

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



MOLECULAS SINTÉTICAS Y EXTRACTOS ANIMALES  
Y VEGETALES COMO ATRACTANTES ALIMENTICIOS  
EN DIETAS PARA CRUSTACEOS DE  
INTERES COMERCIAL

**T E S I S**

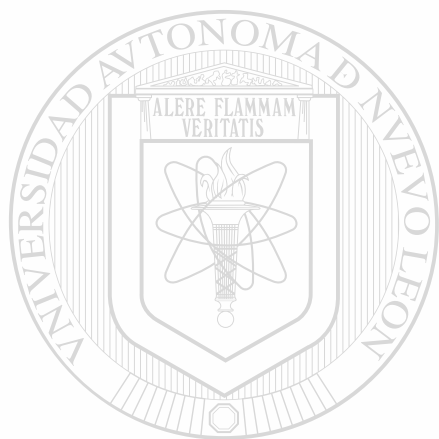
QUE PRESENTA

M.C. JESUS MONTEMAYOR LEAL

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TITULO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CON ESPECIALIDAD EN ACUACULTURA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. JUNIO DEL 2000

JML



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

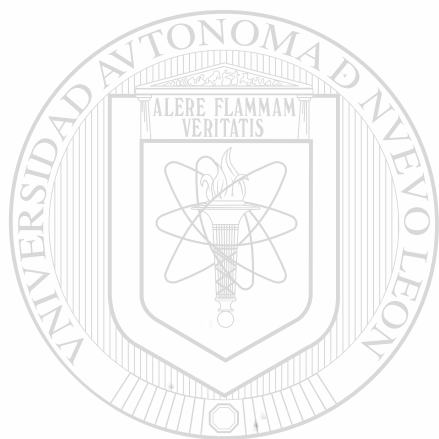
MOLECULAS SINTETICAS Y EXTRACTOS ANIMALES Y VEGETALES COMO ATRACTANTES  
ALIMENTICIOS EN DIETAS PARA CRUSTACEOS DE INTERES COMERCIAL

TD  
SH380  
.M66  
2000  
c.1

000



1080124480



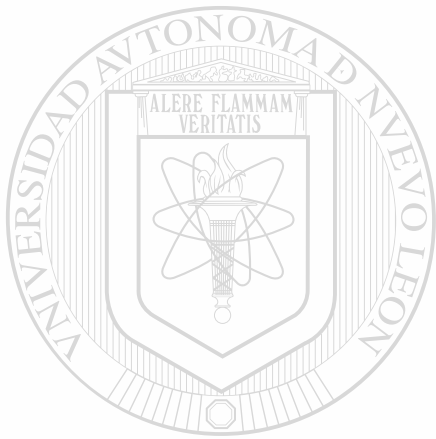
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**MOLECULAS SINTÉTICAS Y EXTRACTOS ANIMALES Y  
VEGETALES COMO ATRACTANTES ALIMENTICIOS EN  
DIETAS PARA CRUSTACEOS DE INTERÉS COMERCIAL**

TESIS

QUE PRESENTA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
**M.C. JESUS MONTEMAYOR LEAL**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE

**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CON ESPECIALIDAD EN ACUACULTURA**

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.

JUNIO DEL 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



MOLECULAS SINTÉTICAS Y EXTRACTOS ANIMALES Y  
VEGETALES COMO ATRACTANTES ALIMENTICIOS EN  
DIETAS PARA CRUSTACEOS DE INTERÉS COMERCIAL

TESIS QUE PRESENTA

M.C. JESUS MONTEMAYOR LEAL

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS CON ESPECIALIDAD EN ACUACULTURA

COMITE DOCTORAL

  
DR. ROBERTO E. MENDOZA ALFARO  
DIRECTOR DE TESIS

  
DRA. MARÍA JULIA VERDE STAR  
SECRETARIO

DR. RAHIM FOROUGHBAKHCH POURNABAV  
VOCAL

  
DRA. LETICIA HAUAD MARROQUTIN  
VOCAL

  
DRA. ELIZABETH CRUZ SUAREZ  
VOCAL

  
DR. DENIS RICQUE MARIE  
VOCAL

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Roberto E. Mendoza Alfaro por la dirección y todo el apoyo que me ha brindado para la realización de este trabajo.

A la Dra. María Julia Verde Star por el apoyo y la confianza que me ha brindado a lo largo de mi carrera, así como su asesoría en el presente trabajo.

Al Dr. Rahim Forohobach y a la Dra. Leticia Hauad Marroquin por la ayuda otorgada para la realización de este trabajo.

Igualmente agradezco a la Dra. Elizabeth Cruz y al Dr. Denis Ricque por los comentarios y revisión del manuscrito.

A CONACyT por la beca otorgada a mi persona durante el programa doctoral. Así mismo reitero mi agradecimiento hacia CONACyT por el financiamiento al proyecto "Potencial attractante de moléculas sintéticas y de extractos animales y vegetales en dietas para crustáceos de interés comercial", Ref. 25658-B.

Al Sistema de Investigación Alfonso Reyes por el apoyo al proyecto "Inclusión de attractantes como aditivos alimenticios para incrementar la ingestión de dietas artificiales destinadas a crustáceos dulceacuícolas" Ref. 19980601002.

Al Biol. Martín González Lazcari por su ayuda para la obtención de ejemplares de camarón blanco y langostinos, así como a la Secretaría de desarrollo Agropecuario del Estado de Tamaulipas y al Ocean. Heberto Cavazos por la donación de ejemplares de camarón blanco.

Al Dr. Roberto Civera del CIBNOR de La Paz, Baja California Sur, por el envío de camarones azules y por proporcionarnos los distintos extractos de langostilla utilizados en este trabajo. ®

Al Biol. Francisco Magallon y a la M.C. Concepción Lora, también del CIBNOR de La Paz, Baja California Sur, por el apoyo otorgado para la realización bioensayos de quimiodetección en sus instalaciones.

A mis compañeros del grupo Ecofisiología: Dr. Carlos Aguilera, cM.C. Oscar Loaiza, Biol. Elizabeth Alfaro, Biol. Ana Castañeda,, cM.C. Veronica Cortes, cM.C. Susana Balladares y Q.B.P. Victor Ruiz que además de haber participado de alguna u otra forma en la realización de este trabajo, hacen grata la estancia en el laboratorio.

Por último y con todo mi Amor, a mi esposa Patricia Arizmendi, por la comprensión y el apoyo brindado durante la realización de este trabajo y a mis hijos Samantha Patricia y Diego Maximiliano por soportarme, espero retribuirles el tiempo que no hemos estado juntos.

A mis amigos y familiares por sus muestras de apoyo.

## INDICE

I.- Resumen .....	1
II.- Introducción.....	2
III.- Objetivo General.....	4
IV.- Hipótesis.....	4
V.- Antecedentes.....	5
V.1.- Langostino.....	5
V.1.1.- Características y Producción.....	5
V.1.2.- Hábitos Alimenticios.....	5
V.2.- Acocil Rojo.....	6
V.2.1.- Características y Producción.....	6
V.2.2.-Hábitos Alimenticios.....	7
V.3.- Camarón Blanco y Azul.....	7
V.3.1.- Características y Producción.....	7
V.3.2.- Hábitos Alimenticios.....	8
V.4.- Producción de harinas para alimentos acuícolas.....	9
V.4.1.- Importancia y producción de la harina de pescado..	10
V.4.2.-Importancia y producción de la harina de langostilla.....	10
V.5.- Quimiorrepción.....	12
V.5.1.- Quimiorreceptores .....	13
V.5.2.- Clasificación de los estímulos químicos.....	14
V.6.- Atractantes.....	16
V.6.1.- Extractos Animales.....	17
V.6.2.- Extractos Vegetales.....	19
V.6.3.- Moléculas previamente identificadas.....	21
V.6.3.1.- Amino Acidos.....	21
V.6.3.1.1.- Utilización de los aminoácidos como quimioestimulantes .....	23
V.6.3.2.- Aminas Biogénicas.....	24
V.6.3.2.1.- Efecto de las Aminas Biogénicas en los organismos .....	26
V.6.4.- Sinergismo y Antagonismo.....	27
V.7.- Factores Experimentales.....	30
V.7.1.- Sistemas de monitoreo para bioensayos de quimioestimulantes.....	30
V.7.2.- Estado nutricional de los organismos.....	34
V.7.3.- Alternativas de incorporación del attractante al alimento.....	35
V.7.4.- Dosis.....	35
V.7.5.- Factores críticos experimentales.....	36



VI.- Metodología.....	37
VI.1.- Tratamientos.....	40
VI.2.- Fase I, Bioensayo de Quimiodetección.....	44
VI.2.1.- Diseño Experimental.....	45
VI.3.- Fase II, Bioensayo de Quimioatracción.....	45
VI.3.1.- Aplicación de Atractantes.....	46
VI.3.2.- Registro de Pruebas.....	47
VI.3.3.- Diseño Experimental.....	48
VI.4.- Fase III, Bioensayo de Ingestión (Escala Comercial).....	48
VI.4.1.-Diseño Experimental.....	49
VI.4.3.- Bioensayo de Campo con Acociles.....	49
VII.- Resultados.....	50
VII.1.- Langostino.....	50
VII.1.1.- Fase I, Quimiodetección.....	50
VII.1.2.- Fase II, Quimioatracción.....	52
VII.1.3 Fase III, Bioensayo de Campo.....	53
VII.2.- Acocil Rojo.....	56
VII.2.1.- Fase I, Quimiodetección.....	56
VII.2.2.- Fase II, Quimioatracción.....	57
VII.2.3.- Fase III, Bioensayo de Campo.....	59
VII.3.- Camarón Blanco.....	62
VII.3.1.- Fase I, Quimiodetección.....	62
VII.3.2.- Fase II, Quimioatracción.....	63
VII.3.3.- Fase III, Bioensayo de Campo.....	65
VII.4.- Camarón Azul.....	68
VII.4.1.- Fase I, Quimiodetección.....	68
VII.4.2.- Fase II, Quimioatracción.....	69
VII.4.3.- Fase III, Bioensayo de Ingestión.....	71
VII.5.- Pruebas con fracciones de los extractos.....	74 <sup>R</sup>
VII.6.- Sinergismo.....	76
VIII.- Discusión.....	79
IX.- Conclusiones.....	92
X.- Literatura Citada.....	94
XI.- Anexo I.....	109
XII.- Anexo II.....	113
XIII.- Anexo III.....	114
XIX.- Anexo IV.....	116
XX.- Anexo V.....	118
XXI.- Anexo VI.....	134

## RESUMEN

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 en cantidad y calidad de alimentos para los organismos acuáticos. Una de las alternativas para mejorar la eficiencia de los alimentos es la adición de atractantes en las dietas, lo que contribuye a que los animales localicen rápidamente el alimento, con el fin de maximizar la ingestión y así contribuir a mejorar las tasas de conversión alimenticia. Esta aproximación disminuye además los problemas asociados con la acumulación de sedimentos orgánicos en los estanques de producción y el posible impacto ambiental en la zona donde son liberados los afluentes (Boyd y Tucker, 1995).

El presente estudio fue orientado a evaluar el potencial atractivo de moléculas naturales como las aminas biogénicas (Putrescina, Cadaverina, Tiramina, Espermina y Espermidina) y sus aminoácidos precursores (Arginina, Histidina, Lisina y Tirosina), así como extractos de animales (peces, crustáceos y moluscos) y vegetales (*Chara sp.*, coco y alfalfa).

La metodología se dividió en tres fases jerarquizadas, 1) una serie de bioensayos de quimiodetección (Pitcet, 1996, modificado), 2) un bioensayo de quimioatracción (Costero y Meyers, 1993, modificado), y 3) un bioensayo de campo llevado a cabo en condiciones comerciales (Mendoza *et al.*, 1997).

Los atractantes que presentaron mejores resultados para *M. rosenbergii* fueron la Arginina, la Cadaverina, el liofilizado de langostilla y el extracto de coco a una dosis de 0.33, 0.32, 0.27 y 1.48% respectivamente. Para *P. clarkii*, el extracto de pescado (2.96%), la Putrescina (0.30%) y el agua de cola de langostilla (2.69%) obtuvieron los mejores resultados. En el caso de *L. vannamei*, los mejores tratamientos resultaron ser la Cadaverina (0.249%), la Arginina (0.255%), el extracto de coco (1.25%) y el liofilizado de langostilla (0.298%). Por último, los mejores tratamientos para *L. stylirostris* fueron el extracto de coco (3.18%), la Arginina (0.25%), la Cadaverina (0.38) y el agua de cola de langostilla (3.36%).

La relevancia de éste estudio se refleja en el hecho de que la adición de atractantes no solo promovió la rápida localización del alimento, sino que también propició un aumento significativo en el consumo de la dieta comercial (hasta más de un 300%), la cual ya contaba con una fuente de atractivo. 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.

## INTRODUCCION

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 peneidos (Mendoza *et al*, 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 estos, ya que a pesar del gran esfuerzo que realizan los investigadores para formular dietas que cubran los requerimientos nutritivos de cada especie, estas no podrán ser aprovechadas, al menos que se garantice la ingestión del alimento (Mendoza *et al*, 1997).

A este respecto, es pertinente considerar que el alimento representa la mayor fuente de contaminación en los estanques, lo cual se traduce no solamente en problemas ecológicos sino también económicos, ya que la utilización de dietas inadecuadas provoca su acumulación en el sedimento, lo que implica que al final de cada cosecha se requiera de más tiempo y trabajo para mantener el sedimento del estanque en condiciones adecuadas. Esta condición repercute directamente en la disminución de la calidad del agua, afectando así el crecimiento de los organismos, lo cual a su vez significa mayores gastos de operación y producción, todo esto sin contar la contaminación de los efluentes donde es liberada el agua de las granjas (Lawrence, 1999). Dentro de este contexto, una aportación significativa es la utilización de atractantes alimenticios, ya que contribuye a que los animales localicen rápidamente el alimento, maximizando y asegurando así su ingestión (Costero y Meyers, 1993).

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 importante 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 es necesario identificar moléculas con el mayor poder attractante posible.

Dentro de las aproximaciones utilizadas para investigar el papel de los attractantes, hasta la fecha la mayor parte de las investigaciones se han restringido a la evaluación de extractos animales y algunos compuestos de bajo peso molecular (aminoácidos y nucleótidos principalmente). Esto ha originado que los productores de alimentos utilicen diversos ingredientes a los que genéricamente se han venido refiriendo como attractantes, encontrándose entre los más conocidos las harinas de pescado y camarón y extractos solubles de pescados marinos y calamar. Sin embargo, su inclusión dentro de la formulación de alimentos no necesariamente implica que funcionen como attractantes, debido principalmente a la variabilidad del producto, determinada a su vez por el tipo de proceso, la especie utilizada, el estado de la materia prima, etc.

En virtud de la importancia creciente de los attractantes dentro del campo de la elaboración de los alimentos acuícolas y considerando el potencial que presentan algunas aminos biogénicas (Cadaverina y Putrescina) como estimulantes alimenticios (Mendoza *et al.*, 1997), se decidió establecer una nueva serie experimental destinada a probar las dosis más adecuadas de éstas y otras aminos biogénicas y su eficiencia al ser comparadas con sus amino ácidos precursores. Por otra parte, en búsqueda de alternativas más económicas, la presente investigación se orientó a la identificación de fracciones attractantes a partir de extractos animales y vegetales, considerando su facilidad de obtención y bajo costo.

## **OBJETIVO GENERAL**

Demostrar el potencial de moléculas sintéticas: aminas biogénicas y sus aminoácidos precursores, así como de extractos de animales y vegetales, como estimulantes alimenticios, al ser adicionados en dietas experimentales y comerciales destinadas a crustáceos marinos y dulceacuícolas.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la dosis óptima para cada uno de los tratamientos experimentales.
- Estimar el efecto sinérgico de los atractantes putativos.
- Establecer cuales fracciones le confieren el poder attractante a ciertos extractos animales y vegetales.
- Estimar la relación costo - beneficio de los atractantes que ofrecieron los mejores resultados.
- Identificar los mejores atractantes y estimulantes alimenticios para cada una de las especies de crustáceos utilizadas.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **HIPOTESIS**

Si las distintas especies de crustáceos producidos a nivel comercial tienen diferentes hábitos alimenticios, entonces estas serán atraídas por diferentes moléculas.

## ANTECEDENTES

### **LANGOSTINO (*Macrobrachium rosenbergii* De Man)**

#### **CARACTERISTICAS Y PRODUCCION**

Uno de los crustáceos de agua dulce con mayor potencial de cultivo en México es el langostino *Macrobrachium rosenbergii*, el cual siendo originario de la región del Indo Pacífico ha sido introducido en varios países, debido a las ventajas que presenta en su manejo, tales como poca agresividad con respecto a otras especies de langostinos, rápido crecimiento, gran adaptabilidad y resistencia (Magallon, 1980).

La producción mundial de *M. rosenbergii* en 1989 fue de 27,000 toneladas métricas, siendo Tailandia, Vietnam y Taiwan los principales productores (New, 1990). Para 1992 su producción se incrementó a 31, 235 toneladas métricas (FAO, 1994), y para 1997 la producción se incrementó a 46,000 toneladas (Bird, 1998).

En México, el cultivo comercial de langostino se inició en 1984 en los estados de Veracruz, Tamaulipas, Morelos, Colima y Jalisco. Para 1988 existían ya doce laboratorios productores de postlarvas con una capacidad instalada para 11 millones de postlarvas por año y 46 unidades de producción de individuos de talla comercial, con un espejo de agua de 214.6 has, alcanzando una producción de 133.62 toneladas (SEPESCA, 1990). Estos reportes oficiales contrastan con lo reportado por New (1990) quien señala que la producción de langostinos en México para el año de 1987 fue de 361 toneladas, la cual lo colocaba en segundo lugar entre los países productores de langostino de Latinoamérica y El Caribe, sólo superado por Brasil con 1,000 toneladas anuales. Debido a estos bajos volúmenes de producción, New (*op. cit.*) describió a México como "el gigante dormido" de América, adjudicando esta baja de producción al mayor interés existente en la producción de camarones marinos en el país.

