

Caracterización proximal y perfil de ácidos grasos de la cachama blanca (*Piaractus Brachypomus*)

Carlos Céspedes-Zambrano, Jairo López-Vargas

RESUMEN

Dada la necesidad de conocer más acerca de las especies nativas de Colombia, se realizó la caracterización proximal y el perfil de ácidos grasos de la cachama blanca de las dos zonas más productivas, Meta y Huila. Se tomaron 10 muestras de cachama blanca en las condiciones como es comercializada y se evaluó humedad, proteína, grasa, cenizas y perfil de ácidos grasos. La composición proximal puede variar dependiendo de la época en que se compra y es posible acercarse a esta con solo tener el valor de grasa utilizando un factor análogo al número de Feder. El perfil de ácidos grasos demuestra que las especies criadas en cultivo no tienen los niveles necesarios de ácidos grasos omega 3 a los cuales se les atribuye carácter funcional, dado que consumen concentrados y no algas, las cuales son fuente de estos ácidos. En las muestras del Huila hay más EPA y DHA.

Palabras Clave: caracterización, especies acuícolas, perfil lipídico.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura en Colombia se inició a finales de los años 30's, cuando fue introducida la trucha arco iris *Onchorhynchus mykiss* con el fin de repoblar las lagunas de aguas frías de la región Andina con una especie íctica de mayor valor económico que las nativas. Posteriormente, a finales de los 70's se introdujeron las tilapias *Oreochromis sp* y a principios de los años 80's se iniciaron trabajos con algunas especies nativas, principalmente con las cachamas blanca *Piaractus brachypomus* y negra *Colossoma* [1], [2].

La producción de la acuicultura nacional en el 2011 fue de 82.733 toneladas, de las cuales más

de la mitad correspondieron a las tilapias roja y plateada, casi un 20% a las cachamas blanca y negra, cerca de un 7% a trucha, 10% a camarón, un poco más del 0,13% a cobia *Rachycentrum canadum* y el resto a otras especies nativas y exóticas [1].

Es importante anotar que, a pesar de la gran diversidad de especies, las actividades pesqueras y acuícolas sólo logran aprovechar estos recursos de manera limitada. Es así como en pesca sólo se aprovechan masivamente 126 especies de peces de agua dulce, entre peces de consumo y ornamentales, mientras que en piscicultura sólo se utilizan las cachamas blanca y negra, el bocachico (*Prochilodus spp*) y el yamú (*Brycon spp*), aunque se ha experimentado con otras especies, como algunos bagres en los departamentos de Huila y Meta y la arawana (*Osteoglossum spp*) como pez ornamental [1].

Caracterización de la especie *Piaractus brachypomus*

La cachama blanca es un producto que en la actualidad no ha sido muy estudiado, además se puede ver que en algunos estudios como el realizado por [3], se genera una composición proximal de la cachama que en general se asume como constante, por lo cual es necesario buscar una manera de cómo hacer un acercamiento a la composición proximal de la cachama que dependa de una sola variable y que a la vez determine las muchas variaciones que pueden existir en la composición. Por otro lado, también se demostró que el perfil de ácidos grasos de la cachama blanca depende directamente de la alimentación que se le brinde en cultivo, más específicamente de las algas a las cuales tenga acceso ya que estas son las responsables de los contenidos de omega 3 en el pescado [4].

Carlos Céspedes: cacespedesz@unal.edu.co, estudiante de Maestría en Ciencia y tecnología de alimentos, joven investigador, Universidad Nacional de Colombia.

Jairo López: Profesor y Director del Laboratorio de carnes y productos acuícolas, Universidad Nacional de Colombia.

II. MATERIALES Y METODOS

A. Preparación de la muestra:

La cachama blanca fue adquirida del centro de acopio (Palequemao) de dos distribuidores diferentes que facilitaban la especie del departamento del Meta y del Huila. Estos ejemplares fueron lavados, descamados, eviscerados para posteriormente extraer los filetes de cachama. Se realizó el análisis con un total de muestra de 10 g para el perfil de ácidos grasos, y 50 g de filete para la caracterización proximal; de un total de 6 Kg de muestra.

B. Análisis proximal:

El análisis proximal constó de una serie de pruebas necesarias para cuantificar los componentes principales de la matriz alimenticia en este caso de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Las pruebas a realizar fueron humedad, cenizas, contenido de grasas y determinación de proteína.

1. Humedad

Para el caso de humedad se realizó una determinación gravimétrica en donde se obtuvo el valor, teniendo en cuenta la pérdida de peso que tuvo la muestra después de ser expuesta a una temperatura de 105°C en una estufa de convección forzada marca THERMOELECTRON modelo 6557 por no menos de 24 horas [5].

