



Una dieta a base de harina de *Ulva lactuca* mejora el crecimiento de alevines de baucos *Girella laevis* (Pisces: Kyphosidae)

A diet based on *Ulva lactuca* flour improves growth fingerlings sea chub *Girella laevis* (Pisces: Kyphosidae)

César Abram Cruz Castellón*

Departamento Académico de Acuicultura e Industrias Pesqueras, Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria la Molina, Av. La Molina s/n La Molina, Lima, Peru.

Received Janeiro 3, 2019. Accepted May 24, 2019.

Resumen

El objetivo fue evaluar el uso del alga verde *Ulva lactuca* en el crecimiento de alevines de baucos *Girella laevis*. Se emplearon tres dietas experimentales con niveles de inclusión del 15, 30 y 45% de harina de *U. lactuca* y una dieta control sin inclusión de harina de *U. lactuca* (0%). El ensayo duró 30 días y se realizó en grupos duplicados y se emplearon 120 alevines de peso medio de $0,458 \pm 0,10$ g, los cuales fueron distribuidos en 8 acuarios de vidrio a razón de 15 ejemplares por acuario. El mayor crecimiento en peso y longitud se obtuvo con 30% de inclusión de harina de *U. lactuca*, significativamente diferente ($p < 0,05$) del tratamiento con el 15% de inclusión de harina de *U. lactuca*. Este es el primer trabajo donde se ha investigado el uso de la macroalga *U. lactuca* en el crecimiento de esta especie y por tanto se recomienda realizar más trabajos de índole similar para poder determinar el potencial acuícola que tendría la misma.

Palabras clave: *Ulva lactuca*; crecimiento; alevines de baucos.

Abstract

The objective was to evaluate the use of green alga *Ulva lactuca* in the growth of fingerlings sea chub *Girella laevis*. Three experimental diets were used with inclusion levels of 15, 30 and 45% *U. lactuca* meal and a control diet without inclusion of *U. lactuca* meal (0%). The trial lasted 30 days and was carried out in duplicate groups and 120 fingerlings of average weight of 0.458 ± 0.10 g were used, which were distributed in 8 glass tanks at a rate of 15 specimens per aquarium. The highest growth in weight and length was obtained with 30% inclusion of *U. lactuca* meal, significantly different ($p < 0.05$) from the treatment with 15% inclusion of *U. lactuca* meal. This is the first work where the use of the macroalga *U. lactuca* has been investigated in the growth of this species and therefore it is recommended to perform more similar work in order to determine the aquaculture potential that it would have.

Keywords: *Ulva lactuca*; growth; fingerlings of sea chub.

1. Introducción

En la nutrición de organismos acuáticos existe un gran número de trabajos relacionados con la sustitución de la harina de pescado por harinas de algas marinas (Diler *et al.*, 2007; Güroy *et al.*, 2007; Emre *et al.*, 2013; Younis *et al.*, 2017; Tsuyoshi *et al.*, 2010; Güroy *et al.*, 2011). Dentro del grupo de las algas marinas, las algas verdes y en especial las del género *Ulva*,

han sido utilizadas como un importante insumo en la formulación de dietas acuícolas (Abdel-Warith *et al.*, 2016; Yildirim *et al.*, 2009; Pallaoro *et al.*, 2016; Felix y Brindo, 2014). Este interés del uso de esta macroalga para tal fin; se debe entre otras cosas a su riqueza en minerales, pigmentos naturales, vitaminas, polisacáridos, fibra, ácidos grasos y elevada digestibilidad proteica (Abdel-Latif

How to cite this article:

Cruz, C.A. 2019. Una dieta a base de harina de *Ulva lactuca* mejora el crecimiento de alevines de baucos *Girella laevis* (Pisces: Kyphosidae). Scientia Agropecuaria 10(2): 191 – 197.