#### **HABITOS ALIMENTICIOS**

El langostino *Macrobrachium rosenbergii* presenta hábitos alimenticios del tipo omnívoro y su alimentación normal incluye gusanos e insectos acuáticos, pequeños moluscos y

crustáceos, cadáveres de peces y otros animales, además de semillas, frutas, algas, tallos y hojas suaves de plantas acuáticas. En estadio juvenil consumen cualquier tipo de materia orgánica, viva o muerta y pueden llegar a recurrir al canibalismo (Ling, 1969; New, 1990; Holschmith, 1988; SEPESCA, 1990). Mientras que en condiciones de cultivo, los langostinos adultos pueden ser mantenidos con alimentos comerciales y trozos de hígado de res y calamar dos veces por semana (Daniels, *et al.* 1992).

Por otra parte, Fonseca (1980), al experimentar con *Macrobrachium* sp. en estanques de concreto con diferentes alimentos ricos en proteínas, como carne de pescado y alimentos balanceados para pollos, observó que el suministro de éstos no se reflejaba en un mayor rendimiento al que se presentaba en estanques rústicos, concluyendo que la alimentación natural era importante para su cultivo.

### **ACOCIL ROJO (*Procambarus clarkii*)**

#### **CARACTERISTICAS Y PRODUCCION**

*Procambarus clarkii*, comúnmente llamado acocil rojo, se distribuye naturalmente en los estados del noreste de México, así como en los Estados Unidos, específicamente en Texas, Alabama, Louisiana, Mississippi, Florida, Arkansas, Tennessee, Missouri, Illinois, Nuevo México y Oklahoma. (Huner y Barr, 1982; Hobbs III *et al.*, 1989). Estos organismos son considerados como la principal fauna macrobentónica en zonas lóxicas y lénticas (Momot, 1984), presentan hábitos nocturnos por lo que en el día se esconden entre la vegetación acuática, debajo de rocas y en sus madrigueras (Huner y Barr, 1982).

El acocil rojo es una especie atractiva para la acuicultura debido principalmente a que posee una gran capacidad de adaptación a diferentes hábitats, además de que presenta un rápido crecimiento y un alto potencial reproductivo (Huner y Barr, 1982; LaCaze, 1981). La mayor producción comercial de esta especie se lleva a cabo en los Estados Unidos, principalmente en el sur del estado de Louisiana, en donde se cosecha cerca del 98% de la producción total, en una área de más de 100,000 acres (Huner y Barr, 1982).

El sistema de cultivo para el acocil rojo implica la utilización de trampas con carnada para su cosecha, la que representa del 60 al 80% de los costos de producción (De La Bretone y Romaine, 1991), por lo que, la rápida expansión de esta industria en los E.U. ha incrementado la demanda por carnadas o cebos efectivos y de bajo costo (Cauge, *et al*, 1982).

Entre las carnadas utilizadas más comúnmente destacan peces como sardinas, carpas y bagres y también se ha utilizado carne de res, especialmente el hígado (Huner y Barr, 1982). Esto vino a ser confirmado por Rodríguez (1993) quien al comparar la efectividad de diversos cebos, encontró que el hígado de res ofrecía mejores resultados que las vísceras de pollo, el músculo de pescado y la cabeza de camarón.

### **HABITOS ALIMENTICIOS**

Los acociles son particularmente activos después del atardecer y continúan su actividad de alimentación hasta el amanecer. Las plantas acuáticas son componentes esenciales en la dieta de esta especie, sin embargo, recientemente se ha demostrado que también consumen animales planctónicos como copépodos, pulgas de agua y ostrácodos. Estos organismos obviamente proveen a los acociles de nutrientes ausentes en plantas verdes y detritus, aunque el consumo de estos no excede del 10% del consumo total (Huner y Barr, 1982).

Por otra parte, Wiernicki (1984) encontró que la eficiencia alimenticia de juveniles de acociles es relativamente mayor cuando consume *Elodea* sp. descompuesta que cuando consume *Elodea* fresca. A partir de lo anterior fue posible estimar que al menos un 70% de su dieta esta constituida por nutrientes de origen bacterial o fúngico.

### **CAMARON BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) y CAMARON AZUL (*Litopenaeus stylirostris*)**

#### **CARACTERISTICAS Y PRODUCCION**

El camarón es uno de los recursos más explotados desde la década de los 70's. En virtud de su demanda, en México estas especies se han venido cultivando en varios estados de la República, adicionalmente a las capturas regulares que se llevan a cabo a lo largo de las costas del Océano Pacífico (Martínez, 1993).



El cultivo de camarón se ha convertido en una industria multimillonaria a nivel mundial, con producciones que se han incrementado de 170,000 TM en 1984 a 932,000 TM en 1995, representando el 29% del mercado mundial de crustáceos (FAO, 1997).

En México, el camarón constituye uno de los recursos pesqueros más importantes por su volumen de captura y su alto valor comercial, desafortunadamente las pesquerías tendieron a disminuir en los últimos años, lo que propició que el cultivo de camarón se haya convertido en la principal actividad dentro de la acuicultura a nivel nacional (FAO, 1997), creciendo a razón de un 10% anual en los últimos años. La producción total mexicana de camarones cultivados en granjas en el año de 1997 fue de 17,000 toneladas, de las cuales el 75% correspondió a *Litopenaeus stylirostris* y el restante 25% a *L. vannamei*. Las cifras anteriores corresponden al 2.3% de la producción mundial en el mismo año (Rosenberry, 1998). En 1999 la producción total de camarones peneidos bajo a 13,315 toneladas (Gallagher, 2000) debido probablemente a que muchas granjas fueron afectadas por el Huracán Mitch a finales de 1998 (Rosenberry, 1998).

La diferencia presentada en la producción por especie se debe principalmente a que se han desarrollado nuevas líneas de *L. stylirostris* resistentes a diferentes enfermedades, además de que la mayoría de las granjas en México operan bajo condiciones de alta salinidad (> 45 ppt), lo que favorece el cultivo de esta especie (Clifford III, 1998).

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### HABITOS ALIMENTICIOS

Los hábitos alimenticios de los camarones peneidos son difíciles de determinar, pero en general se han descrito como omnívoros oportunistas, alimentándose de cualquier materia animal o vegetal disponible, incluyendo material de detritos (Mc Tighe y Zimmerman, 1991). Se ha observado que en sus primeras etapas se alimentan de fitoplancton y zooplancton, mientras que los camarones juveniles y adultos son organismos carroñeros que se alimentan principalmente de tejidos y restos orgánicos que se encuentran en el bentos, tales como ciertas colonias de bacterias y de algas filamentosas asociadas a protozoarios, pequeños nemátodos y algunos copépodos, siendo éstos un importante componente de su dieta. Igualmente, consumen algunos vegetales entre los que se encuentran plantas terrestres y algas (Hindley 1975; Dall *et al.*, 1990; Martínez,

1993). Así mismo, se ha reportado que los peneidos son predadores de pequeños animales epi-bentónicos, especialmente crustáceos, poliquetos y moluscos (Sevilla, 1983).

De igual manera, los análisis de contenidos estomacales de peneidos revelaron la existencia de restos de poliquetos, crustáceos, moluscos, peces y vegetales. De aquí que se considere a los camarones como organismos omnívoros selectivos (Hindley, 1975).

En cultivos en laboratorio bajo condiciones controladas, los camarones son alimentados con nauplios de *Artemia* en sus primeras etapas y al alcanzar una talla mayor se les proporcionan dietas artificiales (Ayala y Valencia, 1987), además de todos aquellos organismos que se encuentran disponibles (plantas, algas unicelulares, detritos, etc.) en los estanques donde se cultivan.

Dentro de esta generalización cabe mencionar las diferencias entre los hábitos alimenticios de *L. stylirostris* y *L. vannamei*, ya que al primero se le ha catalogado como más carnívoro. Lo anterior fue corroborado al observar una mayor predisposición de las larvas de *L. stylirostris* para consumir nauplios de *Artemia* (Clifford III, 1998). De igual forma se han encontrado diferencias entre los hábitos alimenticios de especies emparentadas filogenéticamente, tal es el caso de *Penaeus setiferus* y *P. aztecus*, siendo la primera de hábitos carnívoros, mientras que la segunda es de hábitos herbívoros (McTigue y Zimmerman, 1991)®

## PRODUCCION DE HARINAS PARA ALIMENTOS ACUATICOS

La producción de alimento para organismos acuáticos está basada principalmente en la utilización de harinas de pescado, las cuales le confieren a la dieta un adecuado contenido proteico, sustentado además por la presencia de un buen perfil de aminoácidos.

En México existen pocas compañías productoras de alimento para especies acuícolas, entre las cuales destacan tres compañías con base en Estados Unidos: Agribrands International (formalmente Ralston Purina International), Rangcn y Zeigler, que son las que dominan el

mercado de alimentos para camarón. La producción total consumida en nuestro país fluctúa alrededor de 40,000 toneladas métricas por año (Rosenberry, 1998).

#### *Importancia y Producción de la harina de Pescado.*

El 95% de la pesca mundial de peces es utilizado para la producción de harina. Mediante esta transformación se obtiene un producto más estable y con mayor contenido proteico que el pescado mismo (Barlow y Windsor, 1984). En relación con la industria acuícola, se ha estimado que en 1995 se consumió un 15% de la harina de pescado producida a nivel mundial (New, 1996) y se ha venido considerando que si la tendencia continua, se incrementará la demanda de harina de pescado para ser utilizada en dietas para organismos acuáticos (Mendoza, 1998).

Dentro del contexto de la producción de harinas, otra de las fuentes más prometedoras son las harinas de crustáceos, entre las que destacan la de camarón y la de langostilla.

#### *Importancia y Producción de la harina de Langostilla.*

Considerando que la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) es probablemente el crustáceo decápodo bentónico más abundante de México, en los últimos años se ha vislumbrado la posibilidad de iniciar la pesquería de la langostilla en México debido a que es un recurso que se encuentra disponible prácticamente todo el año. Esta alternativa permitiría obtener los máximos rendimientos económicos mediante el aprovechamiento de la cola fresca-congelada y por otro lado aprovechar los residuos para la producción de harina, aceite, pigmentos y enzimas, asegurando con todo ello la permanencia del recurso a través de todo el año (Aurióles-Gamboa, *et al.*, 1995).

El proceso al que es sometida la langostilla para la obtención de los productos antes mencionados se muestra en la Figura 1.

# PROCESAMIENTO DE LA LANGOSTILLA

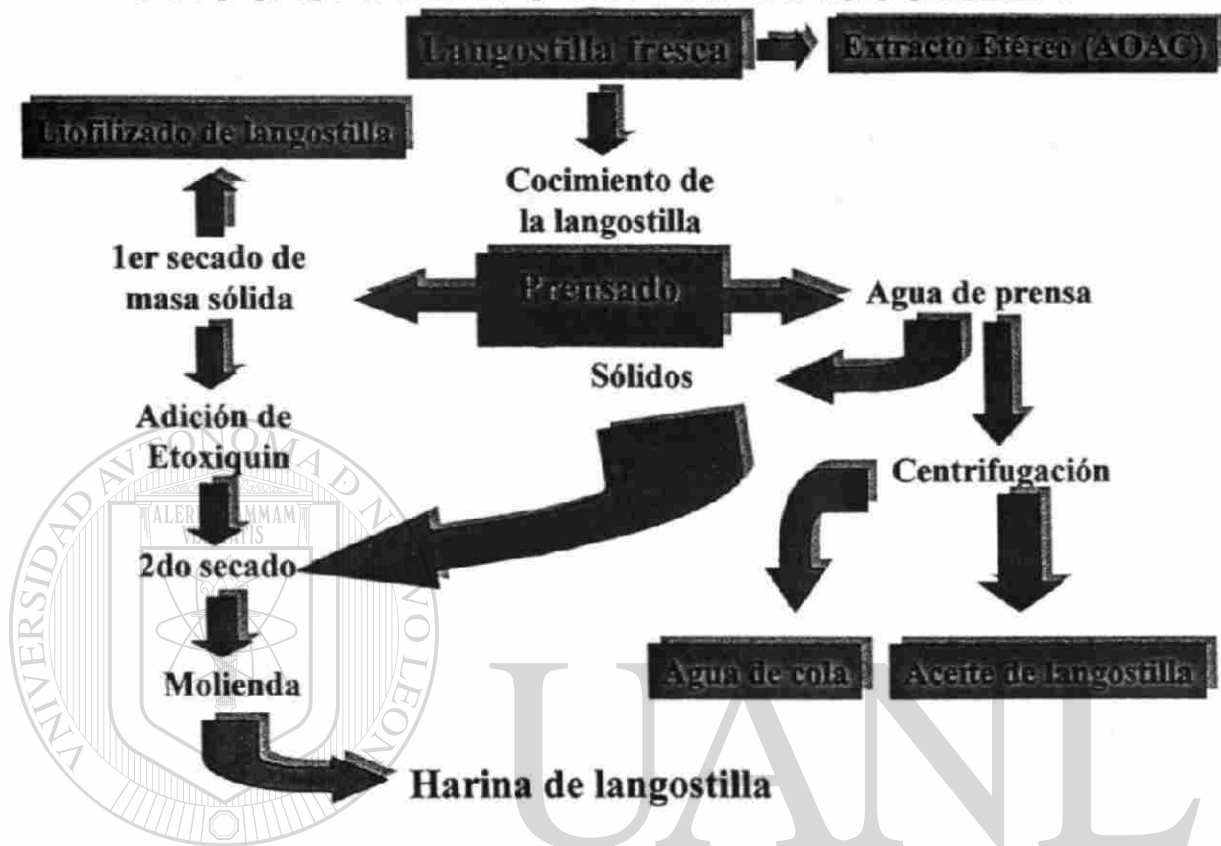


Figura 1.- Proceso de transformación de la langostilla para la obtención de harina y aceite.

El objetivo principal del cocimiento es el de esterilizar, coagular la proteína y liberar los lípidos retenidos en el producto. Por su parte, el objetivo del prensado es el de obtener una pasta con una mínima cantidad de agua y lípidos, y un licor de prensa, el cual al ser centrifugado se separa en aceite de langostilla y agua de cola. Al igual que en el procesamiento que se lleva a cabo para elaborar harinas de pescado (Abdó, 1994), la harina de langostilla se obtiene mediante una serie de procesos de secado y molienda

Tomando en cuenta lo anterior y considerando que la mayor cantidad de aminos biogénicas se concentra en el agua de cola (Veciana *et al.*, 1990; Zaldivar, 1992), además de ser

ésta un subproducto indeseable en la obtención de harina, la hace un buen prospecto para ser utilizada en pruebas de quimiorrepción en crustáceos.

## QUIMIORRECEPCION

Para destacar la importancia de este proceso, cabe mencionar que la habilidad para detectar a lo lejos la calidad del alimento, confiere a los crustáceos una ventaja para optimizar el esfuerzo que necesitan para capturar su alimento (Zimmer - Faust, 1987), ya que así se logra minimizar el tiempo para seleccionar su alimento y maximizar la ganancia de energía y nutrientes consumidos. Es tan importante este proceso, que se ha reportado que del 30 al 40% de las actividades cerebrales están canalizadas a procesar las señales olfativas que reciben (Mellon, *et al*, 1992).

De manera general, los crustáceos presentan características especiales, fisiológicas y cerebrales, que les permite ser utilizados en experimentos de quimiorrepción, ya que son fáciles de mantener en condiciones de laboratorio, muestran comportamientos que definen claramente una respuesta en los registros alimenticios, y además poseen células receptoras de químicos que son accesibles a análisis electrofisiológicos (Zimmer-Faust, 1989).

Así, la acción de los quimioattractantes y estimulantes generalmente ha sido evaluada mediante respuestas comportamentales o electrofisiológicas (Derby y Atema, 1982; Derby y Harpaz, 1988), sin embargo, la evidencia de sensibilidad electrofisiológica a un compuesto no necesariamente garantiza que este actúe como attractante en bioensayos comportamentales (Heinen, 1980).

La importancia de este proceso queda de manifiesto en diversos artículos que describen el rol de la quimiorrepción en crustáceos decápodos, especialmente en langostas, cangrejos y camarones, (Derby y Atema, 1980; Ache, 1988; Atema, 1988; Carr y Derby, 1986a; y Carr, 1988).

## **Quimiorreceptores**

Como ya se mencionó, en los crustáceos, la percepción de los estímulos químicos es de suma importancia para que el individuo ubique la fuente de alimento que está disponible en el medio. Esto se lleva a cabo por un tipo particular de quimiorreceptores llamados astetascos o teloreceptores, los cuales se encuentran localizados principalmente en el primer par de anténulas, antenas, partes bucales y/o quelas de los apéndices de mayor exposición (Derby, 1984; Derby y Atema, 1988; Mendoza *et al.*, 1997). En cualquiera de los casos, los astetascos están inervados por múltiples células receptoras bipolares. Se estima por ejemplo, para la langosta *Panulirus argus*, la existencia de 350 neuronas por sensillia con un total de 400,000 en cada anténula (Derby y Atema, 1988).

La importancia de la presencia e integridad de los órganos quimiosensoriales fue corroborada en *Homarus americanus* por Devine y Atema (1982) y Cowan (1991) quienes encontraron que las langostas que no poseían anténulas laterales perdían toda habilidad de detección.

