

## Moléculas sintéticas y extractos animales y vegetales como atractantes alimenticios para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*

Jesús Montemayor-Leal, Roberto Mendoza-Alfaro, Carlos Aguilera-González, Gabino Rodríguez-Almaraz

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León  
Apartado postal F-96, San Nicolás de los Gaza, 66450 Nuevo León (México)  
e-mail: jmontema@ccr.dsi.uanl.mx

### Resumen

El uso de atractantes en alimento formulado se ha incrementado debido a la necesidad de optimizar la conversión alimenticia aumentando el consumo y reduciendo la pérdida del alimento para disminuir los costos de la producción. En este contexto, el presente estudio fue orientado a evaluar el potencial atractivo de moléculas naturales como las aminas biogénicas (Putrescina, Cadaverina, Tiramina, Espermina y Spermidina) y sus aminoácidos precursores (Arginina, Histidina, Lisina y Tirosina), así como extractos de animales y vegetales en dietas prácticas para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. La metodología se dividió en tres fases jerarquizadas: 1) bioensayos de quimiodetección; 2) bioensayos de quimioatracción; y, 3) bioensayos de campo en condiciones comerciales. Los tratamientos que presentaron los mejores resultados fueron la Cadaverina (incluida al 0,249%), la Arginina (incluida al 0,255%), el extracto de coco (incluido al 1,25%) y el liofilizado de langostilla (incluido al 0,298%). La adición de atractantes no sólo promovió la rápida localización del alimento, sino que también propició un aumento significativo en el consumo de la dieta comercial (de 3 a 9 veces más) y, además de presentar amplias ventajas económicas, constituye una buena práctica para la conservación del ambiente en el cual se desarrollan los organismos.

*Palabras clave:* *Litopenaeus vannamei*, atractantes, crustáceos

### Summary

#### Synthetic molecules and animal and vegetable extracts as food attractants for white shrimp *Litopenaeus vannamei*

The use of attractants in formulated feed has become paramount to economic success owing to the need to optimize feed conversion rates by maximizing consumption and reducing feed waste so as to lower production costs. In this context, the present study was aimed to screen different natural molecules and animal and vegetal extracts as a measure to warrant their further evaluation as chemoattractants, feeding incitants or feeding stimulants in practical diets for *Litopenaeus vannamei*. The methodology was conceived as a logical sequence to proceed from rapid screening of a large number of treatments and was divided into three phases: 1) Chemodetection bioassays, 2) Chemoattraction bioassays and 3) Ingestion bioassay on a commercial scale. The molecules evaluated were biogenic amines (Cadaverine, Putrescine, Tiramine, Spermine and Spermidine) and their precursory amino acids (Arginine, Histidine, Lysine and Tyrosine). Similarly, animal (striped mullet *Mugil* sp., freshwater snail *Pomacea* sp. blue crab *Callinectes* sp. and red crab *Pleuroncodes planipes*) and vegetable extracts (*Chara* sp., alfalfa and coconut) were also tested so as to assess their potential as chemical stimulants in diets for crustaceans. The treatments that showed the best performance as attractant and feed stimulants were: Arginine (included at 0,255%), Cadaverine (included at 0,249%), coconut extract (included at 1,25%) and freeze-dried red crab (included at 0,298%). Use of attractant increases the consumption of food of 3 to 9 times (freeze-dried red crab and Cadaverine, respectively).

*Key words:* *Litopenaeus vannamei*, chemoattractants, chemostimulants, crustacean

## Introducción

---

La acuicultura se ha convertido en una de las industrias con mayor crecimiento en el mercado mundial y su expansión ha traído como consecuencia un aumento en la demanda de cantidad y calidad de alimentos para los organismos acuáticos. Este aspecto es de suma relevancia si se considera que la alimentación es uno de los factores más importantes dentro de los costos de producción en las granjas acuícolas (Holland y Rusell, 1993), llegando a representar entre 40-60% en la producción de salmónidos y 50% en el caso de los penéidos (Mendoza y cols, 1998). Por esta razón, se han venido desarrollando objetivos orientados a mejorar la eficacia de los alimentos, y una de las alternativas que mayores ventajas y beneficios ofrece es la adición de atractantes en éstos, ya que a pesar del gran esfuerzo que se realiza para formular dietas que cubran los requerimientos nutritivos de cada especie, éstas no podrán ser aprovechadas, a menos que se garantice la ingestión del alimento (Mendoza y cols, 1997).

