

Alternativa para la alimentación del camarón en cultivo: el manejo de la muda

Fernando Vega-Villasante¹, Hector Nolasco-Soria¹, Roberto Civera-Cerecedo¹, Rolando González-Valdés², Mario Oliva-Suárez²

¹ Programa de Acuicultura y Biotecnología Marina. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo Santa Rita. C.P. 23090, La Paz, B.C.S., México. Fax: +52(112) 5 36 25. villasan@cibnor.mx
² Grupo de Biotecnología Marina. Universidad de La Habana, Cuba.

RESUMEN: El presente trabajo concentra las investigaciones relacionadas al estudio de las muda en crustáceos. Se discute sobre el impacto fisiológico y anatómico que produce la ecdisis y las posibilidades de aprovechar este fenómeno cíclico en el cultivo del camarón. Se ha demostrado que los crustáceos modifican su comportamiento alimentario en función de la muda y se propone utilizar esta como elemento fundamental para determinar la ración diaria de alimento a administrar a un estanque. Se discute sobre los resultados experimentales del ajuste de la ración de alimento en el cultivo y las estrategias de aplicación de esta propuesta.

PALABRAS CLAVE: Camarón, Cultivo, Muda, Alimentación

INTRODUCCIÓN

La alimentación constituye el elemento principal del costo de producción en la camaronicultura y debido a este hecho es considerado como el factor de mayor importancia económica en esta actividad. Mucho se ha estudiado acerca de los requerimientos nutricios de las diferentes especies de camarón que se cultivan en el mundo, y cada vez estamos mas cerca del diseño de una dieta que garantice cumplir con todas las necesidades de estos organismos. Por otro lado, los trabajos científicos y técnicos relacionados con los métodos de alimentación tienen también una importancia radical en el interés de los camaronicultores, y preguntas como: ¿Cuándo alimentar? ¿Cómo alimentar? y ¿Cuanto alimento ofrecer? son cuestionamientos de cuya respuesta puede depender la diferencia entre obtener una ganancia importante o no. Es claro que el factor de conversión alimenticia (FCA) depende no únicamente de la calidad de la alimento (que depende de

¹ Vega-Villasante, F., Nolasco-Soria, H., Civera-Cerecedo, R., González-Valdés, R., Oliva-Suárez, M.. 2000. Alternativa para la alimentación del Camarón en Cultivo: El Manejo de la Muda. In: Cruz -Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.

los insumos y proceso utilizados en la fabricación de las dietas) sino también de la manipulación de este alimento ejercida por el hombre.

Si bien es cierto que actualmente existen métodos ya tradicionales de calcular la cantidad de alimento que se debe agregar a un estanque de producción, estos se consideran principalmente la biomasa total, que se calcula basándose en biometrías periódicas de los organismos del estanque en cuestión. No obstante, aun y cuando este es un método que efectivamente nos permite conocer la cantidad de alimento a agregar diariamente (y que es un porcentaje determinado en base a la biomasa total), es necesario hacer notar que dentro de la población de camarones no todos se encuentran en las mismas condiciones fisiológicas a la vez. Esto debido a los ritmos biológicos propios de cada especie los que han sido estudiados por diversos autores (Díaz- Granda, 1997; Nolasco, 1998). Uno de estos ritmos biológicos es el fenómeno de la muda y es el que ahora nos interesa más por su relación directa con los procesos de alimentación de los camarones en cultivo.

La muda: un ciclo fundamental

La vida de los crustáceos, incluyendo la alimentación, reproducción, movilización de reservas, etc, se organiza alrededor y en función del ciclo de la muda. Según Drach (1939, 1944), la muda no es un acto fisiológico de efectos limitados, sino que impacta profundamente la vida de los decápodos.

