimiento y perspectivas. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/207>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Zootecnia by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.



**PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN ALGUNAS ESPECIES DULCEACUÍCOLAS
DE INTERÉS COMERCIAL EN COLOMBIA, ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y
PERSPECTIVAS**

LEONARDO IRAD CUERVO MORENO

Cód: 13961032

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ D.C
2014**

**PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN ALGUNAS ESPECIES DULCEACUÍCOLAS
DE INTERES COMERCIAL EN COLOMBIA, ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y
PERSPECTIVAS**

LEONARDO IRAD CUERVO MORENO

Cód: 13961032

DIRECTOR:

LILIANA LUCIA BETANCOURT LOPEZ, Zoot, MSc., PhD.

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ D.C
2014**

DIRECTIVAS

HERMANO CARLOS GABRIEL GÓMEZ RESTREPO F.S.C
RECTOR

HERMANO FABIO CORONADO PADILLA F.S.C.
VICERRECTOR ACADEMICO

HERMANO FRANK LEONARDO RAMOS BAQUERO F.S.C.
VICERRECTOR DE PROMOCION Y DESARROLLO HUMANO

HERMANO MANUEL CANCELADO JIMENEZ F.S.C.
VICERRECTOR DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA

DOCTOR EDUARDO ANGEL REYES
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

DOCTORA PATRICIA INES ORTIZ VALENCIA
SECRETARIA GENERAL

DOCTORA CLAUDIA AIXA MUTIS
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DOCTOR ALEJANDRO TOBÓN
SECRETARIO ACADEMICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARÍN
DIRECTOR PROGRAMA DE ZOOTECNIA

DOCTOR CESAR AUGUSTO VASQUEZ SIERRA
ASISTENTE ACADEMICO

APROBACIÓN

DOCTOR. ABELARDO CONDE PULGARÍN
DIRECTOR DEL PROGRAMA DE ZOOTECNIA

DOCTOR. AUGUSTO VASQUEZ SIERRA
ASISTENTE ACADEMICO

DOCTORA. LILIANA LUCIA BETANCOURT LOPEZ
DIRECTOR

DOCTOR. JULIO ALBERTO GONZÁLEZ
JURADO

DOCTOR. SERGIO CASTIBLANCO
JURADO

DEDICATORIA

A Dios por todas las oportunidades que me ha dado en la vida, a mis padres por los valores y principios inculcados, sus esfuerzos y amor infinito, a mi hija Ana Sofía quien es mi fuerza y motor y a mi esposa Diana por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora Liliana Betancourt, mi directora de investigación con la que empecé este estudio y por la que estoy concluyendo este proceso.

RESUMEN

Desde la perspectiva de las ventajas competitivas que ofrecen nueve especies de peces dulceacuícolas (amarillo, capitán de la sabana, cachama, capaz, trucha, bagre, mojarra, tilapia y yamú) por sus aspectos biológicos, ecológicos y productivos, así como la determinación y comparación del perfil de ácidos grasos, como potencial de valor agregado en el mercado.

Se tomaron muestras del filete de las especies en mención, las muestras se liofilizaron y almacenaron para su posterior análisis por cromatografía de gases para el análisis de composición de ácidos grasos. El pez amarillo presentó el mayor nivel de ácidos grasos n-3 totales con un 20.7%, seguido de la tilapia, la trucha y el pez capitán de la sabana, yamú, cachama, mojarra, bagre y capaz con un 15.6%, 14.3%, 10.3%, 8.0%, 5.9%, 5.1%, 3.1% y 2.6% respectivamente. Los ácidos grasos n-3 están representados fundamentalmente por el EPA (C20:5n-3), DPA (C22:5n-3) y docosahexaenoico (22:6 n-3, (DHA). La relación de ácidos grasos n-6:n-3 se mantiene baja en todas las especies estudiadas, se comprobó que el contenido de AGPI (ácidos grasos poliinsaturados) n-3, no está asociado a la temperatura de agua en peces tropicales, es posible encontrar peces con adecuados niveles de AGP n-3 en aguas cálidas y superiores porcentajes cuando se comparan con peces de aguas frías en ambientes naturales.

Palabras clave: parámetros productivos, seguridad alimentaria, omega 6, omega 3, piscicultura.

SUMMARY

From the perspective of competitive advantages nine species of freshwater fish (amarillo, capitán de la sabana, cachama, capaz, trucha, bagre, mojarra, tilapia y yamú) for their biological, ecological and productive, as well as the determination and comparison of the fatty acid profile as potential added value in the market.

Steak samples aforementioned species were taken, the samples were lyophilized and stored for subsequent analysis by gas chromatography for analysis of fatty acid composition. The Amarillo fish had the highest level of n-3 fatty acids totals with 20.7%, followed by tilapia, trucha and fish capitán de la sabana, yamú, cachama, mojarra, bagre, and capaz with 15.6%, 14.3% , 10.3%, 8.0%, 5.9%, 5.1%, 3.1% and 2.6% respectively. N-3 fatty acids are mainly represented by the EPA (C20: 5n-3) DPA (C22: 5n-3) and docosahexaenoic acid (. 22: 6n-3 (DHA) The fatty acid ratio n-6 : n-3 remains low in all species studied, it was found that the content of PUFA (polyunsaturated fatty acids) n-3, is not associated with the temperature of water in tropical fish, you may find fish with adequate levels of AGP n-3 in warm water and higher percentages when compared to cold-water fish in natural environments.

Keywords: growth performance, food security, omega 6, omega 3 fish.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Situación actual del sector piscícola en Colombia y consumo.....	17
2.2 Los ácidos grasos esenciales, metabolismo y su importancia en la nutrición.	19
2.3. Peces dulceacuícolas de importancia comercial y perfiles de ácidos grasos.	22
2.3.1. <i>Amarillo (Zungaro Zungaro)</i>	26
2.3.2. <i>Capitán de la sabana (Eremophilus mutisii)</i>	27
2.3.3. <i>Tilapia (Oreochromis spp.)</i>	28
2.3.4. <i>Trucha (Oncorhynchus mykiss)</i>	29
2.3.5. <i>Yamú (Brycon amazonicus.)</i>	30
2.3.6. <i>Cachama (Colossoma macropomum)</i>	32
2.3.7. <i>Capaz (Pimelodus grosskopfii)</i>	35
2.3.8. <i>Bagre (Pseudoplatystoma fasciatum)</i>	36
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1. EJEMPLARES	39
3.2. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	39
3.2.1 <i>Extracción de filetes</i>	39
3.2.2. <i>Determinación del perfil ácidos grasos</i>	39
3.3 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1. Ácidos grasos Saturados.....	43
4.2. Ácidos grasos monoinsaturados.....	44

4.3. Ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (n-3).....	44
4.4. Ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (n-6).....	46
4.5. Relación ácidos grasos omega 6 omega 3 (n-6:n-3)	46
5. CONCLUSIONES	48
6. RECOMENDACIONES.....	49
7. BIBLIOGRAFÍA	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Consumo aparente de productos de la acuicultura 2006-2011	19
Tabla 2. Hábitos alimenticios en sistemas naturales para algunas especies piscícolas de Colombia.	25
Tabla 3. Composición del perfil de ácidos grasos del tejido muscular de diferentes especies de peces (% del área total de ácidos grasos identificados).	42

LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS

Figura 1. Producción de la acuicultura 2005-2011.	18
Figura 2. Vías de desaturación y elongación de los ácidos linoleico y α -linolénico y biosíntesis de los ácidos grasos araquidónico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico.	21
Figura 3. Algunas especies piscícolas de importancia comercial. a. <i>Zungaro</i> , b. <i>Eremophilus mutisii</i> , c. <i>Colossoma macropomum</i> , d. <i>Caquetaia umbrifera</i> , e. <i>Pimelodus grosskopfii</i> , f. <i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	34

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de nuestra propensión genética a enfermedades ha despertado el interés por la prevención de las mismas, siendo la dieta el factor más importante, es por esta razón que la carne de pescado ha desempeñado un papel prioritario para la llamada “seguridad alimentaria del planeta”, debido a que los productos acuáticos poseen un alto valor nutricional por sus contenidos proteico, lipídico y mineral, además de ser altamente digestibles, características que permiten ser incluidos dentro del grupo de alimentos para el humano moderno (Vinatea, 2005). En este sentido, el consumo de pescado ha ganado gran importancia por considerarse un alimento rico en ácidos grasos (AG) poli insaturados (AGPI) de la serie omega 3 (n-3), a los cuales se les atribuyen propiedades benéficas en cuanto a la disminución del riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (Rischio and Prevenzione Investigators 2010), asma, artritis reumática, cáncer, diabetes mellitus entre otros (Siddiqui et al, 2004; Simopoulos 2008).

Es generalmente aceptado que los peces de aguas continentales presentan bajas concentraciones de AGPI, principalmente del grupo n-3 en comparación con las especies de origen marino (Young, 2009). Sin embargo hay ciertos factores como la influenciada por condiciones medio-ambientales (Rasoarahona et al, 2005), la alimentación (Guler et al., 2008; Nguyen et al., 2010) entre otros que afectan directamente la composición de AG (De Souza et al., 2008). A pesar de ello, presentan una mayor capacidad a nivel enzimático para elongar y posteriormente desaturar AG de 18 carbonos como el ácido álfa-linolénico (ALN) presente en la dieta para producir EPA y DHA en los tejidos (Karapanagiotidis, et al., 2007) componentes altamente benéficos para el organismo que las especies de origen marino.

La piscicultura colombiana está en constante crecimiento, por sus características demográficas que lo convierte en un país biodiverso en recursos pesqueros propios, recientemente se han desarrollado los paquetes tecnológicos para su

actividad comercial aunque este sector reúne múltiples actividades económicas (producción de alevinos, engorde, transporte, etc.). El tema se ha convertido en una nueva posible fuente de ingresos y desarrollo para regiones como el Huila, Tolima, Santander y Meta. El mercado de algunas especies piscícolas cultivadas en Colombia va abriendo sus puertas para la exportación, por ello, es importante la investigación, innovación, desarrollo tecnológico y formación técnica con el fin de garantizar una alta productividad y competitividad en este mercado (PROEXPORT, 2013). La necesidad de incrementar el contenido de los AGPI de la serie n-3 en la dieta de los humanos y el conocimiento de los perfiles de AG de las especies de origen marino han conducido a postular sí es posible encontrar peces nutritivos de canal de captura y de origen productivo tanto de aguas cálidas como frías con un buen contenido de AG n-3 sin necesidad de modificar su dieta habitual.

Con el presente estudio se identificaron, caracterizaron y compararon perfiles de AG del filete de nueve especies dulceacuícolas de Colombia de interés comercial: bagre amarillo (*Paulicea luetkeni*), capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*), tilapia (*Oreochromis sp*), trucha (*Oncorhynchus mykiss*), yamú (*Brycon amazonicus*), cachama (*Piaractus brachypomus*), mojarra (*Oreochromis mossambicus*), capaz (*Pimelodus grosskopfii*) y bagre (*Pseudoplatystoma fasciatum*).