2. Proteína

La determinación de proteína se realizó por el método de Kjeldahl en un equipo digestor marca VELP, modelo K85, en donde se hizo una digestión para transformar todo el nitrógeno en amoníaco en un destilador marca VELP modelo UDK129, el cual se tituló con ácido clorhídrico y se obtuvo el valor total de nitrógeno, ya con esto gracias a un factor de conversión (6,25) fue posible obtener el valor de contenido de proteína [5].

3. Cenizas

El contenido de ceniza se obtuvo por medio de la pérdida de peso de la muestra al calcinar por un tiempo de 2 a 3 horas a una temperatura aproximada de 600°C, fue necesario realizar una pre-calcinación de la muestra para eliminar la mayor parte de gases tóxicos de manera controlada en una campana de extracción [5].

4. Grasa

La determinación de grasa se realizó con la muestra previamente seca, a la cual se le hizo una extracción por medio de un equipo marca EyQ modelo S6-E2, con un solvente orgánico, para poder extraer el contenido total de grasa, luego se recuperó del solvente y se pesó el residuo obtenido.

C. Perfil de ácidos grasos:

Luego de realizar los procedimientos para la determinación de humedad y la extracción de grasa, se tomaron cantidades mínimas de esta grasa extraída la cual se diluyó con hexano y se agregó una cantidad de metóxido de sodio como reactivo de derivatización. La reacción se llevó a cabo en un baño maría a una temperatura de 50°C por un tiempo 30 minutos, pasado este tiempo se adicionó más hexano y una solución saturada de cloruro de sodio con el fin de frenar la reacción.

Fue necesario luego realizar la purificación de la muestra, la cual comenzó con la adición de agua para generar dos fases inmiscibles fáciles de separar y se tomó la fase apolar; este procedimiento se realizó por triplicado y teniendo las precauciones necesarias para evitar tomar de la fase acuosa asegurando la extracción completa de los ácidos grasos derivatizados. Esto se midió en un cromatógrafo de gases Agilent 7890^a (Agilent, USA), equipado con un automuestreador y auto-inyector Agilent 7683B, un detector FID y un software de captura de datos Chemstation versión B.04.01. La columna utilizada fue BPX-70 30m*0.25m*0.25µm (SGE, Australia). El programa de temperatura comenzó a 60°C, incrementando hasta 120°C a 8°C/minuto; luego la temperatura aumentó hasta 242°C a 1.5°C/min para un tiempo total de análisis de 88.83 minutos. El gas de arrastre utilizado fue helio a un flujo de 2,0 mL/minuto. El volumen de inyección fue de 1,0 µL y se utilizó un split de 1:30. La

composición cualitativa de ácidos grasos se determinó por comparación de los tiempos de retención de los picos obtenidos con los de patrones de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAMEs) C4-C32 (Supelco® 37 Component Fatty Acid Methyl Esters Mix) y CLAs, Linoleic acid, conjugated methyl ester (Sigma Aldrich® O5632).

D. Análisis de datos

El análisis de datos fue hecho de la siguiente manera: Para el caso del análisis proximal se realizaron análisis de varianza para conocer si existían cambios significativos entre los datos tomados para las muestras. Luego, basados en el número de Feder y las ecuaciones utilizadas de balance de componentes, se realizó un proceso en el cual fue posible hallar los factores necesarios para estimar la composición proximal de la cachama blanca utilizando solo en el contenido de grasa que ésta posee. Para comprobar la validez de la fórmula utilizada se calcularon porcentajes de error entre el valor experimental y el respectivo valor calculado.

Dado los datos del perfil de ácidos grasos arrojados por el cromatógrafo se compararon los tiempos de salida de cada uno de los ácidos grasos del patrón con los tiempos de salida de los ácidos grasos de la muestra para que de este modo fuera posible conocer los ácidos grasos que ésta tiene. Posterior a este procedimiento se realizaron métodos de integración en los cuales se halló el área bajo la curva de cada pico y así se pudo hallar el contenido de cada uno de los ácidos grasos en términos de porcentaje. Dados estos valores se sometieron a un análisis de PCA para poder conocer cuáles eran los ácidos grasos más relevantes en las muestras de cachama blanca.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Análisis proximal

Como primera medida es necesario determinar si los datos tienen un comportamiento normal, lo cual se comprueba con el test de Shapiro Wills; además de esto es necesario verificar que las varianzas entre las muestras son iguales, por esta razón se utiliza el test de Levene para asegurarse cual método es más conveniente utilizar, si un análisis de varianza ANOVA o un análisis por Kruskal Wallis.