No obstante que la inclusión de atractantes se considera definitiva para garantizar la ingestión del alimento en condiciones comerciales, estas condiciones resultan ser a menudo adversas para la fácil localización del alimento, debido principalmente a la disolución de los atractantes en grandes volúmenes de agua y a la existencia de una gran variedad de moléculas con poder igualmente atractante que se encuentran presentes tanto en el bentos como en la columna de agua, por lo que se hace necesario identificar moléculas con el mayor poder atractante posible.

En este aspecto, los estimulantes del comportamiento alimenticio en los organismos acuáticos son frecuentemente obtenidos mediante la preparación de extractos acuosos de especies que normalmente ingieren. Entre los extractos, aquellos que han despertado mayor interés son los realizados a partir de moluscos, principalmente del calamar, el cual ha resultado fuertemente atractante tanto para crustáceos como para peces (Mackie, 1973; Takei, 1977). Por otra parte, en lo que respecta a extractos de crustáceos, los elaborados a partir de jaiba han llegado a evocar respuestas del mismo orden de magnitud que la de los extractos de calamar (Carr, 1988). Finalmente, extractos de peces han resultado también atractantes, aunque en menor magnitud que los anteriores (Daniel y Bayer, 1989).

Además, investigaciones sobre quimiorrecepción se han llevado a cabo utilizando aminoácidos, principalmente la arginina, obteniéndose buenos resultados (Derby y Harpaz, 1988; Kurmaly y cols, 1990; Coroto y cols, 1992; Coman y cols, 1996; Corotto y O'Brien, 2002). En el caso de la utilización de aminos biogénicas, solamente ha sido utilizada la putrescina como estimulante de *Orconectes rusticus* (Tierney y Atema, 1987) y cadaverina y putrescina como estimulantes alimenticios de *Macrobrachium rosenbergii* (Mendoza y cols, 1997).

Considerando lo anterior, el objetivo de este estudio fue el de evaluar la efectividad de las aminos biogénicas y sus aminoácidos precursores, así como de extractos animales y vegetales como atractantes alimenticios para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone).

## Material y métodos

---

La metodología se dividió en tres fases jerarquizadas: 1) bioensayos de quimiodetección (Piteet y cols, 1996, modificado), 2) bioensayos de quimioatracción

(Costero y Meyers, 1993, modificado), y 3) bioensayos de ingestión llevados a cabo en condiciones comerciales (Mendoza y cols, 1997).

Esta serie experimental fue planeada para evaluar los siguientes tratamientos: aminoácidos (Arginina, Histidina, Lisina y Tirosina), aminas biogénicas (Putrescina, Histamina, Cadaverina, Tiramina, Espermina y Espermidina), extractos animales (peces: *Mugil cephalus*; crustáceos: *Callinectes sapidus* y *Pleurocodes planipes*; y moluscos: *Pomacea bridgesii* y *Loligo* sp.), y extractos vegetales (*Cocus nucifera*, *Chara* sp. y *Medicago sativa*).

Los aminoácidos y las aminas biogénicas fueron obtenidas comercialmente en la compañía Sigma-Aldrich, con una pureza superior al 98%. La preparación de los extractos se realizó mezclando las muestras en partes iguales de agua. Estos fueron homogeneizados con un homogenizador marca Pyrex y centrifugados a 2 500 g por 10 min a 4°C. Únicamente el sobrenadante fue utilizado para las evaluaciones. Con el extracto de langostilla se obtuvieron diferentes fracciones (extracto etéreo, agua de cola, liofilizado y aceite) como subproductos de una planta piloto de procesamiento de harina; cada uno de éstos fue utilizado como un tratamiento.

Se emplearon camarones juveniles con un peso promedio de  $8 \pm 2$  g, obtenidos en la granja camaronícola Vista Hermosa, ubicada en el Municipio de Soto La Marina, Tamaulipas. Únicamente se evaluaron organismos en fase de intermuda (Pebbles, 1977), para evitar cualquier posible interferencia de este fenómeno sobre el proceso de percepción, como lo señalan Harpaz y cols. (1987). Así mismo, se utilizaron organismos con apéndices completos ya que es en estos órganos donde se localizan los receptores responsables de la detección de los estímulos. Los ejemplares se mantuvieron con un fotoperíodo de 12 h luz y 12 h oscuridad y fueron acondicionados a la dieta base por 7 días antes de iniciar las pruebas. Los experimentos se llevaron a cabo con ejemplares sujetos a un período de inanición de 24 h.