* Corresponding author
E-mail: cacruzcastellon@hotmail.com (C. Cruz).

et al., 2018a, b; Villalobos, 2012; Quitral *et al.*, 2012; Carrillo *et al.*, 2002). En cuanto a niveles o porcentajes de esta alga, en la formulación de dietas, podemos citar el trabajo de Diler *et al.* (2007), quienes determinaron que dietas con un 15% de harina de *U. rigida*, mejora el crecimiento y el nivel de proteína en el cuerpo en juveniles de *Cyprinus carpio*. Güroy *et al.* (2007), encontraron que el peso promedio y la tasa específica de crecimiento en juveniles de *Oreochromis niloticus*, fue mayor con el 5% de harina *U. rigida*. En tanto Vizcaíno *et al.* (2015), determinó que el máximo crecimiento en peso de juveniles de *Sparus aurata*, se obtiene con un nivel de inclusión del 25% de *U. rigida* en comparación con una dieta control sin harina de algas.

Wassef *et al.* (2005), sugieren que niveles óptimos de inclusión de harina de *U. lactuca*, en dietas para alevines de *Sparus aurata* es factible, debido a que permiten un mayor rendimiento en el crecimiento, utilización del alimento, respuesta al estrés y porcentaje de supervivencia. Esperamos encontrar buenos resultados con un nivel de inclusión del 30% de harina de *Ulva lactuca* en nuestros alevines de *G. laevisfrons* ya que estos presentan hábitos herbívoros y por lo tanto podrán aprovechar dicha alga en el nivel planteado.

Según Castellanos-Barriga *et al.* (2017) *Ulva lactuca* posee un elevado contenido de proteína ($12,16 \pm 0,02$ g/100 g de peso seco). Por su parte, Carrillo *et al.* (2002) menciona que *Ulva* sp tiene una elevada digestibilidad proteica (85,80 g/100 g de harina algal). Por lo tanto, las especies de este género de macroalgas, son una fuente importante de alimento para el pez herbívoro *G. laevisfrons*, ya que Berríos y Vargas (2001), reportaron que en los estómagos *G. laevisfrons*, el 46,3 % (frecuencia de aparición) corresponde a *Ulva* sp. En tanto Cáceres y Ojeda (2000), mencionan que el porcentaje de composición dietaria para *G. laevisfrons*, fue del 12,36 a 18,26 % de *Ulva* sp, con tasas de asimilación del 75%. Al respecto, esta diferencia en la composición dietaria mencionados, estaría influido probablemente por factores como disponibilidad del alimento, competencia con otras especies y entre otros.

Entre los mecanismos que les permitiría acceder a los nutrientes de las macroalgas a los alevines de *G. laevisfrons*, destacan los de tipo mecánico tales como mandíbulas faríngeas o estómagos fuertemente musculares, y los de tipo fisiológico como la presencia de estómagos marcadamente

ácidos asociados a intestinos de gran longitud (Horn, 1989). Cáceres *et al.* (1993), encontraron valores de pH marcadamente ácidos en el estómago del pez herbívoro *Aplodactylus punctatus*, en tanto en el tracto intestinal resultaron ser neutrales. Así mismo mencionan que la alta tasa de asimilación para *Ulva* sp (71% de la materia orgánica y 84% de nitrógeno), estaría relacionado debido a los valores bajos de pH encontrados en el estómago. Ya que en los peces herbívoros podemos encontrar una lisis ácida, que libera el contenido de las células de algunas algas de una forma tan eficiente como la trituración (Zamora y Vera, 2009). De la misma manera Cáceres y Ojeda (1993), llegaron a la conclusión que, la elevada acidez del estómago y actividad celulolíticas del intestino sugieren fuertemente una combinación de hidrólisis ácida y enzimática de digestión de las paredes celulares de las algas, seguido por la digestión de hidratos de carbono y proteínas, constituyen el principal mecanismo de digestión de *Aplodactylus punctatus*. Tal mecanismo podría darse en los alevines de *G. laevisfrons* ya que al igual que *A. punctatus*, es un pez herbívoro y por lo tanto cuando se le suministre las dietas experimentales con el nivel de inclusión del 30% de harina de *U. lactuca*, los organismos tendrán un buen crecimiento tanto en peso como en longitud.