Los resultados obtenidos fueron expresados en términos del valor de p, por esta razón éste es comparado con el valor estándar de 0.05, en donde

si los valores obtenidos en las pruebas de Shapiro Wills y Levene son mayores a 0.05, se toman los valores como normales y homocedásticos respectivamente.

Tal como se puede apreciar en la Tabla 1 y Tabla 2, todos los valores están por encima de 0.05 y por esta razón es completamente racional realizar un análisis de varianza ANOVA.

Tabla 1. Prueba de normalidad para el análisis proximal para datos separados por origen.

Shapiro -Wills	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)
CHM	0,170	0,200	0,497	0,250
CHH	0,415	0,709	0,557	0,866

Tabla 2. Prueba de homocedasticidad para análisis proximal datos por origen y por semana de análisis.

leventest	humedad	grasa	proteína	cenizas
origen	0,0512	0,061	0,0561	0,1237
semana	0,4343	0,1654	0,1671	0,1004

Ya que las muestras fueron de dos departamentos diferentes, es posible comparar entre ellas si quizás existen diferencias significativas en su composición proximal. Como se puede apreciar en la Tabla 3, a pesar de ser muestras traídas de dos departamentos diferentes, dado que las dos fueron cultivadas por personas y condiciones distintas, no se encuentra una diferencia significativa entre los valores encontrados en la composición proximal, en la única variable que se encuentra diferencia significativa es en el valor de cenizas; sin embargo es válido pensar que al ser un valor tan pequeño es más fácil encontrar diferencias significativas en los datos.

Tabla 3. Prueba de análisis de varianza ANOVA diferenciando el origen de las muestras.

	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)
pval	0,165	0,1298	0,9797	0,0316
CHM	74,7±4,4 ^a	5,3±4,3 ^a	18,6±0,8 ^a	1,2±0,1 ^b
CHH	72,9±2,1 ^a	7,2±2,0 ^a	18,6±0,5 ^a	1,1±0,1 ^a

Entre las semanas de análisis si se pueden observar más los cambios entre las muestras, ver Tabla 3, esto puede ser asociado a si la muestra fue obtenida antes o después de semana santa, para este caso específico la muestra de la semana

4 corresponde a semana santa, momento en el cual la mayoría de las variables se mantuvieron sin cambios significativos, después de esta semana se aprecian cambios sobre todo para los valores de humedad, grasa y cenizas; estos cambios pueden estar relacionados con dos aspectos, el primero de ellos es la posibilidad de que las muestras de la semana 4 y 5 sean las mismas dado que en el centro de acopio de la semana 4 a la semana 5 no se compró producto fresco lo cual genera que al llevar la muestra una semana en las vitrinas tenga cambios significativos para el caso específico, cambio en la humedad por pérdida con el ambiente, lo cual afecta significativamente las demás variables.

Tabla 4. Prueba de análisis de varianza ANOVA diferenciando la semana de análisis.

ANOV A	Humeda d (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)
<i>pval</i>	<0,01	<0,01	<0,01	0,0188
<i>semana 1</i>	73,0±2,3 b	6,8±2,6a	18,8±0,2b	1,2±0,1a b
<i>semana 2</i>	75,3±2,5 b	5,5±2,3a	17,8±0,4a	1,3±0,0b
<i>semana 3</i>	76,5±1,8 b	3,6±1,4a	18,5±0,6a b	1,2±0,1a b
<i>semana 4</i>	75,5±1,8 b	4,1±2,4a	19,1±0,6b	1,1±0,1a
<i>semana 5</i>	68,6±2,7a	11,2±2,6 b	18,9±0,6b	1,1±0,1a

Si este no fuera el caso y el centro de acopio si hubiera comprado muestras frescas de cachama blanca es muy posible que ya a nivel de cultivo de la misma se genere una pérdida drástica en el control de la producción, debida a la terminación de la semana santa; lo cual afecta de manera significativa su composición proximal.

Dado que la composición proximal de cualquier producto normalmente varía, es más racional tratar de extraer una fórmula que permita hacer una aproximación a la composición proximal; además esta permitiría que con solo el valor de una variable se pudiera obtener toda la composición, lo cual ahorraría tiempo y por su puesto costos en los análisis. Para el caso puntual se hace la comparación con el número de Feder y se realiza el balance de los componentes con el fin de conocer los valores calculados por medio del método y se compararon con los valores reales. En la *Tabla 5*, se puede observar que en promedio el valor del número análogo a Feder es 3,96 mostrando variaciones mínimas entre las muestras; en cuanto a la composición proximal se recalcularon los valores de humedad y proteína y con estos se puede ver que el error obtenido entre el valor real y valor estimado es en promedio del

7%, el cual puede ser considerado un error bajo, asumiendo que lo que se busca es una aproximación a toda la composición calculando solo la variable grasa.