Por otra parte, los movimientos antenulares desempeñan un papel significativo en la fisiología de la quimiorrecepción, adaptándose al ambiente al cual están expuestos los astetascos, ya que originan cambios mecánicos en la posición de los receptores. Así, los movimientos de las antenas aumentan la exposición de los astetascos a los estímulos químicos, propiciando además la circulación del agua (Pearson *et al.*, 1980).

Adicionalmente a lo anterior, la decisión de los organismos para alimentarse se realiza bajo la influencia de diferentes factores, tanto internos: nivel de inanición, dominancia social, sexo y estatus reproductivo; como externos: presencia de predadores o competidores (Schmitt y Holbrook, 1985).

De manera resumida, los quimiorreceptores traducen una serie de interacciones específicas entre los estímulos y las respuestas fisiológicas, siendo el primer paso para procesar la información de los quimiorreceptores el detectar las moléculas extracelulares y enviar esta

información hacia el cerebro, observándose así una interacción inicial entre estímulos y sus receptores a nivel olfatorio y gustativo, concluyendo de esta manera que existe una interacción estímulo-receptor, como se indica en la Figura 2 (Brown y Hara, 1982).



Figura 2.- Esquema de la reacción estímulo-quimiorreceptor, tomado de Brown y Hara ( 1982)

### CLASIFICACION DE LOS ESTIMULOS QUIMICOS

Existe cierto grado de confusión con respecto a la clasificación de los estímulos químicos, por lo que muchos incitantes o estimulantes alimenticios han sido erróneamente identificados como quimioattractantes. Esto ha originado que muchos de los primeros reportes tengan un valor comparativo limitado debido a la inconsistencia en la metodología y a la poco detallada descripción de las condiciones del medio ambiente, la salud de los animales y la variabilidad individual, que son factores muy importantes en el proceso de detección y estimulación (Derby y Atema, 1982).

Según Lindstedt (1971), Heinen (1980) y Mackie (1982) existen diferentes activadores e inhibidores del comportamiento alimenticio en los organismos acuáticos (Figura 3). En función de esta consideración, mucha de la información reportada en la literatura requiere ser re-evaluada, especialmente debido a que los criterios utilizados para estimar las respuestas de los animales no fueron los adecuados para reconocer los diferentes grados del comportamiento en respuesta a los químicos.

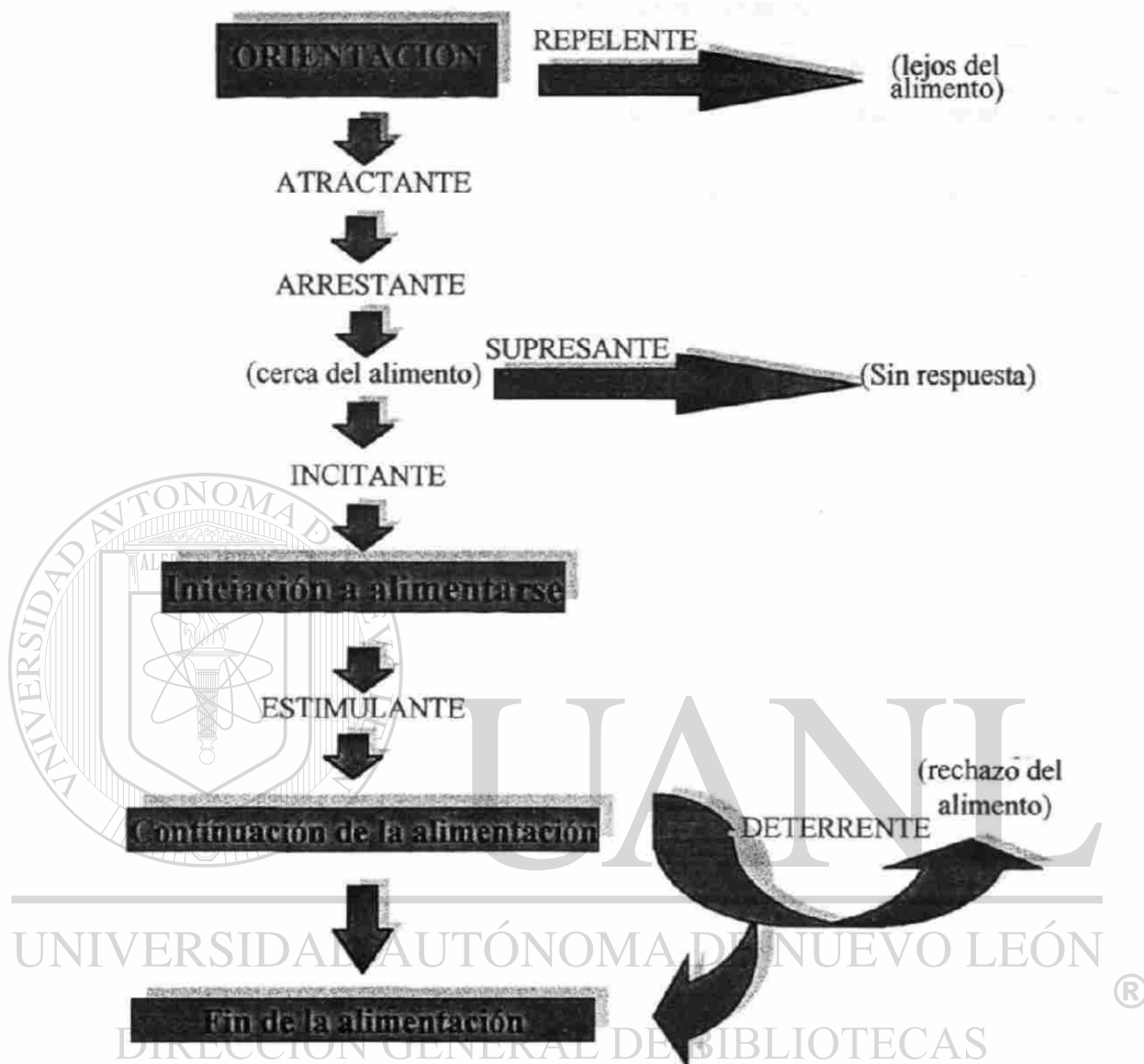


Figura 3.- Lista de activadores e inhibidores del comportamiento alimenticio.

Para describir de manera precisa y poder predecir las respuestas a un estimulante alimenticio, las diferentes clases de estímulos deben ser inicialmente clasificados, categorizándose entonces las respuestas comportamentales para cada estímulo específico. Estos comportamientos ya han sido identificados en algunos crustáceos, tal y como se muestra en la Tabla 1 (Lindstedt, 1971; Mackie y Mitchel, 1982; Lee y Meyers, 1996a).



Tabla 1.- Características de las fases que presentan los estímulos químicos.

<b>FASES</b>	<b>CARACTERISTICA</b>
Orientación	Fase durante la cual los químicos pueden actuar como atractantes, repelentes o arrestantes.
Inicio de la alimentación	En esta fase los químicos pueden actuar como incitantes o supresantes.
Continuación de la alimentación	Los químicos pueden actuar como estimulantes o deterrentes.
Fin de la alimentación	Los deterrentes actúan para detener la alimentación.

Por otra parte, los mismos autores señalan que algunos estímulos químicos pueden ser detectados a distancia y en bajas concentraciones, mientras que otros funcionan por contacto directo de la fuente con el receptor (Lindstedt, 1971), tal y como se muestra en la Tabla 2

Tabla 2.- Detección de los estímulos químicos

<b>QUÍMICOS DETECTADOS A DISTANCIA</b>	<b>QUÍMICOS DETECTADOS POR CONTACTO</b>
Atractantes	Incitantes
Repelentes	Supresantes
Arrestantes	Estimulantes
	Deterrentes

### **ATRACTANTES**

Como ya se mencionó, en lo referente a la investigación sobre atractantes, se ha venido trabajando básicamente con dos aproximaciones, la primera que implica la utilización de extractos orgánicos y la segunda en la cual se emplean, bajo diferentes metodologías, moléculas puras, previamente identificadas.

Los resultados de diversas investigaciones indican que los crustáceos responden mejor a estímulos específicos provenientes de su alimento natural con alta energía y contenido nutricional, aunque las respuestas a un estímulo difieren entre especies, lo que probablemente es ocasionado por los hábitos alimenticios (Zimmer-Faust, 1987).

## **EXTRACTOS ANIMALES**

Los estimulantes del comportamiento alimenticio en los organismos acuáticos son frecuentemente obtenidos mediante la preparación de extractos acuosos de los organismos que ingieren normalmente.

Dentro de la amplia gama de extractos probados como atractantes, cabe mencionar en particular las series experimentales desarrolladas con extractos de moluscos, crustáceos y otros organismos, como se enlista en la Tabla 3.

Entre los extractos de moluscos, aquellos que han despertado mayor interés son los realizados a partir del calamar, el cual ha resultado fuertemente atractivo tanto para crustáceos como para peces. Cabe destacar que entre los componentes más abundantes en dicho extracto se encuentran algunos aminoácidos, aminas terciarias y óxido de trimetil-amina (TMAO) (Mackie, 1973; Takei, 1977). Por otra parte, en lo que respecta a crustáceos, los extractos realizados 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 otro tipo de organismos acuáticos han resultado también atractantes, aunque en menor magnitud que los anteriores (Fuke, *et al.*, 1981; Daniel y Bayer, 1989).

A este respecto, se han identificado tres características importantes de los estímulos alimenticios presentes en los extractos:

- a) Los estimulantes más potentes son metabolitos comunes, de bajo peso molecular como: aminoácidos, compuestos cuaternarios de amonio, nucleótidos y ácidos orgánicos.
- b) Especies diferentes de crustáceos y peces pueden responder a diferentes sustancias presentes en un mismo extracto.
- c) La estimulación del comportamiento alimenticio de la mayor parte de los extractos se debe a una mezcla de sustancias más que a una sustancia dominante.

Como grupo éstas sustancias son solubles en agua y se presentan de manera ubícua en los tejidos, a concentraciones mayores que las presentes en el medio ambiente.

Tabla 3.- Resumen de los bioensayos realizados con extractos de moluscos, crustáceos y otros organismos.

GRUPO	EXTRACTO	ESPECIE	RESUL.	MOLECULAS	AUTOR
Molusco	Alcoholosoluble de calamar	<i>Homarus gammarus</i>	positivo	N.I.*	Mackie & Shelton, 1972
Molusco	Alcoholosoluble de calamar	<i>Erimacrus isenbekii</i>	positivo	Ac. glutámico, glicina, prolina, betaína, taurina	Takei, 1977
Molusco	Mezcla sintética de calamar	<i>Salmo gardneri</i> y <i>Scophtalmus sp</i>	positivo	N.I.	Mackie, 1973
Molusco	Extracto de calamar	<i>Homarus gammarus</i>	positivo	prolina, glicina, alanina, arginina	Mackie, 1973
Molusco	Extracto de ostras	<i>Logodon rhomboides</i>	positivo	betaína	Carr <i>et al.</i> , 1984
Molusco	Extracto de calamar	<i>Scophtalmus sp.</i>	positivo	Inosina	Mackie & Adron, 1978
Molusco	Extracto hidroalcoholosoluble de calamar	<i>Penaeus japonicus</i>	positivo	N.I	Cruz-Suárez y Guillaume, 1983
Molusco	Ext. de <i>Mytilus edulis</i> (fracc. de bajo M.W.)	<i>Homarus americanus</i>	positivo	N.I.	Derby, 1984
Molusco	Ext. de <i>Mytilus edulis</i> (fracc. de alto M.W.)	<i>Homarus americanus</i>	negativo	N.I.	Derby, 1984
Molusco	Músculo de abulón	<i>Panulirus interruptus</i>	positivo	Taurina, glicina, lisina	Zimmer-Faust <i>et al.</i> , 1984
Molusco	Extracto de bivalvo, <i>Perna canaliculus</i>	<i>Penaeus esculentus</i>	negativo	N.I.	Hill Wassenberg, 1987
Molusco	Ensilado de vísceras de abulon	<i>Haliotis fulgens</i>	positivo	N.I.	Viana <i>et al.</i> , 1994
Molusco	Caracoles en descomposición	<i>Coenobita rugosis</i>	positivo	N.I.	Rittschof & Sutherland, 1996
Molusco	Extracto de calamar	<i>Salvelinus alpinus</i>	positivo	N.I.	Toften & Jobling, 1997
Crustáceo	Extracto de jaiba	<i>Palaemonetes pugio</i>	positivo	glicina	Carr <i>et al.</i> , 1984

Continuación de la Tabla 3.

GRUPO	EXTRACTO	ESPECIE	RESUL.	MOLECULAS	AUTOR
Crustáceo	Ext. del camarón <i>Metapeneus benattae</i>	<i>Penaeus esculentus</i>	positivo	N.I.	Hill & Wassenberg, 1987
Crustáceo	Extracto de krill <i>Euphausia superba</i>	<i>Pagrus major</i>	positivo	N.I.	Shimizu, <i>et al.</i> 1990
Crustáceo	Extractos de camarón y jaiba	<i>Octopus maya</i>	positivo	N.I.	Lee, 1992
Crustáceo	Extracto de cabeza de Camarón <i>P. monodon</i>	<i>Penaeus vannamei</i>	positivo	N.I.	Holland & Russell, 1993
Peces	Extracto de arenque	<i>Homarus americanus</i>	positivo	N.I.	Daniel y Bayer, 1989
Otros	<i>Perineireis brevicirrus</i>	<i>Chrysophrys major</i>	positivo	amino ácidos	Fuke <i>et al.</i> , 1981

\* N.I.= No Identificadas las moléculas que componen el extracto.

### EXTRACTOS VEGETALES

Hasta el momento la utilización de fuentes vegetales en las dietas para crustáceos, en comparación con las fuentes animales, ha sido limitada, lo que explicaría la secases de bioensayos de quimiorrepción en los cuales se hayan utilizado extractos vegetales.

No obstante, ha sido sugerido que a pesar de que los animales acuáticos no tienen la oportunidad de alimentarse de plantas terrestres, algunas de ellas atraen o estimulan a los vertebrados e invertebrados acuáticos (Harada, 1991). Así, ha sido comprobado el potencial atractante de diferentes sustancias alimenticias terrestres, tales como especias, plantas medicinales y frutas en animales acuáticos.

Sin embargo, hasta el momento este tipo de evaluaciones se han llevado a cabo únicamente con peces y moluscos, y no se conocen estudios de este tipo en crustáceos. Actualmente solo el conocimiento empírico de los pescadores y acuacultores los ha llevado a probar la pulpa del coco como señuelo en trampas para langostino *M. rosenbergii* (Tripathi, 1990). Dentro de este contexto, cabe destacar un estudio realizado con abulón *Haliotis discus*, peces *Misgurnus anguillicaudatus* y atún cola amarilla *Seriola quinqueradiata* los cuales fueron expuestos a diferentes partes del coco, mostrando un gran potencial atractante en las tres especies

de animales acuáticos. Tanto la leche de coco como la cáscara y la albúmen de coco se encontraron siempre con los valores más altos de atracción (Harada y Miyasaki, 1997).

Por otra parte, se ha determinado el valor de ciertos forrajes agrícolas y subproductos como alimentos suplementarios para cangrejos de río *Procambarus clarkii*, reportando mayores rendimientos con heno de arroz (736 Kg/ha) y heno de zacate bahía (733 Kg/ha) (Rivas *et al.*, 1978). Adicionalmente se ha reportado que los acociles crecen mejor cuando se les alimenta con una combinación de plantas (*Polygonum sp.* y *Jussiaea*) que al alimentarlos con paja de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) (Romaine *et al.*, 1978). Lo anterior implica que los vegetales constituyen una fuente importante de alimento para los acociles y por lo tanto existe la posibilidad de que los extractos puedan estimular su comportamiento alimenticio.

En estudios similares, se ha estudiado el consumo y la digestibilidad aparente de macrofitas acuáticas con el langostino *Orconectes virilis*, siendo la cola de caballo (*Equisetum sp.*) la que presentó mejores resultados, muy por encima de otras como *Typha sp.*, *Sagittaria sp.* y *Vallisneria sp.* (Brown *et al.*, 1990). Por último, se evaluó la eficiencia de asimilación y el porcentaje de ingestión de *Procambarus clarkii*, alimentados con alfalfa (*Medicago sativa*), lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y berro (*Nasturtium sp.*); cuando estos vegetales fueron utilizados frescos se encontró un mayor porcentaje de eficiencia de asimilación con la alfalfa, mientras que cuando se utilizaron con un tiempo de descomposición de 30 días, el lirio acuático presentó mayor consumo (Muñoz-Ortiz, 1993). Por otra parte, se determinó que la alfalfa fresca poseía una mayor cantidad de los aminoácidos arginina, lisina, histidina y tirosina, mientras que al ser analizada después de un proceso de ensilado presentaba una mayor cantidad de aminas biogénicas, específicamente putrescina, cadaverina y espermidina, encontrándose una relación inversamente proporcional entre la arginina-putrescina, lisina-cadaverina y metionina-espermidina (Phuntsok, *et al.*, 1995).

Los antecedentes anteriores, a pesar de no estar directamente relacionados con las pruebas clásicas de quimiorrecepción, nos pueden dar una idea del tipo de extractos vegetales que pueden

ser utilizados como atractantes para crustáceos en bioensayos de laboratorio como en bioensayos de campo en condiciones naturales.

En este sentido, también se deben tomar en cuenta algunos estudios en los cuales se mencionan fuentes vegetales que actúan como deterrentes, tal es el caso del alga verde *Halimeda incrassata* para el pez herbívoro *Sparisoma radians* (Targett *et al*, 1986 ), sin olvidar que el uso de proteínas vegetales en alimentos para organismos acuáticos tiende a restringirse debido a que la mayoría de estas fuentes presentan toxinas y factores antinutricionales que probablemente actúen como arrestantes o deterrentes (Mendoza, 1993), de la misma manera, la inclusión de altos porcentajes ha sido asociada a factores anti-palatables y anti-attractantes (Lim y Dominy, 1989).