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar el perfil de ácidos grasos de nueve especies de peces de interés comercial dulceacícolas de Colombia

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

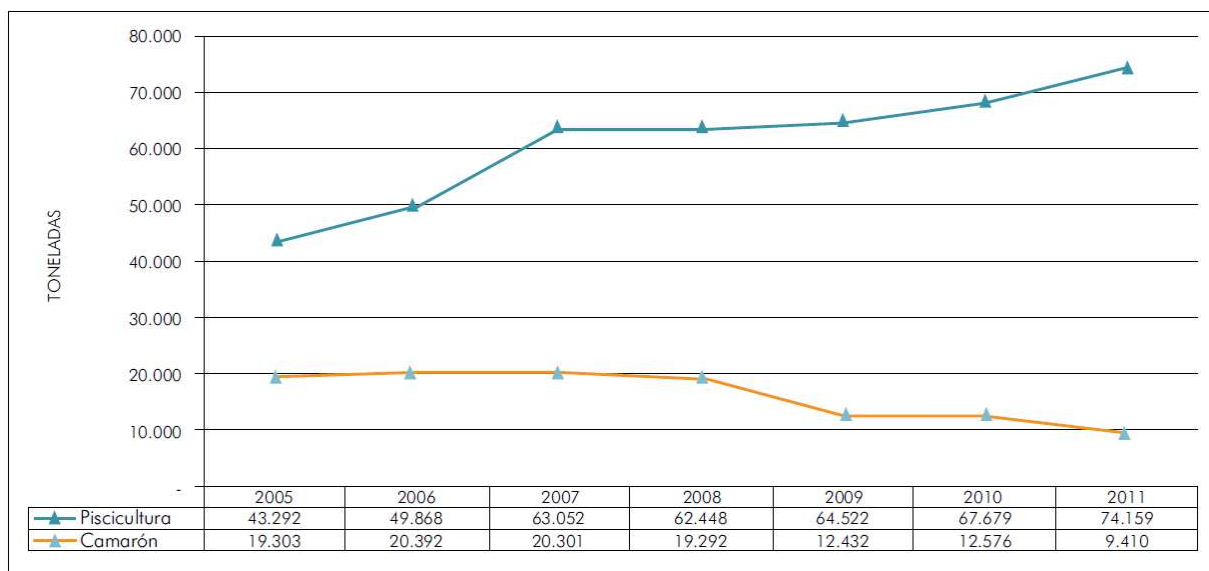
1. Identificar las especies que presentan la mayor y menor relación entre ácidos grasos omega 3 y omega 6.
2. Comparar el perfil de ácidos grasos de diferentes especies dulceacuícolas de Colombia.
3. Determinar las especies que presentan la mayor proporción de ácidos grasos saturados e insaturados.
4. Seleccionar las especies con mayor proporción de ácidos grasos omega-3.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Situación actual del sector piscícola en Colombia y consumo

Colombia posee un lugar destacado en recursos hídricos a nivel mundial, puesto que cuenta con una de las mayores diversidades de peces del planeta y alta biodiversidad de organismos hidrobiológicos, así como áreas de aguas dulces, salobres y marinas y terrenos aptos para el desarrollo de la acuicultura (FAO 2010). La acuicultura en Colombia está representada por el cultivo de peces (piscicultura) cuyas principales especies son tilapia, trucha, cachama y algunas especies nativas y el cultivo de camarón (camaronicultura). La producción de la acuicultura en año 2011 fue de 82 733 toneladas, representadas en 74 270 toneladas de piscicultura (74 159 de piscicultura continental y 111 de piscicultura marina) y 8.463 toneladas de camarón (Figura 1). Los principales departamentos productores de piscicultura son Huila (43%), Meta (15%), Antioquia (6%), Tolima (6%) y Valle (4%); en camaronicultura los principales departamentos son Sucre (69%), Bolívar (26%) y Nariño (3%).

Figura 1. Producción de la acuicultura 2005-2011.



Fuente: MADR - Cadena de la Acuicultura, 2012.

Para el año 2011 el consumo per cápita de estos productos fue de 2,75 kg/persona/año (Tabla. 1), es decir que hubo un incremento de 0,26 kg/persona/año comparado con el del año 2010 que fue de 2,49 kg/persona/año. La Asociación Nacional de Promotores de la Pesca (Apropesca) afirma que la estimación del ingreso de productos por contrabando a través de los principales puertos terrestres que son Ipiales y Cúcuta es del 35%, cifra que incrementa significativamente las importaciones reales de productos de la acuicultura. Comparando con otras fuentes alimenticias como la bovina 20Kg, Cerdo: 10Kg Aves: 25kg consumo de pescado es de los más bajos entre las proteínas cárnicas en la canasta familiar en el país. (MADR, INCODER, CCI, DANE, 2011.).

Tabla 1. Consumo aparente de productos de la acuicultura 2006-2011

AÑO	TOTAL PRODUCCIÓN ACUICOLA (Tn)	TOTAL EXPORTACIONES (Tn)	IMPORTACIONES ACUICOLAS (Tn)	POBLACIÓN	Consumo aparente percapita (Kg/Persona/año)
2006	71.168	15.768	42.858	43.405.956	2,26
2007	83.353	17.174	46.077	43.926.929	2,55
2008	81.740	18.678	47.802	44.451.147	2,49
2009	82.645	16.536	42.163	44.978.832	2,40
2010	80.255	13.427	46.931	45.508.215	2,49
2011	82.733	9.986	53.222	45.989.314	2,73

Fuente:MADR-Cadena de Acuicultura. Cálculos FEDACUA

2.2 Los ácidos grasos esenciales, metabolismo y su importancia en la nutrición.

Los lípidos constituyen la principal fuente de energía del cuerpo y son componentes esenciales de todos los organismos vivos. Tienen funciones biológicas importantes como la formación de los glicerofosfolípidos, los cuales hacen parte de la membrana celular. También participan en diversos procesos fisiológicos del cuerpo actuando como hormonas, pigmentos, vitaminas y emulsificantes. Estas biomoléculas se incorporan al cuerpo mediante la ingesta de alimentos y son cruciales para el adecuado desarrollo y alta supervivencia durante las primeras fases de desarrollo embrionario, en el crecimiento inicial neonatal y en la etapa lactante e infantil (Kinsella 1998; Curi et al, 2002; Logan 2004).

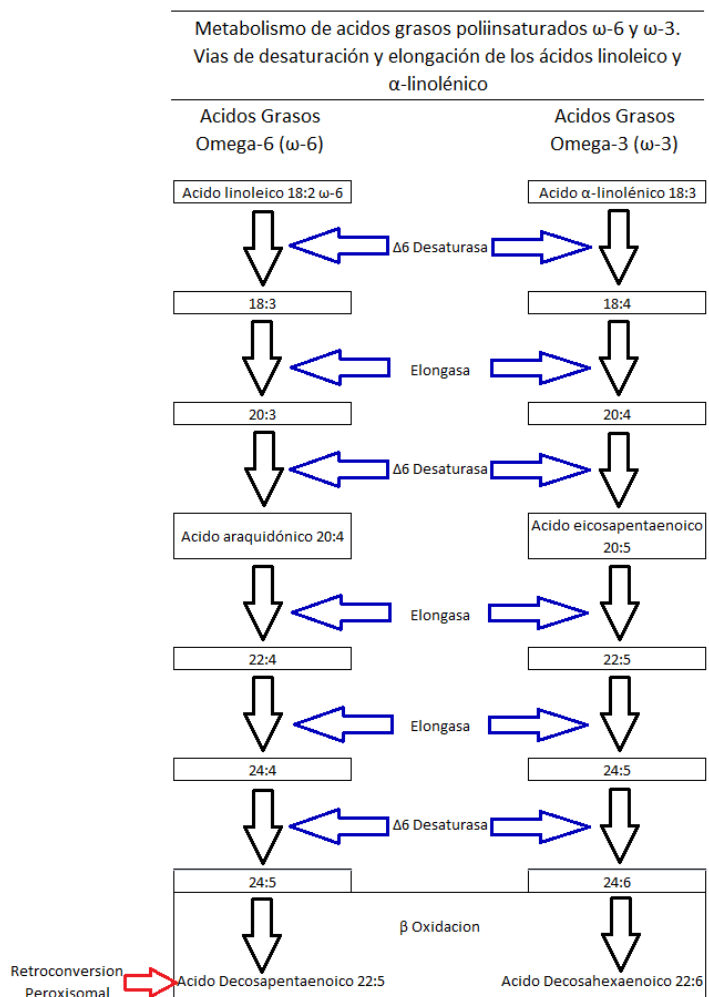
Los lípidos más simples son los AG, que a su vez forman parte de los triacilgliceroles. Los AG más comunes en la dieta se pueden clasificar en tres grupos de acuerdo al grado de insaturación: AG (SFAS), sin dobles enlaces; AG monoinsaturados (MUFAS), que poseen un doble enlace; y, AG poliinsaturados (AGPI), con dos o más dobles enlaces. Según Weaver et al (2008) los principales AGPI presentes en alimentos de origen animal o vegetal son: palmítico, esteárico,

oléico, linoléico (AL), α linolénico (ALN), araquidónico (ARA), eicosapentaenoico (EPA), docosapentaenoico (DPA), docosahexaenoico (DHA).

Los AGPI de cadena larga son componentes esenciales de la dieta y participan en diversos procesos biológicos donde cumplen un rol estructural en la permeabilidad de las membranas y son sustratos para la síntesis de diversos mediadores fisiológicos (Valenzuela et al 2011). Los AGPI se dividen en dos grandes grupos: AG n-3 como el ácido ALN (C18:3) y los metabolitos formados a partir de éste, el ácido eicosapentaenoico (EPA) (C20:5) y el decosahexaenoico (DHA) (C22:6); el otro grupo lo conforman los AG n-6 como el ácido AL (C18:2) y sus metabolitos, el ácido AA (C20:4) y el ácido γ -linolénico (GLA). Los AG n-3 (ALN) y n-6 (AL, ARA) son esenciales para el ser humano ya que no lo podemos sintetizar en nuestro organismo (Rodríguez et al 2005).

Las fuentes alimentarias del AL y del ALN son aquellas de origen vegetal como los aceites (soya, linaza, canola, etc.) y los frutos secos (almendra, nuez, maní, etc.). El ARA se encuentra en alimentos de origen animal (carne vacuna, cordero y cerdo), y el EPA y DHA se encuentran tanto en animales como vegetales de origen marino, particularmente en pescados con un elevado contenido de grasa como el atún, jurel, salmón, entre otros (Simopoulos 2010). El ARA, el EPA y el DHA son componentes estructurales importantes y son el sustrato para la formación de una serie de derivados lipídicos llamados eicosanoides, importantes en el metabolismo celular (Fig. 1) (Serhan & Chiang 2008). La biosíntesis de estos AG de cadena larga está regulada por cambios en la dieta y procesos hormonales (Coronado et al., 2006).

Figura 2. Vías de desaturación y elongación de los ácidos linoleico y α -linolénico y biosíntesis de los ácidos grasos araquidónico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico.



Modificado de Valenzuela B., Tapia O., González, E. & Valenzuela B., 2011.

Muchos estudios se han realizado con el fin de establecer la importancia de los lípidos y conocer su impacto sobre la salud y nutrición humana. La relación directa que existe entre el consumo de AG SFAS y múltiples enfermedades ha sido ampliamente estudiada (Hu *et al*, 1997; He *et al*, 2003; WCRF/AICR, 2003; Howard *et al*, 2006; Prentice *et al*, 2006; Xu *et al*, 2006; Field *et al*, 2007;), por

otra parte, se han demostrado los beneficios fisiológicos de los AGPI sobre la presión arterial, frecuencia cardíaca, niveles de triglicéridos, procesos inflamatorios, función endotelial, función diastólica cardíaca, riesgo reducido consistente de EC (enfermedad coronaria), cáncer, desarrollo del cerebro y la retina en el feto y durante los dos primeros años de vida (Mozaffarian & Burr *et al*, 2007, Hu, Manson & Willett, 2001, Decsi & Koletzko, 2005, Rimm, 2006, Yokoyama *et al*, 2007; Mozaffarian & Willett, 2007, Gissi-HF, 2008; Cetin & Koletzko, 2008; Helland *et al*, 2008). El consumo equilibrado de AGPI n-6 y n-3 es importante para combatir problemas de desnutrición, reducen la probabilidad de muerte y enfermedad, incluyendo el desarrollo de obesidad y de enfermedades no transmisibles en etapas posteriores de la vida (WHO, 2003; Reddy & Katan, 2004).

2.3. Peces dulceacuícolas de importancia comercial y perfiles de ácidos grasos.

Muchas de las especies consideradas en esta revisión están categorizadas como vulnerables según la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza UICN. Algunos de estos peces han reportado una disminución en las capturas, siendo los casos más preocupantes el del bagre del Magdalena. En la mayoría de estos peces es evidente el deterioro de las poblaciones lo que se ve reflejado en la disminución en la talla media de captura y la talla media de madurez gonadal, esto puede ser considerado como una estrategia frente a la sobrepesca (González-Acosta & Rosado-Puccini, 2005).

Las principales amenazas tienen que ver con la alteración de los cuerpos de agua y la pérdida de calidad y cantidad de hábitats, lo que puede influir directamente sobre las fuentes de alimento, sus ciclos de vida y refugios para las crías. También existen serias problemáticas en torno a la captura de individuos por debajo de la talla reglamentaria, la pesca furtiva a pesar de las vedas, modificación de cauces, la minería, la contaminación por aguas residuales y actividades agropecuarias. La

introducción de especies exóticas como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*), carpa (*Cyprinus carpio*), pez dorado (*Carassius auratus*), langostilla (*Procambarus clarkii*) han impactado las poblaciones de peces como el capitán de la sabana (Mojica et al, 2012). Para las especies consideradas se requieren planes de manejo y conservación específicos de alcance nacional o transnacional según sea el caso, garantizar el cumplimiento de las normas y la gobernanza de las comunidades, establecer periodos de veda, fomento de prácticas pesqueras legales y el desarrollo de programas de aprovechamiento sostenible y de reproducción inducida. Es imperativo conocer con profundidad la biología y ecología de las especies y su estructura poblacional.