Tabla 5. Analogía con el número de Feder

<i>analogía Feder</i>	<i>análogo Feder</i>	<i>proteína</i>	<i>humedad</i>	<i>%error proteína</i>	<i>%error humedad</i>
<i>promedio</i>	3,96	19,9 41%	78,9 84%	6,977%	7,233%
<i>desviación std</i>	0,27	0,00 7%	0,02 8%		
<i>%CV</i>	7%	0%	0%		

B. Perfil de ácidos grasos

En el análisis cromatográfico fueron obtenidos por separado varios ácidos grasos, para un mejor entendimiento se realizaron tablas en las cuales se tomaron las clases de ácidos más relevantes para poder realizar la comparación.

En la *Tabla 6* se observa que en la grasa de la cachama blanca el mayor contenido de ácidos grasos está dado por ácidos saturados y ácidos monoinstaurados; mientras que los contenidos de ácidos poliinsaturados es mínimo, por esto queda en duda si es posible pensar en la cachama como alimento funcional, lo ideal sería que el contenido de omega 3 fuera relativamente elevado, sobretodo EPA y DHA.

Tabla 6. Clases de ácidos grasos más importantes

<i>tipo</i>	<i>Origen</i>	<i>%</i>
SFA	CHM	40,42
	CHH	42,42
MUFA	CHM	43,90
	CHH	40,35
PUFA	CHM	15,62
	CHH	16,83
n-6	CHM	13,94
	CHH	14,13
n-3	CHM	1,32
	CHH	2,27
n-6/n-3	CHM	10,58
	CHH	6,23
EPA	CHM	0,573

	CHH	0,000
DHA	CHM	0,328
	CHH	0,914

SFA: Ac. Saturados, MUFA: Ac. Monoinsaturados, PUFA: Ac. Poliinsaturados, n-6: omega 6, n-3: omega 3.

Como se puede observar en la *Tabla 7*, la única categoría de ácidos grasos que presenta diferencias significativas con respecto al origen es el contenido de ácidos monoinsaturados; las demás categorías son semejantes.

Tabla 7. Análisis de varianza para las diferentes categorías de ácidos grasos diferenciando el origen.

ANOVA	pval	CHM	CHH
SFA	0,2513	40,421±0,5a	42,415±2,528a
MUFA	0,0031	43,899±0,833b	40,349±0,489a
PUFA	0,461	15,62±1,071a	16,829±2,335a
n6	0,8844	13,937±1,455a	14,131±1,611a
n3	0,1856	1,317±0,532a	2,267±0,883a
EPA	0,3739	11,847±4,772a	6,749±2,229a
DHA	0,1659	0±0a	0,573±0,993a

Otro valor muy importante es la relación entre los ácidos omega 6 y 3, la cual se dice en lo ideal que debería ser de 2:1. Esta relación de 2:1 trae grandes beneficios a la salud, sin embargo como es conocido esta proporción se ha perdido dado que el consumo de aceites vegetales a aumentado las proporciones de omega 6 [6]. Ahora si se ve el perfil obtenido para la cachama blanca el panorama no cambia de manera significativa y se mantiene un alto consumo de omega 6 con respecto a los omega 3.

Estos resultados obtenidos pueden ser debidos a que la cachama en cultivo es alimentada con concentrados que eliminan por completo el consumo de algas por parte de la cachama blanca y de este modo el contenido de EPA y DHA que son obtenidos de las algas disminuyen drásticamente convirtiendo a esta especie de pescado en un alimento del común que no posee cantidades de ácidos grasos saludables relevantes y de verdad beneficiosas para la salud. Según los estudios en nutrición, un alimento que tenga contenidos importantes de EPA y DHA pueden brindar diariamente un total de 500mg de estos ácidos grasos, para el caso de la cachama debido a este contenido tan bajo sería necesario consumir

diariamente como mínimo hasta 7Kg de la especie para cumplir con este requerimiento [7].

Si se comparan la Ilustración 1 e Ilustración 2, se puede ver fácilmente que dependiendo del origen de las muestras hay una tendencia in cuanto a los ácidos grasos obtenidos.

