

Aceptabilidad de ensilado de alga parda (*Lessonia trabeculata*) por el abalon rojo (*Haliotis rufescens*) en condiciones experimentales

Acceptability of silage from brown seaweed (*Lessonia trabeculata*) by the red abalone (*Haliotis rufescens*) in experimental conditions

Sheda Méndez Ancca^{1*}, Saly R. Chagua Zapata¹, Luis F. Morales Aranibar¹, Victor F. Chili Layme², Luis Ernesto Ilasaca², Edwin Morales Huayhua² & Felipe S. Amachi Fernández³

¹Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Moquegua - Moquegua Perú

²Centro de Acuicultura Morro Sama, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - Tacna Perú

³Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: shedamendez@gmail.com

ARTÍCULO ORIGINAL

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido 01-02-2018
Aceptado 28-06-2018
On line: 27-07-2018

PALABRAS CLAVES:

ensilado algal,
desección,
bromatología,
biomasa.

ORIGINAL ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Received 01-02-2018
Accepted 28-06-2018
On line: 27-07-2018

KEYWORDS:

silage algal,
drying,
food science,
biomass.

RESUMEN

El valor nutricional durante la preparación y conservación de los ensilados sigue siendo de gran interés para el consumo humano y animal. El objetivo del estudio fue demostrar si el abalón rojo (*Haliotis rufescens*) consume el ensilado de alga parda (*Lessonia trabeculata*) en condiciones experimentales, en el Centro Acuícola de Morro Sama-Tacna FONDEPES, durante los años 2017 y 2018. Se experimentó con el grupo control (alga fresca) y dos tipos de ensilado, tratamientos: T1 (ensilado 0% en base seca) y T2 (ensilado 35% en base seca) durante 62 días; determinándose en el alga fresca el contenido de proteínas, grasas, hidratos de carbono y energía, no se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, excepto para el contenido de grasas. En los tratamientos, se observó la aceptación del alimento durante 10 días y se estimó el consumo del alimento, las tallas y pesos que fueron estadísticamente similares. Se concluyó que: los abalones consumen el ensilado y que los mayores porcentajes de la composición bromatológica correspondió al T2, su consumo para la ganancia de peso y talla de *Haliotis rufescens* donde probablemente, estas variables aumenten cuando exista mayor porcentaje del ensilado con base en materia seca o mayores días de consumo. El análisis microbiológico demostró que los ensilados son aptos para el consumo de la especie.

ABSTRACT

The nutritional value during the preparation and conservation of the silage is still of great interest for human and animal consumption. The objective of the study was to demonstrate if the Red abalone (*Haliotis rufescens*) consumes the silage of Brown seaweed (*Lessonia trabeculata*) under experimental conditions, on the Morro Sama-Tacna FONDEPES aquaculture Centre, during the years 2017 and 2018. We experimented with the control group (fresh seaweed) and two types of silage, treatments: T1 (silage 0% on dry basis) and T2 (silage 35% on dry basis) for 62 days; determining the content of proteins, fats, carbohydrates and energy in the fresh seaweed, no statistically significant difference ($p < 0.05$) were observed between the treatments, except for the fat content. Treatments, food acceptance was observed during 10 days and food consumption, sizes and weights were estimated with statistically similar. It was concluded that the abalone eat silage and the highest percentages of bromatological composition corresponded to T2, its consumption to gain weight and height of *Haliotis rufescens* where probably these variables increase when there is a higher percentage of silage based on dry matter or more days of consumption. Microbiological analysis showed that the silages are suitable for the consumption of the species.