La mayor parte de la producción pesquera mundial proviene de ambientes naturales, principalmente del mar, América Latina es el tercer continente en producción y Colombia es el quinto país, después de Brasil, México, Venezuela y Perú, por lo que es importante resaltar que la piscicultura en estanque y en jaulas ha contribuido a reducir la presión de los pescadores sobre varias especies. Sin embargo, existen también otras amenazas a estas especies relacionadas con el impacto humano. Recientemente se han desarrollado paquetes tecnológicos para incorporar diversas especies obteniendo en muchos casos respuestas positivas en protocolos de reproducción, sin embargo, en la larvicultura existe una alta tasa de mortalidad, esto puede deberse a canibalismo derivado de hábitos piscívoros, condiciones ambientales inadecuadas o escaso conocimiento de los hábitos alimenticios en sistemas naturales (Marciales-Caro et al, 2010).

Como se ha mencionado anteriormente, la actividad pesquera y acuícola en Colombia se encuentra en auge. La ventaja competitiva en la comercialización de estos peces se encuentra en su aporte nutricional de AG n-3 y n-6 con efectos benéficos para la salud, además, los peces de agua dulce presentan mayor actividad frente a los peces marinos de una serie de enzimas capaces de modificar el perfil de AG (Moreno, 2013). Sin embargo, dentro de la misma especie

el porcentaje de AG difiere en virtud de muchos factores como sexo, tamaño, dieta, localización geográfica, temperatura del ambiente y estación del año (Torres et al., 2013). El perfil de AG presentes en la dieta de los peces, ya sea en el medio natural o en sistemas de cultivo, altera los distintos parámetros como porcentaje de sobrevivencia, biomasa final, ganancia diaria de peso, consumo aparente de alimento, tasa específica de crecimiento, tasa de eficiencia proteica e índice víscerosomático (Torres et al., 2013). Por tanto es posible la implementación de planes de producción con una dieta diseñada para desarrollar un valor agregado rico en AGPI n-3 principal beneficio atribuido al consumo de carne de pescado.

A continuación se presenta una descripción comparativa de las especies de interés, destacando la información relacionada con los hábitos alimenticios de cada una de ellas (Tabla 2).

Tabla 2. Hábitos alimenticios en sistemas naturales para algunas especies piscícolas de Colombia.

Especie	Nombre científico	Hábito alimenticio	Referencias
Amarillo	<i>Zungaro zungaro</i>	Piscívoro: De hábitos nocturnos, se alimenta de carácidos, Siluriformes y <i>Prochilodus lineatus</i> con longitudes entre 20 y 40 cm.	Mojica, Usma, Álvarez-León & Lasso, (2012); Sánchez <i>et al.</i> (2011).
Capitán de la sabana	<i>Eremophilus mutisii</i>	Carnívoro: moluscos y anélidos (>20%), crustáceos y larvas de insectos (15%), algas diatomeas, restos vegetales, huevos de otros peces (1%).	Pinilla, Abril & González (2006).
Yamú	<i>Brycon</i> sp.	Omnívoro oportunista, preferencia por frutos y semillas.	Arias (2005).
Cachama	<i>Colossoma macropomum</i>	Omnívora con tendencia a la frugivoría, larvas y juveniles zooplanctófagos, juveniles consumen larvas de insectos, crustáceos planctónicos y algas filamentosas, adultos consumen frutos y semillas medianas (Euphorbiaceae, Arecaceae, Sapotaceae, Malpighiaceae, Fabaceae y Myrtaceae).	Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso (2012).
Mojarra	<i>Caquetaia unbrifera</i>	Omnívora (peces, insectos, frutos y semillas).	Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , (2005).
	<i>Caquetaia kraussii</i>	Otros peces e invertebrados bentónicos.	
Capaz	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Omnívora con tendencia a la carnivoría: peces (31,25%), crustáceos (4,09%), desechos (13,54%).	Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, (2012); Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , (2005).
	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Piscívora, también se alimenta de camarones en estado juvenil.	Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, (2012).
Bagre	<i>Pseudopimelodus schultzi</i>	Omnívoro, mayormente Characiformes y Siluriformes.	Ortega-Lara, Rivas-Lara, & Rincón (2011); Reid, 1983; Mojica, Usma, Álvarez-León & Lasso (2012); Salinas & Agudelo (2000).
	<i>Pseudoplatystoma orinocoense</i>	Coporos, mijes (Anostomidae), cachama, palometas (<i>Mylossoma</i> spp.), palambra (<i>Brycon</i> spp.), curvinata (<i>Plagioscion squamosissimus</i>), bagre paleta (<i>Sorubim lima</i>), <i>P. metaense</i> y camarones.	
	<i>Pseudoplatystoma metaense</i>	Bocachico o coporo (<i>P. mariae</i>), anostómidos, cuchillos y bagres.	
	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Characiformes pequeños (Curimatidae, agujones (<i>Boulengerella</i> sp.), nicuro (<i>Pimelodus</i> sp.), mojarras (<i>Aequidens</i> sp.) y dormilones (Erythrinidae), invertebrados terrestres y acuáticos.	
	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	Piscívoro, peces pequeños como cíclidos, dormilones (<i>Hoplias</i> sp.), palometas (<i>Mylossoma</i> sp.), bocachico (<i>Prochilodus</i> sp.), agujón (<i>Boulengerella</i> sp.), chillón (<i>Curimata</i> sp.), simí (<i>Calophysus macropterus</i>), omimas (<i>Leporinus</i> sp.), cuchas (<i>Hypostomus</i> sp.) y sardinas (<i>Astyanax</i> sp.).	

Esta tabla nos permite ampliar el contexto en cuanto a preferencias nutricionales y como estas podrían modificar la composición del perfil de AG.

A continuación se presenta una recopilación de la información existente acerca de la biología, ecología, condiciones de cultivo, aprovechamiento, ventajas competitivas orientadas a la nutrición composición de lípidos y perfil de AG en nueve especies dulceacuícolas de interés comercial en este estudio: amarillo, capitán de la sabana, tilapia, trucha, yamú, cachama, mojarra, capaz y bagre).

2.3.1. Amarillo (*Zungaro Zungaro*)

La especie *Z. zungaro* es conocida como amarillo, representa un importante porcentaje de desembarcos en las cuencas del Orinoco y la Amazonía. Es una de las especies más grandes de bagres (Mateus y Penha, 2007), migratoria, con características de desove con alta fecundidad (Winemiller, 1989; Mateus y Penha, 2007). Los alevines nacidos viven principalmente en la boca de los pequeños afluentes, mientras que los adultos viven en las zonas más profundas de los ríos (Agostinho *et al.*, 2003; Alves. *et al*, 2007). La sobrepesca, agricultura, minería, navegación, la industria energética, la contaminación ha reducido sus capturas en Colombia y en otros países como Brasil (Ramirez *et al.*, 2002, Agostinho *et al* 2003) La talla media de madurez gonadal, se estableció en 100cm, Longitud estándar (LE) para las hembras 86cm y para los machos 96cm, esta especie está incluida en la lista roja de peces dulceacuícolas del país en la categoría de en peligro lo que significa que su población enfrenta un alto riesgo de deterioro (Ramirez *et al.*, 2002).

No existe suficiente información acerca de su biología y más específicamente, sobre el contenido de AG en Colombia. En Brasil se han realizado estudios sobre su fisiología reproductiva en cautiverio con inducción hormonal (Drumond, 2008) En 2009, fue la cuarta especie más comercializada en la Orinoquía colombiana con 86 ton y en Leticia se distribuyeron 421 ton (MADR & CCI, 2011). Las tallas medias de captura varían espacialmente y de acuerdo a periodos hidrológicos y ciclos anuales (Ramírez-Gil & Ajiaco-Martínez, 2011). Sánchez *et al*, (2011) reportaron longitudes máximas de 144 cm LE y 48 kg por peso eviscerado en Puerto Leguizamo (Río Putumayo) y de 150 cm LE y 82 kg en Leticia (río Amazonas).

En virtud de las características de sus carne blanca y espinas intramusculares que determina una alta aceptación comercial y por la factibilidad en la

reproducción y cultivo en cautiverio, varias especies nativas de silúridos constituyen una buena alternativa para diversificar la oferta de especies para la acuicultura nacional, entre ellas el bagre rallado, el bagre (orinocoence-metaense) yaque (*Leiarius marmoratus*) y amarillo. Sin embargo a pesar de unos trabajos realizados con estas especies aún no es posible su cultivo a escala comercial, debido principalmente a las dificultades para lograr su reproducción exitosa en cautiverio, la marcada estacionalidad reproductiva, sus hábitos alimenticios carnívoros y dificultad para adaptarse al consumo de dietas secas o concentrados comerciales; por tanto, la investigación nacionales está siendo orientada a solucionar esta problemática y mejorar las perspectivas de esta actividad productiva.

2.3.2. Capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*)

Endémico de las aguas naturales fluviales y lacustres del altiplano Cundiboyacenses de Colombia (Figura 3) (Borissow y Canosa 2000, Rodríguez 2000) ha sido introducida a varias regiones de aguas frías del país, alcanza un tamaño de 50 cm de longitud total (LT) (Mojica et al., 2012), talla difiera a las reportadas por Amaya, (1975), reportando una LT de 23,5cm en pescas realizadas a reproductores en el lago de Tota departamento de Boyacá Colombia, y a las de Montejó et al., (2002), reportando LT de 24,8cm realizadas en el embalse del Neusa departamento de Cundinamarca Colombia, Rosado y González, (2010) reportan registros en peso y talla de 250 a 350 g y 40 cm longitud total (LT), por lo cual es considerado el bagre de mayor tamaño existente en cuerpos de aguas frías. Es una especie territorial de hábitos bentónicos y puede vivir en bajas concentraciones de oxígeno ya que puede utilizar el estómago como órgano accesorio de respiración (Maldonado-Ocampo *et al*, 2005). Sus hábitos alimenticios carnívoros le permiten consumir diferentes tipos de alimentos como: moluscos y anélidos (>20%), crustáceos y larvas de insectos

(15%) y algas diatomeas, restos vegetales, huevos de otros peces (1%) (Pinilla, Abril, & González, 2006; Maldonado-Ocampo *et al*, 2005); de reproducción anual, presenta desove en meses de alta precipitación. Catalogada como especie amenazada hacia la extinción por Álvarez-León *et al*, (2002)

Diversos estudios se han desarrollado para aclarar aspectos en su ecología y biología Amaya, (1975), Montejo *et al*, (2002), Atencio *et al*, (2003), logrando reproducciones inducidas en cautiverio (Jiménez y Pinto, 2005; Gonzalze & Rosado, 2005) pero existen limitaciones en la fase de larvicultura (González & Rosado, 2005) esto se ha convertido en un “cuello de botella” para su cultivo, se presenta en la etapa de adaptación inicial de los reproductores capturados del medio natural, debido a la alta mortalidad relacionada con la aparición de úlceras cutáneas en sus cuerpos. Por lo que es preciso estudiar modelos de larvicultura para continuar con la estructuración de un paquete tecnológico sostenible en el tiempo.

2.3.3. *Tilapia (Oreochromis spp.)*

En 1980 se dio inicio en el país a la piscicultura comercial con la llegada de especies foráneas como la carpa, tilapia, la trucha y la inclusión de la cachama como única especie nativa (MADR-AUNAP-FAO-ONU 2013) del total de la producción acuícola lograda en el año 2011, las actividades piscícolas correspondientes al cultivo de tilapia roja y plateada aportaron 58%. Según datos estadísticos del Incoder, (2014) a tilapia roja es un híbrido resultante del cruce de varias especies del género *Oreochromis* originarias de África e Israel, con características especiales que la ponen en ventaja frente a otras especies como: la ganancia de peso 600g/año, rendimientos superiores a las 600 toneladas/hectárea/año en sistemas de producción intensivos desarrollados en jaula, jaulones y a la gran facilidad para filetear.

Se alimenta de algas bentónicas, fitoplancton, huevos de otras especies de peces y larvas, acepta con facilidad el alimento comercial. Dentro de su perfil de AG se encuentra una mayor proporción de n-6 (Morales, 2013). Estudios realizados por moreno (2013) en Colombia indican que el cultivo en jaulas de estos peces se realiza principalmente en el Huila, Cauca y Tolima, así mismo, los cultivos en jaula suelen contener mayor cantidad, de AGPI y una menor relación de n-3/n-6, que aquellas cultivadas en estanques de tierra (Osorio, Wills, & Muñoz, 2013).

