

Nutrición de Abulón

María Teresa Viana

Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Universidad Autónoma de Baja California. Km 103 carretera Tij-Ens; 22 860, Ensenada, BC Tel (61)744001; Fax (61)745303 Email: viana@faro.ens.uabc.mx

Generalidades e Importancia

El abulón es un molusco de gran importancia para la economía de Baja California y Baja California Sur. Según información de Bancomext, para 1993, el abulón constituyó el segundo producto pesquero generador de divisas en México, después del camarón, y hoy en día, a pesar de seguir siendo un producto importante, su captura se ha reducido a la mitad de lo que se capturó en 1993. Sin embargo, la sobre explotación de este recurso, aunado a su lento crecimiento y destrucción de su hábitat natural ha causado que el valor comercial de las diferentes especies se haya elevado lo suficiente como para catalogar esta pesquería en un recurso exótico (US \$ 70.00/ kg). Lo anterior ha dado lugar a que el abulón sea una interesante alternativa para la exportación a los países asiáticos, generando divisas importantes para el país.

Por lo anterior, el cultivo de este molusco se ha convertido en una actividad muy atractiva, tanto para su engorda comercial como para satisfacer los programas de repoblación para la recuperación de la especie en su medio natural. Sin embargo, uno de los principales problemas que existen para satisfacer ambas demandas (engorda y repoblación), es el poco conocimiento acerca de su fisiología nutricional para poder realizar programas de cultivo, selección de reproductores y madurez de los mismos en cautiverio.

El cultivo de abulón es una actividad en plena expansión a nivel mundial. Sin embargo, este desarrollo no ha sido concomitante al conocimiento de su crecimiento, alimentación y fisiología de su nutrición, lo que sustentaría la elaboración de dietas artificiales competentes que permitan el crecimiento continuo y seguro de los organismos hasta su talla comercial (7 cm). Japón y China son líderes en su cultivo con una alta producción (Fleming et al., 1996), y puede decirse hoy en día que Australia ha logrado avances importantes.

Si bien el crecimiento es lento, ya que tarda en llegar a la talla comercial hasta los 2 años de edad o más, se piensa que su precio en el mercado es lo suficientemente atractivo como para pensar en la rentabilidad de su cultivo (Oakes y Ponte, 1996). Sin embargo, hasta que las técnicas de cultivo para cada especie no sean probadas fuera del ámbito experimental, el cultivo del abulón no tendrá un crecimiento contundente para abastecer la demanda del mercado. Dentro de estas técnicas para su cultivo, o "biotecnias", se pueden mencionar la obtención de juveniles, técnicas de asentamiento y metamorfosis, tipo de cultivo (marino o en estanquería), y por último y no menos importante, su alimentación.

Viana, M. T. 2000. Nutrición de abulón. pp 33-41 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C. J., Rique-Marie, D. y Cruz-Suárez, L. E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.

El abulón es un organismo gasterópodo considerado como un herbívoro que se alimenta de macroalgas (Hahn, 1989). Sin embargo, se cree que para lograr un óptimo crecimiento, se requiere de cantidades de proteína mayores que las contenidas en las macroalgas (Mai *et al.*, 1995). Es por esto que se piensa que el abulón, en el medio natural, debe de alimentarse en gran medida de organismos epifitos de las macroalgas. Este hecho hace que la nutrición del abulón en cultivo sea difícil, ya que es necesario el suministro de una alimentación diversa aparte de las macroalgas. Esto puede lograrse cuando es favorecida la producción de diatomeas bentónicas en los estanques (Arroyo *et al.*, 1996), las cuales para su desarrollo en una cantidad substancial, es necesario el disminuir la densidad de abulones por tanque, o bien, con el empleo de dietas artificiales. Las cuales son capaces de resultar en tasas de crecimiento mayor que la obtenida con macroalgas en condiciones de cultivo (Viana *et al.*, 1993a; Britz *et al.*, 1994). El problema de implementar dichas dietas artificiales ha sido, que con su uso permitan un margen de ganancia atractivo para el productor compensando el costo del alimento junto con el largo periodo para llegar a la talla comercial (2 años).

Para poder abaratar el costo del alimento artificial se necesita el conocimiento básico sobre su nutrición y fisiología metabólica para aprovechar de una manera más eficiente los nutrientes de la dieta. Es por esto que el estudio de la fisiología digestiva y metabolismo nutricional del abulón sea considerado como un factor crucial para su cultivo exitoso (Fleming *et al.*, 1996).