Por otro lado, el pez denominado baunco o *Girella laevisfrons*, según Stephien (1990), Varas y Ojeda (1990) y Muñoz y Ojeda (1997), es un pez de amplia representación en zonas intermareales submareales someras de la costa centro norte de Chile. Asimismo L. Encomenderos (comunicación personal, 4° de setiembre, 2013) docente de la Universidad Nacional del Santa (UNS) de la ciudad de Chimbote (Perú) ha indicado que es una especie con mucho potencial acuícola y esto es debido a que pruebas realizadas de diversos parámetros ambientales sobre la misma, por estudiantes de la carrera de Biología en Acuicultura de la UNS, han indicado que es un pez con mucha resistencia a parámetros ambientales como temperatura y salinidad; sin embargo a pesar lo mencionado, no hay datos publicados que avalen tal información. Así también según Lujan (2010) menciona que esta especie es poco conocida en el mercado local; sin embargo, en pruebas realizadas ha mostrado una rusticidad extraordinaria, atributo que podría permitir el desarrollo de una piscicultura marina en donde se requiera de una baja inversión, en donde podrán incursionar los pescadores artesanales.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar el uso de *U. lactuca* en el crecimiento de alevines de baucos *G. laevisfrons*, alimentados con dietas con diferentes niveles de inclusión de harina de la misma.

2. Materiales y métodos

El alga marina *U. lactuca* fue colectada de la zona intermareal de la playa el Dorado de la Bahía de Samanco del distrito de Nuevo Chimbote (9° 11' S y 78° 32' W). El alga fue tipificada utilizando la guía de macroalgas marinas de *Al-Yamani et al. (2014)*. Estas se lavaron con agua de mar y agua dulce y se pusieron a secar a temperatura ambiente en bandejas cribadas por 48 h y luego se trituro en un molino manual hasta obtener partículas de 250 micras, lo cual se logró al tamizarse a través de un tamiz metálico (N° 60).

Se formularon tres dietas experimentales isoproteicas (tamaño de partícula de 2 mm), basados en la concentración de la harina de *U. lactuca* (15%, 30% y 45%), una cuarta dieta isoproteica y de igual calibre que las dietas experimentales sin inclusión de harina de *U. lactuca* (0%), se elaboró también se consideró como dieta control. La formulación y composición proximal de las dietas se muestra en la *Tabla 1*.

Tabla 1

Composición porcentual y proximal de las dietas empleados en el ensayo de crecimiento de alevines de *G. laevisfrons* alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de *U. lactuca*

Composición	<i>Ulva lactuca</i>			
	0%	15%	30%	45%
Composición porcentual				
Harina de <i>Ulva lactuca</i>	0	15	30	45
Harina de pescado	35	35	35	35
Harina de maíz	25	18	10	30
Harina de trigo	19	11	04	29
Aceite de pescado	4	4	4	4
Vitaminas y minerales	2	2	2	2
Composición proximal (%)				
Proteínas	29,01	29,1	29,25	29,42
Grasa	3,12	2,85	2,53	2,17
Cenizas	10	12,5	12,4	12,5
Humedad	8,9	10,2	9,4	10

Un total de 200 alevines de *G. laevisfrons* fueron capturados de la playa San Bernardino, provincia de Casma, departamento de Ancash (9° 25' S y 78° 24' 30" E). Los peces fueron transportados en cuatro baldes de plástico con 15 L de agua de mar sin filtrar a razón de 50 organismos por balde y hacia el laboratorio de Maricultura de la Universidad Nacional del

Santa de Nuevo Chimbote. El transporte duró 2 h y no hubo mortalidad.

En el laboratorio los peces fueron identificados según *Chirichigno y Vélez (1998)*. Los peces fueron aclimatados por una semana en 8 acuarios de vidrio 60 x 40 x 45 cm (25 organismos por acuario y 60 L de agua de mar filtrada a 40 micras por acuario). Durante el periodo de aclimatación todos los peces fueron alimentados con la dieta control desde el tercer día. Del total de alevines se seleccionó 120 ejemplares de peso promedio de $0,458 \pm 0,1$ g; los cuales se distribuyeron al azar en 8 acuarios de las mismas características de los acuarios de aclimatación y a una densidad 15 alevines por acuario. El experimento tuvo una duración de 30 días y el sistema de experimentación fue de cultivo estático con recambios diarios de agua del 10% del volumen total de cada acuario, manteniendo la salinidad constante. Así mismo cada acuario estuvo equipado con un filtro mecánico tipo esquinero y sistema de aireación a través de ingreso de aire por piedras difusoras por propulsión de aire de una maquina sopladora de 05, hp (blower). Durante el ensayo la tasa de alimentación diaria fue del 10% el cual fue suministrado en dos raciones (10 h y 18 h), durante los seis días a la semana. Es necesario indicar que el alimento de las cuatro dietas fue partido con la ayuda de un molino manual a un tamaño de partícula entre 1 y 1,5 mm.