La muda o ecdisis representa, para los crustáceos, la posibilidad de llevar a cabo los procesos normales de crecimiento. Esto ocurre de forma cíclica cada vez que el organismo está preparado para aumentar de talla y peso. El viejo exoesqueleto es liberado rápidamente y es producida una nueva capa quitinosa que tenderá a endurecerse hasta adquirir la consistencia y dureza del exoesqueleto anterior. Durante este proceso el cuerpo del camarón ha absorbido agua y la división celular se ve favorecida provocando el incremento de volumen y peso del animal (Van Wormhoudt y Bellon-Humbert, 1996).

El crecimiento de los crustáceos es discontinuo ya que depende de mudas sucesivas. La frecuencia de mudas y el aumento de talla en cada muda (exuviación) se encuentra en relación no solo con las condiciones del medio (temperatura salinidad, oxígeno, fotoperíodo, etc.) sino de igual manera con los nutrientes requeridos por los organismos (Fernández, 1998).

Drach en 1944, definió en *Palaemon serratus* cinco estadios principales, los cuales se encuentran también en el resto de los crustáceos (Drach y Tchernigovtzeff, 1967). Presentados de una manera sucinta, estos son:

Estadio A. 2.5 % del la duración del ciclo: Posmuda.

Exoesqueleto muy blando, sedas llenas de matriz protoplásmica. En un paso siguiente inmediato la matriz se retrae hacia la mitad de la seda.

Estadio B. 16.5% de la duración: Posmuda.

El exoesqueleto muestra una consistencia apergaminada. Se comienza a formar un estuche cónico en la base de la seda.

Estadio C. 21% de la duración: Intermuda.

El exoesqueleto está completamente formado y es resistente. El estuche cónico de la seda está terminado.

Estadio D. 60% de la duración: Premuda.

El epitelio se desprende de la cutícula, principio de la formación de la seda. Inicio de secreción de nuevas capas cuticulares. Formación de la nueva seda (ganchos, bárbulas), coloración de la nueva cutícula. Reabsorción del antiguo exoesqueleto. Apertura del surco de dihesencia.

Estadio E. 0.5% de duración: Muda o exuviación.

Expulsión del tegumento; el animal sale de su antiguo exoesqueleto y lo abandona.

Esquemáticamente el ciclo de muda del camarón y los crustáceos en general es el siguiente:

MUDA →→ POSMUDA →→ INTERMUDA →→ PREMUDA →→ MUDA
 (E) (A, B) (C1-4) (D0-4) (E)

Este ciclo se repite a todo lo largo de la vida del camarón y disminuye su frecuencia según el organismo se vaya haciendo mas viejo.

Durante el ciclo de la muda, los camarones acumulan en la glándula digestiva reservas de glucógeno, lípidos y proteínas, que son utilizadas mayormente en la construcción del futuro exoesqueleto y en la síntesis de nuevos tejidos.

Estas reservas son movilizadas de una manera diferente según el estadio de muda. Los estadios extremos, premuda tardía (D3 y D4) y posmuda (A,B) son caracterizados por una ausencia en el consumo de alimento y en la absorción de grandes cantidades de agua. Durante estos períodos, los nutrientes acumulados en el hepatopáncreas son utilizados de una forma óptima (Drach, 1939; Renaud, 1949; Fernández, 1998).