En varios países como Japón, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica producen ya de manera comercial las dietas artificiales. Estas si bien están dando buenos resultados su costo, incluyendo producción y envío, hace imposible su utilización hacia esta zona.

En el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California se han desarrollado a lo largo de ocho años una serie de experimentos elaborando dietas artificiales con ingredientes locales (harina de pescado, ensilaje de subproductos pesqueros de atún y de vísceras de abulón y otros moluscos) comparando con fuentes comerciales de proteína de óptima calidad, como lo es la caseína y dietas comerciales para abulón. Estos experimentos probaron en todos los casos que las tasas de crecimiento son mejores hasta en un 370 % que lo observado con la alimentación natural, en este caso, la macroalga *Macrocystis pyrifera*. Por otro lado, con objeto de estudiar la posibilidad e incluir subproductos pesqueros como fuente de proteína, se recurrió a la preservación ácida mediante la elaboración de ensilajes ácidos de subproductos pesqueros. Los subproductos pesqueros por lo general tienen un costo muy bajo, e incluso en muchos lugares llegan a constituir un problema de contaminación, y que al mismo tiempo permite una reducción considerable del costo en la elaboración de las dietas.

Hoy en día el alimento ha sido probado a escala comercial y una de las 2 granjas comerciales está en proceso de implementar el uso de nuestro alimento como práctica diaria.

Estado actual de conocimiento sobre la nutrición de abulón

Etapas de producción en el abulón:

1. Larvas y poslarvas: Las larvas de abulón son lecitotróficas, es decir, no requieren de alimentación directa, aunque es muy importante la cantidad y tipo de materia orgánica disuelta, ya que se ha comprobado que existe absorción a nivel tisular de importantes nutrientes como aminoácidos y carbohidratos solubles. En un experimento realizado en nuestro Instituto se comprobó que la presencia de glucosa en el agua de cultivo con poslarvas daba una diferencia

significativa en el contenido de lípidos corporales. No existió una diferencia significativa en sobrevivencia, pero se recomienda seguir haciendo estudios al respecto.

Las poslarvas se alimentan activamente de diatomeas bentónicas, cuya presencia tanto en cantidad como calidad limita su crecimiento, además de la densidad de los organismos en cultivo. A esta edad, las poslarvas hasta llegar a los 10 mm (de 3 a 6 meses) van desarrollando y endureciendo la rádula raspadora para la obtención del alimento. Motivo por el cual delimita el cambio de alimentación a macroalgas. Este periodo es crítico ya que de alargarse implica un exceso de trabajo en los laboratorios de producción hasta que los abulones estén aptos para el cambio de alimento. A este respecto, se han probado dietas artificiales similares a las diseñadas para juveniles obteniendo resultados prometedores. Durante 6 semanas las poslarvas no lograron consumir todas las diatomeas. Disminuyó la mortalidad y hubo un crecimiento aceptable. Con esto podemos pensar que los requerimientos nutricios entre poslarvas y juveniles tempranos no cambian como antes se creían sino más bien se habla de la capacidad de los juveniles a raspar superficies duras como macroalgas.

2. Juveniles tempranos: En el área de pre engorda, uno de los principales problemas es la mortalidad cuando se da el cambio en la alimentación. Por esto es necesario proveerles de macroalga asegurando una buena producción de diatomeas para aquellos que aún no están preparados a raspar el alimento artificial.

3. Juveniles: Son activos raspadores capaces de alimentarse de macroalgas en grandes cantidades. Se considera que un 10% de su peso puede ser consumido de macroalgas diariamente (peso húmedo). Sin embargo, cuando un alimento seco en forma de pelet (alimento artificial) es ofrecido, mayores tasas de crecimiento pueden ser observadas. A este respecto macroalgas secas y reconstituidas en pastillas tipo galletas fueron formadas utilizando alginato de sodio resultando en un crecimiento mayor obtenido que con macroalgas frescas. Sin embargo ambos crecimientos fueron menores al obtenido con alimento artificial. Más adelante se hablará con mayor detalle sobre los avances obtenidos acerca del alimento artificial para el abulón

4. Adultos: El mantenimiento de organismos adultos en un laboratorio es de suma importancia pues aparte de poder contar y programar los desoves para la producción de larvas y poslarvas, nos permite contar con un programa de mejoramiento de pies de cría en un sistema de producción. A este respecto, la alimentación es importante para contar con organismos maduros cuando se requieran, además de poner mantener la calidad de huevos fertilizados. Uno de los principales problemas que se enfrentan con el *Halotis fulgens* es precisamente la escasa o pobre maduración de adultos en cautiverio. A este respecto se ha iniciado un estudio sobre la influencia de ciertos ácidos grasos sobre la maduración.