INTRODUCCIÓN

El ensilaje, es un método para conservar la calidad y palatabilidad del valor nutritivo de cualquier alimento durante el periodo de almacenamiento (Wu-tai, Ashbell, Hen & Weinberg, 1993). Cuando el ensilaje, es elaborado con base en raciones alimentarias asociadas (incluyendo residuos), el desempeño biológico es considerable lo cual, significa mejor comportamiento de la talla, peso y conversión alimentaria (Perea, Garcés & Hoyos, 2011; Villa & Hurtado, 2016). Uno de los recursos renovables marinos que han sido incorporados para los procesos de ensilaje son las algas ya que, presentan elevada importancia económica debido a la extracción de variados productos metabólicos (en tallos y hojas) que sirven como fuente de materia prima (Caja, 2004) y antioxidantes (Vidal et al., 2006). La composición físico-química de las algas determinará el producto del ensilado a lograr por ende, la aceptación de su consumo por parte de abalón (Mardones et al., 2015). La productividad de la planta adulta varía de 0 y 4 plantas/2m², siendo la densidad promedio 1.59 ejemplares/2m² y una biomasa relativa promedio de 15,03 kg/2m², en la Provincia de Caravelí, Región Arequipa, en noviembre del 2009, con una marcada estacionalidad invernal en la producción del alga *Lessonia trabeculata* (IMARPE, 2010). Las algas pardas (figura 1) en su estado fresco, constituyen el principal alimento en la acuicultura del abalón (Gutiérrez et al., 2016).



Tomada por: Méndez & et al., (julio, 2017)

Figura 1. *Lessonia trabeculata*

El abalón (o abulón), es un gasterópodo herbívoro que presenta una sola concha ovalada en forma de oreja con una serie de perforaciones u orificios alineados sobre la región correspondiente a la cavidad respiratoria siendo el abalón rojo (*Haliotis rufescens*), la especie (Figura 2) que presenta la concha más grande (25-27cm.) en estado adulto (Hahn, 2012).

Su distribución depende del tipo de sustrato, disponibilidad de alimento, época de reproducción, profundidad y posibilidades de protección (Rojas, 2012).



Figura 2. *Haliotis rufescens*

Finalmente, entre los actuales retos de la acuicultura, radica en la necesidad de hallar solución a la alimentación; para ello, las investigaciones deben probar de forma sistemática, dietas formuladas y desarrolladas de forma local.

El objetivo del estudio fue comprobar el consumo del ensilado de alga parda (*Lessonia trabeculata*) por abalón rojo (*Haliotis rufescens*) en condiciones experimentales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio y época de recolección de muestras biológicas y experimentación

En el invernadero de macroalgas perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera-Universidad Nacional de Moquegua, se realizó el ensilado de la especie *Lessonia trabeculata*. La especie *Haliotis rufescens*, el abalón se encontraba en módulos experimentales del Centro de Acuicultura

Morro Sama FONDEPES, ubicado en la localidad de Morro Sama, Tacna. El estudio comprendió desde febrero del 2017 hasta abril del 2018: periodo en el que se desarrolló la recopilación de información, desde febrero hasta abril del 2017; posteriormente el mes de mayo se consolidó la construcción del módulo experimental (jaulas acuáticas, figura 3); consecutivamente se procesó el ensilado de algas durante 62 días (entre los meses de junio a agosto del 2017); luego se sometió a los abalones a aclimatación y ayuno durante 2 días y se les suministró el alimento ensilado durante 10 días (septiembre 2017); los meses posteriores se hicieron los análisis bromatológicos, microbiológicos y se procesaron los datos para la elaboración de los resultados, hasta febrero 2018.

Población y muestra biológica

Mediante un muestreo probabilístico aleatorio fueron recolectados 300 kilogramos de la especie *Lessonia trabeculata* (S 17o 39.373'; W 71o 21.270' - S 17o 39.376'; W 71o 21.298') en la playa Tres Hermanas (ciudad de Ilo-Moquegua) para la preparación del ensilado mientras que, a partir de un muestreo no probabilístico por conveniencia, de un total de 350 abalones adultos fueron seleccionados 12 ejemplares, que se encontraban en condiciones de cautiverio en el Centro de Acuicultura de Morro Sama FONDEPES.



Figura 3. *Haliotis rufescens* en condiciones de cautiverio

Preparación y análisis de las muestras

Para el proceso de ensilado fueron recolectadas algas varadas en la playa, que fueron lavadas (agua tratada) y secadas al aire libre, durante siete días. fueron utilizadas porciones de 5 a 8cm de las algas,

únicamente se utilizaron las frondas, estipes como estructuras de las algas, y se colocó 3 kg del alga en cada silo, se ensilo durante 62 días en 6 silos, siguiendo lo recomendado por UACH (1987).