Se realizó diariamente la limpieza de los acuarios por sifón y previo a la alimentación. Los parámetros de calidad del agua evaluados fueron temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y el pH; para ello se emplearon los siguientes materiales y equipos: termómetro de mercurio de sensibilidad $\pm 0,5^\circ\text{C}$, oxímetro digital YSI de sensibilidad $\pm 0,01$ g. L⁻¹, pH-metro digital de sensibilidad $\pm 0,01$ y refractómetro Atago de sensibilidad ± 2 ‰.

Los parámetros productivos evaluados fueron los siguientes: tasa de crecimiento específico en peso, ganancia en peso y supervivencia; para ello se empleó las fórmulas de *Vizcaino et al. (2015)*:

Tasa de crecimiento específica (TCE):

$$\text{TCE (\% día}^{-1}\text{)} = 100 \times \{(\ln \text{Peso final}) - (\ln \text{Peso inicial})\} / \text{duración del experimento}$$

Ganancia en peso (GP) (%):

$$\text{GP (\%)} = \{(\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}) / \text{Peso inicial (g)}\} \times 100$$

Supervivencia (%) = $N_f \times 100/N_i$

Donde ln es el logaritmo natural, W es peso, Nf es el número final de peces; Ni es el número inicial de peces. Estos parámetros se evaluaron cada 15 días.

En cuento al diseño estadístico; se empleó el diseño estadístico completamente al azar. La normalidad de los datos se determinó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las diferencias entre los tratamientos se determinaron por análisis de varianza de una sola vía y con la prueba de Duncan, en todos los casos con significancia de $\alpha = 0,05$. El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS versión 19 para Windows.

3. Resultados y discusión

Los parámetros de calidad de agua en todos los tratamientos se mantuvieron en $24,92 \pm 0,48$ °C; $6,57 \pm 0,244$ mg L⁻¹; $37,17 \pm 1,05$ ‰ y $7,83 \pm 0,37$.

Los resultados de crecimiento al final del experimento mostraron que no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) (Tabla 2) en el peso final entre los peces alimentados con las dietas con el 0% (control) ($0,91 \pm 0,03$ g), 30% ($0,88 \pm 0,00$ g) y 45% ($0,79 \pm 0,08$ g) de inclusión de harina de *U. lactuca*. En tanto si fue posible encontrar diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso final en los peces alimentados con el 15% ($0,68 \pm 0,08$ g) versus las dietas con el 0% (control) y el 30% de inclusión de harina de *U. lactuca*, respectivamente. De estos resultados obtenidos sobre el peso final, si bien no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con el 30% y 45% de harina de *U. lactuca*, es importante resaltar que numéricamente los mejores resultados del peso final se obtuvieron con el nivel de inclusión del 30%. Estos resultados fueron similares a lo encontrado por Rico *et al.* (2015) pero con un nivel del 25% harina de *U. rigida* y en juveniles de dorada *Sparus aurata*.

Para la longitud, al final del experimento, los resultados mostraron que no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) (Tabla 2) en este parámetro entre los peces alimentados con las dietas con el 0% (control) ($3,83 \pm 0,09$ cm), 30% ($3,81 \pm 0,02$ cm) y 45% ($3,76 \pm 0,08$ cm) de inclusión de harina de *U. lactuca*. Sin embargo, si fue posible encontrar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos con 0% (control) y 15% ($3,60 \pm 0,08$) de harina de *U. lactuca*. Abdel-Warith *et al.* (2016) no obtuvo diferencias significativas ($p > 0,05$) en la longitud final al incluir el 0; 4,5; 9 y 13% de harina de *U. lactuca* en alevines del pez gato *Clarias gariepinus*.