#### **MOLECULAS PREVIAMENTE IDENTIFICADAS**

Entre los estudios realizados para determinar el potencial de atracción de moléculas previamente identificadas, se han reportado algunas sustancias de bajo peso molecular que pueden ser utilizadas como atractantes para crustáceos decápodos, dentro de las cuales destacan los aminoácidos, nucleótidos, sales cuaternarias y algunos azúcares, entre otros.

---

#### **Aminoácidos**

En el caso de los bioensayos con aminoácidos, las generalizaciones resultan delicadas puesto que en la mayor parte de los casos sólo se han probado algunos de ellos y únicamente con ciertas especies, lo cual implica cierto desconocimiento sobre el potencial de la mayor parte de éstos. En la Tabla 4 se sumarizan algunas series experimentales que denotan la eficiencia de algunos aminoácidos en particular.

Tabla 4- Resumen de los bioensayos realizados con aminoácidos como atrayentes alimenticios en diferentes especies de crustáceos y peces.

AMINOACIDOS	ORGANISMO	RESULTADO	AUTOR
Glicina	<i>Cambarus sp.</i>	positivo	Hodgson, 1958
Arginina, Alanina	<i>Ostrina sp.</i>	positivo	Beck y Hanec, 1958*
Alanina, Prolina, Tirosina, Ac. glutámico	<i>Homarus americanus</i>	positivo	McLeese, 1970
Arginina	<i>Penaeus japonicus</i>	positivo	Kitabayashi <i>et al.</i> , 1971 <sup>b</sup>
Lisina, Arginina	<i>Penaeus merguensis</i>	positivo	Ilindley, 1975
Taurina	<i>Panulirus argus</i>	positivo*	Fuzessery <i>et al.</i> , 1978
L-glutámico Glicina, Taurina	Crustáceos Decápodos	positivo	Heinen, 1980
Taurina, Prolina Arginina, Glicina	<i>Pleuronectes platessa</i>	positivo	Mackie, 1982
Taurina	<i>Panulirus argus</i>	positivo*	Thompson y Ache, 1980
L-Alanina, L-Serina L-Histidina	<i>Orconectes limosus</i>	positivo	Bauer <i>et al.</i> , 1981
Arginina, Lisina	<i>Homarus americanus</i>	positivo	Carter y Steele, 1982 <sup>b</sup>
Alanina, Leucina, Phenilalanina	<i>Salmo gairdneri</i>	positivo	Marui <i>et al.</i> , 1983
Taurina, Ac. glutámico	<i>Panulirus argus</i>	positivo*	Derby <i>et al.</i> , 1984
Arginina, Lisina Taurina	<i>Orconectes limosus</i>	positivo*	Hatt, 1984
Isoleucina	<i>M. rosenbergii</i>	positivo	Holland, 1985
Taurina, Glicina Arginina	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	positivo	Harpaz <i>et al.</i> , 1987
Arginina	<i>Penaeus japonicus</i>	positivo	Nakamura, 1987 <sup>b</sup>
L-isoleucina, Glicina Hidroxi-L-prolina L-glutamato, L-valina	<i>Orconectes virilis</i>	positivo	Tierney y Atema, 1987
Glicina, L-glutamato	<i>Orconectes rusticus</i>	positivo	Tierney y Atema, 1987
Glicina, taurina	<i>Panulirus argus</i>	positivo	Derby y Atema, 1988
L-arginina Taurina	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	positivo*	Derby y Harpaz, 1988
Arginina	<i>Palaeomon elegans</i>	positivo	Kurmaly <i>et al.</i> , 1990
Taurina, Glicina	<i>Panulirus argus</i>	positivo*	Trapido <i>et al.</i> , 1990
Valina y $\beta$ -alanina	<i>Uca longisignalis</i> <i>Uca pugilator</i>	positivo	Weissburg & Zimmer-Faust, 1991
Glicina	<i>Panulirus interruptus</i>	positivo	Zimmer-Faust, 1991

Continuación de la Tabla 4.

AMINOACIDOS	ORGANISMO	RESULTADO	AUTOR
L-glutamato, Taurina Hidroxi-L-prolina L-arginina	<i>Homarus americanus</i>	positivo*	Coroto, <i>et al.</i> 1992
Glicina, Prolina, Taurina	<i>Octopus maya</i>	positivo	Lee, 1992
Histidina, Arginina	<i>Planorbarius corneus</i>	positivo	Lombardo <i>et al.</i> , 1992
Hidroxi-prolina Taurina	<i>Homarus americanus</i>	positivo*	Voight y Atema, 1992
Histidina, Arginina	<i>Panulirus argus</i>	Positivo*	Fadool <i>et al.</i> , 1993
Mezcla de aminoácidos	<i>Penaeus monodon</i>	positivo	Hartati y Briggs, 1993
Alanina, Arginina, Serina, Taurina	<i>Penaeus monodon</i>	Positivo	Coman <i>et al.</i> , 1996

\* bioensayos realizados mediante técnicas electrofisiológicas.

\* citados por Lindstedt, 1971.

† citados por Lee y Meyers, 1996a.

#### Utilización de los aminoácidos como quimioestimulantes.

La quimiodetección de ciertos aminoácidos por los crustáceos y otros organismos acuícolas parece tener un rol dentro de la sobrevivencia de las especies, ya que están dotados evolutivamente de receptores específicos que permiten la localización de determinadas sustancias o moléculas que forman parte de su dieta (Derby y Atema, 1982).

Dentro de este contexto, cabe mencionar que los aminoácidos libres son abundantes como osmolitos difundiendo rápidamente de los tejidos de los invertebrados acuáticos que constituyen la dieta principal de los crustáceos omnívoros (Zimmer-Faust, 1987).

Así, por ejemplo, se ha encontrado que la arginina es parte constituyente de diversos extractos de calamar, mismos que a su vez han presentado buenos resultados como quimioestimulantes para la langosta *Homarus gammarus* (Mackie y Shelton, 1972; Mackie, 1973), al igual que para el salmón *Salmo gairdneri* (Mackie, 1973), y el cangrejo *Erimacrus isenbekii* (Takei, 1977).



De igual manera, la lisina ha sido identificada como componente del músculo del abulón, que resultó ser estimulante del comportamiento alimenticio de la langosta *Panulirus interruptus* (Zimmer-Faust *et al.*, 1984b) y del camarón *Penaeus merguensis* (Hindley, 1975).

Por su parte, Carr *et al.*, (1996) mencionan que la histidina se ha encontrado como un constituyente importante en extractos de sardinias y macarelas (*Sardinella anchovia* y *Scomber japonicus*, respectivamente), además de la jaiba azul (*Callinectes sapidus*). Extractos de esta última especie fueron utilizados para estimular el comportamiento alimenticio de *Palaemonetes pugio* (Carr *et al.*, 1984).

Por último, se ha observado que la tirosina forma parte, aunque en concentraciones muy bajas, de extractos de camarón (*Metapeneus benettiae*), el cual propicia un efecto estimulante positivo en individuos de *Penaeus sculentus* (Carr *et al.*, 1984).

### **AMINAS BIOGENICAS**

Las aminas biogénicas son moléculas provenientes de la degradación de diferentes aminoácidos (Gouygou *et al.*, 1989), proceso que se presenta normalmente en condiciones de descomposición de la materia orgánica.

Con la finalidad de lograr un mejor entendimiento, se deben de tomar en cuenta los procesos que ocurren inmediatamente después de la muerte de un organismo, tal y como se describe en la Figura 4.



El proceso de formación de las aminas biogénicas así como el tiempo que tardan en formarse han sido descritos ya en investigaciones anteriores (Montemayor, 1995).

### ***EFFECTO DE LAS AMINAS BIOGENICAS EN LOS ORGANISMOS***

Los efectos provocados por el consumo de aminas biogénicas varía según el organismo. En el hombre se pueden producir cambios en la presión sanguínea, reducción de la movilidad intestinal, diarrea y efectos adversos sobre el sistema nervioso (Huisman, *et al.*, 1992). En el caso específico de la histamina, esta puede ocasionar una respuesta alérgica ya que es un dilatador capilar (Regenstein y Regenstein, 1991).

Las aminas biogénicas, al ser utilizadas en concentraciones adecuadas pueden resultar atractantes, como en los casos de *Orconectes rusticus* y *Macrobrachium rosenbergii*. En estas investigaciones, el primero resultó ligeramente estimulado por la putrescina (Tierney y Atema, 1987), mientras que para el segundo, la cadaverina y la putrescina resultaron ser atractantes y estimulantes alimenticios logrando promover un consumo de alimento mayor al 200% en comparación con un alimento comercial (Mendoza, *et al.* 1997). Sin embargo, a bajas concentraciones no se obtienen diferencias significativas en atractabilidad cuando se utilizan con *Homarus americanus* (Daniel y Bayer, 1987). Contrariamente, al ser ingeridas en altas concentraciones por pollos y peces, pueden causar efectos adversos tales como intolerancia al alimento, hipersensibilidad o daño intestinal (Taylor, 1984; Kuba *et al.*, 1983; Murray *et al.*, 1982; Sakaguchi *et al.*, 1982).

Así mismo, se ha reportado que las aminas biogénicas juegan cierto papel como promotoras de crecimiento cuando se emplean en bajas concentraciones. Cuando se utilizó la putrescina como suplemento en alimento para pollos, se observó que a dosis de 0.2% incrementaba el crecimiento (Smith, 1990), sin embargo, este efecto no se logró encontrar cuando se adicionó putrescina al alimento para truchas, ya que aparentemente la putrescina era oxidada antes de ser asimilada. La falta del efecto de esta amina se atribuye a la enzima diamino-oxidasa, ya que el trayecto del alimento es más largo en truchas (36 horas) que en pollos (4 horas), por lo que hay más tiempo para oxidarla (Cowey y Cho, 1992).

Por otro lado, las aminos son esenciales para el crecimiento celular, siendo necesarias para la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos y para la formación de purinas (Smith, 1990). Además afectan las actividades de ciertas enzimas y en particular la putrescina protege a las células de un shock osmótico (Pegg, 1986, citado por Cowey y Cho, 1992).

### **SINERGISMO Y ANTAGONISMO**

Existe la posibilidad de que el estímulo alimenticio sea provocado por distintas sustancias o moléculas que actúen de manera combinada. Hasta el momento, en bioensayos realizados con diferentes crustáceos (Tabla 5), se han utilizado mezclas a concentraciones establecidas y en proporciones definidas. Dentro de estas mezclas destaca en particular la utilización de aminoácidos, nucleótidos, nucleósidos, lactato y compuestos cuaternarios de amonio. Estas pueden provocar en un organismo dos respuestas: supresión o sinergismo. El primer tipo de respuesta se genera cuando los resultados de las mezclas son menores a los resultados de cada uno de sus componentes por separado y el segundo cuando los resultados de las mezclas son superiores a los resultados de cada uno de sus componentes (Carr *et al.*, 1989).

Con el fin de ejemplificar este aspecto, vale la pena mencionar la serie de bioensayos efectuados con *Palaemonetes pugio* en los cuales se utilizó una mezcla de cuatro tejidos animales que contenían metabolitos de bajo peso molecular (nucleótidos, nucleósidos y compuestos cuaternarios), en donde se observó que existía una mayor excitabilidad empleando la mezcla, que aplicando los metabolitos de forma individual (Carr y Derby, 1986a).

Por su parte, Kamamura *et al.*, (1995) observaron que una mezcla de extracto de pescado con caña de azúcar funcionaba mejor como un cebo para las jaibas *Portunus pelagicus* y *Charybdis japonica*, que el extracto de pescado o la caña de azúcar utilizados de manera individual.

De la misma manera que en los extractos, la acción de los aminoácidos puede resultar sinérgica, ya que éstos generalmente son más efectivos en forma conjunta que cuando se usan por separado (Heinen, 1980; Hartati y Briggs, 1993).

En un estudio de quimioatracción con el camarón marino *Palaemonetes pugio*, se comparó la efectividad de una mezcla sintética de aminoácidos más betaína en concentraciones similares a los encontrados en el extracto acuoso de cangrejo azul (*Callinectes sapidus*), se probaron estos dos atractantes y un tercero que incluía además de la mezcla de aminoácidos y la betaína, una serie de nucleótidos tales como el AMP, ADP, ATP, etc., resultando con mayor efectividad el extracto acuoso de cangrejo, seguido de la mezcla con nucleótidos (Carr, *et al.*, 1986).

La betaína esta presente en altos niveles en muchos invertebrados marinos los cuales son presas de peces y crustáceos, esto contribuye a explicar el porque tenga entre sus propiedades una alta palatabilidad (Guerin, 1998). Además, la betaína generalmente presenta un efecto sinérgico al ser mezclada con otros aminoácidos como la glicina y la alanina, o con otros metabolitos de bajo peso molecular, ocasionando un aumento en su atractabilidad.

El sinergismo ha sido demostrado en numerosas ocasiones en estudios de quimiosensibilidad y se ha sugerido que es el resultado de la activación de varios sitios receptores por diferentes compuestos. Un ejemplo es la fuerte respuesta de *P. monodon* a las mezclas de aminoácidos y betaína, lo que sugiere que puede ocurrir una interacción sinérgica (Coman *et al.*, 1996).

En resumen, la mezcla de estimulantes alimenticios frecuentemente tiene un mayor efecto sobre el comportamiento de una gran variedad de animales acuáticos, que iguales concentraciones de compuestos simples (Carr, 1978; Carr y Derby, 1986b; Ache, 1988). Sin embargo, se ha demostrado que pueden igualmente presentarse efectos antagónicos al utilizar ciertas combinaciones de moléculas en conjunto como atractantes, tal es el caso de la mezcla Prolina-Alanina-Arginina-Taurina utilizadas en langostas y cuya falta de eficacia se atribuye principalmente a la competencia por los sitios receptores (McLeese, 1970; Johnson y Ache, 1978; Ache, *et al.*, 1986). Resultados similares han sido reportados por Derby, *et al.*, (1991) al utilizar mezclas de betaína mas cistina y cistina más taurina, observando que en *P. argus* éstas mezclas tenían menor efecto que al utilizar sus componentes por separado.

Contrariamente a todo lo anterior, Zimmer-Faust *et al.*, (1984b) encontraron que un compuesto simple (glicina) puede ser más efectivo para *Panulirus interruptus*, que ciertas mezclas conteniendo la misma molécula entre sus componentes. Igualmente, para *Macrobrachium rosenbergii* se encontró que un solo compuesto (cadaverina) presentaba mejores resultados en términos de atractabilidad y palatabilidad que algunos extractos como el hidroalcoholosoluble de calamar (Mendoza *et al.*, 1997).

Tabla 5.- Lista de estudios sobre sinergismo realizados con diferentes especies de crustáceos.

MEZCLAS	GRUPO o ESPECIE	RESULTADO	AUTOR(ES)
Betaína + Arginina	<i>Palaemonetes pugio</i>	(+)	Carr, 1978
Glutamina + Betaína + Taurina	<i>Penaeus monodon</i>	(+)	Hainen, 1980
Aminoácidos + betaína + AMP + ADP + ATP + IMP + Ac. Láctico + TMO + Homarina	<i>Palaemonetes pugio</i>	(+)	Carr <i>et al.</i> , 1984
Betaína + Alanina + Arginina + Cisteína + Glicina + Lisina + Histidina + Serina + Prolina + Tirosina + Valina + Taurina + Ac. Aspártico	<i>Palaemonetes pugio</i>	(+)	Carr <i>et al.</i> , 1984
Aminoácidos + Lactato + Nucleótidos + Nucleósidos + Compuestos cuaternarios (Betaína, Homarina y TMO).	<i>Palaemonetes pugio</i>	(+)	Carr y Derby, 1986a
Glicina + Putrescina + Glicina	<i>Orconectes rusticus</i>	(+)	Tierney y Atema, 1987
Triptófano + Tirosina	<i>Orconectes virilis</i>	(+)	Tierney y Atema, 1987
AMP + extractos de camarón	<i>Homarus americanus</i>	(+)	Carr <i>et al.</i> , 1986
Arginina + Tirosina + Histidina + Cisteína + Glicina + Lisina	<i>Penaeus monodon</i>	(+)	Hartati y Briggs, 1993
Glicina + Alanina + Serina + Succinato + Oxalato	<i>Palinurus argus</i>	(+)	Lee y Meyers, 1996b
Glicina + Alanina o Taurina	Crustáceos	(-)	Lee y Meyers, 1996a
Betaína + Alanina + Lisina + Prolina + Cisteína	<i>Penaeus monodon</i>	(+)	Coman <i>et al.</i> , 1996
Taurina	<i>Homarus americanus</i>	(+)	Daniel, <i>et al.</i> , 1996
Glutamina + Taurina	<i>Panulirus argus</i>	(+)	Steullet & Derby, 1997
Glutamina + Taurina	<i>Panulirus argus</i>	(+)	Steullet & Derby, 1997
Betaína + Glicina o Alanina	Crustáceos	(+)	Guerin, 1998

## FACTORES EXPERIMENTALES

### SISTEMAS DE MONITOREO PARA BIOENSAYOS DE QUIMIOESTIMULANTES

Hasta hace algunos años la mayoría de los bioensayos con especies acuáticas eran utilizados para conocer los efectos de los contaminantes así como su grado de toxicidad, basándose principalmente en la mortalidad de los organismos. En la actualidad, y debido a la necesidad de evaluar el comportamiento de los organismos al contacto con diferentes moléculas se ha incentivado la búsqueda de nuevas técnicas. La mayor ventaja al utilizar la conducta como una herramienta, es que los resultados de las pruebas de comportamiento a menudo se presta a una interpretación directa con respecto al medioambiente, lo que permite extrapolar las posibles respuestas a la población.