El estudio del ciclo de la muda en los crustáceos ha sido intenso, enfocándose principalmente en aspectos biológicos del ciclo y las características particulares de cada especie durante este fenómeno (Drach, 1939; Lang y Marcy, 1982; Hagerman, 1983; Harpaz *et al.* 1987; O'Halloran y O'Dor, 1988; Dittel, 1993; Shin y Chin, 1994), también ha sido abordada desde el punto de vista endocrinológico básico (Hånstrom, 1989; Wu *et al.* 1996) y aplicado en el estudio del efecto de hormonas exógenas sobre este fenómeno (Wang y Li, 1989) y al demostrarse que la muda esta relacionada directamente con aspectos de madurez de los organismos y por ende reproductivos (Amestoy, 1983; Primavera, 1977;). También se ha demostrado que algunas hormonas que participan en la muda controlan la actividad de enzimas digestivas como la amilasa (Huberman *et al.* 1993). De igual forma se ha utilizado el estudio de la muda en evaluaciones de toxicidad de muchos compuestos en donde se cuantifica la disminución de la misma como un efecto adverso del compuesto en cuestión (Atema, 1982; Khorram, 1976; Sonntag, 1977; Chen *et al.* 1996). En otra área de interés se ha utilizado el establecimiento de los estadios del ciclo en bioensayos de diversa índole como un parámetro de equidad fisiológica entre los individuos en estudio (Ponat y Adelung, 1983; Dawirs, 1984; Dall, 1986; Rosas *et al.* 1998)

Otro aspecto importante que ha tratado el estudio de la muda y que es uno de los casos más prácticos es el de la obtención de organismos suaves con un mayor valor comercial, es el caso de las jaibas y de los crayfish (Huner *et al.* 1995; Culley, 1995; Gunderson *et al.* 1996). Pero quizás en donde más utilidad práctica ha

tenido la observación y evaluación de este fenómeno, es en la nutrición. La mayoría de los bioensayos de crecimiento y estudios nutricionales dan una importancia relevante a la muda, esto debido a que su desarrollo, presencia o ausencia en el curso de los experimentos es una de las claves principales para determinar el efecto de alguna dieta, nutriente, compuesto o aditivo alimentario (Guary *et al.*, 1976; Brito-Perez y Diaz-Iglesia, 1983; Siegel, 1984; McConaughy, 1985; Moreau *et al.* 1985; Nakajima, 1991; Kibria, 1993; Ali y Wickins, 1994; Mali-Boonyaratpalin y Juadee-Phongmaneerat, 1995; Petriella, 1996).

La muda en la modificación de la conducta alimenticia de los crustáceos

Sin embargo, a pesar de que muchos autores han demostrado el cese parcial o total de la alimentación en determinados estadios de muda de diversos crustáceos (Williams, 1982; Brito-Perez y Diaz-Iglesia, 1983; Harpaz *et al.*, 1987; O'Halloran y O'Dor, 1988; Dittel, 1993; Shin y Chin, 1994), muy poco se ha hecho en la aplicación de este conocimiento en la alimentación de especies de interés comercial. A esta conducta cíclica de no-alimentación se le ha denominado “ayuno fisiológico” y se ha sugerido que puede deberse al hecho de que en el proceso de despojarse del exoesqueleto, algunas estructuras como la boca, el esófago y parte del estómago dejan de ser funcionales. Estos órganos poseen una capa de quitina que es una continuación de las capas externas, esta cubierta quitinosa en el momento de la muda, se desprende junto con el antiguo exoesqueleto impidiendo que se sigan realizando las funciones normales de prensión, tránsito y molienda del alimento (Ceccaldi, 1997) (de hecho las mismas branquias quedan inutilizadas por la misma causa y el camarón no volverá a respirar normalmente hasta que estas vuelvan a adquirir la rigidez necesaria). Como este proceso de desprendimiento de las capas quitinosas del sistema digestivo comienza durante la premuda final (D3 y D4) el animal no puede comer desde ese momento y comienza a utilizar las grasas y azúcares que tiene de reserva para llevar con éxito las etapas subsecuentes de la muda así como la construcción del nuevo exoesqueleto (Fernández-Luna, 1998; Vega-Villasante *et al.* 1999). Asimismo, después de la muda, las estructuras digestivas reblandecidas no serán funcionales hasta varias horas después. Vega-Villasante *et al.* (1999) estudiaron las variaciones de las enzimas digestivas durante el ciclo de la muda de *Callinectes arcuatus*, encontrando una disminución de la actividad general de proteasas en la premuda y muda, mientras que la actividad de amilasa y lipasa aumentó en estos mismos estadios, según ellos esto sugiere la utilización de las reservas energéticas (glucógeno y lípidos) para el mantenimiento y construcción de tejidos durante la etapa de ayuno fisiológico. De la misma forma Fernández-Luna *et al.* (1997) trabajando con *Penaeus notialis*, observaron un fenómeno similar al descrito por Vega-Villasante *et al.* (1999) en la actividad de proteasas generales, en donde observaron un decremento en los estadios de premuda; sin embargo, ellos detectaron un incremento justo antes de la muda, el cual no fue evidenciado en la jaiba. Estos estudios y otros de igual relevancia nos permiten sugerir que no solo existe una imposibilidad física que impide los procesos normales de alimentación durante los estadios críticos del ciclo de muda, sino que existen de igual manera cambios metabólicos importantes en los procesos bioquímicos nutricionales que modifican la conducta alimenticia del animal.