La tilapia se caracteriza por su baja proporción de AG SAFAS (cerca del 6,5%), aun así, contienen mayor proporción de AGPI, de cerca del 80%, respecto a especies de salmón, sardina y jurel. Además, teniendo un porcentaje de AG n-3 del 33%, su contenido de AG n-6 es aún más alto, con un 47,7% (Izquierdo, Torres, Barboza, Márquez, & Allara, 2000). También se han documentado experiencias del enriquecimiento del perfil con la inclusión de lípidos en la dieta especialmente de la serie n-3 (Glencross, Hawkins y Curnow 2003; Menoyo, Bote, Diez y Bautista 2007; Morales, 2013)

2.3.4. *Trucha (Oncorhynchus mykiss)*

Originaria de la costa este de los Estados Unidos, llega a Colombia en el año de 1939 y desde allí hasta la fecha se han creado más de 87 granjas industriales dedicadas a la Truchicultura de alta producción. Actualmente está la producción de en país soporta el 11,36 % de la producción nacional, y Antioquia es el principal productor con aproximadamente el 38% (Torres, Londoño, Hincapié, & Ruales, 2013). La evolución de esta actividad económica y en especial, la producción se observa en la actualidad por factores como el avance en la infraestructura y métodos de producción, mejoramiento en la eficiencia en el recurso hídrico, aumentos en la productividad y competitividad con el fin de suplir los mercados externos, el mejoramiento en la producción de los concentrados, su manejo en cultivo, entre otros (MADR, CCI, 2010).

Estudios han demostrado que el cultivo de trucha es más eficiente, en cuanto a energía bruta encontrada en los filetes, cuando se realiza en jaulas a comparación de estanques de cemento (Osorio, Wills, & Muñoz, 2013). Izquierdo et al, (1999) determinaron el potencial nutricional de la trucha en condiciones naturales (Tcn) y de cultivo (Tcc) el análisis proximal reportado presento los siguientes resultados para proteínas 20.6%,18,7%; grasas: 1.7%, 3.72%; humedad 77.3%,76.4%; cenizas 1.33%,1.69% respectivamente, no se encontraron diferencias comparativas significativas entre los perfiles de AG, los AG más representativos tanto para la Tcc y la Tcn fueron: Palmítico: 22.5%,22.08%, Oleico: 30.16%, 29.91%, y ALN con un 12.61%,12.5%, la relación n-3:n-6 los n-3 fueron un 27% mayor con referencia a los n-6. La trucha se caracteriza por su baja proporción de SFAS (cerca del 29,3%) (Izquierdo, Torres, Barboza, Márquez, & Allara, 2000), por otra parte, el aceite obtenido de las vísceras presenta un bajo porcentaje total de n-3. Sin embargo, se ha reportado un contenido de EPA del 5% y del 19% de DHA en músculos, cifra significativamente mayor en comparación con otras especies como salmón eurihalino, bagre del canal (*Ictalurus punctatus*), bagre africano (*Clarias gariepinus*), carpa común (*C. carpio*), la carpa mayor de la India (*Labeo rohita*), y para tilapia del Mozambique (*Oreochromis mossambicus*) (Torres, Londoño, Hincapié, & Ruales, 2013).

2.3.5. Yamú (*Brycon amazonicus*.)

Es un carácido de la cuenca del río Orinoco, distribuido en los Llanos de Colombia y Venezuela, es reofílico y su reproducción natural se lleva a cabo durante la época de lluvias, que comprende el periodo entre febrero y junio (Arias, 1995). Por sus hábitos alimenticios omnívoros, su rápido crecimiento y la calidad y aceptación comercial de su carne, es una especie de excelentes condiciones para piscicultura (Torres, 2000). Sin embargo, la producción comercial de alevinos aún presenta dificultades debido a su marcada estacionalidad reproductiva y al canibalismo que

presentan las larvas durante los primeros días de vida (Atencio, 1999). Se captura principalmente en el río Meta, donde se han registrado capturas de hasta 10 toneladas por mes, con una talla media de 52 cm. Esta especie es muy común y se considera como una de las más estudiadas en este género para la piscicultura colombiana (Merino *et al*, 2006; Arias *et al*, 2002)

Estudios nutricionales muestran que la relación óptima de nutrientes en la dieta para lograr un mejor crecimiento es de 21% de proteína con 3,2kcal/g. En el país se cultiva principalmente en los Llanos, en estanques de 500 a 2000 m² (Arias, 2005). (Salinas *et al*, 2001; López *et al*, 2004). Es importante tener en consideración que en condiciones normales, el yamú muestra un crecimiento excepcionalmente rápido, superando a la cachama blanca y reportando un rendimiento de hasta 400-500g en un periodo de 120-150 días (AGROCADENAS, 2005). Esta especie se cultiva en condiciones similares a otras especies nativas como la cachama y se ha propuesto la alimentación con raciones comerciales para peces o mezclas de granos con un 22-30% de proteína bruta (Arias & Rodríguez, 2000) y suplemento de hojas y frutos (Arias, Parada, & García, 2000).

En policultivo su rendimiento mejora hasta un 20% (Arias & Murillo, 2000). Por otra parte, *B. amazonicus* exhibe una trayectoria de crecimiento superior cuando los peces son sometidos a una restricción prolongada de alimento y luego son realimentados, mayor eficacia alimentaria se ha presentado a niveles de alimentación menores a los requeridos (Nieto, 2012). Acosta *et al*, (2010) indican que es factible establecer alternativas de alimentación larvaria diferentes a las alimentadas con balanceado comercial, teniendo en cuenta que el alimento vivo simula mejor las condiciones naturales. No se conocen estudios sobre el perfil de AG de esta especie en Colombia, pero se han desarrollado estudios con otras variedades también presentes en Brasil, como las reportadas por Moreira *et al*, (2001) en el filete de la especie *Brycon cephalus* aportando un alto contenido de ácidos LN y ALN (n-3 y n-6) con porcentajes de 13,77% y 1,02% respectivamente,

esto se debe a una alimentación con aproximadamente 38% de LN. La composición de ácidos grasos y de lípidos totales puede variar en *B. cephalus* dependiendo de la estación, siendo más bajo el contenido de lípidos y más alto el de AGPI en la estación seca, los individuos cultivados en sistema semi-intensivo muestran una calidad nutricional equiparable a la de poblaciones silvestres, estos fueron alimentados con una dieta con un 30,55% de AL, 23,58% oleico, 20,59% palmítico y 13,84% esteárico; la alimentación es un factor determinante en la composición lipídica del músculo, los AG pueden ser usados para el metabolismo, almacenamiento o para transformación en otros AG (Almeida & Bueno Franco, 2007).

Algunas especies como *B. cephalus*, *Brycon microlepis* y *Brycon orbignyanus* presentan en su composición ácido oleico (48,77%), ácido palmítico (26,57%) y ácido esteárico (15,66%), la mayor cantidad de ácidos grasos n-3 se encontraron en individuos silvestres *B. microlepis* (3.61%) y *B. orbignyanus* (3.06%) (Moreira A. , Visentainer, De Souza, & Matsushita, 2001).

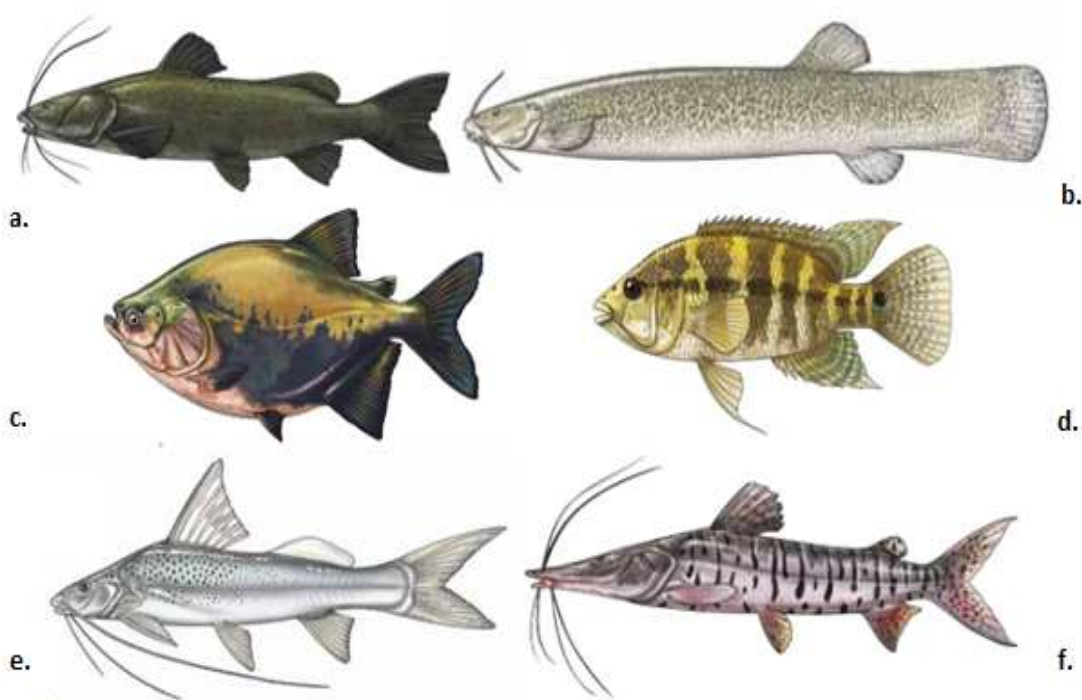
2.3.6. Cachama (*Colossoma macropomum*)

Durante el período enero-junio de 2010 la cachama tuvo una participación del 17% del total de la producción piscícola del país con 4.399 toneladas (ENA, 2010) proveniente de las cuencas de la Amazonía y el Orinoco, cultivada en Colombia, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela y Brasil (Gutiérrez et al, 2009), En Colombia ha sido introducida a las cuencas del Magdalena-Cauca y Atrato (Figura 3), desde sus primeras etapas de crecimiento son zooplantoóagos omnívoros y en sus edades más adultas con tendencia frugívora (Mojica, et al., 2012). Posee una alta fecundidad con un gran potencial para el cultivo. Es producida en casi todos los departamentos excepto en San Andrés y Providencia (Alvarado & Gutiérrez, 1999). Su nutrición ha sido bien documentada Gutiérrez et al, (2009), hasta se han evaluado alternativas alimenticias con recursos no convencionales como el

amaranto y la quinua (Ortiz et al, 2007). Según Vásquez et al, (2002), una dieta semipurificada con 32% de proteína bruta y suplementada con macrominerales es una buena formulación en base a la palatabilidad, conversión alimentaria, crecimiento y eficiencia en la utilización de nutrientes ingeridos para *C. macropomum* y especies afines.

Milano et al, (2009) comparó la concentraciones de lípidos entre de *C. macropomus* y *P. brachypomus* (cachama blanca) encontró que la primera tiene concentraciones más altas de lípidos 1,05-0,96%, respecto a la cachama blanca con (0,71-0,96%), así como de fosfolípidos 71,72-58,50% y colesterol 6,01-8,09% respecto a fosfolípidos: 66,91-52,85% de la *C. brachypomus*, resultados que indican las excelentes condiciones energéticas ofrecidas por *C. macropomus*, en condiciones ambientales en 2 épocas del año, estos resultados se comparan con los reportados por Melo-Filho et al, (2013), Maia & Rodríguez, (1992), Almeida, (2004) en donde los contenidos de lípidos en el filete de varían de 3,05% a 8,16%. Almeida & Bueno, (2006) observaron que las concentraciones de los PUFA fueron mayores para las especies de origen natural respecto a las de cultivo, sin embargo la relación n3:n6 fue 2.42% más baja que las de condiciones de cultivo. Evidenciando de esta manera que las concentraciones de ácidos grasos son más altas en épocas de verano que en épocas de lluvias.

Figura 3. . Algunas especies piscícolas de importancia comercial. a. *Zungaro zungaro*, b. *Eremophilus mutisii*, c. *Colossoma macropomum*, d. *Caquetaia umbrifera*, e. *Pimelodus grosskopfii*, f. *Pseudoplatystoma magdaleniatum*.



Modificado de Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica et al., 2012)

La mojarra de río es una especie de la familia Cichidae, fue originalmente descrita en el río Magdalena con una distribución que alcanza los ríos Cauca, Atrato y los tributarios conectando con afluentes y ríos de Venezuela (Eigenman, 1992). Por tanto la distribución natural de esta especie corresponde al norte de América del Sur en las cuencas Magdalena-Atrato y Maracaibo-Caribe. Es muy apreciada en la pesca de subsistencia, presenta hábitos alimenticios bastante amplios catalogándose como especie omnívora (Pereira et al, 1983, Machado & Royero, 1986) Son de comportamiento piscívoro su principal presa es *Poecilia reticulata* o pez guppy común.