#### • Bioensayos de quimiodetección

Esta fase se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por Pittet y cols (1996) modificada, la cual se basa en la investigación cualitativa del grado de excitación del organismo en presencia de las moléculas evaluadas. El equipo consistió en un acuario de 15 x 10 x 15 cm, el cual contenía 1,5 l de agua, este acuario fue cubierto en su exterior por un túnel de madera color negro, al final del cual se colocó una videocámara.

La duración de cada bioensayo fue de 3 min y se tomaron en cuenta los movimientos del espécimen, registrando el grado de excitación de acuerdo a la escala establecida por Pittet y cols (1996), como se indica en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Escala de actividad propuesta por Pittet y cols (1996).

Escala	Actividad
0	Sin reacción aparente
1	Movimiento esporádico de los maxilípedos: sin actividad antenular
2	Movimiento regular de los maxilípedos: sin actividad antenular
3	Movimiento regular de los maxilípedos: actividad antenular esporádica
4	Movimiento continuo de los maxilípedos: actividad antenular esporádica
5	Movimiento continuo de los maxilípedos: actividad antenular extrema

Considerando los valores registrados para cada uno de los 24 tratamientos, 5 dosis y 3 replicados, se obtuvo una curva de dosis-respuesta para cada uno de los

tratamientos por medio de un análisis de regresión polinomial de segundo orden, con la finalidad de determinar la dosis óptima, la cual fue utilizada en los bioensayos subsecuentes.

#### • **Bioensayos de quimioatracción**

La metodología que se utilizó es similar a la propuesta por Costero y Meyers (1993), la cual consiste en utilizar un acuario de 120 x 30 x 40 cm, sin flujo de agua. Este acuario posee una división removible en uno de los extremos, lo que permite inmovilizar al animal mientras que la fuente de estímulo (alimento + tratamiento) era colocada del otro lado del acuario. La temperatura y el pH del agua se mantuvieron constantes (24-26°C y 7.0-7.5, respectivamente).

Doce tratamientos fueron comparados: Cadaverina, Putrescina, extracto de coco, arginina, liofilizado de langostilla, aceite de langostilla, extracto de caracol e histidina, además del atractante comercial Langobuds®, una dieta comercial y una dieta basal.

Los tratamientos fueron agregados por aspersion a 5 g de la dieta basal, en la dosis óptima determinada en la fase anterior. La dieta basal fue diseñada para ser antiatractante debido a las altas cantidades de harina de soya y de trigo (300 g/kg y 500 g/kg, respectivamente) lo que le confiere también un efecto antipalatable (Mendoza y cols, 1997).

Para cada uno de los tratamientos se registró el tiempo en que los ejemplares presentaban las diferentes fases de comportamiento alimenticio apoyándonos en un sistema de videofilmación. El tiempo cero se registró cuando el vidrio fue removido del acuario. El test se consideró como negativo si no llegaba a presentarse respuesta en un tiempo de 500 s.

Se utilizaron 3 repeticiones para cada uno de los tratamientos. Los resultados se sometieron a un Análisis de Varianza para determinar las eventuales diferencias comportamentales provocados por los distintos tratamientos. En el caso de encontrarse diferencias significativas, los tratamientos fueron separados utilizando una prueba de comparación de medias de Tukey (Zar, 1996).

#### • **Bioensayos de ingestión en condiciones comerciales**

Con la finalidad de confirmar los resultados obtenidos a nivel de laboratorio, se llevaron a cabo bioensayos de ingestión en condiciones comerciales. Esto fue particularmente importante para confirmar el desempeño de los atractantes al ser expuestos a grandes volúmenes de agua en movimiento, tal como sucede en los estanques, y el reto que representa la diversidad natural de moléculas con poder atractante presentes en el bentos y en la columna de agua. Esta fase se llevó a cabo en las instalaciones de la granja camaronícola Vista Hermosa, ubicada en el Municipio de Soto La Marina, Tamaulipas.

En jaulas de 1 m<sup>2</sup> se colocaron 10 ejemplares de 10 g, a los cuales se les ofrecieron pellets de tamaño uniforme (0,4 cm) en una charola (la cantidad de pellets era equivalente al 3% de su peso corporal). Las charolas fueron levantadas a diferentes tiempos (20, 40 y 80 min), contabilizándose el número de pellets presentes, para obtener el número de pellets consumido en cada tiempo, por diferencia con respecto al número inicial de ellos.