Alternativa de manejo del alimento con base al ciclo de la muda

A excepción de los trabajos realizados en *Penaeus schmitti* por Fernández-Luna (1998), no existe ningún antecedente conocido en relación con los estadios de muda como parámetro para calcular la ración diaria de alimento para un estanque de cultivo de camarón.

Un hecho ineludible es que dentro de un estanque de cultivo, siempre tendremos camarones en diferente estadio del ciclo de muda. Por lo tanto un porcentaje importante de estos camarones estarán en los estadios de premuda, muda y posmuda y por lo tanto **no comerán**. Si esto es un hecho, entonces la pregunta es la

siguiente: ¿por qué calcular la ración diaria de alimento con base a una biomasa de camarones que no comerá en un cien por ciento?. Las tablas de ajuste de las raciones no consideran a la muda dentro de sus cálculos, por lo tanto y seguramente, gran parte del alimento que se está agregando al estanque no está siendo consumido, ni aprovechado por los camarones. El costo de este error puede ser altísimo; como ejemplo consideremos que en un sistema de estanques el 30% de la población de los estanques se encuentra en estadios de muda tardía, muda y posmuda (incapacitados para comer); tenemos entonces que el 30% del alimento diario se está agregando sin razón alguna; esa cantidad de alimento multiplicada por los días de alimentación y el número de estanques representará una cantidad asombrosa de dinero que prácticamente se estará aplicando sin necesidad alguna. Más aun, el costo ambiental tanto interno como externo de agregar este material orgánico a los estanques debe ser considerado. A mayor materia orgánica no utilizable dentro del sistema de producción se incrementa la demanda (química) de oxígeno; más altas serán las probabilidades de que estos nutrientes sean utilizados como caldo de cultivo para bacterias y parásitos, mismos que pueden y de hecho lo hacen, incrementar la demanda (bioquímica) de oxígeno, enfermar el cultivo, disminuir el rendimiento o en casos extremos provocar la muerte de los camarones.

Fernández-Luna (1998) desarrolló técnicas que permiten el cálculo de la cantidad de alimento a ser agregado en el estanque con base en los estadios de muda de la población de camarones *Penaeus schmitti* en cultivo. Mediante esta metodología, se logró bajar el FCA de 4.36 kg de alimento por kg de camarón, encontrado en muchas de las empresas camaroneras de Cuba, a un FCA de 1.02 Kg. de alimento por Kg. de camarón. Para lograr tal resultado se requirió de un estudio preliminar en donde se determinaron los patrones fenotípicos del camarón en relación a cada estadio de muda. Adicionalmente se desarrollaron estudios que permitieron establecer los estadios de muda con base al grosor del exoesqueleto mediante un calibrador diseñado para ese fin.