Estos resultados del buen desempeño en el crecimiento de los alevines de baucos alimentados con los niveles del 30 y 45% de

harina de *U. lactuca*, se debería entre otras cosas a que la relación entre sustrato algal a digerir y la actividad enzimática (del digestivo) en estos grupos de peces fue la adecuada (Herrera, 1999). Así también estaría apoyado por la condición de que esta especie tiene hábitos herbívoros (Stepien, 1990) donde mecanismos de tipo mecánico tales como mandíbulas faríngeas, estómagos fuertemente musculares, y mecanismos de tipo fisiológico como la presencia de estómagos marcadamente ácidos (asociados a intestinos de gran longitud); habrían contribuido en la obtención del máximo aprovechamiento de la dieta (Horn, 1989). En el caso del 0% (control) de harina de *U. lactuca*; estos resultados demostrarían que este pez tiene la capacidad de aceptar y digerir una dieta sin ningún nivel de inclusión de harina de *Ulva*, lo cual demostraría la capacidad nutrirse de ella puesto que se vio reflejado en su crecimiento. Esto estaría apoyado por la elevada digestibilidad encontrada en dietas (80%), donde la única fuente de proteína fue la harina de pescado (Vásquez y Celis, 2014; Aguilar y Avilés, 2016).

La ganancia en peso (GP) nos muestra que los peces alimentados con el 30% ($112,66 \pm 2,77$) de harina de *U. lactuca*, mostraron una superior diferencia significativa ($p > 0,05$) frente a los alimentados con el 15% ($50,74 \pm 17,71$) y 45% ($62,06 \pm 22,16$) (Tabla 2), pero no fue significativamente diferente con el tratamiento del 0% (control) ($91,66 \pm 5,46$) de harina de *U. lactuca*. Estos resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el uso del alga verde *Ulva* en dietas para peces y sobre la ganancia en peso también fue reportado Rico *et al.* (2015) en donde reporta un 112% de GP pero con un nivel del 25% de *U. rigida* en juveniles de dorada y no encontrando diferencias significativas con el 0% de *U. rigida* (al igual que en el presente trabajo).

La tasa de crecimiento específico en peso fue significativamente superior ($p < 0,05$) con el 30% ($2,51 \pm 0,04$ % día⁻¹) de inclusión de harina de *U. lactuca* en comparación con el 15% ($1,36 \pm 0,39$ % día⁻¹) y 45% ($1,59 \pm 0,45$ % día⁻¹) (Tabla 2). Zhu *et al.* (2016) obtuvieron $2,02 \pm 0,03$ % día⁻¹ al incluir 5% de harina de *U. lactuca* en juveniles de pargo de mancha blanca *Lutjanus stellatus*. En tanto Vizcaino *et al.* (2015) determinaron niveles bajos y sin diferencias significativas ($p > 0,05$) comparados con el presente experimento: $0,95 \pm 0,05$ % día⁻¹ con 15% y $1,17 \pm 0,08$ % día⁻¹ con 25% de harina de *U. rigida* en dietas para juveniles de dorada *S. aurata*.

Tabla 2

Parámetros de crecimiento en peso, longitud y supervivencia (media \pm desviación estándar) en el ensayo de crecimiento de alevines de *G. laeivifrons* alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de *U. lactuca*

Parámetros	<i>U. lactuca</i>			
	0%	15%	30%	45%
Peso				
Peso inicial (g)	0,48 \pm 0,13	0,45 \pm 0,08	0,41 \pm 0,10	0,49 \pm 0,10
Peso final (g)	0,91 \pm 0,03 ^a	0,68 \pm 0,08 ^b	0,88 \pm 0,00 ^a	0,79 \pm 0,08 ^{ab}
GP (%)	91,66 \pm 5,46 ^{ab}	50,74 \pm 17,71 ^b	112,66 \pm 2,77 ^a	62,06 \pm 22,16 ^b
TCE (% día ⁻¹)	2,17 \pm 0,09 ^{ab}	1,36 \pm 0,39 ^b	2,51 \pm 0,04 ^a	1,59 \pm 0,45 ^b
Longitud				
Longitud inicial (cm)	3,6 \pm 0,20	3,5 \pm 0,22	3,5 \pm 0,17	3,6 \pm 0,10
Longitud final (cm)	3,83 \pm 0,09 ^a	3,60 \pm 0,08 ^b	3,81 \pm 0,02 ^{ab}	3,76 \pm 0,08 ^{ab}
Supervivencia (%)	37,5 ^a	33,33 ^a	50 ^a	29 ^a

Datos con letras iguales en superíndices en una misma fila indica que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$).