Los silos se confeccionaron con tubos de cloruro de polivinilo, cuyas dimensiones fueron de 160mm de diámetro por 75cm de altura y estuvieron sellados con tapas inferiores agujereadas en el centro para facilitar el drenaje, encima de las cuales se pusieron 2 kg, de cantos rodados para facilitar el drenaje de los lixiviados, sobre esta capa de piedras se acomodó una manga plástica de polietileno (cuyas dimensiones fueron 80cm de alto x 20cm de ancho x 0,25mm de grosor) en cuyo interior se colocó 3 kg del alga, finalmente encima se colocó un peso de 5 kg. de cantos rodados contenidos en bolsas de polietileno y el silo se selló con una tapa de cloruro de polivinilo, para generar condiciones anaeróbicas, según una adaptación experimental propuesta por Hargreaves et al. (1986).

Los tratamientos experimentales (T1 y T2) se realizaron en 3 réplicas y consistieron en lo siguiente:

1. Control (alga fresca)
2. Tratamiento (T1): (ensilado 0% en base seca)
3. Tratamiento (T2): (ensilado 35% en base seca)

En el Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA)-Puno se realizó, el análisis bromatológico donde se midió el contenido de proteínas, grasas, hidratos de carbono y la energía.

Determinación del desarrollo bacteriano del ensilado

Los análisis microbiológicos se realizaron antes del consumo para evitar la mortalidad de los abalones, para ello se mandaron las muestras al Laboratorio Microbiológico Acreditado ORION-Puno, y que se compararon con las normas para alimentos del (MINAM, 2017).

Evaluación de la hidratación del ensilado en el agua

Antes de proveer como alimento el ensilado del alga se hidrató en agua de mar, durante 4 horas y se evaluó sus características físicas, en forma sensorial, comparándola con el alga fresca.

Observación del consumo del ensilado

Para determinar el consumo del ensilaje de alga por parte del abalón, antes de iniciar los tratamientos se aclimató y se hizo ayunar a los individuos de la especie *Haliotis rufescens* durante dos días. Posteriormente, se observó el consumo del ensilado del alga *Lessonia trabeculata* durante 10 días, siendo las condiciones de cultivo, temperatura del agua $16.88 \pm 0.13^\circ \text{C}$, oxígeno $6.64 \text{ mg/L} \pm 0.20$, temperatura ambiente $19.56 \pm 0.14^\circ \text{C}$. Luego fue medido el porcentaje de consumo (% CD), pesando el consumo en forma diaria, y aplicando la fórmula siguiente:

$$\% \text{ CD} = [(\text{Alimento suministrado} - \text{Alimento retirado}) * 100] / \text{Alimento suministrado}$$

Para el cálculo de la Tasa de alimentación diaria (TAD), se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{TAD} = [(\text{Alimento consumido} * 100 / \text{Biomasa})] / \text{día}$$

Análisis estadístico de los datos

Se utilizó el software profesional Statgraphics Centurion XVI donde se consideró la prueba t-Student para comparar cada variable bromatológica entre los tratamientos. La prueba de normalidad de los datos se realizó, a través del Test de Kolmogorov–Smirnov de bondad de ajuste, considerándose significativos los datos con $p < 0,05$.

RESULTADOS

Según los análisis bromatológicos del control (alga fresca) y dos tipos de ensilado, tratamientos: T1 (ensilado 0% en base seca) y T2 (ensilado 35% en base seca), y sus tres replicas los resultados promedio, durante una experimentación de 62 días fueron los siguientes:

Tabla 1. Resumen estadístico de la composición bromatológica de control alga fresca

Estadígrafo	Parámetros			
	Proteínas (%)	Grasas (%)	Hidratos (%)	Energía Kcal
Promedio	13.68	10.51	74.62	443.78
DE	1.59	0.15	0.29	0.68
CV	11.65	1.44	0.39	0.15
SE	1.22	0.94	0.78	1.21

Fuente: Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica (UNA)-Puno y elaboración propia