La técnica desarrollada por Fernández-Luna, conlleva los siguientes pasos:

- 1) Realización de un muestreo de 100 animales cada dos días, en cinco puntos del estanque (cuatro a los extremos y uno al centro).
- 2) Determinar los camarones que se encuentran en posmuda precoz y muda tardía utilizando como referencia los patrones fenotípicos de la porción distal de los urópodos bajo el estereoscopio. Cuando el técnico esté familiarizado la observación podrá ser hecha a simple vista.
- 3) Determinar la biomasa real a alimentar (en Kg.). Ejemplo: biomasa total 4, 504 kg, % de muda 15% (estadios B0, B1, D3, D4) biomasa real a alimentar: 3, 828.4 Kg.
- 4) Consultar las tablas de referencia para alimentación.

Peso del Camarón	% de Alimentación/Día (Segun la Biomasa Total)
2-5	5.5
5-10	4.5
10-15	3.8

5) Alimentar según la biomasa real a nutrir (siguiendo el ejemplo anterior). Para 3,282 Kg. de biomasa real (15% de muda), 4.5% (tabla de alimentación), peso 5-10 grs. = se requieren 172.26 Kg. de alimento (sin tomar en cuenta la determinación de la muda se hubieran requerido 202.68 Kg.).

6) Alimentar de acuerdo a los horarios establecidos para la especie (en el caso de *P. schmitti* la autora menciona los horarios establecidos por Diaz-Granda con base en los ritmos circadianos de actividad enzimática digestiva que son: 10:00, 18:00 y 02:00 hrs.

7) Determinación del FCA/semana.

8) Como el comportamiento de los animales durante la muda es cíclico, se pueden seguir dos ciclos completos (alrededor de 10 días en función del peso) y después continuar dando la misma cantidad de alimento por día hasta el cambio de peso (según la tabla de referencia).

En el grupo de Nutrición Acuícola del CIBNOR se han diseñado estrategias que nos permiten, en base al conocimiento de las señales de premuda, posmuda e intermuda detectadas en los urópodos de *Penaeus stylirostris* (y que debieron ser previamente determinadas) llevar a cabo el ajuste semanal de las raciones de camarones en cultivo experimental. Los resultados obtenidos utilizando tanques de plástico y posteriormente en jaulas dentro de estanquería, sugieren que es posible disminuir hasta en un 30% el aporte diario de alimento sin que esto demerite la sobrevivencia de los animales, comparados estos resultados con aquellos en donde los camarones fueron alimentados utilizando los mismos cálculos de las tablas, pero sin el ajuste basándose en el ciclo de la muda. Con respecto al FCA entre el control y el tratamiento de muda, no se encontró una diferencia estadística entre ambos tratamientos, pero pudo observarse una tendencia disminuir este valor al ajustar la ración de alimento en función de la muda.

Solo resta ahora confirmar estos resultados en estanques de producción en donde se puedan implementar estas mismas estrategias de ajuste, comparando con otros estanques en donde se lleve a cabo el manejo del alimento de manera tradicional.

Las estrategias operativas de este manejo de la ración diaria de alimento con base al estado del ciclo de muda de una población de camarones *L. stylirostris* en estanquería, sugieren que el manejo debería ser el siguiente:

- 1) Realizar muestreos de los camarones tres veces por semana. En el caso de que la alimentación sea llevada a cabo por el método de charolas, los camarones nunca deberán ser colectados de estas, pues el estado fisiológico de los camarones que se encuentran ahí, por lo general no corresponde con el de la población total.
- 2) Determinar (en un número no menor de 100 animales) por estanque el estadio de muda, basándose en la identificación de los patrones de intermuda, premuda y posmuda en los urópodos de los camarones muestreados,
- 3) Calcular el porcentaje de animales que no están en condiciones de comer (ayuno fisiológico),
- 4) Ajustar la ración en base al porcentaje de la biomasa que esta en posibilidad de alimentarse.
- 5) Alimentar en los horarios establecidos para *P. stylirostris*, con base en los picos máximos circadianos de actividad enzimática digestiva (los cuales fueron de igual manera determinados en bioensayos anteriores).