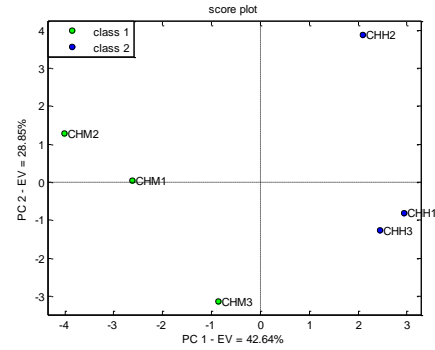


Ilustración 1. Scoreplot análisis de PCA perfil de ácidos grasos.

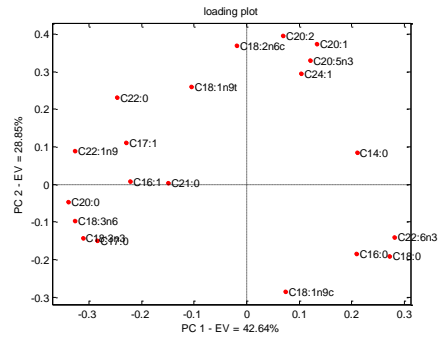


Ilustración 2. Loadingplot análisis de PCA perfil de ácidos grasos.

Para el caso de las muestras de provenientes del Meta (CHM), se puede ver que esta tiene más tendencia a tener en su composición ácidos grasos saturados y monoinsaturados, solo algunos poliinsaturados aparecen en sus cuadrantes; mientras que para el caso de las muestras del Huila (CHH) estas tienen un mayor contenido de ácidos poliinsaturados. Se deben tener en cuenta dos cosas: en primer lugar ya como se había observado en tablas anteriores, los contenidos de poliinsaturados en general es bajo y más cuando se toman los mas importantes tales como los omegas 3; Sin embargo, si se puede hacer una acotación a que las muestras del Huila tienen contenidos elevados en EPA y DHA con respecto a las del Meta.

IV. CONCLUSIONES

- Dependiendo del periodo en el que se adquiera la cachama blanca esta puede variar su contenido de humedad.
- Se puede hacer una aproximación de la composición de la cachama blanca con la analogía del número de Feder.
- El perfil de ácidos grasos muestra que la cachama blanca de cultivo no tiene contenidos relevantes de EPA y DHA.
- La relación entre omega 3 y omega 6 no es conveniente para la salud, dado el alto nivel de omega 6.

V. AGRADECIMIENTOS

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA, durante el periodo académico 2015-I.

Financiado por Colciencias y el Programa Nacional de jóvenes investigadores.

Especiales agradecimientos al profesor Luis Felipe Gutiérrez, profesor asociado al ICTA Universidad nacional de Colombia

VI. REFERENCIAS

- [1] M. C. Merino, S. P. Bonilla, and F. Bages, *Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia*. 2013.
- [2] FAO and INCODER, *Diagnóstico del Estado de la Acuicultura en Colombia*. 2011.
- [3] F. Y. Riaño, M. A. Landines, and G. J. Díaz, “EFECTO DE LA RESTRICCIÓN ALIMENTICIA Y LA REALIMENTACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN DEL MÚSCULO BLANCO DE *Piaractus brachypomus* EFFECT OF FOOD DEPRIVATION AND RE-FEEDING ON MUSCLE WHITE COMPOSITION OF *Piaractus brachypomus* Durante periodos de restricción alimen,” vol. 58, no. 45, pp. 84–98, 2011.
- [4] T. I. Restrepo V, G. J. Diaz G, and S. C. Pardo C, “PECES DULCEACUÍCOLAS COMO ALIMENTO FUNCIONAL : PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN TILAPIA Y BOCACHICO CRIADOS EN POLICULTIVO FRESHWATER FISH AS A FUNCTIONAL FOOD : FATTY ACID PROFILE IN POLY CULTURE OF TILAPIA AND BOCACHICO PEIXES DE ÁGUA DOCE COMO UM ALIMENTO FUN,” *Biotecnol. en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 10, no. 2, pp. 44–54, 2012.
- [5] K. Helrich, “AOAC: Official Methods of Analysis ed 15ft (Volume 1),” vol. 1, p. 771, 1990.
- [6] M. Coronado Herrera, S. Vega y Leon, R. Gutiérrez Tolentino, B. García Fernández, and G. Díaz González, “LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 Y OMEGA-6: NUTRICIÓN, BIOQUÍMICA Y SALUD,” *Reb*, vol. 25, no. 3, pp. 72–79, 2006.
- [7] X. Pintó, “FHC magazine,” *Los omega-3 y sus beneficios para la salud*, pp. 10–11, 2011.