Tabla 2. Resumen estadístico de la composición bromatológica de los ensilados

Estadígrafo	T-1 (Ensilado 0% en base seca)			
	Proteínas (%)	Grasas (%)	Hidratos (%)	Energía (Kcal)
Promedio	18.66	11.00	52.36	383.11
DE	0.36	0.86	1.60	4.25
CV	1.94	7.86	3.05	1.11
SE	-1.12	0.54	-1.22	-1.17
Estadígrafo	T-2 (Ensilado 35% en base seca)			
	Proteínas (%)	Grasas (%)	Hidratos (%)	Energía (Kcal)
Promedio	18.90	10.59	51.40	376.51
DE	0.16	0.50	0.41	5.47
CV	0.86	4.68	0.80	1.45
SE	-0.62	0.19	0.05	0.09

Fuente: Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica (UNA)-Puno y elaboración propia

La tabla 3 muestra, el análisis de la prueba t-Student para cada variable bromatológica entre los tratamientos y su comparación con el grupo control.

Tabla 3. Prueba t-Student entre las variables bromatológicas

Estadígrafo	t-Student p-valor			
	control	T-1	control	T-2
Proteínas	2.668E-26		2.650E-32	
Grasas	0.033559		0.5290830	
Hidratos	1.973E-25		4.551E-24	
Cenizas	1.614E-28		6.740E-30	
Humedad	2.721E-29		3.123E-17	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 de la prueba de t-Student se evidencia que hay diferencia significativa en el p-valor en el porcentaje de las grasas entre el grupo control y el tratamiento 2.

Tabla 4. Talla y peso de *Haliotis rufescens* antes y después del consumo

	Promedio			
	Talla (mm)		Peso (g)	
	Antes	Después	Antes	Después
Control	80.38	80.56	93.91	94.43
T-1	78.86	79.09	93.44	93.99
T-2	78.24	79.82	94.75	96.67

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5 muestra, el análisis de la prueba t-Student entre la talla y el peso de *Haliotis rufescens* antes y después del consumo en el control, el T1 y T2.

Tabla 5. Prueba t-Student entre la talla y el peso de *Haliotis rufescens* antes y después del consumo del T1 y T2

Estadígrafos	Talla (mm)					
	Control		T-1		T-2	
	antes	después	antes	después	antes	después
Recuento	12	12	12	12	12	12
Promedio	80.38	80.56	78.86	79.09	78.24	79.82
DE	1.87	1.88	2.54	2.53	2.99	2.91
CV	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
t-Student						
p-valor	0.0006		0.0003		0.26	

Estadígrafos	Peso (g)					
	Control		T-1		T-2	
	antes	después	antes	después	antes	después
Recuento	12	12	12	12	12	12
Promedio	93.91	94.43	93.44	93.99	94.75	96.67
DE	1.87	1.88	6.32	6.25	11.43	12.36
CV	0.02	0.02	0.07	0.07	0.12	0.13
t-Student						
p-valor	0.0011		0.00003		0.72	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de la prueba de t-Student se evidencia que hay diferencia significativa en el p-valor en el porcentaje del grupo control y T2 en lo que respecta a la talla y el peso sucesivamente.

La tabla 6 indica que en el T1 y T2 la carga microbiológica es menor a los valores permisibles en las Normas para alimento del (MINAM, 2017).

Tabla 6 Análisis microbiológico de los tratamientos T1 y T2

Muestra	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
<i>Lessonia trabeculata</i>	<1.8 NMP/100ml	<1.8 NMP/100ml

Fuente: Laboratorio Microbiológico Acreditado ORION-Puno

Respecto a la apariencia, características físicas, luego de hidratar el alga ensilada en agua de mar (4 horas), para su consumo, esta no presentó diferencias en la textura en comparación con el alga fresca.

La tabla 7 muestra la tasa de alimentación diaria en el T1 y T2, obteniéndose un consumo del 26.28% del alimento suministrado en T2, esto prueba que el abalón consume el ensilado preparado.

Tabla 7: Evaluación de consumo de ensilado por el abalón rojo (*Haliotis rufescens*).