#### *Bioensayos en Acuarios*

Este tipo de bioensayos es el realizado en acuarios con barreras opacas con la intención de que los organismos no tengan contacto visual entre ellos. Este tipo de sistemas ha sido utilizado para demostrar la presencia de feromonas, u otro tipo de moléculas en el agua, secretadas por individuos situados en un lado del acuario y percibidas por otros organismos en el lado opuesto (Takayanagi, *et al*, 1986). Este tipo de dispositivo permite la utilización de organismos de mayor tamaño, pero, al igual que en el caso anterior, las concentraciones de las moléculas son difíciles de estimar cuando estas son liberadas por los organismos, no así cuando son añadidas directamente al acuario o por medio de un vehículo, el cual debe de tener características anti-attractante y antipalatable. Una variante de este tipo de bioensayos es la utilización de acuarios relativamente grandes (mayores de un metro de largo), en el cual es colocado el estímulo en un extremo mientras el organismo es colocado en el extremo opuesto. La finalidad de esta metodología es determinar el comportamiento alimenticio de los organismos registrando el tiempo que tardan desde la percepción hasta la ingestión del alimento que contiene el estímulo (Costero y Meyers, 1993).

En la Tabla 6 se enlistan las investigaciones realizadas hasta el momento utilizando acuarios.

Tabla 6.- Serie de investigaciones sobre quimiorrecepción realizadas en acuarios.

<p><b>Bioensayos en acuarios</b></p> 	<i>Homarus americanus</i>	McLeese (1970)
	<i>Homarus americanus</i>	Mackie y Shelton (1972)
	<i>Homarus americanus</i>	McLeese (1973)
	<i>Homarus gammarus</i>	Mackie (1973)
	<i>Callinectes sapidus</i>	Pearson y Olla (1977)
	<i>Palaemonetes pugio</i>	Carr (1978)
	<i>Cancer magister</i>	Pearson <i>et al.</i> (1980)
	<i>Homarus americanus</i>	Carter y Steele (1982)
	<i>Salmo gairdneri</i> <sup>1</sup>	Marui <i>et al.</i> (1983)
	<i>Homarus americanus</i>	Derby (1984)
	<i>Panulirus interruptus</i>	Zimmer-Faust <i>et al.</i> (1984a)
	<i>Orconectes virilis</i>	Hazlett (1985)
	<i>Homarus americanus</i>	Daniel y Bayer (1987)
	<i>Orconectes virilis</i> <i>O. rusticus</i>	Tierney y Atema (1987)
	<i>Panulirus argus</i>	Zimmer-Faust <i>et al.</i> (1988)
	<i>Panulirus argus</i>	Derby <i>et al.</i> (1989)
	<i>Panulirus argus</i>	Fine-Levy <i>et al.</i> (1989)
	<i>Orconectes rusticus</i>	Hazlett (1990)
	<i>Oncorhynchus mykiss</i> <sup>1</sup>	Koskela <i>et al.</i> (1991)
	<i>Clibanarius vittatus</i>	Kratt y Rittschof (1991)
	<i>Panulirus interruptus</i>	Zimmer-Faust (1991)
	<i>Uca longisignalis</i>	Weissburg y Zimmer-Faust (1991)
	<i>Procambarus clarkii</i>	Dunham y Oh (1992)
	<i>Panulirus argus</i>	Fine-Levy y Derby (1992)
	<i>Anguilla anguilla</i> <sup>1</sup>	Ajuzie y Appelbaum (1993)
	<i>Penaeus vannamei</i>	Costero y Meyers (1993)
	<i>Seriola quinqueradiata</i> <sup>1</sup>	Kohbara y Hidaka (1993)
	<i>Penaeus monodon</i>	Coman <i>et al.</i> (1996)
<i>Procambarus clarkii</i>	Dunham y Oh (1996)	
<i>Macrobrachium</i> <i>rosenbergii</i>	Mendoza, <i>et al.</i> (1997)	
<i>Oncorhynchus mykiss</i> <sup>1</sup>	Oikawa y March (1997)	

<sup>1</sup> - peces

### Opción Múltiple

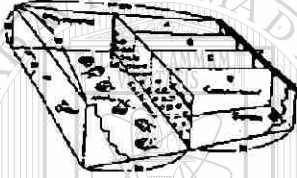
Existen sistemas denominados de opción múltiple que se realizan en tanques o acuarios, con la finalidad de observar la preferencia de los organismos a una amplia gama de estímulos (Harada, *et al.*, 1994), con la ventaja de que al estar disponibles diferentes tipos de estímulos al mismo tiempo, queda de manifiesto la preferencia de aquel estímulo que evoque la mayor respuesta comportamental. La principal desventaja de este sistema se presenta cuando se utiliza



más de un organismo, ya que puede influir la diferencia de tamaño de los mismos y por lo tanto la presencia de organismos dominantes en la población.

En la Tabla 7 se enlistan la serie de investigaciones desarrolladas hasta el momento utilizando este tipo de dispositivo.

Tabla 7.- Serie de investigaciones en las cuales se utilizó un dispositivo de opción múltiple.

<p>Opción Múltiple</p> 	<i>Merlangius merlangius</i> <sup>1</sup>	Pawson (1977)
	<i>Pinnotheres maculatus</i>	Derby y Atema (1980)
	<i>Panulirus argus</i>	Reeder y Ache (1980)
	<i>Homarus americanus</i>	Devine y Atema (1982)
	<i>Urosalpinx cinerea</i> <sup>2</sup>	Brown y Ritschof (1984)
	<i>Palaemonetes pugio</i>	Carr <i>et al.</i> (1984)
	<i>Homarus americanus</i>	Atema y Cowan (1986)
	<i>Homarus americanus</i>	Daniel y Bayer (1987)
	<i>Brachidanio rerio</i> <sup>1</sup>	Steele <i>et al.</i> (1990)
	<i>Penaeus aztecus</i> <i>Penaeus setiferus</i>	Benfield y Aldrich (1991)
	<i>Seriola quinqueradiata</i> <sup>1</sup> y <i>Haliotis discus</i> <sup>2</sup>	Harada (1991)
	<i>Penaeus aztecus</i> <i>Penaeus setiferus</i>	Benfield y Aldrich (1992)
	<i>Haliotis fulgens</i> <sup>2</sup>	Viana <i>et al.</i> (1994)
	<i>Cambarus bartonii</i>	Dunham <i>et al.</i> (1997)

<sup>1</sup>.- peces

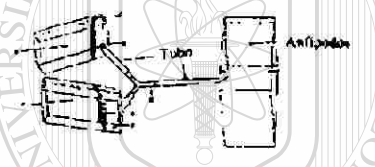
<sup>2</sup>.- moluscos

### Y-Mazes

Este tipo de dispositivos son una variante de las pruebas de opción múltiple, con la particularidad que el número de opciones se limita a dos. Son utilizados principalmente en estudios hechos sobre feromonas con el fin de observar las respuestas de un sexo a las secreciones conteniendo feromonas del sexo opuesto en etapa receptiva y/o no receptiva (Botowski, 1984). El uso de este tipo de dispositivos presenta la ventaja de eliminar la posibilidad de que los organismos respondan exclusivamente a la corriente de agua. Esto es, porque el flujo en ambos lados está balanceado de tal manera que solo varía la presencia o ausencia del estímulo. Sin embargo, este sistema tiene como desventaja el solo poder ser utilizado con especies de pequeño tamaño como anfipodos, adicionalmente resulta difícil estimar las concentraciones de los estímulos, ya que estos son liberados por los mismos organismos.

En la Tabla 8 se enlistan la serie de investigaciones que se han desarrollado utilizando dispositivos del tipo Y-mazes.

Tabla 8.- Investigaciones realizadas utilizando dispositivos del tipo Y-mazes.

Y-Mazes	ESPECIE	REFERENCIA
	<i>Asterias rubens</i> <sup>1</sup>	Castilla y Crisp (1970)
	<i>Carcinus maenas</i>	Shelton y Mackie (1971)
	<i>Asterias rubens</i> <sup>1</sup>	Castilla (1972)
	<i>Urosalpinx cinerea</i> <sup>2</sup>	Pratt (1974)
	<i>Echinus acutus</i> <sup>3</sup>	Bondsdorff y Vahl (1982)
	<i>Echinus esculentus</i> <sup>3</sup>	
	<i>Crossaster papposus</i> <sup>1</sup>	Sloan y Northway (1982)
	<i>Orconectes propinquus</i>	Tierney y Dunham (1982)
	<i>Palaemonetes pugio</i>	Carr y Thompson (1983)
	<i>Carcinus maenas</i>	Hauchau y Fontaine (1984)
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	Borowski (1984)
	<i>Gammarus palustris</i>	Borowski (1985)
	<i>Petromyzon marinus</i> <sup>1</sup>	Lisowski <i>et al</i> (1986)
	<i>Oncorhynchus kisutch</i> <sup>1</sup>	Rehnberg y Schreck (1987)
	<i>Panaeus setiferus</i>	Benfield y Aldrich (1991)
	<i>Panaeus aztecus</i>	
	<i>Panaeus setiferus</i>	Benfield y Aldrich (1992)
	<i>Panaeus aztecus</i>	
<i>Octopus maya</i> <sup>2</sup>	Lee (1992)	
<i>O. bimaculoides</i> <sup>2</sup>	Lombardo <i>et al</i> (1992)	
<i>Planorbarius corneus</i> <sup>2</sup>		

<sup>1</sup>- peces      <sup>2</sup>- moluscos      <sup>3</sup>- equinodermo

### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

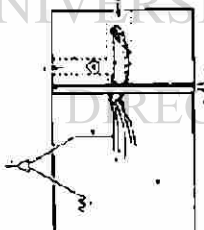
Dentro de los tipos de dispositivos mencionados anteriormente, es recomendable el empleo de sistemas de monitoreo por televisión para observar las respuestas que presentan los organismos a diferentes estímulos y/o para medir las preferencias hacia determinado alimento (Hill y Wassenberg, 1987; Harpaz y Steiner, 1990). La utilización de video-cámara, representa ventajas tales como una reducción en el stress provocado al organismo utilizado y, por otro lado, facilita la detección de las diferentes fases comportamentales que presentan y el tiempo preciso en que se realizan.

## ELECTROFISIOLÓGICOS

Otro tipo de aproximación desarrollada para realizar estudios de quimiorrecepción, implica la evaluación de la respuesta electrofisiológica a nivel de células receptoras sensoriales ubicadas en células específicas (astetascos). Este tipo de estudios presenta la ventaja de poder determinar con exactitud la concentración del estímulo por medio de la cual se obtiene el umbral máximo de respuesta. Otra ventaja estriba en la baja cantidad de animales que se utilizan, ya que con un solo apéndice es posible llevar a cabo varias pruebas, sin tener que desarrollar los métodos tradicionales de comportamiento alimenticio. Contrariamente, la desventaja de este tipo de aproximaciones radica principalmente en que se ha demostrado que la quimiorrecepción de una molécula o compuesto a nivel electrofisiológico, no garantiza que estos puedan influir en el organismo a nivel de comportamiento (Derby y Atema, 1982; Derby y Harpaz, 1988).

En la Tabla 9 se enlistan la serie de investigaciones desarrolladas hasta el momento utilizando este tipo de dispositivo.

Tabla 9.- Serie de investigaciones realizadas mediante respuestas electrofisiológicas.

Electrofisiológicos	<i>Panulirus argus</i>	Fuzessery <i>et al.</i> (1978)
		<i>Panulirus argus</i>
<i>Orconectes limosus</i>		Bauer <i>et al.</i> (1981)
<i>Homarus americanus</i>		Derby y Atema (1982)
<i>Palaemonetes pugio</i>		Derby <i>et al.</i> (1984b)
<i>Palaemonetes pugio</i>		Carr y Derby (1986b)
<i>Panulirus argus</i>		Carr <i>et al.</i> (1986)
<i>Panulirus interruptus</i>		Zimmer-Faust <i>et al.</i> (1988)
<i>Panulirus argus</i>		Derby <i>et al.</i> (1989)
<i>Pagrus major</i> <sup>1</sup>		Shimizu <i>et al.</i> (1990)
<i>Panulirus argus</i>		Daniel y Derby (1991)
<i>Panulirus argus</i>		Derby <i>et al.</i> (1991)
<i>Homarus americanus</i>		Corotto <i>et al.</i> (1992)
<i>Panulirus argus</i>		Steullet y Derby (1997)

<sup>1</sup> peces

## ESTADO NUTRICIONAL DE LOS ORGANISMOS EXPERIMENTALES

En términos generales, es recomendable trabajar con organismos sometidos a un período previo de ayuno que va de 24 horas hasta varios días, esto con la finalidad de acentuar las

respuestas y evitar cualquier tipo de acondicionamiento hacia alguna dieta en particular (Costero y Meyers, 1993).

Lee y Meyers, (1996a) constataron que se puede presentar cierto condicionamiento ingestivo debido a factores preingestivos (gusto, textura, forma del pellets, etc.) o postingestivos (digestibilidad, asimilación o valor nutricional). La mayor parte de las investigaciones sobre el comportamiento ingestivo se han enfocado a los efectos de la inanición. La privación del alimento antes de una prueba tiene un efecto directo en el umbral de detección, mientras que la adaptación a los químicos asociados con el alimento pueden resultar en la reducción del consumo (Kurnaly *et al.*, 1990).

#### **ALTERNATIVAS DE INCORPORACION DE ATRACTANTES EN EL ALIMENTO**

La forma de suministro de los atractantes varía de acuerdo al sistema utilizado, así, pueden ser incorporados de las siguientes maneras:

1) Incluidos en el alimento

- a) inclusión en el alimento antes de procesarlo;
- b) inclusión en el alimento (aspersión) después de procesarlo;
- c) inclusión en el alimento justo antes de ser ofrecido a los animales.
- d) inclusión en el estanque al mismo tiempo que se ofrece el alimento (Lee y

Meyers, 1996a).

2) Ser agregados directamente al acuario en forma líquida.

#### **DOSIS**

Los datos de niveles óptimos de algunos aminoácidos y las consideraciones de costo sugieren que las concentraciones apropiadas de quimioattractantes sean de 1% ó menos (Heinen, 1980).

Por otro lado, se debe tomar en cuenta que la concentración de los estimulantes puede alterar su efecto, un ejemplo es el caso de la betaína, la cual induce el comportamiento

alimenticio en *M. rosenbergii* cuando es utilizada en bajas concentraciones (Harpaz y Steiner, 1990), pero actúa como repelente a altas concentraciones en *Palaemonetes pugio* (Carr, 1978).

### **FACTORES CRITICOS EXPERIMENTALES**

Lee y Meyers (1996a) sugieren algunos factores críticos experimentales que afectan los resultados de los estudios de quimiorrecepción y los enlistan como sigue:

- ◆ Se debe de utilizar un dispositivo experimental que asegure que los estímulos externos, visuales o mecánicos no interfieran con la percepción y respuesta de los estímulos químicos.
- ◆ El uso de animales individuales en las primeras etapas de identificación de los atrayentes y estímulos alimenticios es ampliamente recomendado. Las etapas subsecuentes, tales como estudios en campo pueden incluir poblaciones animales para evaluar la aplicación práctica de los quimioatractantes y estimulantes.
- ◆ La utilización de concentraciones adecuadas del estímulo químico puede evitar la rápida habituación de los quimiorreceptores.
- ◆ La estandarización o definición de respuestas comportamentales específicas que puedan ser medidas cuantitativamente y analizadas estadísticamente.
- ◆ Un período de ayuno de 24 horas previo al experimento.
- ◆ La utilización de métodos estadísticos apropiados.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## METODOLOGIA

Se utilizaron cuatro especies de crustáceos de interés comercial, siendo dos de éstas dulceacuícolas: Langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) y Acocil rojo, (*Procambarus clarkii*) y dos marinas: Camarón blanco (*Liopenaeus vannamei*) y Camarón azul (*L. stylirostris*). Se emplearon juveniles y adultos de ambos sexos para observar las eventuales diferencias con respecto a los estímulos probados. 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, *et al* (1987). También se tuvo especial cuidado en utilizar ejemplares sin ausencia de apéndices, específicamente antenas y antenulas, ya que es en éstas donde se localizan los receptores. Los ejemplares se mantuvieron con un fotoperíodo de 12 horas luz y 12 horas 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 horas. Cada organismo fue evaluado una sola vez con la finalidad de evitar un posible acondicionamiento al tipo de bioensayo utilizado. Por último y tomando en cuenta resultados preliminares que indicaron que machos y hembras presentaban respuestas similares a los quimioestimulantes probados, se usaron indistintamente ejemplares de ambos sexos.

---

### ORIGEN DE LOS ANIMALES

Se obtuvieron ejemplares de *L. vannamei*, con un peso promedio de  $8 \pm 2$  gr., de la granja camaronícola Vista Hermosa, ubicada en el Municipio de Soto La Marina, Tamaulipas.

Los individuos de *L. Stylirostris*, con un peso promedio de  $8 \pm 2$  gr. fueron obtenidos tanto de la granja camaronícola Acuatam, localizada en Tampico, Tamaulipas como del CIBNOR de La Paz, Baja California Sur.

Los ejemplares de *P. clarkii* fueron colectados en diversas localidades en los municipios de Santiago y Cadereyta Jiménez, Nuevo León. Adicionalmente, una parte de los organismos experimentales se obtuvieron mediante la reproducción y mantenimiento de los mismos en las

instalaciones del laboratorio de zoología de la F.C.B., U.A.N.L. Los ejemplares de esta especie fueron utilizados cuando alcanzaron un peso promedio de  $7 \pm 1$  gr.