Para implementar estas estrategias de ajuste de la ración se requiere de personal capacitado. Las dimensiones de los estanques y extensión total de la granja requerirán de estrategias de muestreos particulares, además deberá considerarse el gasto en recursos humanos y calcular el costo beneficio de esta estrategia en granjas, particularmente con grandes extensiones de cultivo.

Adicionalmente al manejo del alimento, el conocimiento de los porcentajes de muda de la población del estanque puede ser una buena herramienta para determinar el momento mas adecuado de cosecha.

En experiencias llevadas a cabo también en el CIBNOR, nuestro grupo monitoreó durante las últimas semanas de cultivo los estadios de muda en los estanques y propuso con base en estos el día más factible de cosechar. Esta se realizó cuando el porcentaje de premuda era el más bajo en relación con los otros dos

estadios (posmuda e intermuda). Los resultados fueron muy positivos, todos los estanques en donde se sugirió la fecha ideal de cosecha presentaron una baja cantidad de camarones blandos. Por lo tanto se puede afirmar que un bajo porcentaje de animales en premuda garantiza que durante este proceso pocos camarones mudarán como consecuencia del estrés intenso a que se ven sometidos. De esta manera la obtención de animales blandos (recién mudados) se reducirá al máximo y la pérdida económica, debido a este fenómeno, será mínima. Por el contrario, un alto número de animales en premuda en determinado estanque debe ser un signo inequívoco de que la cosecha debe aplazarse por unos días por el peligro de disminuir la calidad del producto.

Es claro que en la medida que estudiemos los procesos biológicos y fisiológicos de los camarones con un objetivo de aplicación en el cultivo obtendremos claves que permitirán a los camaricultores mejorar el manejo de sus estanques aumentando la eficiencia de su producción. El manejo de la muda es un buen ejemplo de esto.