Tratamientos	Total Alimento suministrado (kg)	Total Alimento retirado (kg)	Alimento consumido diario (kg)	Periodo evaluación (días)	Peso Promedio abalón (kg)	Tasa alimenticia diaria (%)	% Consumo
C	0.192	0.151	0.041	10.000	0.080	5.125	21.354
T1	0.192	0.146	0.046	10.000	0.080	5.800	23.950
T2	0.194	0.143	0.051	10.000	0.075	6.800	26.280

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Las algas pardas y rojas presentan mayor porcentaje de presencia en el medio, aunque no se conoce en el caso de las algas pardas, el número exacto en el medio marino Quitral *et al.* (2012); sin embargo, (Suárez, Martínez & Alfonso, 2014) señala que, las algas pardas o *Phaeophyta* abarcan alrededor de 2000 especies, con cerca de 250 géneros y entre 1500 a 2000 especies descritas. Debido a la diversidad del contenido químico, es que son usadas para el consumo animal y humano, además, en otros usos como el medicinal (Rajapakse & Kim 2011; Mendis & Kim, 2011; Choi *et al.*, 2012).

En este estudio, los resultados bromatológicos indicaron que entre el ensilado de alga fresca (T1) y el ensilado de alga fresca con contenido de materia seca (T2) no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre la humedad, cenizas, proteínas, hidratos de carbono y la energía, excepto en el contenido de grasas encontrándose mayores porcentajes para el T2, el cual fue suministrado para el consumo de *Haliotis rufescens*.

Es necesario resaltar que el contenido proximal de proteínas del alga fresca, fue de 13.68%; mientras que para, el alga ensilada, en el tratamientos T1 alcanzó (18.66%) y T2 (18.90%) alcanzando en promedio mayor porcentaje T2. Asimismo, el contenido proximal de hidratos de carbono, del alga fresca, de 74.61% disminuyó a (51.88 %), en promedio en los tratamientos T1 y T2 en de alga ensilada.

En la tabla 8 se puede observar el consumo del alga fresca (sin ensilar), por el abalón *H. rufescens*, en tres tanques de cultivo del Centro de Acuicultura de (FONDEPES, 2018).

Tabla 8: Consumo de alimento macroalga fresca por abalón rojo (*Haliotis rufescens*).

Tanques	Total Alimento suministrado (Kg)	Total Alimento retirado (Kg)	Alimento consumido (Kg)	Periodo evaluación (días)	Biomasa (Kg)	Tasa alimenticia diaria (%)
1	22	8.60	13.40	31	5.40	8.00
2	11	3.70	7.30	31	7.00	3.36
3	11	2.90	8.10	31	4.26	6.13

Fuente: Elaboración propia

En la evaluación de consumo de alimento ensilado de macroalgas por los ejemplares de abalones en prueba, se ha registrado una tasa alimenticia diaria de consumo, promedio de (6.3%) similar al consumo de macroalgas frescas de *Lessonia trabeculata*, reportado en el Centro de Acuicultura Morro Sama de (FONDEPES, 2018), en donde se observa un tasa alimenticia diaria de consumo de (5.83%), lo que indica que el alimento ensilado es una opción interesante para las evaluaciones posteriores del crecimiento de abalón rojo.

Durante el experimento T2, obtuvo un consumo diario del 26.28% del alimento suministrado. En trabajos similares reportados por Mardones et al (2015), indica que el alimento ensilado de macroalgas *Gracilaria chilensis* registra mayor consumo (de 18.3 a 52%) de ingesta diaria de alimento ensilado con respecto a la macroalga fresca de *M. pyrifera*, lo que evidencia que un alimento ensilado de macroalgas tendría mayor preferencia con respecto a la macroalga fresca; pero también está relacionado a la especie de macroalga que se emplea para la alimentación de abalones, que pueden ser los géneros *Macrocystis* y *Lessonia*. En esta experiencia se usó la macroalga *Lessonia trabeculata* que mayormente se emplea en el Centro del Acuicultura Morro Sama FONDEPES (2018), para alimentar a los abalones.