Se evaluaron los siguientes tratamientos: cadaverina, arginina, extracto de coco, atractante comercial Langobuds®, y liofilizado de langostilla, así como la dieta comercial utilizada en la granja.

Se realizaron 3 repeticiones para cada uno de los tratamientos evaluados y los resultados fueron sometidos a un Análisis de Varianza para determinar eventuales diferencias entre tratamientos. Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de contraste múltiple de medias de Tukey (Zar, 1996).

## Resultados

### • Bioensayos de quimiodetección

Mediante estos bioensayos se obtuvieron curvas de dosis-respuesta con las cuales se pudo determinar la dosis óptima para cada uno de los tratamientos. Los resultados revelaron que entre los aminoácidos probados, la arginina y la histidina fueron los que presentaron los mejores resultados alcanzando un grado de excitación de 3,97 y 3,83, respectivamente, mientras que en el caso de las Aminas Biogénicas, la cadaverina y la putrescina se destacaron por presentar altos grados de excitación (3,97 y 3,22, respectivamente). En el caso de los extractos animales, los que presentaron mejores respuestas fueron el liofilizado de langostilla (4,42), el aceite de langostilla (3,98), el extracto de caracol (3,62) y el agua de cola de langostilla (3,98), mientras que de los extractos vegetales solamente el de coco mostró un alto grado de excitación (4,22).

En la Tabla 2 se muestran los grados de excitación alcanzados para cada uno de los tratamientos, así como la dosis con la que se obtuvo esta respuesta.

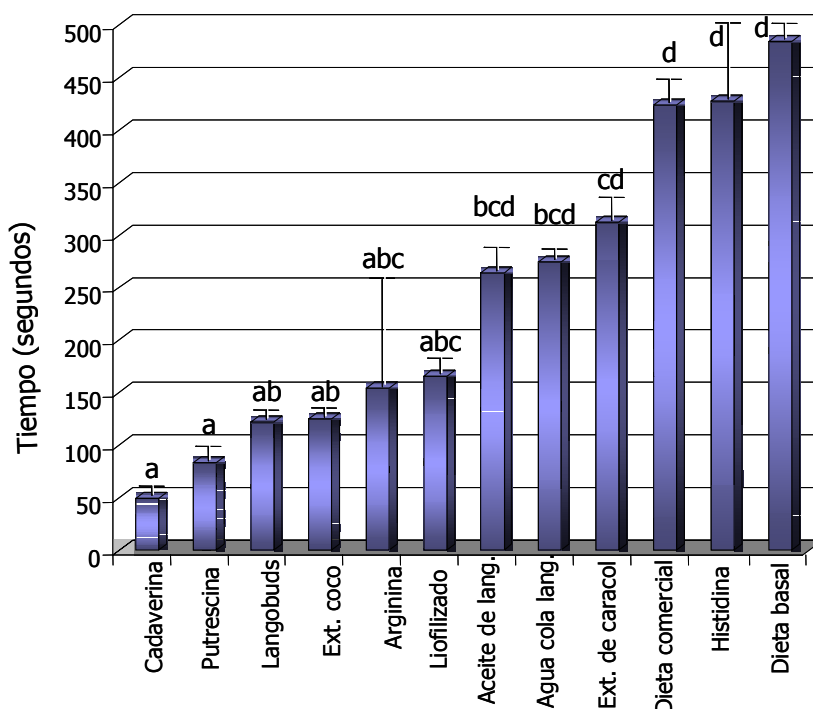
**Tabla 2.** Dosis óptima y grado máximo de excitación presentado por *L. vannamei* durante los bioensayos de quimiodetección.