BIBLIOGRAFÍA

- Ali, Y.O.; Wickins, J.F. 1994. The use of fresh food supplements to ameliorate moulting difficulties in lobsters, *Homarus gammarus* (L.), destined for release to the sea. *Aquacult. Fish. Manage.* 25:483-496.
- Amestoy, F.J. 1983. Reproduction of two species of the genus *Parastacus* (Crustacea, Decapoda), under controlled conditions and their evaluation as aquaculture potentials. *Contrib. Dep. Oceanogr. Univ. Republica.* vol. 1, no. 1, 11 pp.
- Atema, J.; Leavitt, D.F.; Barshaw, D.E.; Cuomo, M.C. 1982. Effects of drilling muds on behavior of the American lobster, *Homarus americanus*, in water column and substrate exposures. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 675-690.
- Brito-Perez, R.; Diaz-Iglesia, E. 1983. Observations on food consumption of juvenile spiny lobsters (*Panulirus argus*) kept under laboratory conditions and its effects upon growth. *Rev. Invest. Mar.* 4: 75-90.
- Ceccaldi, H.J. 1997. Anatomy and physiology of the digestive system. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. y Akiyama, D.M. (eds.) *Crustacean Nutrition Vol. VI*: 261-291.
- Chen, Jiann-Chu; Chen, Kou-Wei; Chen, Jiann-Ming. 1996. Effects of saponin on survival, growth, molting and feeding of *Penaeus japonicus* juveniles. *Aquaculture*, 144:165-175.
- Culley, D. 1995. Overview of soft-shell crawfish production. Eighth International Symposium on Astacology. Romaine, R.P. (ed.) Louisiana State Univ. p. 705.
- Dall, W.; Smith, D.M. 1986. Oxygen consumption and ammonia-N excretion in fed and starved tiger prawns, *Penaeus esculentus* Haswell. *Aquaculture*, 55: 23-33.
- Dawirs, R.R. 1984. Respiratory metabolism of *Pagurus bernhardus* (Decapoda: Paguridae) megalopa. *Mar. Biol.* 83: 219-223
- Díaz-Granda, E. 1997. Horario de alimentación del camarón *Penaeus schmitti* en condiciones de engorde semiintensivo. Tesis de Maestría. Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 120 p.
- Dittel, A.I. 1993. Changes in the feeding habits of *Callinectes arcuatus* (Crustacea: Decapoda) from Nicoya Gulf, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 41: 639-646.
- Drach, P. 1939. Mue et cycle d'intermue chez les crustacés décapodes. *Ann. Inst. Océanogr.*, 19: 103-391.
- Drach, P. 1944. Etude préliminaire sur le cycle d'intermue et son conditionnement hormonal chez *Leander serratus* (Pennant). *Bull. Biol. France et Belgique*, 78:40-62.
- Drach, P. and Tchernigovtzeff, C. 1967. Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux crustacés. *Vie et Milieu*, 18A: 595-610.
- Fernández-Luna I., Oliva M., Carrillo O., Van Wormhoudt, A., 1997. Digestive enzyme activities of *Penaeus notialis* during reproduction and moulting cycle. *Comp. Biochem. Physiol.* 118A : 1267-1271.
- Fernández-Luna, I. 1998. Enzymes digestives, croissance et aquaculture des crevettes *Penaeus schmitti* et *Penaeus notialis*. These de Docteur du museum national d'histoire naturelle. France. 187 pp.
- Guary, M.; Kanazawa, A.; Tanaka, N.; Ceccaldi, H.J. 1976. Nutritional requirements of prawn. 6. Requirements for ascorbic acid. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 25: 53-57.
- Gunderson, J.L.; Richards, C.; McDonald, M. 1997. Soft crayfish production by eyestalk ablation can it be profitable?. *Freshwater Crayfish 11. A Journal of Astacology.* Momot, W.T. (ed.) International Association of Astacology, 674 pp
- Hagerman, L. 1983. Haemocyanin concentration of juvenile lobsters (*Homarus gammarus*) in relation to moulting cycle and feeding conditions. *Mar. Biol.* 77: 11-17.
- Hänström, B. 1989. Hormones in invertebrates. Oxford Univ. Press. London & N.Y., 189 p.