Los ejemplares de *M. Rosenbergii*, con un peso promedio de  $9 \pm 1$  gr., fueron obtenidos del Laboratorio Vista Hermosa, a cargo del Gobierno de Tamaulipas, ubicado en el Municipio de Soto La Marina, Tamps.

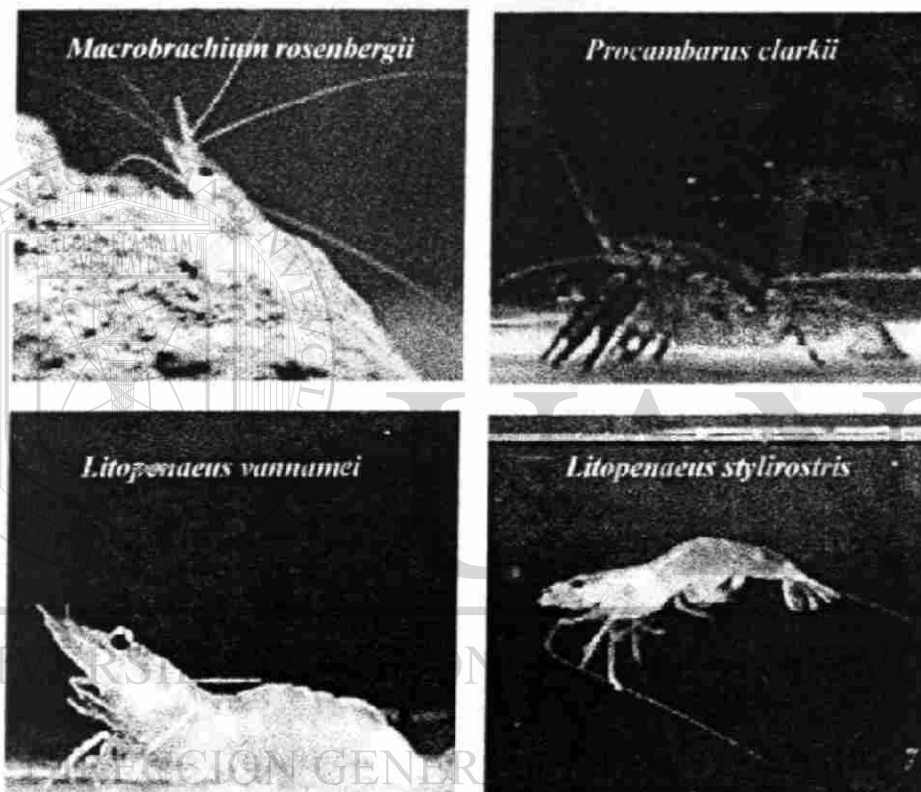


Figura 5.- Especies de crustáceos utilizadas en el presente estudio.

#### CATEGORIZACION DE LAS FASES EXPERIMENTALES

La metodología se dividió en tres fases jerarquizadas, 1) una serie de bioensayos de quimiodetección (Piteet, 1996, modificado), 2) un bioensayo de quimioatracción (Costero y Meyers, 1993, modificado), y 3) un bioensayo de campo llevado a cabo en condiciones comerciales (Mendoza *et al.*, 1997).

A partir de los resultados obtenidos en los bioensayos de quimiodetección (1), se seleccionaron los mejores tratamientos que subsecuentemente fueron utilizados en los bioensayos de quimioatracción (2), de los cuales, a su vez, se seleccionaron aquellos tratamientos que presentaron los mejores resultados para ser finalmente utilizados en los bioensayos de campo en condiciones comerciales (3). A manera de resumen de la metodología, en la Figura 6 se muestra la ruta crítica de la misma.

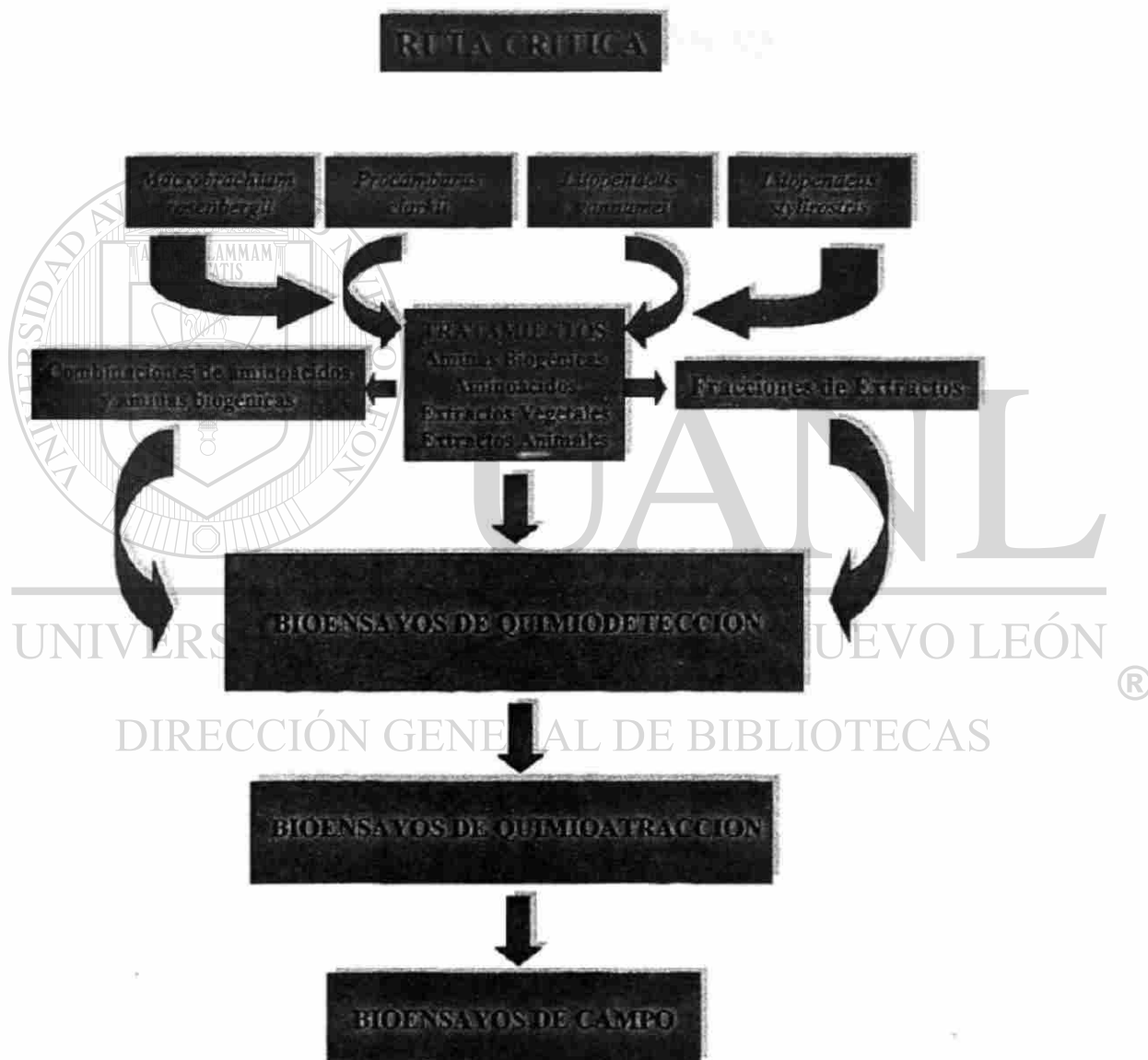


Figura 6.- Ruta crítica de la metodología utilizada.

La serie experimental comprendida dentro de este estudio estuvo destinada a probar los siguientes tratamientos (Tabla 10):



## TRATAMIENTOS

Tabla 10.- Lista de los tratamientos.

AMINOACIDOS
Arginina
Histidina
Lisina
Tirosina

AMINAS BIOGENICAS
Putrescina
Histamina
Cadaverina
Tiramina
Espermina
Espermidina

EXTRACTOS ANIMALES		
Peces	lisa ( <i>Mugil cephalus</i> )	
Crustáceos	jaiba ( <i>Callinectes sapidus</i> )	
	Langostilla ( <i>Pleurocodes planipes</i> )	aceite agua de cola liofilizado extracto etéreo
Moluscos	caracol ( <i>Pomacea bridgesi</i> )	
	calamar ( <i>Loligo sp</i> )	

EXTRACTOS VEGETALES
Coco ( <i>Cocus nucifera</i> )
<i>Chara sp.</i>
Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> )

TESTIGO POSITIVO	TESTIGO NEGATIVO
Atractante Comercial <i>Langobuds®</i>	Dieta base

Tanto los aminoácidos como las aminas biogénicas fueron obtenidas comercialmente en la Compañía *Sigma-Aldrich*, con una pureza no menor al 98%. La preparación de los extractos se realizó mezclando las muestras de los tejidos en partes iguales de agua, estos fueron homogeneizados con un homogenizador marca Pyrex y centrifugados por 20 minutos. Únicamente el sobrenadante fue utilizado para las evaluaciones. Una excepción fue el extracto de langostilla (*Plauroncodes planipes*), del cual se obtuvieron diferentes fracciones, como el extracto etereo, el agua de cola, el liofilizado y el aceite, mismas que fueron utilizadas por separado como tratamientos (Tabla 10).

Adicionalmente se llevaron a cabo dos estudios colaterales con *L. vannamei* y *M. rosenbergii*, con el fin, por una parte, de dilucidar aquellas fracciones químicas derivadas de los extractos animales y vegetales que pudieran ofrecer resultados interesantes en términos de atractabilidad. Así, los extractos animales y vegetales que presentaron mejores resultados en las pruebas preliminares de quimiodetección, fueron fraccionados mediante diversas técnicas y las fracciones obtenidas (un total de 17, Tabla 11) fueron sometidas al mismo protocolo experimental para determinar el tipo de fracciones que le conferían al extracto su poder atractante. Los extractos utilizados fueron de las siguientes especies:

- Extracto de coco: *Cocus nucifera*
- Subproductos de langostilla: *Pleurocondes planipes*
  - agua de prensa de langostilla
  - liofilizado de langostilla

Tabla 11.- Fracciones obtenidas.

MUESTRA	FRACCIÓN	TECNICA	FASE	
COCO ( <i>Cocos nucifera</i> )	Extracto	-	-	
	Agua	-	-	
	Pulpa	B&D I		Superior
				Inferior
		B&D II		Superior
				Inferior
				Intermedia
		B&D III		Superior
				Inferior
		B&D IV		Superior
				Inferior
				Intermedia
Verde		Superior		
		Inferior		
LANGOSTILLA ( <i>Pleurocondes planipes</i> )	Agua de cola	-	-	
	Liofilizado	-	-	
	Liofilizado	Verde	Superior	
CALAMAR		B&D IV	Inferior	
			Superior	
			Intermedia	
TESTIGO (+)	-	-	-	
TESTIGO (-)	-	-	-	

Las diferentes técnicas de extracción y separación de los extractos se describen en el Anexo I.

Por otra parte, se llevaron a cabo estudios de laboratorio y campo dirigidos a identificar las eventuales reacciones sinérgicas o antagónicas de diferentes moléculas sintéticas, utilizando aminoácidos y aminas biogénicas que fueron seleccionados por presentar los mejores resultados al ser probados por separado en los bioensayos de quimiodetección. De esta manera se eligieron los siguientes tratamientos que fueron sujetos al mismo protocolo experimental:

Para *P. vannamei*

- 1) Cadaverina-Putrescina
- 2) Cadaverina-Arginina
- 3) Cadaverina-Histidina
- 4) Putrescina-Arginina
- 5) Putrescina-Histidina
- 6) Arginina-Histidina
- 7) Cadaverina-Putrescina-Arginina
- 8) Cadaverina-Putrescina-Histidina
- 9) Putrescina-Arginina-Histidina
- 10) Cadaverina-Putrescina-Arginina-Histidina
- 11) Extracto acuoso de lisa\* (*Mugil cephalus*)

Para *M. rosenbergii*

- 1) Cadaverina-Histamina
- 2) Cadaverina-Arginina
- 3) Cadaverina-Histidina
- 4) Histamina-Arginina
- 5) Histamina-Histidina
- 6) Arginina-Histidina
- 7) Cadaverina-Histamina-Arginina
- 8) Cadaverina-Histamina-Histidina
- 9) Histamina-Arginina-Histidina
- 10) Cadaverina-Histamina-Arginina-Histidina.
- 11) Extracto acuoso de lisa\*

Cabe señalar que todas las combinaciones se realizaron en una proporción de 1:1 w/w.

Por último, el extracto acuoso de lisa\* fue obtenido de ejemplares de lisa los cuales fueron previamente eviscerados y colocados a temperatura ambiente en una cámara húmeda por

un tiempo de 72 horas, con la finalidad de acelerar el proceso de descomposición. Muestras con 20ml del extracto acuoso resultante de dicha descomposición fueron colectadas cada 4 horas durante los tres días. Las muestras fueron congeladas hasta su utilización.

### **FASE I.- BIOENSAYO DE QUIMIODETECCION**

Esta fase se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por Pittet *et al.* (1996) modificada, la cual se basa en la investigación cualitativa del grado de excitación del organismo en presencia de las moléculas probadas. El equipo consistió en un acuario de 15 x 10 X 15 cms., el cual contenía 1.5 litros de agua, este acuario fue cubierto en su exterior por un túnel de madera color negro, al final del cual se colocó una video-cámara, tal y como se muestra en la Figura 7. Después de colocar dentro del túnel el acuario que contenía al organismo, se incluyeron los diferentes tratamientos, diluidos en agua dulce o marina según la especie, utilizando una micropipeta eppendorf. El volumen de la muestra incluida en el acuario siempre fue de 300µl.

Se realizaron curvas de dosis-respuesta para cada uno de los tratamientos y especies con la finalidad de determinar la dosis óptima, la cual se utilizó en los bioensayos subsiguientes. Para conocer el rango de respuesta con relación a la dosis, se realizaron pruebas preliminares donde los tratamientos fueron evaluados a dosis de 0.001, 0.01, 0.1, 1 y 10%, seleccionando así la dosis inicial de 0.1% para el caso de las moléculas sintéticas (aminoácidos y aminos biogénicas), el attractante comercial y el liofilizado de langostilla, y de 1% en el caso de los extractos animales y vegetales.

La secuencia de movimientos comportamentales que define las diferentes fases de atracción de los crustáceos fue registrada mediante vídeo. La duración de cada bioensayo fue de tres minutos, ya que se estimó que si no existían evidencias de detección del estímulo durante este período de tiempo, no lo habría posteriormente. Se tomaron en cuenta los movimientos de los organismos registrando el grado de excitación de acuerdo al criterio establecido por Pittet, *et al.*, (1996), como se indica en la Tabla 12. Como testigo negativo se utilizó agua dulce o marina, en función de la especie empleada en cada prueba, y un extracto de la dieta basal (Tabla 12).

Tabla 12.- Escala de actividad propuesta por Pittet *et al* (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.

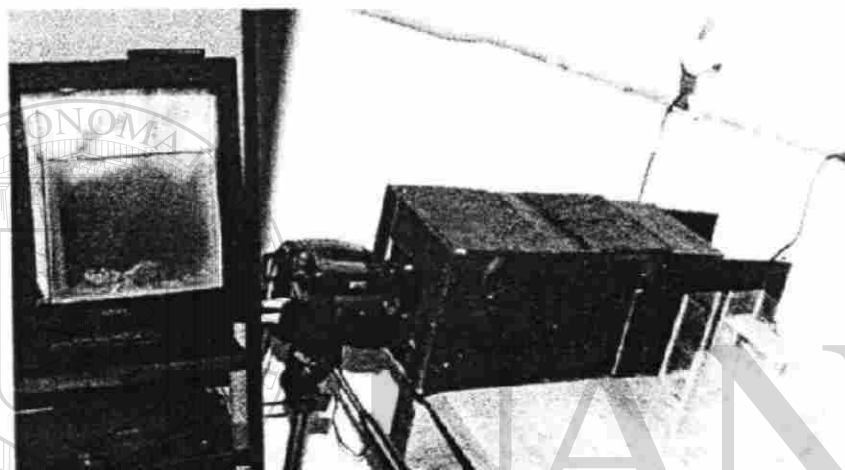


Figura 7.- Sistema de cámara estática con acuario para realizar los bioensayos de detección de estímulos.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Considerando los valores registrados para cada uno de los tratamientos (24), dosis (5) y repeticiones (3) se realizaron curvas de dosis-respuesta mediante un análisis de regresión polinomial de segundo grado, obteniéndose mediante la utilización de la ecuaciones  $X = -b/2a$  y  $Y = 4ac - b^2/4a$ , la dosis óptima y el grado máximo de excitación, respectivamente, determinadas por el uso de cálculo diferencial (máximos y mínimos), para cada uno de los tratamientos (Anexo II).

### FASE II.- BIOENSAYO DE QUIMIOATRACCION EN ACUARIOS

Para esta fase se elaboró una dieta basal utilizando ingredientes que le conferían una característica anti-attractante y anti-palatable, por lo cual se uso como testigo negativo (Tabla 13). Dichos ingredientes fueron molidos, tamizados, mezclados y peletizados con un molino de carne

para producir pellets de 1.5 mm. de diámetro. Posteriormente se secaron a 80°C durante 1 hora y fueron colocados en bolsas de plástico, las cuales se almacenaron a -20°C y 48 horas antes de utilizarse se pasaron a un refrigerador a 4°C.

Tabla 13.- Fórmula utilizada para la elaboración del alimento base.