Tratamientos	Dosis en %	Máximo grado de excitación
Liofilizado de langostilla	0.298	4.42
Extracto de coco	1.25	4.22
Aceite de langostilla	1.02	3.98
Arginina	0.255	3.97
Cadaverina	0.249	3.97
Atractante comercial (+)	0.236	3.95
Histidina	0.242	3.83
Extracto de caracol	1.21	3.62
Agua de cola de langostilla	0.95	3.51
Putrescina	0.248	3.22
Espermina	0.284	2.99
Soluble de pescado	1.24	2.91
Extracto de calamar	2.01	2.87
Extracto de jaiba	1.42	2.48
Espermidina	0.291	2.45
Lisina	0.257	2.44
Histamina	0.272	2.36
Tiramina	0.235	2.28
Tirosina	0.23	2.28
Alimento comercial	0.236	1.57
Extracto etéreo de langostilla	1.12	1.36
Dieta basal (-)	2.01	1.32
Extracto de alfalfa	1.35	1.02
Extracto de chara	1.75	0.87

### • Bioensayos de quimioatracción

El Análisis de Varianza reveló que en todas las fases se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se realizaron comparaciones de medias por el método de Tukey, observándose que los tratamientos que presentaron menores tiempos en desarrollar las diferentes etapas del comportamiento alimenticio fueron la cadaverina, la putrescina, el attractante comercial, el extracto de coco, la arginina y el liofilizado de langostilla (Figura 1). Los resultados promedio de todas las fases del comportamiento alimenticio están dados en la Tabla 3.

**Figura 1.** Fase de ingestión.



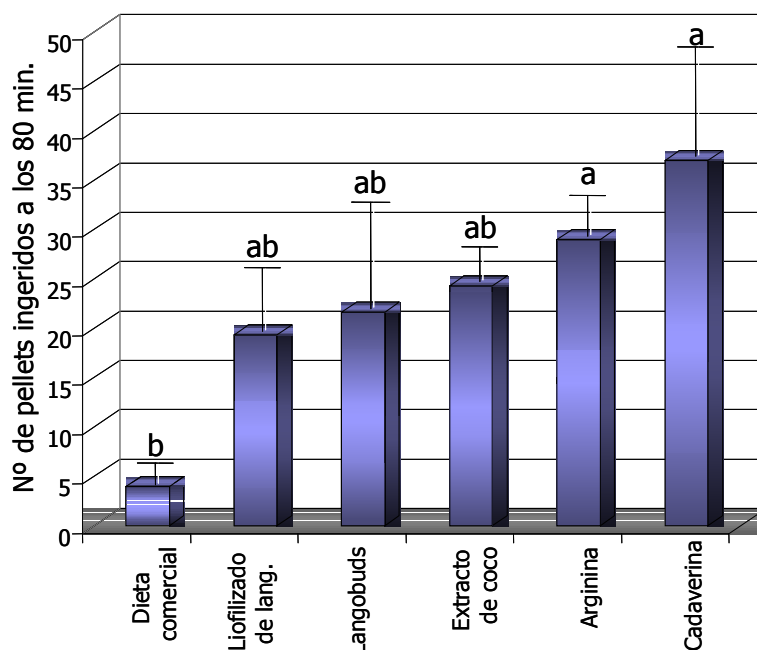
**Tabla 3.** Promedio  $\pm$  SD (desviación estándar), (tiempo en segundos) obtenido durante las diferentes fases del comportamiento alimenticio.

Tratamiento	Percepción	Orientación	Movimiento	Arribo	Ingestión
Arginina	37.6 $\pm$ 20.84	81.3 $\pm$ 56.37	87.3 $\pm$ 55.94	150 $\pm$ 119.01	154.6 $\pm$ 19.02
Histidina	47.3 $\pm$ 14.98	171.3 $\pm$ 71.00	223 $\pm$ 127.06	328.3 $\pm$ 153.32	428.3 $\pm$ 24.13
Cadaverina	13.3 $\pm$ 2.51	15.3 $\pm$ 3.51	20.3 $\pm$ 5.03	44.3 $\pm$ 14.57	49 $\pm$ 14.42
Putrescina	35 $\pm$ 8.71	47.3 $\pm$ 13.61	50.6 $\pm$ 14.98	74.3 $\pm$ 21.50	83.3 $\pm$ 19.73
Liofilizado	53.6 $\pm$ 9.61	78 $\pm$ 20.88	88 $\pm$ 21.70	149 $\pm$ 12.49	165.6 $\pm$ 17.21
Agua de cola	64.3 $\pm$ 5.51	115 $\pm$ 32.60	128.6 $\pm$ 31.62	251.6 $\pm$ 8.50	275 $\pm$ 10.00
Aceite de langostilla	62 $\pm$ 9.54	96.6 $\pm$ 11.72	117 $\pm$ 59.02	242 $\pm$ 23.51	264.3 $\pm$ 31.40
Extracto de caracol	91 $\pm$ 17.70	118.3 $\pm$ 17.95	136.3 $\pm$ 22.05	262.6 $\pm$ 26.58	312.6 $\pm$ 29.02
Extracto de coco	25 $\pm$ 7.00	28 $\pm$ 7.00	41 $\pm$ 1.00	92 $\pm$ 17.52	125 $\pm$ 15.52
Langobuds ©	34.6 $\pm$ 11.93	43.3 $\pm$ 11.01	59.3 $\pm$ 21.12	116.6 $\pm$ 21.73	122 $\pm$ 14.42
Dieta comercial	159.6 $\pm$ 22.74	170 $\pm$ 18.52	196 $\pm$ 10.15	364.3 $\pm$ 52.99	424.6 $\pm$ 33.29
Dieta basal	122.3 $\pm$ 18.88	186.3 $\pm$ 38.02	362 $\pm$ 128.80	442 $\pm$ 53.70	485.3 $\pm$ 25.40