- Harpaz, S.; Kahan, D.; Galun, R. 1987. Variability in feeding behavior of the Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) during the molt cycle (Decapoda, Caridea) Crustaceana, 52: 53-60.
- Huberman, A., Aguilar, M.B., Brew, k., Shabanowitz, J. and Hunt, D.F. 1993. Primary structure of the major isphorm of the crustacean hyperglycaemic hormone (cHH-I) from the sinus gland of Mexican crayfish *Procambarus bouvieri* (Ortmann): Interspecies comparasion. Peptides, 14: 7-16.
- Huner, J.V.; Malone, R.; Fingerman, M. 1995, Practical application of eyestalk ablation for producing softshell crawfish. Eighth International Symposium on Astacology. Romaine, R.P. (ed.) Louisiana State Univ. p. 709.
- Khorram, S.; Knight, A.W.: 1976. Effects of temperature and Kelthane on grass shrimp. Proc. Am. Soc. Civ. Eng., J. Environ. Eng. Div. 102: 1043-1053.
- Kibria, G. 1993. Studies on molting, molting frequency and growth of shrimp *Penaeus monodon* fed on natural and compounded diets. Asian Fish. Sci. 6: 203-211.
- Lang W.H.; Marcy, M. 1982. Some effects of early starvation on the survival and development of barnacle nauplii, *Balanus improvisus* (Darwin). Rhode Island Univ., Kingston, (USA). Dep. Food Science and Technology, 11 pp.
- Mali-Boonyaratpalin; Juadee-Phongmaneerat. 1995. Ascorbic acid derivative requirement of *Penaeus monodon*. Res. Bull. Phuket Mar. Biol. Cent. 60: 65-73.
- McConaughy, J.R. 1985. Nutrition and larval growth. Larval Growth. Wenner, A.M. (ed.). 2: 127-154.
- Moreau, G.; Henocque, Y.; Van-Wormhoudt, A.; Martin, B.J.; Ceccaldi, H.J. 1985. Biochemical adaptations to compound diets and growth in the juvenile lobster, *Homarus gammarus* L.: Preliminary results. Aquaculture, 48: 313-329.
- Nakajima, K. 1991. Dimethyl- beta -propiothetin, a potent growth and molt stimulant for striped prawn. Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 57:1717-1722.
- Nolasco, H. 1998. Actividad enzimática digestiva, ritmos circadianos y su relación con la alimentación del camarón. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. La Paz, B.C.S. Noviembre 1998. México.
- O'Halloran, M.J.; O'Dor, R.K. 1988. Molt cycle of male snow crabs, *Chionoecetes opilio* , from observations of external features, setal changes, and feeding behavior. J. Crust. Biol. 8: 164-176.
- Petriella,-A.M. 1996. Effect of dietary cholesterol upon setogenesis and moulting frequency in the Argentine prawn *Artemesia longinaris* Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). J. Aquacult. Trop. 11: 167-174.
- Ponat, A.; Adelung, D. 1983. Studies to establish an optimal diet for *Carcinus maenas* . 3. Vitamin and quantitative lipid requirements. Mar. Biol. 74: 275-279.
- Primavera,J.H.; Borlongan,E. 1977. Notes on the induced maturation and spawning in four-month-old *Penaeus monodon* Fabricius by eyestalk ablation. Res. Rep. Aquacult. Dep. Southeast Asian Fish. Dev. Cent. 2: 27-29.
- Renaud, L. 1949. Le cycle des réserves organiques chez les crustacés decapodés. Ann. Inst. Oceanogr. Paris, 24: 259-267.
- Rosas, C.; Martinez, E.; Gaxiola, G.; Brito, R.; Diaz-Iglesia, E.; Soto, L.A. 1998. Effect of dissolved oxygen on the energy balance and survival of *Penaeus setiferus* juveniles. Mar. Ecol. Prog. Ser. 174:67-75.
- Shin, Y. K.; Chin, P. 1994. Physiological changes in relation to molt cycle of *Macrobrachium nipponense* (De Haan). J. Korean Fish. Soc. 27: 380-389.
- Siegel, P.R. 1984 Food-induced size-specific molt synchrony of the sand crab, *Emerita analoga* (Stimpson). Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods-Hole. 167:579-589.
- Sonntag, N.C.; Greve, W. 1977. Investigation of the impact of mercury on enclosed water columns using a zooplankton simulation model. J. Fish. Res. Board Can. 34: 2295-2307.
- Van Wormhoudt, A. y C. Bellon-Humbert. 1996. Bases biológicas del cultivo de crustáceos: Muda. En: Barnabé, G. (ed.) Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. Editorial Acribia. pp. 237-249.
- Vega-Villasante F., Fernández I., Preciado R.M., Oliva M., Tovar D., Nolasco H. 1999. The activity of the digestive enzymes during the molting stages of the arched swimming *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Crustacea:Decapoda:Portunidae). Bull. Marine Sci. 65: 1-9.
- Wang, Guizhong; Li, Shaojing. 1989. Preliminary research for the influence of diethylstilbestrol on the growth of juvenile mud crab, *Scylla serrata* (Forsk.) J. Xiamen Univ. Nat. Sci. 28: 199-202.
- Williams, M.J. 1982. Natural food and feeding in the commercial sand crab *Portunus pelagicus* Linnaeus, 1766 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in Moreton Bay, Queensland. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 59: 165-176
- Wu, Qinse; Yang, Rui; Liu, Cuihong. 1996. The molt stimulation hormone effect on the molt and growth of *Penaeus monodon* and *Metapenaeus ensis*. J. Zhanjiang Fish. Coll. 16: 29-32.