Durante los días de experimentación se observó que cada individuo fue ganando en talla y peso, aunque finalmente no hubo diferencias estadísticamente

significativas. (Rasmussen & Morrisey, 2007) indican que, a pesar de contener las algas, alta concentración de hidratos de carbono como polisacáridos estructurales, de almacenamiento y funcionales, las algas no son una buena fuente de hidratos de carbono en términos de biodisponibilidad y esto quizás, puede influir en la ganancia temprana de peso corporal como se observó en *Haliotis rufescens* al final del experimento. Asimismo, Ortiz *et al.*, (2009) refiere que, las algas desde su contenido nutricional presentan alta concentración en proteínas, fibras dietéticas, minerales y vitaminas, aunque bajas en calorías y del mismo modo, también pudo justificar, la similitud (estadísticamente) del peso al final del experimento donde (López, 2010) igualmente señala que, el contenido de lípidos en las algas es bajo (1 a 5% b.s.) siendo los lípidos neutros y glicolípidos los más abundantes.

Se concluyó que, los mayores porcentajes de la composición proximal bromatológica correspondió al T2 su consumo para la ganancia de peso y talla de *Haliotis rufescens* donde probablemente, estas variables aumenten cuando exista mayor porcentaje del ensilado con base en materia seca o mayor días de consumo. Además, sería relevante replicar el experimento en otro período, ya que según Maia *et al.*, (2016), las algas marinas alcanzan mejores biomasa y mejoran el valor nutritivo de acuerdo a la estación del año conjuntamente con la mejor preservación, pues las algas se degradan rápidamente si no son tratadas de forma inmediata debido al elevado contenido de agua.

CONCLUSIONES

El abalón rojo (*Haliotis rufescens*) consumió el ensilado de alga parda (*Lessonia trabeculata*) en condiciones experimentales de cautiverio, sin ningún patrón fijo, debido al corto tiempo de periodo de prueba.

El ensilado de la macroalga parda *Lessonia trabeculata* es factible, en forma natural, sin la adición de aditivos. Asimismo, se ha observado que

las características organolépticas del alga fresca y el alga ensilada no varían, las algas ensiladas mantienen su textura.

En el contenido proximal de los tratamientos no existen diferencias significativas ($p < 0,05$). Sin embargo, las macroalgas ensiladas mejoran sus condiciones proteicas (18.89%) cuando se procesa con el 35% de materia seca.

El proceso de ensilaje fue de 62 días, en los que se pudo conservar la estabilización del proceso de fermentación del ensilado de la macroalga *Lessonia trabeculata*, y la calidad microbiológica del producto.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM) por el financiamiento para la realización del estudio de investigación; al Centro de Acuicultura. Morro Sama. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES) Departamento de Tacna, Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M.H., Pereira, R., Buschmann, A.H., Sousa, P.I. & Yarish, C. (2011). Nitrogen uptake responses of *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss under combined and single addition of nitrate and ammonium. *J Exp Mar Biol Ecol*; 407(2), 190–199. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2011.06.034>
- Caja R., V., Salas, N., Becerra, E., Bazán, D., Reyna M., L., Cornejo S., O., & Lellist, M. (2014). Obtención de ácido algínico a partir del alga *lessonia trabeculada*. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 7(2), 9-13. <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4766>
- Choi, Y.S., Han, D.J., Kim, H.Y. & Kim, H.W. (2012). Effects of *Laminaria japonica* on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat pork patties. *Meat Science*; 91(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.011>
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. FONDEPES (2018). Datos de cultivo de *Haliotis rufescens* del Centro de Acuicultura Morrosama, Las Yaras, Tacna.
- Gutiérrez, V.A., Correa, C.T., Flores, A.R., Searcy, B.R. & Hurtado, F.F. (2016). Effects of Diet and feeding regime on growth and survival of the red abalone *Haliotis rufescens* in land-based tank cultures in southern Chile. *Journal of Shellfish Research*; 35(4), 969-979. <https://doi.org/10.2983/035.035.0420>
- Hahn, K.O. (2012). Survey of the commercially import abalone species in the World. In: Hahn, K.O. (Ed). Handbook of culture of abalone and other marine gastropods. CRS Press, Boca Raton, FL, 135-156.
- Hargreaves, A., Butendieck, N. & Hiriart, M. (1986). Comparación de dos silos experimentales para investigación de ensilajes. *Agricult Téc*; 46(2), 185-191.
- Instituto del Mar del Perú IMARPE (2010). Informe técnico de extracción exploratoria Macroalgas IV. Unidad de Investigaciones en Biodiversidad. 20. http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/macro_algas/arch_macroal/EEM%20IV.pdf
- Lopez, H.E. (2010). Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacological Research*; 61(3), 200-207. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2009.10.007>
- Maia, M.R.G., Fonseca, A.J.M., Oliveira, H.M., Mendonça, C. & Cabrita, A.R.J. (2016). The potential role of seaweeds in the natural manipulation of rumen fermentation and methane production. *Sci Report*; 6, 1-10. <https://www.nature.com/articles/srep32321>
- Mardones, A., Cordero, R., Augsburg, A., De los Ríos, E.P. (2015). Desarrollo del ensilado del alga *Gracilaria chilensis* para la alimentación del abalón rojo *Haliotis rufescens*. *Latin American Journal of Aquatic Research*; 43(2), 295-303. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue2-fulltext-4>