Ha sido considerada como una especie apta para el cultivo, sin problemas para la reproducción en cautiverio, a pesar que su crecimiento no es tan rápido, puede alcanzar los 30cm LT. En Venezuela se han desarrollado experimentos de crecimiento (Parco, 1982) pueden alcanzar en un ambiente natural 300gr y en condiciones artificiales hasta 598gr en un año en densidades de 1pez por metro cuadrado, también de desarrollo embrionario, y ecología (Royero, 1992)

2.3.7. *Capaz* (*Pimelodus grosskopfii*)

De la familia Pimelodidae, este pez de gran importancia comercial, sin embargo son muy pocos los estudios referentes a su biología, ecología, composición de nutrientes y manejo productivo, está distribuida en las cuencas del Amazonas y el Orinoco así como en los embalses de Betania (Huila) y Prado (Tolima) (Villa-Navarro, 1999). Es endémica de Colombia, omnívoro con tendencia carnívora-piscívora que también se alimenta de camarones en estado juvenil (Cala, 1996, Mojica et al., 2012). Jiménez Segura y Villa-Navarro, (2011) En Colombia se ha generado un creciente interés por especies del orden Siluriformes, especialmente de esta familia, debido a la buena aceptación comercial de su carne, a su alto valor en el mercado y por su importancia en la acuariofilia. Considerado en la lista de las 30 especies de interés comercial para la cuenca del río Magdalena (CCI-Pesca y Acuicultura, 2006).

La investigación con silúridos en Colombia, especialmente de la familia Pimelondidae, se ha limitado especialmente a la ejecución de trabajos sobre su biología básica y a su protocolos para su reproducción inducida bajo condiciones de cautiverio (Cala et al., 1996-1997, Valbuena et al., 2013), y pocos estudios enfocados a la nutrición, trabajos en nutrición en larvas con sustitución de alimento vivo con Cladóceros; Copépodos y *Artémia salina* y coeficientes de digestibilidad aparentes con ingredientes proteicos de derivados cárnicos y de peces (Valbuena et al., 2012) son de los pocos estudiados. Pero hasta el presente, ninguna de las

especies de ese grupo dispone de un paquete tecnológico para su cultivo a escala comercial, encontrándose aún grandes vacíos. Por esta razón, la carne de silúridos que se consume actualmente en el país proviene exclusivamente de la actividad pesquera, pero debido a la sobrepesca y al uso de métodos y medios de captura inadecuados, esta actividad ha contribuido al deterioro de los hábitats de estas especies, causando dramática disminución de las poblaciones naturales y por consiguiente de los volúmenes de captura (CCI, 2006).

El 96% de individuos capturados en los ríos está por debajo de la talla media de madurez sexual que es de 32,1 cm LE, recomendando capturas con tallas mínimas a los 33 cm LE (AUNAP-UNIMAGDALENA, 2013). Razones por las cuales ha sido declarada como especie en peligro de extinción (Mojica et al., 2002). Por las características de su calidad de la carne (blanca y ausencia de espinas intramusculares) tiene alta aceptación en el mercado nacional y un significativo valor comercial, además de su potencial reproductivo mostrado en ensayos preliminares bajo condiciones de cautiverio, hacen que tenga potencial zootécnico.

2.3.8. Bagre (*Pseudoplatystoma fasciatum*)

Con los bagres a pesar de su importancia comercial, el desarrollo piscícola ha sido más lento y mientras que en Norteamérica, Europa y Asia se han desarrollado industrias piscícolas con bagres nativos de esas latitudes como el *Ictalurus punctatus* y los *Clarias* africanos, en países como Brasil, Argentina, Venezuela y Colombia, entre otros, se han venido realizando tecnologías de producción en cautiverio de algunos bagres suramericanos como el rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), sorubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), cajaro (*Phractocephalus hemioliop*), blanquillo (*Sorubim lima*), yaque (*Leiarius marmoratus*), amarillo (*Zungaro zungaro*), tigrilo (*Pimelodus blochii*) y barbilla (*Rhamdia sebae*); entre

otros.

La especie conocida como bagre rayado o pintadillo y constituye una de las especies de mayor importancia económica en esta región, debido principalmente a su gran tamaño, alcanza a crecer hasta 1.40 m de longitud (Ajiaco et al., 2002) y a su buena calidad de la carne, Presenta una tasa de crecimiento comparativamente lenta (Valderrama et al., 1988) y es una especie migratoria, condiciones que la hacen particularmente vulnerable a la pesca. Distribuidas en las cuencas de la Amazonia, Meta y Orinoco como *Pseudoplatystoma fasciatum*. Se han realizado estudios sobre aspectos pesqueros de la especie en las cuencas donde se distribuye como los reportados por Ramirez-Gil & Ajiaco, (1995) Ajiaco et al., (2000) y Pineda et al., (2001) además de trabajos encaminados a conocer la biología y ecología de la especie como los de, Cancio, (1990), Rodríguez y Nielsen, (1990), Brad, (1996) y un trabajo específico (Ramírez, 2001) que pretendió comparara algunas características de las poblaciones del Magdalena, Orinoco y la Amazonas. Moreno et al, (1993) buscaron establecer estados de reproducción además de tallas de madurez y de captura de las especies, Camacho & Burbano, (1999), Gallo (2000) realizaron trabajos que llevaron al conocimiento de la citogenética y variabilidad genética de la especie.

P. fasciatum es de hábitos alimenticios carnívoros que se alimenta principalmente de peces y camarones en algunas ocasiones; esta característica es limitante para su producción comercial. Reid (1983) reporta que para el género *Pseudoplatystoma*, los peces representan más del 99% del contenido estomacal, luego reporta 78% de material animal y 22% de material vegetal en contenido estomacal de *P. fasciatum*. El contenido vegetal, comprende en su mayoría fragmentos de hojas y detritos vegetales que parecen ser captura al azar junto con las presas. Los insectos acuáticos menores de 1 centímetro son importantes en la alimentación de juveniles (animales pequeños, menores de 10 cm); el material vegetal aparece en forma muy ocasionalmente en su dieta.

Pocos estudios se han desarrollado con el fin de conocer su composición corporal como el perfil de AG de esta especie en, Ramos et al, (2008) compararon el perfil de AG con cuatro silúridos de origen brasilero en Brasil, destacando que el filete presento proporciones altas para los AG Palmítico, de 21,37; Oléico, 25, 48%, y en menor proporción el Esteárico (C18:0) 8.36%, SFAS: 34.27, MUFAS: 38.6% PUFAS 14.99% Total n-6: 8.12% y Total n-3 6.87% respectivamente. Arlsan et al., (2009) comparó dietas suministradas con alimento vivo y dietas comerciales para el crecimiento de larvas de bagre rayado evaluando los perfiles de AG de las dietas y de los Juveniles, Concluyendo que los niveles de lípidos no mostraron diferencia en los niveles de lípidos con el uso de dietas con diferentes concentraciones de lípidos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. EJEMPLARES

Se seleccionaron 4 muestras de filete de cada una de las especies cultivadas agrupadas de la siguiente manera:

Aguas cálidas: bagre amarillo (*Paulicea luetkeni*), tilapia (*Oreochromis sp*), yamú (*Brycon amazonicus*), cachama (*Piaractus brachypomus*), mojarra (*Oreochromis mossambicus*), capaz (*Pimelodus grosskopfii*) bagre (*Pseudoplatystoma fasciatum*) y cachama (*Piaractus brachypomus*), obtenidos en los municipios de Guamal, Acacias, Castilla y San Martín del departamento del Meta en los llanos orientales.

Aguas frías: capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) y la trucha (*Oncorhynchus mykiss*), Obtenidos en el embalse de Tominé y granja Truchas de la Sierra respectivamente.

3.2. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

3.2.1 Extracción de filetes.

Se tomaron 4 muestras de tejido comestible sin piel a partir de un pool de canal de las especies en mención, las muestras se liofilizaron por 24 horas en un liofilizador Christ 1-4plus[®] y se almacenaron a 10°C para su posterior análisis.

3.2.2. Determinación del perfil ácidos grasos

Se tomaron cuatro gramos de muestra liofilizada para la extracción de lípidos en solución cloroformo: metanol 2:1 (Folch, Lees y Sloane 1957). Se esterificó una alícuota de 50 µl de solución de lípidos de los filetes con el reactivo de metil

esterificación Meth-Prep II (Alltech Associates Inc., Deerfield, IL, USA) para producir los metil-ésteres de los AG. Los ésteres de metilo se cuantificaron en el cromatógrafo de gases Shimadzu GC 14^a. Posteriormente, se identificaron los ésteres de metilo de los AG por comparación con los tiempos de retención de una mezcla estándar de AG (Supelco 37 component FAME Mix, Supelco, Inc., Bellefonte, PA, USA). La composición de AG se expresó como porcentaje de cada ácido graso frente al total de AG identificados.

3.3 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

Los ácidos grasos identificados se cuantificaron en porcentaje respecto al total de ácidos grasos identificados y se sometieron a análisis estadísticos descriptivos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se muestran los resultados del perfil de ácidos grasos de cada especie piscícola. Los ácidos grasos se agruparon de acuerdo a sus insaturaciones en: ácidos grasos saturados SFAS, monoinsaturados MUFAS y poliinsaturados PUFAS; de acuerdo a la familia, se agruparon en ácidos grasos n-6 y ácidos grasos n-3, así mismo se determinó la relación entre ácidos n-6:n-3.

En general los ácidos grasos con mayor participación del total de ácidos grasos constituyentes en este estudio fueron: Palmítico C16:0 con un valor promedio de 26,6%, para las especies de aguas cálidas y 22.3% para los ejemplares procedentes de aguas frías (capitán y trucha), LN C18:2n-6 con un valor promedio de 11,21% para las especies de aguas cálidas y 10.8% para las muestras de aguas frías, estos resultados concuerdan con los reportados por De Souza (2007) y Guler et al, (2008) como una característica de los filetes de pescado de agua dulce.

Tabla 3. Composición del perfil de ácidos grasos del tejido muscular de diferentes especies de peces (% del área total de ácidos grasos identificados).

AG	Amarillo	Bagre	Capaz	Tilapia	Mojarra	Cachama	Yamú	Capitán	Trucha
C16:0	31.6	21.9	28.5	27.7	24.5	23.5	28.5	22.3	22.3
C16:1	2.8	1.5	3.7	4.5	4.2	4.5	18.1	5.3	7.6
C18:0	9.5	11.0	18.9	4.3	6.0	7.8	6.7	7.0	6.1
C18:1	11.6	46.1	34.1	24.8	32.3	29.8	24.1	36.3	26.0
C18:2n-6	6.7	7.5	2.2	14.4	21.2	23.6	2.9	7.2	14.5
C18:3n-3	0.8	0.9	1.6	1.9	1.6	2.1	3.3	1.8	1.4
C20:3n-6	12.8	0.9	1.0	1.4	ND	0.5	2.0	3.4	0.8
C20:5n-3	6.1	ND	ND	2.1	ND	0.9	2.5	2.1	3.6
C22:5n-3	1.9	ND	ND	3.8	0.9	0.7	1.1	1.4	1.4
C22:6n-3	11.9	1.3	1.0	7.8	2.5	2.2	1.1	5	7.9
Pufas	40.2	10.6	5.8	32.1	27.2	30.3	13.0	21.5	30.2
Mufas	14.4	48.6	39.3	31.0	38.0	35.0	47.3	45.1	35.3
Sfas	45.2	40.9	54.3	36.8	34.4	34.1	40.3	33.4	34.1
n-6	19.5	7.5	3.2	16.4	22.2	25.1	5.4	11.0	25.1
n-3	20.7	3.1	2.6	15.6	5.1	5.9	8.0	10.3	5.9
n-6/n-3	0.94	2.4	0.6	1.05	4.4	4.25	0.67	1.07	4.25

AG: Ácido graso; Pufas: Total poli-insaturados; Mufas: Total mono-insaturados; Sfas: Total saturados; n-3: Total omega 3; n-6: Total omega 6; n-6/ n-3: Relación; ND: No detectados.

4.1. Ácidos grasos Saturados

En la Tabla 3 se presentan los valores promedio en porcentajes de los perfiles de las nueve especies de peces estudiadas. Las especies con mayor cantidad de SFAS fueron: capaz con 54.3%, amarillo con 45.5%, bagre con 40.9%, yamú 40.3% y trucha con 34.6% mientras que las especies que presentaron menor contenido de SFAS fueron: mojarra con 34.4%, cachama 34.1%, tilapia 36,8 y capitán con 33.4% respectivamente.