INGREDIENTE	PORCENTAJE EN BIOMASA HUMEDA
Pasta de soya	45
Harina de trigo	50
Gelatina	5

### **APLICACION DE ATRACTANTES Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los tratamientos fueron agregados a la dieta basal por aspersión, en la dosis óptima determinada en la fase anterior. La metodología que se utilizó es similar a la propuesta por Costero y Meyers (1993), introduciéndose una modificación consistente en eliminar el flujo de agua, debido a que en bioensayos previos se observó que los crustáceos presentaban una reacción al estímulo reostático del flujo de agua. Tanto la temperatura como el pH del agua se mantuvieron constantes (7.0 - 7.5 y 24-26 °C, respectivamente), ya que se ha demostrado que estos parámetros fisicoquímicos pueden afectar el proceso de quimiorrecepción, como lo mencionan Tierney y Atema, (1988) y Lec y Meyers, (1996a).

El dispositivo utilizado para llevar a cabo las pruebas correspondientes a esta fase consistió en un acuario de 120 X 30 X 40 cm, sin flujo de agua (Figura 8). Este acuario poseía una división removible en uno de los extremos, lo que nos permitió inmovilizar al animal mientras que la fuente de estímulo (alimento) era colocada del otro lado del acuario. Después de cada prueba, el acuario fue vaciado y llenado con agua fresca con las mismas características fisicoquímicas, esto con la finalidad de excluir cualquier posible interferencia del attractante disuelto en el agua del bioensayo anterior, lo cual hubiera podido afectar la respuesta de los organismos.

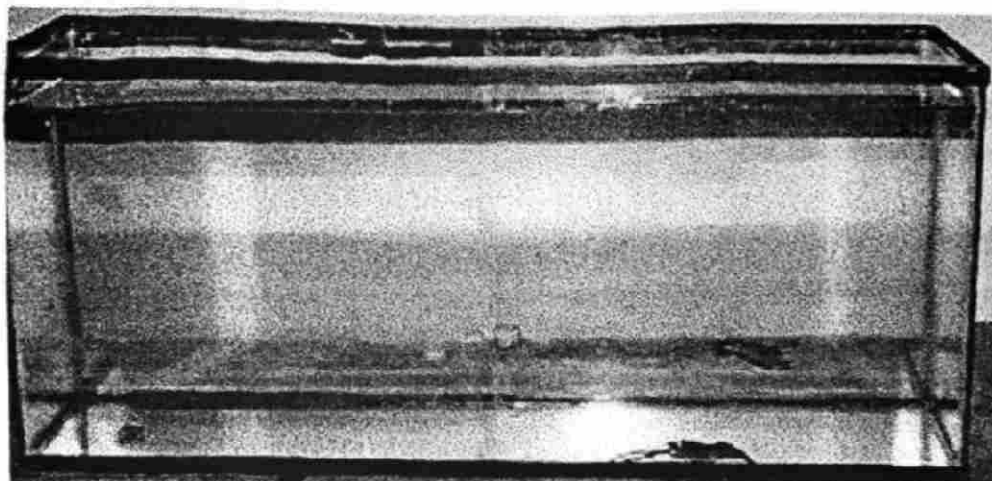


Figura 8.- Esquema representativo del acuario utilizado en los bioensayos de quimioatracción.

**Registro de la Prueba:** Para cada uno de los tratamientos se registró el tiempo en que los ejemplares presentaban las diferentes fases de comportamiento alimenticio (Tabla 14) apoyandonos en un sistema de videofilmación. Estas fases han sido definidas como percepción, orientación, movimiento hacia el estímulo, arribo al alimento e ingestión del mismo, como lo señalan Costero y Meyers, (1993) y Mendoza *et al.*, (1997). El test se registró como negativo si no llegaba a presentarse respuesta en un tiempo de 500 segundos<sup>1</sup>.

Tabla 14.- Fases de comportamiento alimenticio de crustáceos decápodos de acuerdo con Costero y Meyers (1993).

FASE	CARACTERISTICA
<b>Percepción</b>	Detección o reconocimiento de una señal química por las anténulas, maxilípedos y dactilos de los pereiópodos.
<b>Orientación</b>	Cambios de posición del animal en relación a su posición antes del estímulo y apuntando a la fuente del estímulo.
<b>Movimiento</b>	El animal inicia sus movimientos de desplazamiento ya sea en dirección de la fuente del estímulo o en otro sentido.
<b>Arribo al alimento</b>	El animal llega al lugar en donde está la fuente del estímulo y detiene sus movimientos de desplazamiento
<b>Ingestión del alimento</b>	El animal manipula la dieta con sus quelípedos y apéndices maxilares de forma que un número mayor de receptores químicos (de contacto) sean expuestos al estímulo alimenticio

<sup>1</sup> Se considera el tiempo de 500 segundos debido a que en bioensayos previos se determinó que después de este tiempo los individuos no cambiaban su comportamiento hacia un estímulo.



## ***DISEÑO EXPERIMENTAL***

Se utilizaron los tratamientos que en el bioensayo de quimiodescripción presentaron mejores resultados, realizándose 3 repeticiones para cada uno de ellos.

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 Tuckey (Zar, 1982).

## ***FASE III.- BIOENSAYO DE INGESTION (CONDICIONES COMERCIALES)***

Con la finalidad de confirmar los resultados obtenidos a nivel de laboratorio (Fases I y II), se llevaron a cabo bioensayos de ingestión en condiciones comerciales. Esta fase es particularmente importante para confirmar el desempeño de los atrayentes 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 atrayente presentes tanto en el bentos como en la columna de agua.

Los bioensayos se realizaron en granjas comerciales que se encuentran produciendo actualmente las diferentes especies utilizadas.

## ***DESCRIPCIÓN DEL BIOENSAYO***

En jaulas de un metro cuadrado (Figura 9) se colocaron 10 ejemplares adultos, de la especie que se estaba evaluando, a los cuáles 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 minutos), contabilizándose el número de pellets presentes, para que, por diferencia con respecto al número inicial de ellos, se obtenga el número de pellets consumido en cada intervalo de tiempo.

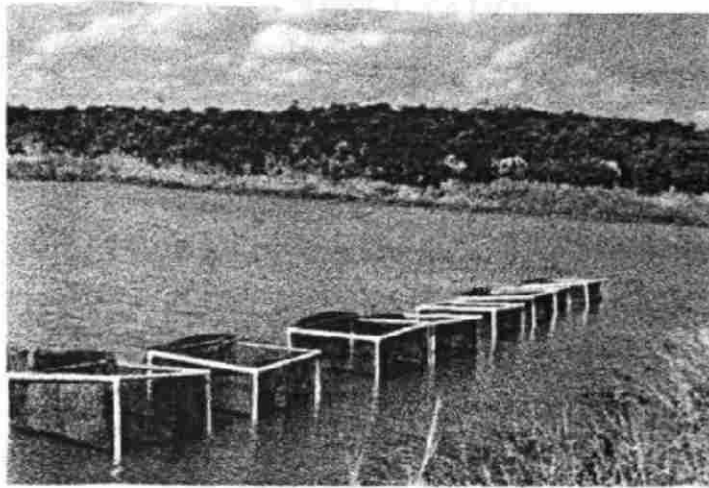


Figura 9.- Jaulas utilizadas en los bioensayos de campo en condiciones comerciales.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

Para cada una de las especies, se utilizaron los tratamientos que presentaron los mejores resultados en los bioensayos previos. Se realizaron 3 repeticiones para cada uno de ellos y los resultados fueron sometidos a un Análisis de Varianza para determinar las eventuales diferencias entre los tratamientos. Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de contraste múltiple de medias de Tuckey (Zar, 1982).

### BIOENSAYO DE CAMPO CON ACOCILES

Debido a que en México todavía no se establecen granjas comerciales de acocíl rojo, *Procambarus clarkii*, se utilizó una metodología alterna para evaluar el potencial de atracción de los tratamientos en condiciones naturales. El bioensayo consistió en colocar trampas utilizando los tratamientos como cebos. Las trampas fueron colocadas a una distancia de 10 metros entre una y otra y los atractantes fueron asperjados en la dieta base a la dosis óptima obtenida en los bioensayos de quimiodetección.

Los tiempos de muestreo fueron de 20, 40 y 80 minutos, después de los cuales se registró el número de ejemplares capturados por tratamiento en cada tiempo. Se llevaron a cabo 3 repeticiones para validar los resultados por medio de un Análisis de Varianza complementado con una comparación de medias de Tuckey, (Zar, 1982).

## RESULTADOS

### *Macrobrachium rosenbergii*

#### FASE DE QUIMIODETECCION

En esta fase se probaron 24 tratamientos en total, correspondientes a la utilización de 4 aminoácidos, 6 aminas biogénicas, 8 extractos animales, 3 extractos vegetales, 3 testigos (un atractante comercial y un alimento comercial como testigos positivos y la dieta basal como testigo negativo) (Tabla 15).

#### *Aminoácidos*

Los resultados revelaron que entre los aminoácidos probados, la histidina y la arginina presentaron los mayores grados de excitación (3.64 y 4.01, respectivamente) de acuerdo a la escala de Pittet. Por su parte, la lisina y la tirosina provocaron menores grados de excitación (2.52 y 2.43, respectivamente)

#### *Aminas Biogénicas*

En el caso de las aminas biogénicas utilizadas, la cadaverina y la putrescina se destacaron por presentar altos grados de excitación (4.26 y 4.15, respectivamente). Mientras que las aminas que presentaron más bajos resultados fueron la histamina y la tiramina (2.34 y 2.53, respectivamente).

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### *Extractos Animales*

Dentro de los extractos animales, los que presentaron mayores valores fueron el extracto liofilizado y el aceite de langostilla (4.78 y 3.52, respectivamente), además del extracto de caracol (3.46) y el agua de cola de langostilla (3.21).

#### *Extractos Vegetales*

De los extractos vegetales solamente el de coco mostró un grado considerable de excitación (3.21), no así los extractos de *Chara sp* (1.12) y de alfalfa (1.02).

### Testigos

Por último, el atractante comercial (testigo positivo), provocó también comportamiento excitatorio en *Macrobrachium rosenbergii* (4.55 en la escala de Pittet), el cual fue solo superado por el liofilizado de langostilla. Como se esperaba, el testigo negativo (dieta basal) y sorprendentemente el alimento comercial no lograron provocar grados de excitación de la magnitud de los anteriores tratamientos, en los ejemplares utilizados.

Tabla 15.- Dosis óptima y grado máximo de excitación presentada por *M. rosenbergii* mediante los bioensayos de quimiodetección.

TRATAMIENTOS	DOSIS EN %	MAXIMO GRADO DE EXCITACION
Liofilizado de Langostilla	0.275	4.78
Atractante comercial (+)	0.230	4.55
Cadaverina	0.324	4.26
Putrescina	0.272	4.15
Histidina	0.169	4.01
Arginina	0.339	3.64
Aceite de Langostilla	1.110	3.52
Ext. de Caracol	1.110	3.46
Ext. de Coco	1.480	3.21
Agua de cola de Langostilla	1.060	3.21
Espermina	0.308	2.98
Espermidina	0.307	2.96
Ext. de Jaiba	2.010	2.91
Extracto de Pescado	1.460	2.84
Tiramina	0.126	2.53
Lisina	0.258	2.51
Tirosina	0.118	2.43
Ext. de Calamar	2.460	2.37
Histamina	0.310	2.34
Alimento Comercial	2.380	1.42
Ext. de Chara	2.210	1.12
Ext. de Alfalfa	1.350	1.02
Dieta Basal (-)	2.580	1.02
Ext. Eterco de Langostilla	1.370	0.76

## FASE DE QUIMIOATRACCION

Para la realización de esta fase se seleccionaron solo aquellos tratamientos que presentaron los mejores resultados en la fase de quimiodetección, empleándose la dosis óptima de cada uno de ellos, tal y como se muestra en la Tabla 16.

Se seleccionaron solamente los tratamientos que presentaron un grado de excitación mayor a 3, siendo estos 4 extractos animales, dos aminoácidos, dos aminas biogénicas y un extracto vegetal. Adicionalmente, en todas las pruebas se incluyeron los testigos positivos y negativo.

Tabla 16.- Dosis utilizadas en la fase de quimioatracción, con *M. rosenbergii*

TRATAMIENTOS	DOSIS EN %
Liofilizado de Langostilla	0.275
Atractante comercial (+)	0.23
Cadaverina	0.324
Putrescina	0.272
Histidina	0.169
Arginina	0.339
Aceite de Langostilla	1.11
Ext. de Caracol	1.11
Ext. de Coco	1.48
Agua de cola de Langostilla	1.06
Alimento Comercial (+)	
Dieta basal (-)	

El Análisis de Varianza reveló que en todas y cada una de las fases comportamentales consideradas (percepción, orientación, movimiento, arribo al alimento e ingestión) se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se realizaron las respectivas comparaciones de medias por el método de Tuckey. Esto permitió observar que en la fase de percepción, los tratamientos que presentaron menores tiempos fueron el liofilizado de langostilla, la cadaverina, el aceite de langostilla, la arginina, el extracto de coco, el attractante comercial, la putrescina y el agua de cola de langostilla ( $F= 23.256$ ; d.f. 11,35;  $P < .0001$ ). Para la fase de orientación, los mejores tratamientos fueron el liofilizado de langostilla, la cadaverina, la

arginina, el agua de cola de langostilla, el aceite de langostilla, la putrescina y el attractante comercial (F = 35.779; d.f. 11,35; P < .0001). Para las fases de movimiento, arribo e ingestión destacan los siguientes tratamientos: liofilizado de langostilla, Cadaverina, Extracto de coco, el attractante comercial, y la Arginina (Figura 9). Los resultados promedio de todas las fases se encuentran enlistados en la Tabla 1 del Anexo III y los análisis de varianza y las comparaciones de medias se presentan en el Anexo V.

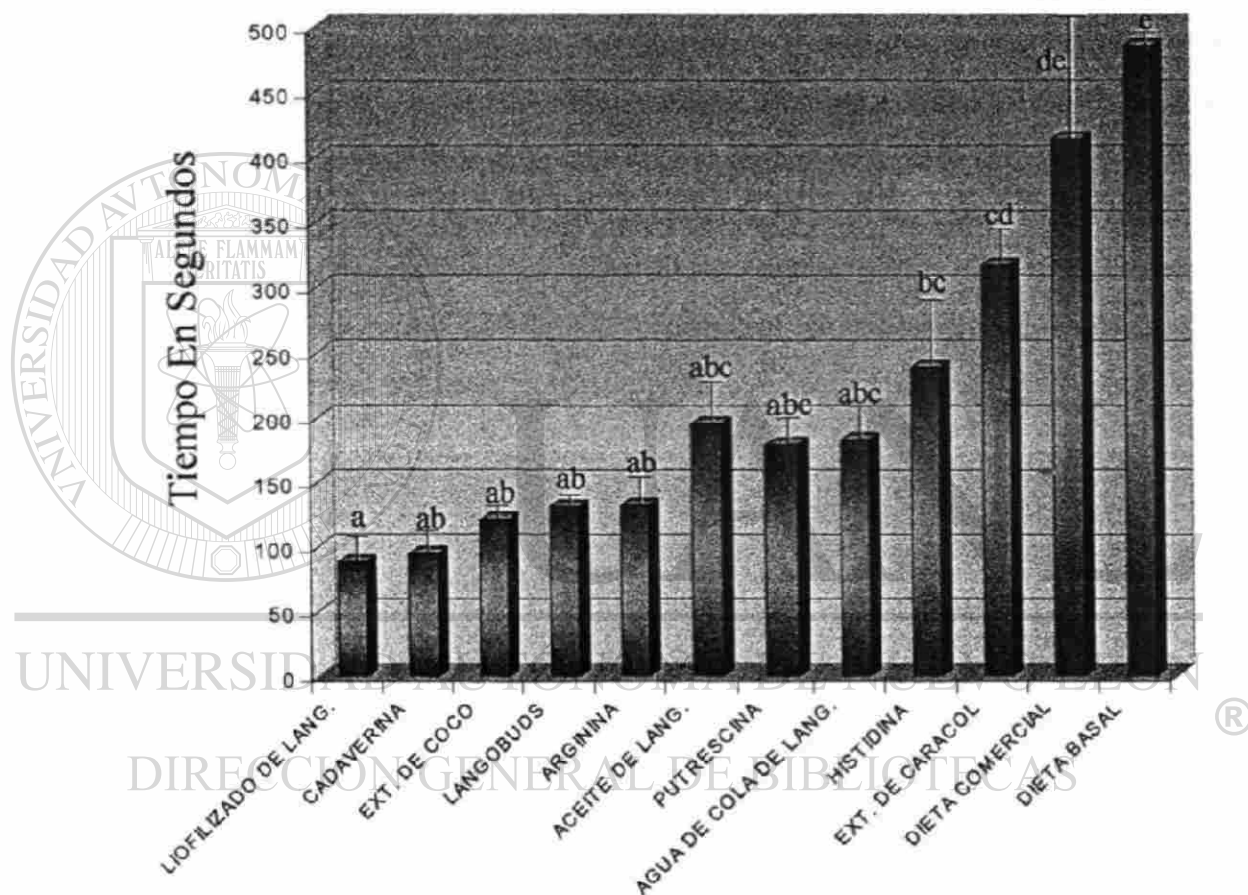


Figura 9.- Tiempo que tarda *M. rosenbergii* en ingerir los alimentos a los cuales fueron añadidos los tratamientos (F= 21.543; d.f. = 11,35; P < 0.0001). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

### BIOENSAYO DE CAMPO

En esta fase se utilizaron los siguientes tratamientos: liofilizado de langostilla, cadaverina, extracto de coco y arginina. Como testigo negativo se utilizó el alimento comercial (*Camaronina*®, de Purina) el cual se estaba utilizando en la granja para el mantenimiento y

crecimiento de los langostinos. Como testigo positivo se utilizó el atractante comercial (*Langobuds*<sup>®</sup>).