- Mendis, E. & Kim, S. (2011). Present and Future Prospects of Seaweeds in Developing Functional Foods. *Advances in Food and Nutrition Research*; 64, 1-15. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00001-6>
- Ministerio del Ambiente (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Perú.
- Ortiz, J., Urquiche, E., Robert, P., Romero, N., Quitral, V. & Llantén, C. (2009). Functional and nutritional value of the Chilean seaweeds *Codium fragile*, *Gracilaria chilensis* and *Macrocystis pyrifera*. *European Journal of Lipid Science and Technology*; 111(4), 320-327. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800140>
- Perea, R.C., Garcés, C.Y.J. & Hoyos, C.J.L. (2011). Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*; 9(1), 60-68. <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/168>
- Quitral, V., Morales, C., Sepúlveda, M. & Schwartz, M. (2012). Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Revista Chilena de Nutrición*; 39(4). 196-202. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v39n4/art14.pdf>
- Rajapakse, N. & Kim, S. (2011). Nutritional and digestive health benefits of seaweeds. *Adv Food Nut Res*; 64, 17-28. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00002-8>
- Rasmussen, R.S. & Morrissey, M. (2007). Marine biotechnology for production of food ingredients. *Advances in Food and Nutrition Research*; 52, 237-292. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(06\)52005-4](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(06)52005-4)
- Rojas, P. D. (2012). Evaluación de la sustitución de alimento natural por alimento balanceado como una nueva alternativa de alimentación para el cultivo del abalón rojo (*Haliotis rufescens*), en etapa de engorda. (tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero). Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ciencias del Mar, 9-21. http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-5500/UCF5738_01.pdf
- Suárez, A.M., Martínez, D.B. & Alfonso, Y. (2014). Macroalgas marinas de Cuba. Editorial UH, La Habana. <http://www.revistaccuba.cu/index.php/article/viewFile/545/469>
- Universidad Austral De Chile (UACH) (1987). Conservación de Forrajes, Facultad de Ciencias Agrarias, 440 pp.
- Vidal, A., Fallarero, A., Silva de Andrade, W.E.R., Mara de Oliveira, S.A., De Lima, A. & et al. (2006). Composición química y actividad antioxidante del alga marina roja *Bryothamnion triquetrum* (S.G.Gmelin) Howe. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*; 42(4), 589-600. <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v42n4/a15v42n4>
- Villa, R. & Hurtado, J. (2016). Evaluación nutricional de diferentes ensilajes para alimentar conejos. *Rev Cienc Agr*; 33(1), 76-83. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.54>
- Wu-tai, G., Ashbell, G., Hen, Y. & Weinberg, Z.G. (1993). The effects of two inoculants applied to forage sorghum at ensiling on silage characteristics. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*; 15(2), 218-221. https://www.ajas.info/upload/pdf/15_33.pdf