Los SFAS encontrados en mayor proporción fueron: Palmítico (C:16) 31.6% amarillo, yamú y capaz 28.5%, esteárico (C:18) capaz con 18.9%, bagre 11.0%, amarillo 9.5%. Si bien el C:16 tiene un grado de aterogenicidad intermedio, en general su baja concentración en los pescados de producción regional no es un factor que interfiera en el efecto cardioprotector de los AG n-3. Rasmussen (2006) Concluyó que el valor más bajo de ácido palmítico se observó en el bagre con 21.9%, similares reportes obtenidos por Perea et al. (2008) en donde compara el perfil de ácidos grasos del bagre con otras especies piscícolas de importancia comercial en donde el bagre reporto los niveles más bajos 100-600 mg/100.

Los valores encontrados para cachama 34,1% son comparables a los reportados por la FAO, (2000) en donde compararon tres tallas se peces capturados en el medio natural Pequeño que presento proporciones de SFAS del 35,63%, seguido del tamaño mediano con 37.45% y tamaño grande de 34.64% indicando que el contenido de AG varía entre la misma especie de acuerdo a su talla, Los autores reportan un aumento significativo en la concentración de los ácidos C16:1 y C18:1 en las especies de mayor tamaño. Se encontró que la proporción de AG monoinsaturados es mayor que la de los SFAS 35.0% en este estudio.

Para la trucha los resultados 34.6% fueron superiores a los reportados por Sabetian et al, (2012) quienes reportaron concentraciones en el filete de 26.3% capturado

4.2. Ácidos grasos monoinsaturados

En general el contenido de ácidos grasos monoinsaturados (MUFAS) fue alto para las especies yamú 47.3%, capitán 45.1% y particularmente el bagre con 48.3%. Siete de las nueve especies estudiadas tuvieron mayores proporciones de MUFAS respecto a los Poliinsaturados PUFAS (Tabla 3) excepto el amarillo y la tilapia que presentaron 40.2%; 32.1 para los AG PUFAS y 14.4%; 31.0, respectivamente.

4.3. Ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (n-3)

El pez amarillo presentó el mejor nivel de ácidos grasos n-3 totales con un 20.7%, aunque inferior a los niveles reportados por Iwana y Tautz (1981) en salmón con 30%; sí podría considerarse como una fuente de este tipo de ácidos grasos. Le sigue la tilapia, la trucha y el pez capitán de la sabana con un 15.6% y 14.3% y 10.2% respectivamente. Los ácidos grasos n-3 en el pez amarillo están representados fundamentalmente por el EPA (C20:5n-3), DPA (C22:5n-3) y docosahexaenoico (22:6 n-3, (DHA) estos AGPI son químicamente más activos y fisiológicamente son inhibidores competitivos más potentes que el AL en las rutas metabólicas del ácido linoleico y ARA, dando origen a otro tipo de eicosanoides con implicaciones fisiológicas diferentes. El efecto neto es la prevención y manejo de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, hipertrigliceridemia, arritmias ventriculares, alergias, procesos inflamatorios, prevención del cáncer, entre otras funciones (Simón et al., 1995). La evidente proporción de EPA en el pez Amarillo: 6.1%, la trucha: 3.6% tilapia y capitán: 2.1% podría indicar que una parte del AG α -linolénico dietario fue convertido en EPA, posiblemente siguió la ruta metabólica de elongación (ruta alternativa a la Δ 6-Desaturasa). Adicionalmente, la posible acumulación en hígado de AG ALA, EPA y DHA o la oxidación de estos compuestos no puede ser descartada (Turchini et ál. 2006; Betancourt et ál., 2005).

La cachama presentó concentraciones más altas de AG n-3 5.9% respecto al bagre 3,1%, Tanamati et al., (2009) quien comparo los perfiles de AG de estas dos especies encontrando concentraciones 224mg para el bagre respecto a 485mg para la cachama. Concluyendo de esta manera que la composición de AG de la cachama y el bagre están fuertemente influenciados por el hábitat y la dieta. El análisis de contenido de AG esenciales mostraron que los AG AL, ALN, EPA, y DHA representaron contenidos superiores al 6% reportados por Sabetian et al, (2012) en Brasil. Los peces de agua dulce, como la trucha arco iris, cachama, bagre americano (*Ictalurus punctatus*), tilapia y pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), entre otros bagres, presentan mayor actividad, frente a los peces marinos, de una serie de enzimas capaces de modificar el perfil de AG presentes en la dieta, así como los productos de su biosíntesis (Pérez et al. 2007). Esto significa que muchas de esas especies pueden transformar un determinado ácido graso en su correspondiente de cadena más larga, con gran eficiencia.

La industria de alimentos actualmente está en la búsqueda de estrategias para fortalecer el contenido de estos ácidos grasos omega-3 en alimentos, obteniendo productos de alto valor comercial. Sin embargo, gracias a la diversidad de Colombia, se puede contar con especies y sistemas de producción que permiten depositar en forma natural este tipo de ácidos grasos, sin ningún tipo de manipulación de la dieta.

Otro aspecto a resaltar es que se comprobó que el contenido de AGPI n-3, no está asociado a la temperatura de agua en peces tropicales, es posible encontrar peces con adecuados niveles de AGP n-3 en aguas cálidas y superiores porcentajes cuando se comparan con peces de aguas frías.

4.4. Ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (n-6)

El AG LN fue el más AG esencial predominante en las especies cachama: 23.6%, mojarra: 21.2%, trucha: 14.5% y tilapia 14.4% también fue observada en diferentes especies de agua dulce cuyo porcentaje más alto reportado fue de 21.9% por Andrade et al, (1995), Moreira et al, (2002). Las mayores proporciones de AG n-6 las presentaron la cachama con: 25.1% seguida de la mojarra con 22.2%, el amarillo con 19.5%, la tilapia 16.4% y la trucha con 15.3% respectivamente.

4.5. Relación ácidos grasos omega 6 omega 3 (n-6:n-3)

La relación entre AG n-6:n-3 se ha sugerido como un indicador útil para comparar los valores relativos nutricionales de los aceites de pescado Ward et ál. (2005). En términos de recomendaciones nutricionales para los humanos, esta relación debe estar inferior a 5% con el fin de prevenir enfermedades cardiacas, reducir el riesgo de cáncer, entre otros beneficios (Simopoulos, 2008; Ward et al., 2005; Fekete et al., 2010). El valor de la relación de AG n-6: n-3 en la dieta usual de los humanos varía de 15-20:1, muy por encima de estas recomendaciones. Algunos investigadores creen que esta relación ha pasado de 20 a 30 en las dietas occidentales en los últimos años, lo cual ha traído problemas de salud pública (Simopoulos, 2008; De Souza et al., 2008).

En general se observa que la relación de ácidos grasos n-6:n-3 se mantiene baja en todas las especies estudiadas, Simopoulos, (1995) señala que una adecuada relación entre estos ácidos grasos no debe sobrepasar a 4:1, si observamos la Tabla 1 todas las especies mantuvieron ese rango, tanto los ácidos grasos n-6 como los n-3 son precursores de eicosanoides, pero los eicosanoides derivados de los ácidos grasos n-6 tiene propiedades metabólicas opuestas a los eicosanoides derivados de los ácidos grasos n-3, por consiguiente el consumo

balanceado de estos ácidos grasos es fundamental para mantener la homeostasis y la salud (simopoulos, 2000)

5. CONCLUSIONES

- Los resultados del presente estudio permitieron generar un aporte al conocimiento sobre la composición del perfil de AG de especies dulceacuícolas colombianas de interés comercial, haciendo posible hallar peces con adecuados niveles de AGPI de la familia n-3, de aguas cálidas como el amarillo, el yamú y la tilapia en comparación con los peces de aguas frías como es el caso del capitán de la sabana y la trucha en condiciones naturales, sin la necesidad de enriquecer la dieta con fuentes alternativas de lípidos.
- Comparativamente la relación de los porcentajes de AG n-6:n-3 de las especies estudiadas está dentro de las recomendaciones nutricionales consultadas y fue más baja para las especies de aguas cálidas, respecto a las de aguas frías.
- Los AG SFAS más abundantes entre las especies fueron el palmítico y esteráico presentes en grandes proporciones para el capaz seguido por el amarillo.
- Las porciones lipídicas de los peces estudiados muestran más abundancia de los AG PUFAS en los peces amarillo, tilapia, cachama, trucha y mojarra, siendo estos filetes los más recomendables desde el punto de vista dietético.
- En términos generales todas las especies dulceacuícolas estudiadas en este trabajo que provienen de ambientes naturales tienen la capacidad de proporcionarnos ácidos grasos esenciales y adecuados niveles de AG n-3.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar la investigación en la caracterización de las fuentes alimenticias naturales y regionales propias que proporcionaron un mayor contenido de precursores de AG n-3 evidenciado en los peces que generaron mayor concentración de AGPI.
- Se recomienda continuar el estudio para proyectar un mercado de valor para peces que presentaron un adecuado contenido de AG n-3.
- Continuar con el estudio biológico de especies dulceacuícolas ícticas como el amarillo, la mojarra, el capaz, y el capitán de la sabana que poca información poseen.

7. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, H;Ortega, C;Sanguino, M;Ceballos, B;Lopez, N. 2010 evaluacion de tres tipos de alimentos como dieta en post larvas de *Brycon malanopterus* Amazonico. J.Vet. Zoot. 4 (1): 42-50

Agostinho, A; Gomes, L; Suzuki, H; Julio, J. 2003. Peces migratorios de la Cuenca del Alto Río Paraná, Brasil. Pp. 19-98. En: Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross, A. y Baer (Eds.). Peces migratorios de América del Sur: la biología, la pesca, y estado de conservación. Victoria: World Fisheries Trust / IDRC / Banco Mundial. 372p.

AGROCADENAS. (2005). Acuerdo de competitividad de la cadena piscícola de Colombia. *Disponible en: www.agrocadenas.gov.co*, Consultada en Octubre de 2014.

Ajiaco, R; Ramirez, H; Alvarez R. 2002 *Pseudoplatystoma fasciatum*, en Mojica, J; Usuma,S;Álvarez 2002. Libro rojo de especies dulceacuicolas de Colombia. La seri de libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituti de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá Cundinamarca.

Ajiaco, R; ramirez, H. 2000. Análisis de captura comercial de peces de consumo de Puerto López Meta 1999. Informe Técnico. INPA, Puerto López Meta.

Alvarado, H., & Gutiérrez, F. 1999. *Especies hidrobiológicas continentales introducidas, transplantadas y su distribución en Colombia*. Informe Técnico, Ministerio del Medio Ambiente/Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D.C.

Amaya, R. 1975. Contribución al estudio biológico del capitán de la sabana, *Eremophilus mutisii* (Humboldt, 1805) en el lago de Tota. Inderena. 23 p

Álvarez-León, R; Pinilla, G; González, J; Lehman, P; Forero, J; Rosado, R. 2002. *Eremophilis mitisii*. En Mojica, J; Castellanos, C; Usma, S; Álvarez, R. (Compiladores). Libro Rojo de peces Dulceacuícolas de Colombia, la serio de libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C 186p.

Almeida, N; Bueno, M. 2006. Determinación de los ácidos grasos esenciales en tambiquí capturadas y cultivadas *colossoma macroporum* de la zona amazónica de Brasil. J. Soc. Am. Quim 8; 707-711

Almeida, N. 2004. Composição de ácidos graxos e quantificação de EPA e DHA de matrinxã (*Brycon cephalus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) cultivados e capturados na Amazonia Central. Campinas, Brasil: Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2004

Alves, C; Silva, L; Godinho, A. 2007. Radiotelemetría de una jaú femenino, Zungaro jahu (Ihering 1898) (Siluriformes: pimelodidae), paso arriba del funil Presa rio Grande, Brasil. J. Neotrop. Icti. 5:229-232.

Andrade, A. 1995. ω 3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. Journal of the American Oil Chemists' Society, Champaign, v. 72, n. 10, 1, p. 1207-1210

Arias, J. (2005). Estado actual del conocimiento sobre el yamú, *brycon amazonicus*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24-30.

ARIAS, C. 2002. Biología reproductiva del yamú *Brycon siebenthalae* (Teleostei, Characidae) en cautiverio. Tesis de doctorado, Universidad del Valle, Cali. 112p.

Arias, C; Murillo, P. 2000. Evaluación de dos densidades de siembra en policultivo del yamú *Brycon siebenthalae* con cherna *Colossoma macropomun* y coporo *Prochilodus mariae*. VI Jornada de Acuicultura, Segunda Reunión Regional del Género *Brycon*; Granada: Universidad de los Llanos-IALL; P. 17-20.

Arias C. 1995. Contribución al conocimiento biológico de los peces de los Llanos, yamú (*Brycon siebenthalae*) y sapuara *Semaprochilodus laticeps*, con fines de cultivo. Informe final de investigación. Unillanos-Colciencias; Villavicencio; 1995. 63P.