La supervivencia obtenida del presente trabajo fue muy baja en comparación a lo reportado por Flores y Rendic (2011) quienes trabajaron también con un pez de la familia Kyphosidae; es decir *Graus nigra*, en donde la supervivencia fue del 100%, pero con la diferencia, que estos autores trabajaron con juveniles y con sistema de cultivo abierto (donde el agua de mar está ingresando y saliendo constantemente). Estos resultados de supervivencia del presente trabajo se deberían a un mal manejo en la toma de datos del peso total y sobre todo en la determinación de la longitud total, ya que después de registrar este último, se observó que los peces mostraron un cambio de color de piel (se tornaron más oscuros) y a su vez exhibieron las aletas dorsales extendidas. El cambio de color observado en la piel de los peces se debería a que los peces estuvieron estresados lo cual fue a su vez a la acción de las hormonas estimulantes de melanocitos (MSH) tal como lo indicado por Flores-Quintana (2002) como una respuesta neuroendócrina en peces. Perez-Riveiro *et al.* (2010) indica que los procedimientos realizados en acuicultura (como lo serian por ejemplo el registro de peso y talla), pueden ocasionar daños en proporciones variables, causando una alta mortalidad en los peces. Asimismo, estos autores nos dicen que, con el fin de reducir el daño a los peces, es común el uso de anestésicos para facilitar el manejo. Por lo tanto, es muy importante el empleo de anestésicos en investigaciones futuras y no solo con esta especie en estudio.

En el presente estudio, los mejores resultados de crecimiento se obtuvieron con el 30% de inclusión de harina de *U.*

lactuca en la dieta. Este es el primer trabajo donde se ha investigado el crecimiento en esta especie y por tanto se recomienda realizar trabajos del mismo donde se investigue otros factores para poder determinar el potencial acuícola que tendría *G. laeivifrons*.

4. Conclusiones

El mayor crecimiento en peso y longitud en alevines de *G. laeivifrons* se obtuvo con el 30% de inclusión de harina de *U. lactuca* en la dieta y significativamente superior ($p < 0,05$) en comparación con el 15% de inclusión de harina de *U. lactuca*.

Por otro lado, se recomienda realizar un estudio de mayor tiempo y evaluar no solo el uso de la macroalga *Ulva lactuca*; sino otras como por ejemplo la del género *Gelidium* o una mezcla de ambas y ver el efecto en el crecimiento.

ORCID

C.A. Cruz  <https://orcid.org/0000-0001-7183-8116>

Referencias bibliográficas

- Abdel-Warith, AA.; Younis, EMI.; Al-asgah, NA. 2016. Potential use of green macroalgae *Ulva lactuca* as a feed supplement in diets on growth performance, feed utilization and body composition of the African catfish, *Clarias gariepinus*. Saudi Journal of Biological Sciences 23: 404-409.
- Abdel-Latif, A.; Badr, R.; Hassan, I.; Osman, G. 2018a. Effect of *Ulva lactuca* Aqueous Extract on Growth, Minerals, Chlorophyll Content, Rubisco Activity and Rubisco Activase in *Zea mays* Seedlings. Journal of Pure and Applied Microbiology 12(2): 611-622.
- Aguilar, B.; Aviles, S. 2016. Digestibilidad aparente de la proteína de harina del ensilado biológico de *Caulerpa flagelliformis* (Caulerpaceae) y *Salicornia fruticosa* L. (Amaranthaceae) en juveniles de *Girella laeivifrons* (Pisces). Tesis de Título. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. 50 pp.
- Castellanos-Barriga, L.G. Santacruz-Ruvalcaba, F.; Hernández-Carmona, G.; Ramírez-Briones, E.; Hernández-Herrera, R. 2017. Effect of seaweed liquid extracts from *Ulva lactuca* on seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*). J Appl. Phycol. 29: 2479-2488.
- Chirichigno, N.; Vélez, J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. 2da edición. Publicación especial. Inst. Mar Perú, Callao. 500 pp.
- Berrios, V.; Vargas, M. 2001. Estructura trófica de la asociación de peces intermareales de la costa rocosa del norte de Chile. Rev. Biol. Trop. 52(1): 201-212.