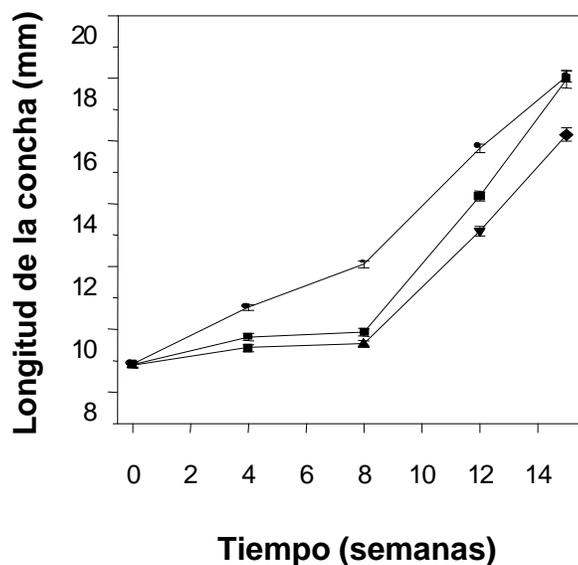


Figura 1. Longitud de la concha (mm) de abulones alimentados con ensilaje de víscera de abulón comparada con pellets reconstituidos de harina de macroalga y macroalga fresca. La flecha indica cuando los 2 tratamientos con macroalga (fresca y deshidratada) se cambiaron al alimento con vísceras de abulón. (● dieta con ensilaje; ■ harina de macroalga; ▲ macroalga fresca).

Composición e ingredientes de dietas artificiales para abulón:

En general las dietas artificiales muestran un alto contenido de proteínas (20-50%), carbohidratos (30-60%), bajo en lípidos (1.5-5.3%), fibra (0-6%), con una alta cantidad de mezcla de minerales (4-5%) y vitaminas (0.5-2%) (Fleming *et al.*, 1996).

1. Requerimientos de Proteína y Aminoácidos esenciales: La proteína es proporcionada, por lo general, a partir de fuentes como harina de pescado, harina de soya y caseína (Uki *et al.*, 1985; Hahn, 1989; Gorfine, 1991; Britz, 1996a y b). Aparte de que otras nuevas alternativas de proteína como ensilados de pescado (López y Viana, 1995), y vísceras de abulón (Viana *et al.*, 1996) o *Spirulina* spp. se han ensayado, aunque su utilización no ha sido hasta ahora muy significativa (Fleming *et al.*, 1996). En el caso de una dieta comercial sudafricana Abfeed, se utiliza 10% de *Spirulina* spp. en la formulación (Britz *et al.*, 1994); además de que se ha demostrado que con una mezcla de ensilaje de vísceras de abulón con harina de soya es posible substituir por completo a la harina de pescado sin causar una diferencia significativa en el crecimiento (Guzmán y Viana, 1988).

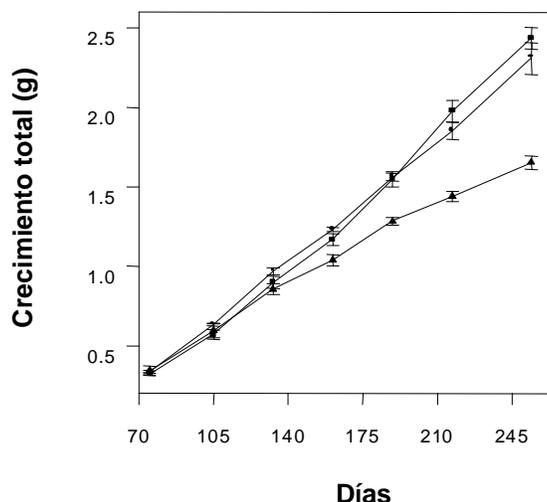


Figura 2. Peso promedio (g) en juveniles de abulón (*H. fulgens*) alimentados con dos dietas artificiales (● harina de pescado y ■ víscera de abulón/soya) y una dieta comercial (▲).