### • Bioensayos de ingestión en condiciones comerciales

Los resultados indican que en el tiempo I (20 min) se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la arginina, el extracto de coco y el liofilizado de langostilla los que provocaron el mayor consumo de pellets ( $F = 4.053$ ; g.l. 5,17;  $p = 0,01$ ). Para el tiempo II (40 min) no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $F = 3.126$ ; g.l. 5,17;  $p > 0,05$ ), mientras que en el tiempo III (80 min), se destacó el consumo de la Cadaverina y la Arginina, seguidos por el extracto de coco, el attractante comercial y el liofilizado de langostilla, sin diferencia significativa entre éstos últimos. Con menor consumo se presentó el alimento comercial ( $F = 3.126$ ; g.l. 5,17;  $p < 0,05$ ) (Figura 2).

**Figura 2.** Número de pellets ingeridos a los 80 minutos.



### Discusión

Mediante los bioensayos de quimiodetección se obtuvieron las dosis óptimas para cada uno de los tratamientos, lo cual es sumamente importante ya que cuando la dosis aplicada en los alimentos se aleja de los valores óptimos, la influencia de las mismas decrece en magnitud, tal y como ha sido demostrado por Carr y Derby (1986). Este aspecto cobra aún mayor relevancia cuando los attractantes son utilizados a nivel comercial, en donde, si no se usan las concentraciones adecuadas, el procedimiento será inútil y no se obtendrán las ventajas esperadas o bien su utilización resultaría demasiado onerosa afectando la rentabilidad de la operación. Las dosis óptimas estimadas para los aminoácidos y las aminas biogénicas que presentaron mejores resultados, no sobrepasaron el 0,3%, lo cual coincide con el rango establecido como aceptable por Heinen (1980), quien menciona que la dosis no debe de sobrepasar del 1% de inclusión en la dieta, debido principalmente al costo de estas moléculas. Contrariamente, los extractos que presentaron mejores resultados alcanzaron dosis óptimas entre 2 y 3%, lo que sobrepasa lo establecido por Heinen (*op. cit.*), sin embargo presentan la ventaja de ser de fácil obtención y de bajo costo.

Las fases comportamentales registradas para *L. vannamei* en los bioensayos de quimioatracción corresponden a las detectadas por otros autores como Harpaz y cols, (1987) y Costero y Meyers (1993).

El propósito de los bioensayos de ingestión en condiciones comerciales fue el evaluar el efecto de los atractantes sobre la ingestión de alimento. En este caso se manejó una densidad similar a las densidades establecidas en el cultivo de esta especie. De acuerdo con Lee y Meyers (1996a), el empleo de un solo animal resulta adecuado sólo en condiciones de laboratorio, sin embargo, en pruebas de validación experimental a mayor escala, es necesario manejar un número más elevado de animales para evaluar de manera precisa la aplicación práctica de los atractantes.

Por otro lado, existen numerosas publicaciones científicas sobre quimiorrecepción, sin embargo, es escasa la información que se puede extrapolar a nivel comercial debido principalmente a que no se ha llegado hasta esta fase (Zimmer-Faust, 1989). A este respecto, Lee y Meyers (1996b) estiman que menos del 5% de estos trabajos se han enfocado a la importancia comercial de los cultivos de crustáceos dulceacuícolas o marinos.