- Cáceres, C.; Ojeda, F. 2000. Patrones de forrajeo en dos especies de peces intermareales herbívoros de las costas de Chile: Efecto de la abundancia y composición química del alimento. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 73(2): 253-260.
- Cáceres, C.; Benavides, A.; Ojeda, F. 1993. Ecología trófica del pez herbívoro *Aplodactylus punctatus* (Piscis: Aplodactylidae) en la costa centro-norte de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 66:185-194.
- Carrillo, S.; Casas, M.; Ramos, F.; Perez-Gil, F.; Sanchez, I. 2002. Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor nutrimental. *Arch. Lat. Nutri.* 52(4): 400-405.
- Diler, I.; Tekinay, A.; Guroy, D.; Guroy B.; Soyuturk, M. 2007. Effects of *Ulva rigida* on the Growth, Feed Intake and Body Composition of Common Carp, *Cyprinus carpio* L. *Jour. Biol. Sci.* 7(2): 305-308.
- Emre, Y.; Ergün, S.; Kurtoğlu, A.; Güroy, B.; Güroy, D. 2013. Effects of Ulva Meal on Growth Performance of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) at Different Levels of Dietary Lipid. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13: 841-846.
- Felix, N.; Brindo, A. 2014. Evaluation of raw and fermented seaweed, *Ulva lactuca* as feed ingredient in giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(3): 199-204.
- Flores-Quintana, C. 2002. Respuestas neuroendócrinas al estrés en peces teleosteos. Artículo de revisión. *Rev. ictiol.* 10 (1/2): 57-78.
- Flores, H.; Rendic, J. 2011. Conducta alimenticia, supervivencia y crecimiento de juveniles silvestres de *Graus nigra* Philippi, 1887 en cautiverio (Perciformes: Kyphosidae). *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 39(3): 607-612.
- Güroy, BK.; Cirik, Ş.; Güroy, D.; Sanver, F.; Tekinay, A. 2007. Effects of *Ulva rigida* or *Cystoseira barbata* meals as a feed additive on growth performance, feed utilization, and body Composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 31(2): 91-97.
- Güroy, D.; Güroy, B.; Merrifield, D. L.; Ergün, S.; Tekinay, A. A.; Yigit, M. 2011. Effect of dietary Ulva and Spirulina on weight loss and body composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), during a starvation period. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 95: 320-327.
- Herrera, E. 1991. Bioquímica: Aspectos estructurales y vías metabólicas. Vol. I. 2da. Ed. Edit. Interamericana Mc Graw – Hill. 445 pp.
- Horn, M.H. 1989. Biology of marine herbivorous fishes. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 27: 167-272.
- Lujan, M. 2010. Investigación para diversificar la acuicultura peruana: ¿A qué especies apostar?. Disponible en: <https://www.aquahoy.com/component/content/article/156-uncategorised/10756-investigacion-para-diversificar-la-acuicultura-peruana-ia-que-especies-apostar>
- Vásquez, A.; Córdova, J. 2014. Digestibilidad aparente de la proteína de harina de pescado peruana y torta de glycine max l. “soya” en alevines de girella laeivfrons (pisces: kyphosidae) “curaca”. Tesis de Título. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. 44 pp.
- Pallaoro, M.F.; do Nascimento Vieira, F.; Hayashi, L. 2016. *Ulva lactuca* (Chlorophyta Ulvales) as co-feed for Pacific white shrimp. *Journal of Applied Phycology* 28: 3659-3665
- Quitral, V.; Morales, C.; Sepúlveda, M.; Schwartz, M. 2012. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Rev Chil Nutr.* 39(4): 196-202.
- Perez-Riveiro, P.A.; Santos, L.; Eloy, A.; Viera, P.; Solis, L. 2010. Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *An. Vet. (Murcia)* 26: 69-76.
- Rico, R.M.; Tejedor-Junco, M.T.; Tapia-Paniagua, S.T.; Alarcón, F.J.; Mancera, J.M.; López-Figueroa, F.; Balebona, M.C.; Abdala-Díaz, R.T.; Morínigo, M.A. 2015. Influence of the dietary inclusion of *Gracilaria cornea* and *Ulva rigida* on the biodiversity of the intestinal microbiota of *Sparus aurata* juveniles. *Aquaculture International* 24(4): 965-984.
- Younis, ES.; Al-Quffail, AS.; Al-Asgah, NA; Abdel-Warith, AW.; Al-Hafedh, YS. 2017. Effect of dietary fish meal replacement by red algae, *Gracilaria arcuata*, on growth performance and body Composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Saudi Journal of Biological Sciences* 25(2): 198-203.
- Vizcaino, A.J.; Mendes, S.I.; Varela, J.L.; Ruiz-Jarabo, I.; Rico, R.; López-Figueroa, F.; Abdala R, Morínigo MA, Mancera, J.M.; Alarcón, F.J. 2015. Growth, tissue metabolites and digestive functionality in *Sparus aurata* juveniles fed different levels of macroalgae, *Gracilaria cornea* and *Ulva rigida*. *Aquac Res.* 2015: 1-15.
- Villalobos, J. 2012. Utilización de las macroalgas *Ulva lactuca* y *Gracilaria parvispora* en la formulación de dietas balanceadas para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Tesis de Título Maestría en Recurso Naturales y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional. Sinaloa, México.
- Stepien, C.A. 1990. Population structure, diets and biogeographic relationships of a rocky intertidal fish assemblage in central Chile: high levels of herbivory in a temperate system. *Bulletin of Marine Science* 47: 598-612.
- Tsuyoshi, S.; Takeshi, Y.; Takao, Y. 2010. Utilization of waste Porphyra products as ecofriendly feed ingredients. *Bull. Fish. Res. Agency* 29: 19-27.
- Yildirim, O.; Ergün, S.; Yaman, S.; Türker, A. 2009. Effects of Two Seaweeds (*Ulva lactuca* and *Enteromorpha linza*) as a Feed Additive in Diets on Growth Performance, Feed Utilization, and Body Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 15(3): 455-460.
- Al-Yamani, F.Y.; Polikarpov, I.; Al-Ghunaim, A. 2014. Field guide of marine macroalgae (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyceae). Kuwait Institute for Scientific Research, Ecosystem-Based Management of Marine Resources, Environment and Life Sciences Research Center, Kuwait. 190 pp.