Las proteínas son el nutrimento más caro en una dieta artificial y son esenciales en el crecimiento del tejido suave del abulón. Según Fleming *et al.* (1996) el nivel óptimo de proteína en las dietas artificiales para abulón se ha estimado a través de métodos empíricos donde se ha tomado como base la concentración de proteína cruda en la dieta a la cual se tiene un crecimiento favorable. Esto se basa en que los requerimientos de proteína no se pueden cubrir con el incremento en su suministro si se trata de una proteína inadecuada para un organismo dado. Por esto, es necesario asegurar que la proteína suministrada sea de alta calidad antes de su inclusión en los niveles que el organismo requiere. Si las necesidades de cantidad de proteínas del abulón son cubiertas en forma adecuada, es necesario conocer los requerimientos de aminoácidos específicos, para el balance más apropiado y su disponibilidad en una variedad de fuentes de proteínas (Mai *et al.*, 1994; Fleming *et al.*, 1996).

La identificación de aminoácidos limitantes en las dietas artificiales y los requerimientos diarios de aminoácidos para el abulón aún no se han demostrado experimentalmente. En *H. rufescens* se reportan como aminoácidos esenciales a la treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, fenilalanina, triptófano, lisina, histidina y arginina (Fleming *et al.*, 1996).

Se ha sugerido que el abulón requiere grandes contenidos de arginina obedeciendo al alto contenido de este aminoácido en el tejido. Sin embargo, estudios de este tipo no han sido exitosos debido a la estabilidad y/o solubilidad de los aminoácidos en el agua (Britz, comunicación personal).

Todos los aminoácidos esenciales más limitantes se encuentran disponibles en el mercado en forma sintética. Su utilización se basa en poder aumentar la calidad proteica de las harinas disponibles (Shimada, 1983); sin embargo, su utilización en el abulón ha sido un tanto empírica donde se ha tratado de ofrecer una fuente proteica conteniendo la cantidad de aminoácidos que se asemejen a su composición corporal (Fleming *et al.*, 1996) sin evaluar a los limitantes.

Estudios recientes en este Instituto (UABC) mostraron que aminoácidos disueltos en el agua en el cultivo de larvas y postlarvas de abulón pueden ser incorporados en tejido. Esto probablemente repercute positivamente en el estado fisiológico de los organismos.

2. Requerimientos de carbohidratos: Cereales como harina de trigo, harina de maíz o subproductos, almidón de maíz o almidón de arroz son frecuentemente utilizados como fuente de carbohidratos, donde el almidón juega un papel importante tanto para suministro de energía, como por su papel como agente enlazante o ligante en las dietas (Fleming *et al.*, 1996).

La utilización de carbohidratos complejos (polisacáridos) en el abulón aún no se conoce ampliamente, pero se sabe que éstos presentan un sistema de enzimas capaces de hidrolizar carbohidratos complejos presentes en algas (Nakada y Sweeny, 1967), su alimento natural. Sin embargo, Uki *et al.* (1985) establecieron que a medida que se incrementa el nivel de celulosa en la dieta es posible observar un efecto significativamente negativo en el crecimiento, aún a niveles bajos de celulosa. Por otro lado, los carbohidratos solubles constituyen la fuente primaria de energía. Un abulón que consume más de un 2 % de su peso/día de una dieta artificial con 50% de carbohidratos podría considerarse que consume un exceso en los requerimientos de energía del organismo (Gorfine, 1991).

Poco se sabe en general acerca del metabolismo de carbohidratos en los gasterópodos (Livingston y de Zwaan, 1983), pero constituyen una fuente importante energética para ellos. Por ser herbívoros pueden degradar carbohidratos estructurales, pues se ha detectado la presencia de enzimas digestivas con características para degradar alginatos, celulosa, etc., (Oshima, 1931; Nakada y Sweeny, 1967; Leighton, 1968; Mody y Chauhan, 1993); aunque se desconoce su importancia. Sabemos hoy en día que el abulón posee bacterias digestivas que le ayudan probablemente a hacer más eficiente su digestión. En el laboratorio del Instituto de Investigaciones Oceanológicas hemos demostrado que la presencia de celulosa en la dieta estimula la producción de enzimas digestivas (Monje y Viana, en prensa; Tabla 1) y que existen bacterias celulolíticas en el estómago del abulón (resultados aún no publicados).