Los resultados obtenidos con el alimento comercial (testigo negativo), fueron menores que en la totalidad de los tratamientos, lo cual es indicativo de la poca cantidad y/o calidad de los atractantes en la formulación original o a la forma de aplicación de los mismos. De hecho, en función de los resultados obtenidos, se hace evidente que alimentos comerciales como el utilizado, a pesar de estar bien formulado, descuidan el factor de atractabilidad, indispensable en condiciones de producción.

Como testigo positivo se utilizó el attractante comercial (Langobuds@) debido a los buenos resultados que ha ofrecido tanto a nivel de laboratorio como en condiciones comerciales con distintas especies de camarones peneidos (*Litopenaeus vannamei* y *L. monodon*) y langostinos (*M. rosenbergii*) (Costero y Meyers, 1993; Miller, 1993; Mendoza y cols, 1997).

El aminoácido que presentó mejores resultados a nivel general fue la arginina, lo que coincide con lo reportado por Hindley (1975), Mackie (1982), Harpaz y cols (1987), Derby y Harpaz (1988), Kurmaly y cols, (1990) y Coroto y cols (1992). Rittschof (1990) menciona que los organismos marinos son atraídos por péptidos generados por descomposición de tejidos que además poseían residuos neutros o básicos como la arginina. En contraste, Ache y Derby (1985), mediante estudios electrofisiológicos no encontraron efectos estimulatorios con la arginina en *Homarus americanus*. Estas diferencias pueden deberse a que la evidencia de sensibilidad electrofisiológica a un compuesto o molécula, no garantiza que estos actúen como atractantes o viceversa, tal y como lo menciona Heinen (1980).

Los resultados obtenidos con las aminos biogénicas en los diferentes bioensayos realizados demuestran que la cadaverina resultó ser el mejor attractante e incitante, ya que como se observó en las pruebas de quimiorrecepción, los camarones utilizados invierten menos tiempo en presentar las diferentes fases de comportamiento alimenticio cuando son expuestos a esta molécula.

En cuanto a los extractos, el de coco y el liofilizado de langostilla presentaron los mejores resultados. Resultados similares a los obtenidos con el extracto de coco fueron encontrados en un estudio realizado con *Haliotis discus*, *Misgurnus anguillicaudatus* y *Seriola quinqueradiata* los cuales fueron expuestos a diferentes partes del coco, mostrando un gran potencial attractante en las tres especies de animales acuáticos (Harada y Miyasaki, 1997).



La relevancia de la presente investigación se refleja en el hecho de que la adición de atractantes no sólo promueve la rápida localización del alimento, sino que también propicia un aumento significativo en el consumo de la dieta comercial (hasta más de un 900%). Este aspecto es particularmente importante, ya que la detección y la ingestión del alimento determinarán finalmente el valor comercial de las dietas para organismos acuáticos. Por último, la adición de atractantes en las dietas, además de presentar amplias ventajas económicas, constituye una buena práctica para la conservación del ambiente en el cual se desarrollan los organismos.

## Agradecimientos

Este trabajo es resultado de la investigación financiada en parte por CONACYT (25658-B). Los autores agradecen también la colaboración del Dr. Roberto Civera del CIBNOR por facilitarnos los diferentes sub-productos de langostilla utilizados en nuestros experimentos.