- Varas, E.; Ojeda, F. 1990. Intertidal fish assemblages of the central Chilean coast: diversity, abundance and trophic patterns. *Rev. Biol. Mar. Valparaiso* 25(2): 59-70.
- Muñoz, A.; Ojeda, F. 1997. Feeding guild structure of a rocky intertidal fish assemblage in central Chile. *Env. Biol. Fish.* 49: 471-479.
- Wassef, E.A.; El-Sayed, A.F.M.; Kandeel, K.M.; Sakr, E.M. 2005. Evaluation of *Pterocladia* (Rhodophyta) and *Ulva* (Chlorophyta) meals as additives to gilthead seabream *Sparus aurata* diets. *Egypt J. Aquat. Res.* 31: 321–332.
- Zamora, S.; Vera, R. 2009. La digestión en peces. En: Sanz (Coord.). *La nutrición y alimentación en piscicultura*. Publicaciones Científicas y Tecnológicas de la Fundación Observatorio Español de Acuicultura. España. Pp. 17-44.
- Zhu, D.; Wen, X.; Xuan, X.; Li, S.; Li, Y. 2016. The green alga *Ulva lactuca* as a potential ingredient in diets for juvenile white spotted snapper *Lutjanus stellatus* Akazaki. *J Appl Phycol.* 28: 703.