Tabla 1. *Actividad enzimática de alginasas y celulasas en el estómago de juveniles de abulón *Haliotis fulgens* alimentados con una dieta sin y con celulosa (DA y DC). El error estándar se indica con paréntesis.*

	DA	DC	P
ALGINASAS	0.04 (0.01)	0.26 (0.02)	0.001
CELULASAS	1.87 (0.15)	3.24 (0.31)	0.003

3. Requerimientos de ácidos grasos de cadena larga: Los lípidos no muestran un aporte de energía significativo en la dieta del abulón. Se ha establecido que un nivel mayor al 5% resulta en un retardo en el crecimiento (Uki *et al.*, 1986; Mai *et al.*, 1995a). Estos, son suministrados en los alimentos artificiales en forma de aceite de pescado o aceite vegetal, ya sea con los lípidos contenidos en la harina de pescado o bien con combinaciones entre éstos (Hahn, 1989; Fleming *et al.*, 1996). Sin embargo, debido a que el abulón requiere de un nivel bajo de lípidos, en algunas formulaciones que contengan harina de pescado, los lípidos contenidos en ésta pueden constituir el único aporte de la dieta (Fleming *et al.*, 1996).

Los abulones recientemente asentados; así como, los juveniles tempranos se alimentan principalmente de diatomeas, las cuales contienen por lo general entre 7 y 23% de lípidos (base seca) ricos en PUFA 20:5n-3 y 22:6n-3, con la presencia también de 20:4n-6 (De Roeck-Holtzhauer *et al.*, 1993; Brown *et al.*, 1997). Los adultos se alimentan de macroalgas principalmente aunque se sabe que una gran cantidad de diatomeas se encuentran poblando a las macroalgas del medio natural. De esta manera se sabe que el tipo de alga consumida afecta significativamente el crecimiento, debido probablemente a sus perfiles diferentes de ácidos grasos insaturados (Uki *et al.*, 1986).

Otros nutrientes: Es común que los minerales y vitaminas se incorporen en las dietas en forma de mezclas de acuerdo a lo establecido por Uki *et al.* (1985). El uso de harina de algas (*v. gr. Macrocystis pyrifera*) en la elaboración de alimento artificial, con un elevado contenido de minerales, favorece en algunos casos la no incorporación adicional de macro y microelementos ya que la materia seca de las macroalgas es rica en minerales (Jensen, 1993). Uki *et al.* (1985) con base en valores establecidos para peces plantearon los requerimientos de minerales para abulón, reportando un óptimo crecimiento con 8%; posteriormente se recomendó un mínimo de 4% para mejorar la estabilidad del alimento (Uki y Watanabe, 1992). De la misma manera, el contenido de vitaminas utilizado en dietas artificiales también está basado en los requerimientos de peces (Fleming *et al.*, 1996), pudiéndose concluir que muy poca atención se ha prestado en este aspecto.

Otros aspectos importantes en la alimentación para abulón:

El asegurar la ingestión de los alimentos es de importancia. En el caso del abulón resulta una tarea difícil, debido a su lenta respuesta ante el alimento, dando por resultado la pérdida de materia seca en el agua así como el lavado de micronutrientes (lixiviación). En sistemas de cultivo para abulón se espera que el alimento presente una baja pérdida de materia seca en el agua en un lapso de por lo menos 24 horas. Esto, no solo con el fin de asegurar la ingestión de los nutrimentos sino también para evitar el desperdicio de alimento y merma en la calidad del agua (Hahn, 1989). Esto también como resultado del lavado y pérdida de nutrimentos en el medio. La estabilidad (% de materia seca en la dieta después de su permanencia un tiempo dado en el agua con relación al contenido original) y lavado del alimento son problemas conocidos por los fabricantes de dietas artificiales; sin embargo, no se han determinado cantidades y/o tasas de lavado de nutrimentos aceptables o permitidos como normas de calidad para los productores de alimento (Fleming *et al.*, 1996). Como alternativas para controlar la estabilidad y lavado de nutrimentos se plantea el uso o combinación de coloides y/o almidón (Knauer *et al.*, 1993; Fagbenro y Jauncey, 1995), además se propone el estudio de métodos de microencapsulación (Villamar y Langdon, 1993; López-Alvarado *et al.*, 1994) y extrusión (Botting, 1991; Gooddard, 1996).