Arslan, M; Dabrowski, K; Portella, C. 2009. Growth, fat content and fatty acid profile of South American catfish, surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*) juveniles fed live, commercial and formulated diets. *J. Applied Ichthyology* 25;73-78

Atencio ,V; Ballesteros ,A; Puche, J.2003. reproducción inducida del capitanejo. U. Córdoba, Memorias VII Simp. Col. Icti. P. 120

AUNAP-UNIMAGDALENA. (2013). Tallas mínimas de captura para el aprovechamiento sostenible de las principales especies de peces, crustáceos y moluscos comerciales de Colombia. Convenio 058 de 2013 entre la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca y la Universidad del Magdalena.

Averina, E., & Kuttyrev, I. (2011). Perspectives on the use of marine and freshwater hydrobiont oils for development of drug delivery systems. *Biotechnol Adv*, 548-557.

Betancourt L, Diaz J, Aguilar X, Ríos J. 2005 Effect of ensiled trout *Oncorhynchus mykiss* intestines on productive traits of broiler chickens and the content of omega-3 fatty acids in liver, thighs and breast. *Livestock Research for Rural Development* 2005; 17 (9), Article 106

Brad, O. 1996. Caracterización y preservación del semen del bagre *Pseudoplatystoma fasciatum* Tesis de pregrado. U. Jorge Tadeo Lozano F Biología Marina, Bogotá Colombia.

Borissow, C; Canoa, A. 2000. Aislamiento e identificación de las bacterias presentes en lesiones externas e internas del capitán de la sabana (*Eremophilus Mutisii*) Humbolt 1805. J. Facultad de Ciencias Universidad Militar Nueva Granada

- Cala, P; Pérez, C, Rodríguez, I; 1996. Aspectos Bioecológicos de la población de capaz *Pimelodus grosskopfi*, en el embalse de Betania y parte alta del río Magdalena, Colombia J.ACAD. COLOMB. CIENC. V. XX:77
- Cala, P. 1997. Espermatogenesis y ciclo anual reproductivo del capaz, *Pimelodus grosskopfi* en el alto río Magdalena, Colombia. J. Caldas 19; (1-2) 45-53.
- Camacho, J; Burbano,C. 1999. Técnica para el cultivo invitro de linfocitos de peces. J. Asoc. Col. Ict. 3: 60-70
- Cancio, L.1990. El efecto de extracto de pituitaria de carpa y de hormona liberadora de gonadotropina (LH-Rha) sobre maduración gonadal del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* T. Pregraso U. Jorge Tadeo lozano F. Biología Marina, Bogotá, Colombia.
- CCI (Corporación Colombiana Internacional). 2006. Pesca y Acuicultura. Bogotá INCODER, Ministerio de Agricultura pp.138-
- Cetin, I; Koletzko, B. 2008. Long-chain omega 3 fatty acid supply in pregnancy and lactation. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 11(3), 297-302.
- Coronado Herrera, M; Vega y León, S; Gutiérrez, T; García Fernández, B; González, G. 2006. Los ácidos grasos omega-3 y omega-6. Nutrición, bioquímica y salud. J.EB, 25(3), 72-79.
- Curi, R; Miyasaka, C; Pompéia, C; Prozcopio, J. 2002. Entendendo a gordura: os ácidos graxos. São Paulo:Manole, 598p
- De Souza, N; Stevanato, F; Garcia, E; Visentainer, R; Zara, R. 2008. Supplemental dietary flaxseed oil affects both neutral and phospholipid fatty acids in cultured tilapia. J. Lipid society technology 110; 707-713

De Souza N, Stevanato F, Garcia E, Visentainer J, Zara R. 2008. Supplemental dietary flaxseed oil affects both neutral and phospholipid fatty acids in cultured tilapia. *Eur J Lipid Sci Tech* 110; 707-713

Decsi, T; Koletzko, B. 2005. N-3 fatty acids and pregnancy outcomes. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 8:2, 161-166.

Drumond, M. 2008. Reprodução induzida de jaú (*Zungaro jahu*): análise das Características seminais e ovocitárias. Inédito Sra C. Disertación, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 108p.

Eigenmann, C. 1992 The fishes of the western South America, Part I. The fresh water fishes of north-western south America, including Colombia Panama and the pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the Fishes of the rio Meta in Colombia. *Mem. Carneg. Mus* 9:1-346

ENA, 2010; Encuesta Nacional Piscícola 2010A citado en: Sistema de información de pesca y acuicultura. Disponible en: <http://www.cci.org.co/>

Fekete K, Marosvölgyi T, Jackobik V, Desci T. 2010. Methods of assessment of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid status in humans: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 89:2070S-84S

FAO, 2010. The State of world Fisheries and Aquaculture (SOFIA). 29 Sept 2010. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.htm>

FAO, 2000 Evaluación y aprovechamiento de la Cachama como fuente de alimento en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab494s/AB494S04.htm>

Gallo, H. 2000. Variabilidad genética del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* en el río Magdalena Tesis de pregrado U. Jorge Tadeo Lozano, F. Biología Marina, Bogotá Colombia

Gissi-HF, I. 2008. Effect of N-3 polyunsaturated fatty acids in patients with chronic heart failure (the GISSI-HF trial): a randomised, doubled-blind, placebo-controlled trial. *J. Lancet*, 372, 1223-1230.

Glencross, D; Hawkins, W; Curnow, J. (2003). Restoration of the fatty acid composition of red seabream (*Pagrus auratus*) using a fish oil finishing diet after grow-out on plant oil based diets. *Aquaculture Nutrition* 9, 409-418.

González-Acosta, J; & Rosado-Puccini, R. 2005. *Reproducción en cautiverio y manejo de larvas y alevinos del pez capitán de la sabana, Eremophilus mutisii Humboldt, 1805*. Informe Técnico, Universidad de la Salle, Departamento de Investigación, Bogotá D.C.

Gonzalez, J., & Rosado, R. 2010. Reproducción inducida con hormonas en *Eremophilus mutisii* Humboldt, 1805 (Pisces: Trichomycteridae) en Guasca Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación*, 233-240.

Guler, G; Kiztanir, B; Aktumsek, A; Cital, O; Ozparlak. 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and x3/x6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). *J. Food Chemistry* 108;689;694

Gutiérrez, A; Zaldivar, R; Contreras, S. 2009. Efectos de varios niveles de energía digestible y de proteína en la dieta sobre el crecimiento de *colossoma Macroporum* (Cachama) CUVIER 1818 j. *Inv Vet Perú* 20: 178-186

He, K; Merchant, A; Rimm, E; Rosner, B; Stampfer, M; Willett, W; Ascherio, A. 2003. Dietary fat intake and risk of stroke in male US health care professionals: 14 year prospective cohort study. *J. British Medical* 327:418, 777-782.

Helland, I; Smith, L; Blomen, B; Saarem, K; Saugstad, O; Drevon, C. 2008. Effect of supplementing pregnant and lactating mothers with N-3 very long-chain fatty acids on children's IQ and body mass index at 7 years of age. *Pediatrics*, 122(2), 472-479.

Howard, B; Manson, J; Stefanick, M; Beresford, S; Frank, G; Jones, B; Prentice, R. 2006. Low-fat dietary pattern and weight change over 7 years: the Women's Health Initiative Dietary Modification Trial. *JAMA*, 295(1), 39-49.

Hu, F; Stampfer, M; Manson, J; Rimm, E; Colditz, G; Rosner, B; Willett, W. 1997. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *The New England Journal of Medicine*, 337:21, 1491-1499.

Hu, F; Manson, J; Willett, W. 2001. Types of dietary fat and risk of coronary disease: a critical review. *J. of the Ame. Coll. of Nutr.* 20:1, 5-19.

Instituto colombiano de desarrollo rural (Incoder). Tilapia roja. Recuperado en Marzo de 2014. De [http://es.scribd.com/doc/109602413/icoder-Tilapia roja](http://es.scribd.com/doc/109602413/icoder-Tilapia%20roja)

Izquierdo, P; Torres, G; González, E; Barbosa, Y; Márquez, E. 1999. Características fisicoquímicas de la carne de trucha *Oncorhynchus mykiss* J. Científica, FCV. Vol.IX 1: 27-32.

Jiménez-Segura, F; Villa-Navarro, F. 2011. *Pimelodus grosskopfii* Steindachner 1879. En: Lasso, C; Agudelo-Córdoba, E; Ramírez-Gil, H; Morales-Betancourt, M; Ajiaco-Martínez, R; Gutiérrez, F; Usma-Oviedo, J; Muñoz-Torres, S; Sanabria-Ochoa, A. (Eds.) Catálogo de recursos pesqueros continentales de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Jiménez, J; Pinto, G. 2005 Aspectos biológicos del capitán de la sabana *Eremophilis mitisii* (Humboldt, 1805) de un tramo del río Bogotá en el municipio de Suesca (Cundinamarca), Colombia Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C 173p.

Karapanagiotidis, I; Bell, M; Little, D; Yakupitiyage, A. 2007. Replacement of dietary fish oils by alpha linolenic acid rich oils lowers omega 3 content in tilapia flesh. *J. Lipids* 42; 547-559.

Kinsella, J. Fish and seafoods: nutritional implications and quality issues.1998. *J. Food Technology* 42; 146-150

Logan, A. 2004. Review Omega-3 fatty acids and major depression: A primer for the mental health profesional. *J. lipids in health an disease*. 3:25 doi:10.1186/1476-511X-3-25

López, O; Vásquez, T; Arias, C; Wills, F. 2004. Evaluación de diferentes proporciones de energía/proteína en dietas para juveniles de yamú, *Brycon siebenthalae* (Eigenmann, 1912). *Rev. Orinoquia* 2004; 8:64-76.

Maldonado-Ocampo, J; Ortega-Lara, A; Usma O; J., Galvis V., G., Villa-Navarro, F., Vásquez G., Ardila R., C. 2005. *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Maia; E; Rodriguez-Amaya, D. 1992. Fatty acid composition of the total, neutral and phospholipids of the brazilian freshwater fish *Colossoma macropomum*. In: *Food Science and Human Nutrition*. Tomado de , G, ed. London: Elsevier Science Publishers, 1992, p. 633-642.

- Machado, A & Royero, R. 1986. Biomasa total y hábitos alimentarios de peces en un sistema riverino restringido en Venezuela. *Acta Cient. Venez.* 37:94-95
- Marciales-Caro, L; Díaz Olarte, J; Medina Robles, V; Cruz Casallas, P. 2010. Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de larvas de bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linneaus, 1766) alimentadas con alimento vivo natural y enriquecido con ácidos grasos. *J. Colo. de Cien. Pecu.* 308-316.
- Mateus, L; Penha, J. 2007a. Dinâmica populacional de quatro espécies de Grandes bagres na bacia do Río Cuiabá, Pantanal norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *J. Brasi. Zoo.* 24: 87-98.
- Melo-Fino, A; Oliveira, H Santos, R. 2013. Omega-6/Omega-3 and PUFA/SFA in *Colossoma macropomum* Grown in Roraima, Brazil. *Orbital Electronic J.Chemis.* V.5 n.1 30-34
- Menoyo, D.; López-Bote, J.; Diez, A; Bautista, J. 2007. Impact of n-3 fatty acid chain length and n-3/n-6 ratio in Atlantic salmon (*Salmo salar*) diets. *Aquaculture* 267, 248-259.
- Merino, M. Salazar, G. y Gómez, D. 2006. Guía práctica de piscicultura en Colombia. Ministerio de agricultura y Desarrollo rural, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER. 80p.
- Milano, J; Granado, A; Dármas, H; Reyes, D. 2009. Comparación Del Contenido Energético de *colossoma macropomus* (Cachama) y *piaractus brachypomus* (Morocoto) Provenientes de la Laguna de Castillero (Caicara Del Orinoco) en Época de sequía y de lluvia. *J. Saber Univ. Ori. Vene.* 31: 109.117.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2011. Secretaria Técnica Nacional Cadena de la Acuicultura. Datos estadísticos de la acuicultura en Colombia 2000 – 2011. 5 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR); Internacional-CCI, C. C. (2010). Pesca y Acuicultura Colombia 2009. Informe Técnico Regional Cuencas del Orinoco y Amazonas, Corporación Colombia Internacional, Bogotá D.C.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (AUNAP). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO). (Julio de 2013). Zonificación de la acuicultura nacional Recuperado en Abril 4 de 2014 de: <http://www.corpoica.org.xo/sitioweb/Archivospublicaciones/MicrosoftWorldinformefinalconcorreccionesTilapia>

Mojica, J; Usma, J; Álvarez-León, R; & Lasso, C. 2012. *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, WWF Colombia y Universidad de Manizales.