## Bibliografía

1. Ache, B. y C.D. Derby (1985). Functional organization of olfaction in crustaceans. *Trends in Neuroscience*, 8:356-360
2. Carr, W.E.S (1988). The molecular nature of chemical stimuli in the aquatic environment. En: *Sensory Biology of Aquatic Animals*. J. Atema, R.R. Fay, A.N. Popper y W.N. Tavolga. Springer Verlag. New York. 3-28
3. Carr, W.E.S. y C. Derby (1986). Chemically stimulated feeding behavior in marine animals: importance of chemical mixtures and involvement of mixture interactions. *Journal of Chemical Ecology*. 12(5):989-1007
4. Coman, G.J., H.Z. Zarac, D. Fielder, M. Thorne (1996). Evaluation of Crystalline Amino Acids, Betaine and AMP as food Attractants of the Giant Tiger Prawn (*Penaeus Monodon*). *Comp. Biochem. Physiol.* 113A(3):247-253
5. Corotto, F., R. Voigt, J. Atema (1992). Spectral Tuning of Chemoreceptor cell of the third maxilliped of the lobster, (*Homarus americanus*). *Biol. Bull.* 183:456-462
6. Corotto, F. y M.R. O'Brien (2002). Chemosensory stimuli for the walking legs of the crayfish *Procambarus clarkii*. *Journal of Chemical Ecology*. 28(6):1117-1130
7. Costero, M.C. y S.P. Meyers (1993). Evaluation of chemoreception by *Penaeus vannamei* Boone under experimental conditions. *The Progressive Fish Culturist*. 55:157-162
8. Daniel, P.C. y R. Bayer (1989). Fish byproducts as chemo-attractant substrates for the american lobster (*Homarus americanus*): Concentration, quality and release characteristics. *Fisheries Research*. 7:367-383
9. Derby, C.D. y S. Harpaz (1988). Physiology of chemoreceptor cells in the leg of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Comp. Biochem. Physiol.* 90A:85-91
10. Harada, K. y T. Miyasaki (1997). Attractivity of exotic fruit flesh for the abalone, the oriental weatherfish, and the yellowtail. *Fisheries Science*. 63(5):671-675
11. Harpaz, S., D. Kahan, R. Galun, I. Moore (1987). Responses of fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii*, to chemical attractants. *Journal of Chemical Ecology*. 13:1957-1965
12. Heinen, J.M. (1980). Chemoreception in decapod crustacea and chemical feeding stimulants as potential feed additives. *Proc. World Maricul. Soc.* 11:319-334
13. Hindley, J.P. (1975). The detection, location and recognition of food by juvenile banana prawns, *Penaeus merguensis* de Man. *Marine Behaviour and Physiology*. 3:193-210
14. Holland, K.N. y B.J. Rusell (1993). A palatability bioassay for determining ingestive stimuli in the marine shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*. 109:153-164
15. Kurmaly, K., D.A. Jones, A.B. Yule (1990). Acceptability and digestion of diets fed to larval stages of *Homarus gammarus* and the role of dietary conditioning behaviour. *Marine Biology*. 106:181-190
16. Lee, P.G. y S. Meyers (1996a). Chemoattraction and feeding stimulation in crustacea. *Aquaculture Nutrition*. 2:157-164
17. Lee, P.G. y S. Meyers (1996b). Chemoattraction and Feeding Stimulation. En: *Crustacean Nutrition*. L. D' Abramo, D. Conklin y D. Akiyama. World Aquaculture Society. Baton Rouge. L.A. 292-352

18. Mackie, A.M. (1973). The chemical basis of food detection in the lobster *Homarus gammarus*. *Marine Biology*. 21:103-108
19. Mackie, A.M. (1982). Identification of the gustatory feeding stimulants. En: *Chemoreception in fishes*. T.J. Hara. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 275-291
20. Mendoza, R., J. Montemayor, J. Verde (1997). Use of pheromones and biogenic amines as attractants in food by shrimp prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Nutrition*. 3(3):167-174
21. Mendoza, R., C. Aguilera, J. Montemayor (1998). Utilización de subproductos avícolas en las dietas para organismos acuáticos. En: *IV Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. La Paz, Baja California Sur. Noviembre de 1998. 1-46
22. Miller, B. (1993). Effect of Langobuds as an attractant for *Penaeus monodon*. *International Aquaculture Newsletter*. 4(1):1-4
23. Pebbles, J.B. (1977). A rapid technique for molt staging in live *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 12:173-180
24. Pittet, A.O., J.C. Ellis, P.G. Lee (1996). Methodology for the identification and quantitative measurement of chemical stimulants for penaeid shrimp. *Aquaculture Nutrition*. 2:175-182
25. Provasoli, L. (1976). Nutritional aspects of crustacean aquaculture. En: *Proceedings of the I International Conference on Aquaculture Nutrition*. K.S. Price. College of Marine Studies, University of Delaware. Newark.
26. Rittschof, D. (1990). Peptide-mediated behaviors in marine organisms. Evidence for a common theme. *Journal of Chemical Ecology*. 16:261-271
27. Takei, M. (1977). Feeding behavior of crabs *Eimacrus isenbekii* and *Neptunus trituberculatus*. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 89:75-82
28. Tierney, A.J. y J. Atema (1987). Behavioral responses of crayfish (*Orconectes virilis* and *Orconectes rusticus*) to chemical feeding stimulants. *Journal of chemical Ecology*. 14(1):123-133
29. Zimmer-Faust, R.K. (1989). Comment: The relationship between chemoreception and foraging behavior in crustaceans. *Limnol. Oceanogr.* 34(7):1367-1374
30. Zar, J.H. (1996). *Bioestatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. N.J. 345