Aparte de lograr que el alimento sea estable en el agua debe buscarse que no sufra cambios significativos en su dureza. Se reporta que la dureza es un factor primario que determina la preferencia del abulón por un tipo de alimento; en *H. rubra* a mayor dureza disminuye la tasa de ingestión del alimento (McShane *et al.*, 1994).

Referencias:

- Arroyo, E., Flores-Aguilar, R. y Vázquez, E., 1996. Producción de diatomeas utilizadas como alimento de postlarvas de abulón rojo (*Haliotis rufescens*). *Resúmenes Taller sobre Biología, Pesquería y Cultivo de Abulón en México*, 21-14 octubre, Ensenada, B.C., p. 1.
- Britz, P.J., Hecht, T., Knauer, J. y Dixon, M.G., 1994. The development of an artificial feed for abalone farming. *South Afr. J. Sci.* 90: 7-8.
- Britz, P.J., 1996a. Effect of dietary protein level on growth performance of South African abalone *Haliotis midae*, fed fishmeal based semipurified diets. *Aquaculture* 140: 55-61.
- Britz, P.J., 1996b. The suitability of selected protein sources for inclusion in formulated diets for the South African abalone, *Haliotis midae*. *Aquaculture* 140:63-73.
- Brown, M.R., Jeffrey, S.W., Volkman, J.K. y Dunstan, G.A., 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture* 151: 315-331.
- Fleming, A.E., Van Barneveld, R.J. y Hone, P.W., 1996. The development of artificial diets for abalone: A review and future directions. *Aquaculture* 140: 5-63.
- Gorfine, H.K., 1991. An artificial diet for hatchery-reared abalone *Haliotis rubra*. *Internal Report No. 190, Marine Science Laboratories, Queenscliff, Victoria, Australia*, 34 pp.
- Guzmán, J.M. y Viana, M.T. (1998) Growth of abalone *Haliotis fulgens* fed diets with and without fish meal, compared to a commercial diet. *Aquaculture*, en prensa.
- Hahn, K.O., 1989. Nutrition and growth of abalone. In: K.O. Hahn (Ed.), *CRC Handbook of Culture of Abalone and other Gastropods*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 135-156.
- Leighton, D.L. 1968. A comparative study of food selection and nutrition in the abalone, *Haliotis rufescens* Swainson, and the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* (stimpson). *Thesis for the degree of Ph D., at the University of California, San Diego*. Microfilmed 68-15, 685.
- Livingston, D.R. y A. de Zwaan. 1983. Carbohydrate Metabolism of Gastropods. In: P.W. Hochachka (Editor),. *The Mollusca, Metabolic Biochemistry and Molecular Biomechanics*. Vol. 1, 5:177-242.
- López, L.M. y Viana, M.T. (1995) Determinación de la calidad del alimento elaborado con ensilaje de pescado crudo y cocido, para abulones juveniles de *Haliotis fulgens*. *Ciencias Marinas*, 21(3):331-342.
- Mai, K., Mercer, J.P. y Donlon, J. 1994. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. II. Aminoacid composition of abalone and six species of macroalgae with an assessment of their nutritional value. *Aquaculture* 128: 115-130.
- Mai, K., Mercer, J.P. y Donlon, J. 1995a. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. III. Response of abalone to various levels of dietary lipid. *Aquaculture* 134: 65-80.
- Mai, K., Mercer, J.P. y Donlon, J. 1995b. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Optimum dietary protein level for growth. *Aquaculture* 136: 165-180.
- Mercer, J.P., Mai, K. y Donlon, J., 1993. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* Linnaeus and *Haliotis discus hannai* Ino. I. Effects of algal diets on growth and biochemical composition. *Inv. Reprod. Dev.* 23: 75-88.
- Mody, K. y V.D. Chauhan. 1993. Alginase from marine bacterium. *Botanica Marina*, 36(6): 477 - 480.
- Monje, H. y Viana, MT (en revisión) The effect of cellulose on the growth and cellulolytic activity of the abalone *Haliotis fulgens* when used as an ingredient in artificial diets. *Submitted to the J. of Shellfish Research*.
- Nakada I.H. y P.C. Sweeny. 1967. Alginic Acid Degradation by Eliminases from Abalone Hepatopancreas. *The Journal of Biological Chemistry*, 212 (5): 845 - 851.
- Oshima, K., 1931. Digestive enzymes appeared in abalone viscera. *J. Agric. Chem.*, 7,328 - 31.
- Napolitano, G.E., Ackman, R.G. y Ratnayake, W.M.N. 1990. Fatty acid composition of three cultured algal species (*Isochrysis galbana*, *Chaetoceros gracilis* and *Chaetoceros calcitrans*) used as food for bivalve larvae. *J. World Aquac. Soc.*, 21: 122-130.
- Oakes, F.R. y Ponte, R.D., 1996. The abalone market: opportunities for cultured abalone. *Aquaculture* 140: 187-195.
- Pérez-Muñoz, G. E., 1995. El cultivo de abulón en México: Desarrollo histórico, estado actual y sus perspectivas. *Tesis de Oceanólogo, UABC, FCM, Ensenada, BC*, 121 pp.