Montejo, J; Rosado, R; González, J. 2002. Evaluación del semen de capitán de la sabana *Eremophilus mutisii*. J Asoc. Colomb. Icti. 5:41-47

Morales, R. (2013). Efecto de una dieta con aceite de linaza en la conversión y el perfil de ácidos grasos n-3 y n-6 en peces tambaqui (*Piaractus brachypomus*) y tilapia (*Oreochromis niloticus*), desarrollado en acuarios.

Moreira, A; Visentainer, J; De-Souza, N; Matsushita, M. 2001. Fatty Acid Profile and Cholesterol Contents of Three Bryncon Brazilian Fishes J. Food Comp. Analy. 14, 565-574

Moreno, C; Valderrama, M; Beltrán, C 1993. Épocas de reproducción, talla media de madurez gonadal y análisis de problemática con referencia a las tallas de captura del bagre rayado en el medio Magdalena, sector de Barrancabermeja, Informe técnico INPA, Bogotá Colombia.

Moreira, A., Visentainer, J., de Souza, N., & Matsushita, M. 2001. Fatty Acids Profile and Cholesterol Contents of Three Brazilian Brycon Freshwater Fishes. *JOURNAL OF FOOD COMPOSITION AND ANALYSIS*, 565-574.

Moreno, J. (2013). Cambios en el perfil de ácidos grasos de filete de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* en respuesta a diferentes fuentes lipídicas. *Universidad Nacional de Colombia Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Departamento de Producción Animal*, Tesis de Magister en Producción Animal.

Mozaffarian, D; Willett, W. 2007. Transfatty acids and cardiovascular risk: a unique cardiometabolic imprint? *Current Atherosclerosis Report*, 9(6), 486-493.

Almeida, N; Bueno, M. 2006. Determination of essential fatty acids in captured and farmed tambaqui (*Colossoma macropomum*) from the Brazilian Amazonian área J. Ame. Oil Chem-Soc. pp 707.711

Nieto, J. P. (2012). Efecto De La Restricción Alimtiencia Sobre El Desempeño Productivo Y Fisiológico De Yamú Brycon amazonicus. Tesis Maestría en Ciencias-Biología universidad Nacional de Colombia T:22343

Nguyen, N; Ponzoni, R; Yee, H; Abu-Bakar, K; Hamzah, A; Khaw, H. 2010. Quantitative genetic basis of fatty acid composition in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selected for high growth. *J. Aquaculture* 309-66-74

Osorio, A., Wills, A., & Muñoz, A. (2013). caracterización de coproductos de la industria del fileteado de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) EN COLOMBIA. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, 182-195.

Ortega-Lara, A., Rivas-Lara, T., & Rincón, C. 2011. *Pseudopimelodus schultzi* (Siluriformes, Pseudopimelodidae). En C. Lasso, E. Agudelo-Cóirdoba, L. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. Ajiaco-Martínez, . . . A. Sanabria Ochoa, *Catálogo de recursos pesqueros continentales de Colombia* (págs. 547-550). Bogotá D.C., Colombia: Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos

y pesqueros continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Ortiz, J; Saltos, N; & Giacometti, J. 2007. Alternativas alimenticias para el cultivo de *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes. *Boletín Técnico*, 72-81.

Parco, B.1982. Aspectos de la reproducción de *Petenia kraussii* (steindacher) (perciformes: Cichidae) en condiciones de catuiverio. Trab Ascenso.Fac Agron Univ. Central Venezuela., Caracas

Pereira, G; Pereira, G; Weibezahn, F.1983 Contribución a la conocimiento de la biología alimentaria de algunos peces del Lago de Valencia (Venezuela) Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, 40 115; 41-56

Perez, P; Bressan, M; Logato, P; Silveira A. 2007. Nutrição lipídica para peixes. Revista Eletrônica Nutritime, v.4, n° 2, 436-455 p

Pineda, I; Ramirez, H Ajiaco, R. 2001. El recurso pesquero de consumo en el área de influencia de Inírida, Guainía. PP 39-56

Pinilla, G., Abril, M., & González, E. 2006. Growth, feeding and reproduction of the catfish *Eremophilus mutisii*, from artificial reservoirs in Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 2, 589-597.

Prentice, R; Caan, B; Patterson, R. 2006. Low-fat dietary pattern and risk of invasive breast cancer: the Women's Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial. *JAMA*, 295:6, 629-642.

PROEXPORT. (2013). *Acuerdo comercial con la Unión Europea*. Bogotá D.C en: <http://ue.proexport.com.co/>

Reid, B. (1983). La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* en la cuenca del río Apure, Venezuela. *J. UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*, 1(1), 13-41.

Ramírez-Gil, H., & Ajiaco-Martínez, R. 2011. *Zungaro zungaro* (Siluriformes, Pimelodidae). En C. Lasso, E. Agudelo-Córdoba, L. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. Ajiaco-Martínez, A. Sanabria Ochoa, *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia*

Ramírez-Gil, H; Ajiaco-Martínez ; R. Álvarez-León, 2002a. *Paulicea luetkeni*. Pp 123-125. En Mojica, J.I., C. Castellanos, S. Usma y R. Alvarez (Eds). 2002. Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

Ramirez. Gil, H. 201. Diferenciação genética de populações de Surubim (*pseudoplatystoma fasciatum*) e de Capari (*pseudoplatystoma Tigrinum*) nos bacias Magdalena, Orinoco e Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas de Amazonia. PhD Thesis. Manaus Brasil

Ramírez-Gil, H; Ajiaco-Martínez, R.1995. El bagre Rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* aspectos biológicos pesqueros en el alto río Meta. Bol. Ciennt INPA 3: 157-168

Ramos, M; Ramos, M; Hiane, P; De-Souza E. 2008. Perfil lipídico de cuatro especies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. J. Cienc. Tec. Alm. Campinas 28 (2); 361-365.

Reddy, W; Katan, M. 2004. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: scientific background papers of the joint WHO/FAO expert consultation. *Public Health Nutrition*, 7, 167-186.

Rasoarahona, J; Barnathan, G; Bianchini, J; Gaydou, E. 2005. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. J. Food Chem. 91: 683-94.

Rimm, E. 2006. Fish intake, contaminants and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA*, 296(15), 1885-1899.

Rischio and Prevenzione Investigators. (2010). Efficacy of n3 polyunsaturated fatty acids and feasibility of optimizing preventive strategies in patients at high cardiovascular risk: rationale, design and baseline characteristics of the Rischio and Prevenzione study, a large randomized trial in general practice. *Trials*, 11,68.

Rodríguez, A. 2000. El pez "Capitán del a Sabana", *Eremophilus mutisii*, en el Altiplano Cundiboyacense. Colombia Ciencia y Tecnol. 18: 38-40.

Royero, R. 1992. Distribución actual de la mojarra de río, *Caquetaia kraussii* (steindachner, 1878) (PERCIFORMES, CICHIDAE) en Venezuela: un ejemplo del problema de la introducción de peces. Mem. Soc Cienc. Natu. T. 2-138.

Rodríguez, M; Tovar, A; Prado, M; Torres, M. 2005. Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. J. De investigación clínica 57:3 p. 457-472.

Rodríguez, J; Nielsen, 1990. Algunas observaciones sobre reproducción y alevinaje del bagre rayado. Unillanos – J. Ciencia y Tecnología 12; 20-23.

Sabetian, M;Desland, S;Moni, S; Islami, H. 2012 Identificatin of Fatty Acid content, amino acid Profile an proximate compoition in Raibow trout J. of Amer. Siec. 8:4 670-677

Salinas, V; Vásquez, T; Wills, F; Arias, C... 2002. Estudio preliminar para la determinación de proteína cruda en juveniles de yamú *Brycon siebenthalae* (Eigenmann, 1912). VII Jornada de Acuicultura, Villavicencio; Universidad de los Llanos. pp. 39-46.

Salinas, Y., & Agudelo, E. (2000). *Peces de importancia económica de la cuenca amazónica colombiana*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. Serie Estudios Regionales de la Amazonía Colombiana.

Serhan, C; & Chiang, N. 2008. Endogenous pro-resolving and anti-inflammatory lipid mediators: a new pharmacologic genus. *J. British Journal of Pharmacology*.

Siddiqui, R; Shaikh, S; Sech, L; Yount, H; Stillwell W; Zaloga G. 2004. Omega 3-fatty acids: health benefits and cellular mechanisms of action. *J Med Chem*. 4: 859-71.

Simopoulos, A. 2008. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. *Asia Pac J. Clinical Nutrition* 17 Supl 1;131-4

Simopoulos, A. (2010). Genetic variants in the metabolism of omega-6 and omega3 fatty acids: their role in the determination of nutritional requirements and chronic disease risk. *J. Exp. Biol. and Med*. 235, 785-95.

Tanamati, A; stevanato, F; Matushita, M Evelazio D; Visentainer, I. 2009. Fatty acid composition in wild and cultivated pacu and pintado fish *J. Eur. Lip.Sci. Tech*. 111;2 183-187

Tencio, G; Carrasco, P; Garcia A. 1999 Experiencias sobre reproducción inducida en Yamú en los llanos de Colombia. En: II Curso internacional de acuicultura Santafé de Bogotá DC, MemoriasP24-27

Torres, C; Londoño, J; Hincapié, S; & Ruales, C; 2013. Extracción y caracterización de aceite de pescado derivado de subproductos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*. *J. Agr. Ani. Sc*. 34-42.

- Turchini G, Francis D, De Silva S. 2006. Fatty acid metabolism in the freshwater fish Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) deduced by the whole-body fatty acid balance method. *Comp Biochem Phys A*. 144:110–18.
- Valderrama, M; Zárate, M; Vera, G; Moreno, C; Caraballo, P; Martínez, 1988. Determinación de la talla media de madurez y análisis de problemática con referencia a las tallas medias de captura del bagre rayado en la cuenca del río Magdalena, Colombia, Trianea (*Acy. Cienc-Tecn. INDERENA*) 2: 537-549
- Valenzuela, B; Tapia, O; González, E; Valenzuela, B. 2011. Ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA) y su aplicación en diversas situaciones clínicas. *J. Chil. Nutr.*, 38(3), 356-367.
- Valbuena, R; Zapata, B; Ruales, C; Cruz, P. 2013. Desarrollo embrionario del capaz *Pimelodus grosskopfii* *J int Morphol.*, 150-156
- Valbuena, R; Zapata, B; Gutiérrez M. 2012 Coeficientes de digestibilidad aparente de tres ingredientes proteicos para capaz, *Pimelodus rosskopfii* *J. Orinoquía v.Bsa* 16. 1:1
- Vásquez-Torres, W; Pereira, M; Arias, A. 2002. Exigencias de proteínas, carbohidratos y lípidos en dietas para juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus*. VIII jornadas de Acuicultura. Universidad de los Llanos, Villavicencio. 1 p 7-23
- Villa-Navarro, F. 1999 Estudio biológico pesquero de la represa de Prado para la determinación de especies promisorias de la acuicultura Ibagué, Colombia Universidad del Tolima pp105
- Vinatea, L. 2005. Sostenibilidad en acuicultura: Desafíos. Memorias V Seminario Internacional de Acuicultura. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Ward W, Parrott G, Iredale D. 2005. Fish waste as silage for use as a feed supplement. J. Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Sciences. 158: iv-10

WCRF/AICR. (2007). *Food, nutrition, physical activity and the prevention of cancer: a global perspective*. Washington D.C.

WHO. 2003. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation*. Geneva: WHO Technical Report Series 916.

Weaver, K; Ivester, P; Chilton, J.; Wilson, M; Pandey, P; Chilton, F. 2008. The content of favorable and unfavorable polyunsaturated fatty acids found in commonly eaten fish. *J. Am. Diet. Asso.* 108(7), 1178-1185

Xu, J; Eliat-Adar, S; Loria, C; Goldbount, U; Howard, B; Fabsitz, R; Lee, E. 2006. Dietary fat intake and risk of coronary heart disease: the strong heart study. *The J. Amer. of Clin. Nutr.*, 84:4, 894-902.

Yokoyama, M; Origasa, H; Matsuzaki, M; Matsuzawa, Y; Saito, Y; Ishikawa, Shirato, K. 2007. Effects of eicosapentaenoic acid on major coronary events in hypercholesterolaemic patients (JELIS): a randomised open-label, blinded end point analysis. *J. Lancet*, 369:9567, 1090-1098.

Young, K. 2009. Omega-6 (n-6) and omega-3 (n-3) fatty acids in tilapia and human health: a review *International J. Food Sciences and Nutrition* 60; 203-211