- Plante, C.J. Jumars, P.A., Baross, J.A.** (1990) Digestive associations between marine detritivores and bacteria. *Annu Rev Ecol Syst.*, 21:93-127.
- Rivero, L.E. y Viana, M.T.** (1996) Palatability effect of the pH, water stability and texture in artificial diets used for juvenile abalone *Haliotis fulgens* (Phillips, 1845). *Aquaculture*, 144:353-362.
- Schmidt-Nielsen, K.** 1981. Animal Physiology. *Adaptation and Environment*. 2d Edn. Cambridge University Press, 560 pp.
- Shimada, A.** 1983. Fundamentos de Nutrición Animal Comparada . *Sist. De Educ. Continúa en Produc. Animal en México*. 4a Ed. 375 p.
- Tuncer, H., Harrell, R.M., Chai, T.-j.**, 1993. Beneficial effects of n-3 HUFA enriched *Artemia* as food for larvae palmeto bass (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*). *Aquaculture* 110: 341-359.
- Uki, N., Kemuyama, A. y Watanabe, T.**, 1985. Development of semipurified test diet for abalone. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 51: 1825-1833.
- Uki, N. y Kikuchi, S.**, 1984. Regulation of maturation and spawning of an abalone, *Haliotis* (Gastropoda) by external environment factors. *Aquaculture* 39: 247-261.
- Uki, N., Sagiura, M. y Watanabe, T.**, 1986. Requirement of essential fatty acids in abalone *Haliotis discus hannai*. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 52: 1013-1023.
- Uki, N. y Watanabe, T.** 1992. Review of the nutritional requirements of abalone (*Haliotis* spp.) and development of more efficient diets. En: Shepherd, S.A., Tegner, M.J. Guzmán-del Proo, S.A. (Eds.), Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture. *Fishing News Books*, Oxford, pp. 504-517.
- Viana, M.T., López, L.M. y Salas, A.** 1993a. Diet development for juvenile abalone, *Abalone fulgens*, evaluation of two artificial diets and macroalgae. *Aquaculture*, 117: 149-156.
- Viana, M.T. y Nava, C.** 1993b. Ensilajes ácidos de pescado. Efecto de precalentamiento y de la adición de los ácidos fosfórico y cítrico sobre su calidad bioquímica. *Ciencias Marinas*, 19(4):415-433.
- Viana, M.T.; Trujano, M. y Solana-Sansores, R.** 1994. Palatability and attraction activities in juveniles of abalone *Haliotis fulgens*. Nine ingredients used in artificial diets. *Aquaculture*, 127:19-28.
- Viana, M.T.; Lopez, L.M.; Garcia-Esquivel, Z. y Mendez, E** (1996) The use of silage from fish and abalone viscera as an ingredient for abalone feed. *Aquaculture*, 140:87-98.
- Viana, M.T. y Bernal-Castro, R.M.** (1996) Chemical composition of abalone viscera from *Haliotis fulgens*, *H. corrugata* and *H. cracherodii* during the catching season. *J. of Marine Biotechnology*, 4:210-214.
- Viana, M.T., Jarayapananda, P., Menasveta, P.** (1996) Artificial diets for the tropical abalone. *ARRI Newsletter*, 3(2):13-16.