#### Fase de Observación Directa

Los resultados indicaron que en el tiempo I (20 minutos) no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $F = 3.555$ ; d.f. 5,17;  $P < 0.05$ ). Para el tiempo II (40 minutos) solo el alimento comercial presentó diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos, debido a que fue el menos consumido ( $F = 7.148$ ; d.f. 5,17;  $P < 0.005$ ). Para el tiempo III (80 minutos), se destacó el consumo de la arginina, seguido por la cadaverina, el atractante comercial y el liofilizado de langostilla sin diferencias significativas entre ellos. El extracto de coco y el alimento comercial presentaron el menor consumo ( $F = 21.726$ ; d.f. 5,17;  $P=0.0001$ ) (Figura 10). Los resultados promedio de consumo de pellets a los diferentes tiempos se encuentran enlistados en la Tabla 1 del Anexo IV y los análisis de varianza y las comparaciones de medias se presentan en el Anexo V.

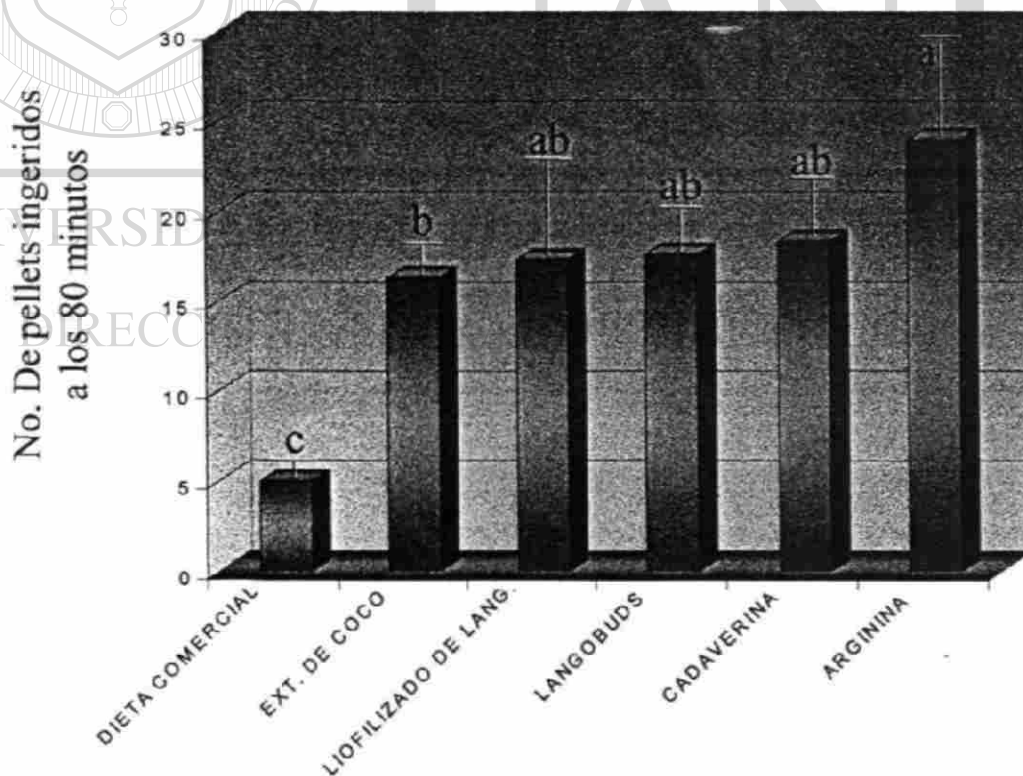


Fig. 10.- Número de pellets consumidos por *M. rosenbergii* a los 80 minutos. Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

En la Tabla 17 se enlista el comportamiento de la totalidad de los tratamientos utilizados a través de las tres fases metodológicas (quimiodetección, quimioatracción y bioensayos de campo).

Tabla 17.- Utilización de los atractantes a través de los diferentes bioensayos.

TRATAMIENTOS	QUIMIO-DETECCION	QUIMIO-ATRACCION	BIOENSAYO DE CAMPO
Arginina			
Lisina			
Histidina			
Tiramina			
Cadaverina			
Putrescina			
Histamina			
Tirosina			
Espermina			
Espermidina			
Extracto de pescado (Lisa)			
Ext. de Caracol ( <i>Pomacea bridgesi</i> )			
Ext. de Calamar			
Ext. de Jaiba ( <i>Callinectes sapidus</i> )			
Liofilizado de Langostilla ( <i>Pleurocondes planipes</i> )			
Agua de cola de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Aceite de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Ext. Eterco de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Ext. de Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )			
Ext. de <i>Chara sp.</i>			
Ext. de Alfalfa			
Atractante comercial ( <i>Langobuds®</i> )			
Alimento Comercial			
Dieta Basal (-)			

Nota: Las áreas sombreadas en gris son indicativas de la eficiencia, en términos de atractabilidad y estimulación alimenticia de cada uno de los tratamientos.



## ***Procambarus clarkii***

### **FASE DE QUIMIODETECCION**

#### ***Aminoácidos***

Las pruebas efectuadas con el acocil rojo, *Procambarus clarkii*, mostraron que entre los aminoácidos probados, la histidina y la lisina fueron las que ofrecieron los mejores resultados alcanzando un grado de excitación de 3.25 y 3.05, respectivamente.

#### ***Aminas Biogénicas***

Entre las aminas biogénicas utilizadas, la putrescina y la cadaverina se destacaron por presentar altos grados de excitación (3.84 y 3.3, respectivamente).

#### ***Extractos Animales***

Dentro de los extractos animales, los que presentaron las mejores respuestas fueron el agua de cola de langostilla (3.42) y el extracto de pescado (3.27).

#### ***Extractos Vegetales***

Entre los extractos vegetales, el de coco mostró un alto grado de excitación (3.47), así como el extracto de *Chara sp.* (3.15).

#### ***Testigos***

Por último, el testigo positivo, *Langobuds®*, provocó igualmente un importante comportamiento excitatorio (3.83 en la escala de Pittet). El testigo negativo y el alimento comercial no lograron provocar ningún grado de excitación considerable en los ejemplares utilizados.

En la Tabla 18 se muestran los grados de excitación alcanzados para cada uno de los tratamientos, así como la dosis óptima para cada uno de los mismos.

Tabla 18.- Dosis óptima y grado máximo de excitación presentado por *P. clarkii* mediante los bioensayos de quimiodetección.

TRATAMIENTOS	DOSIS EN %	MAXIMO GRADO DE EXCITACION
Atractante comercial (+)	0.26	3.83
Putrescina	0.3	3.84
Ext. de Coco	2.48	3.47
Agua de cola de Langostilla	2.69	3.42
Cadaverina	0.33	3.3
Extracto de pescado (Lisa)	2.96	3.27
Histidina	0.29	3.25
Ext. de Chara	3.03	3.15
Lisina	0.29	3.05
Ext. de Calamar	2.85	2.43
Ext. de Caracol	2.85	2.3
Ext. de Jaiba	3.72	2.06
Arginina	0.37	1.9
Espermina	0.31	1.88
Espermidina	0.36	1.78
Histamina	0.26	1.77
Liofilizado de Langostilla	0.36	1.68
Alimento Comercial (+)	0.29	1.65
Tiramina	0.34	1.53
Aceite de Langostilla	2.7	1.52
Tirosina	0.29	0.91
Dieta Basal (-)	4.6	0.91
Ext. Etereo de Langostilla	3.92	0.86
Ext. de Alfalfa	3.41	0.11

#### FASE DE QUIMIOATRACCION

Al igual que con *M. rosenbergii*, los tratamientos utilizados en esta fase fueron aquellos que ofrecieron los mejores resultados en la fase de quimiodetección, empleándose la dosis óptima de cada uno de ellos, tal y como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19.- Dosis utilizadas en la fase de quimioatracción, con *P. clarkii*.

TRATAMIENTOS	DOSIS EN %
Atractante comercial (+)	0.26
Putrescina	0.3
Ext. de Coco	2.48
Agua de cola de Langostilla	2.69
Cadaverina	0.33
Extracto de pescado (Lisa)	2.96
Histidina	0.29
Ext. de Chara	3.03
Lisina	0.29
Dieta comercial (+)	
Dieta basal (-)	

El Análisis de Varianza reveló que en todas las fases existían diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que realizaron comparaciones de medias por la prueba de Tuckey, observándose que en general los tratamientos que presentaron menores tiempos fueron el attractante comercial, putrescina, *Chara sp*, extracto de pescado (lisa), agua de cola de langostilla, lisina, cadaverina y extracto de coco. Los tratamientos que tardaron más tiempo en alcanzar la fase de ingestión fueron la histidina, la dieta comercial y la dieta basal (Figura 11). Los resultados promedio de todas las fases se encuentran enlistados en la Tabla 2 del Anexo III y los análisis de varianza y las comparaciones de medias se presentan en el Anexo V. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

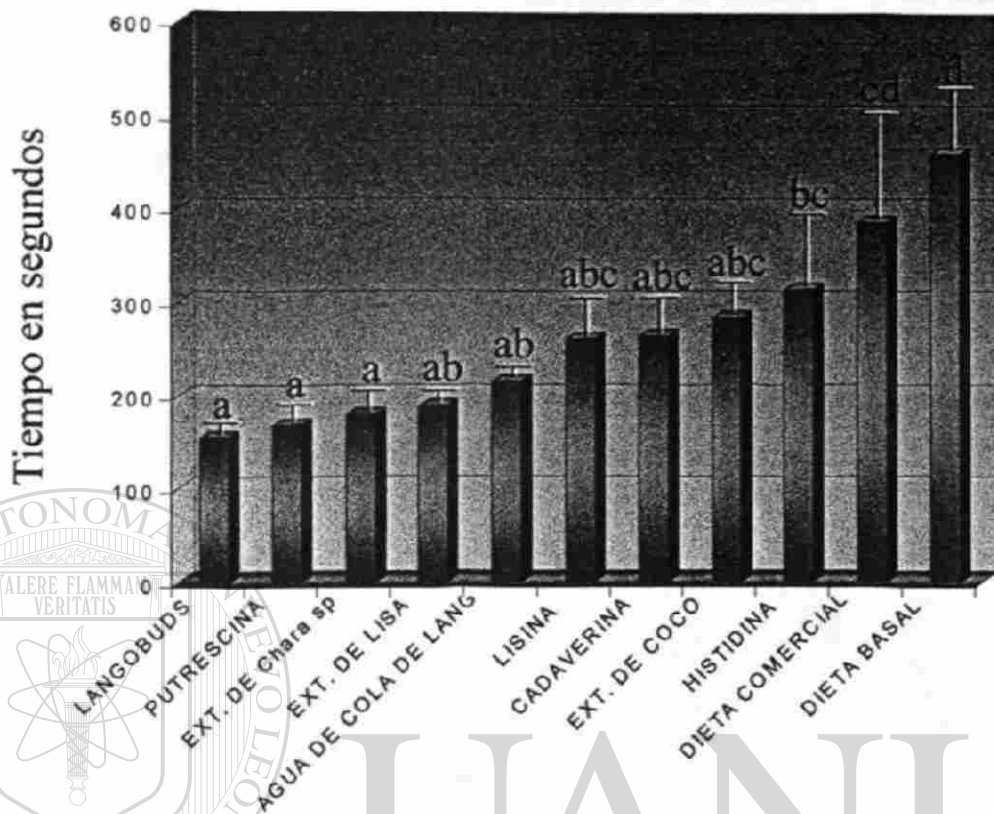


Figura 11.- Tiempo que tarda *P. clarkii* en alcanzar la fase de ingestión ( $F = 13.805$ ; g.l. 10,32;  $P < 0.0001$ ). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

## BIOENSAYO DE CAMPO (Condiciones naturales)

En esta fase, los tratamientos utilizados fueron la putrescina, extracto de *Chara sp*, extracto de pescado (lisa) y agua de cola de langostilla, ya que presentaron los mejores resultados en los bioensayos de quimioatracción. Como testigos positivos se utilizaron el atrayente comercial (*Langobuds*<sup>®</sup>) e hígado de res. Como testigo negativo se utilizó la dieta basal.

Los resultados (Anexo IV) revelaron la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos en relación al número de ejemplares capturados a los diferentes tiempos, observándose que con el extracto de pescado (lisa) se capturaron más ejemplares que con el resto de los tratamientos, seguido por el atrayente comercial (*Langobuds*<sup>®</sup>), la putrescina, el hígado de res, el agua de cola de langostilla y el testigo negativo, mientras que con el extracto de *Chara sp* se capturaron menos ejemplares (Figura 12). Los resultados promedio de individuos capturados a

los diferentes tiempos se encuentran enlistados en la Tabla 2 del Anexo IV y los análisis de varianza y las comparaciones de medias se presentan en el Anexo V.

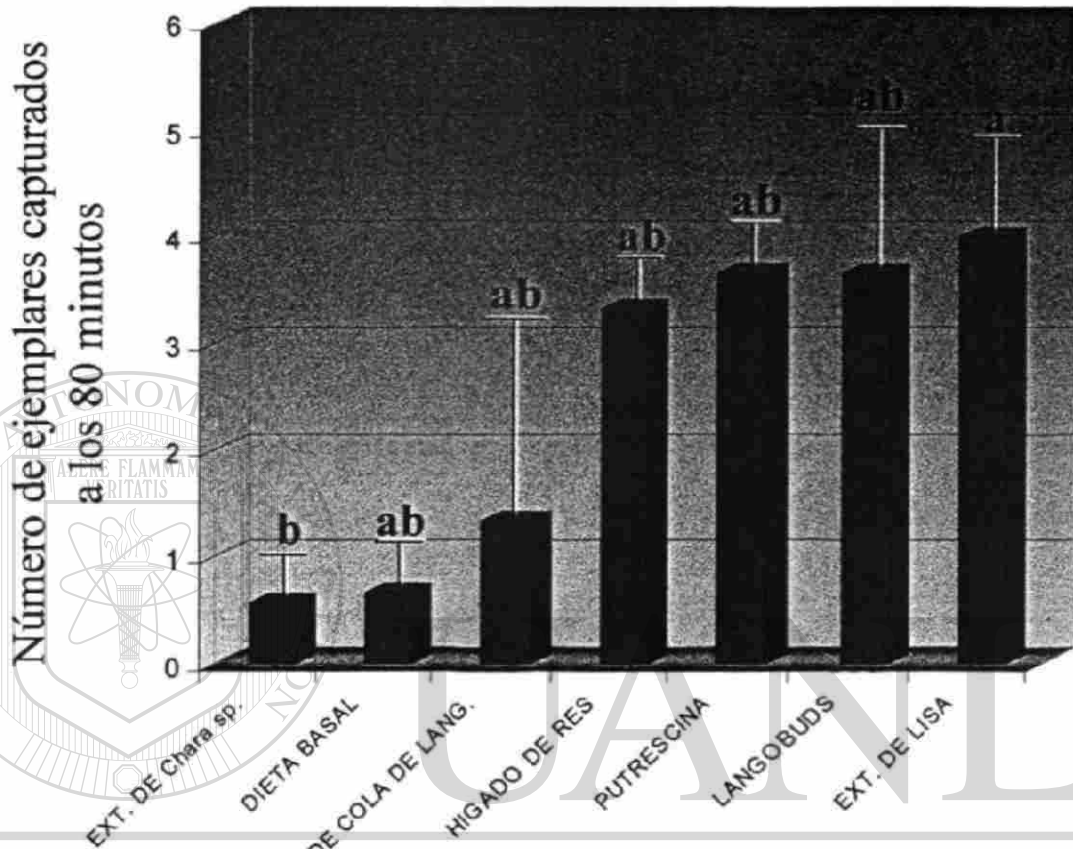


Figura 12.- Número de ejemplares de *P. Clarkii* capturados a los 80 minutos ( $F = 5.125$ ; g.l. 6,20;  $P < 0.01$ ). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

En la Tabla 20 se enlista el comportamiento de la totalidad de los tratamientos utilizados a través de las tres fases metodológicas (quimiodetección, quimioatracción y bioensayos de campo).

Tabla 20.- Utilización de los atractantes a través de los diferentes bioensayos.

TRATAMIENTOS	QUIMIO- DETECCION	QUIMIO- ATRACCION	BIOENSAYO DE CAMPO
Arginina			
Lisina			
Histidina			
Tiramina			
Cadaverina			
Putrescina			
Histamina			
Esermina			
Extracto de pescado (Lisa)			
Ext. de Caracol ( <i>Pomacea bridgesi</i> )			
Ext. de Calamar			
Ext. de Jaiba ( <i>Callinectes sapidus</i> )			
Liofilizado de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Agua de cola de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Aceite de Langostilla ( <i>Pleurocondes planipes</i> )			
Ext. Etereo de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Ext. de Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )			
Ext. de <i>Chara sp.</i>			
Ext. de Alfalfa			
Atractante comercial ( <i>Langobuds®</i> )			
Alimento Comercial			
Dieta Basal (-)			

Nota: Las áreas sombreadas en gris son indicativas de la eficiencia, en términos de atractabilidad y estimulación alimenticia de cada uno de los tratamientos.

## ***Litopenaeus vannamei***

### **FASE DE QUIMIODETECCION**

Se utilizaron los mismos tratamientos que para las especies anteriores y se elaboraron gráficas de dosis-respuesta para cada uno de ellos.

#### ***Aminoácidos***

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.

#### ***Aminas Biogénicas***

Entre las aminas biogénicas utilizadas, la cadaverina y la putrescina se destacaron por presentar altos grados de excitación (3.97 y 3.22, respectivamente).

#### ***Extractos Animales***

Dentro 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).

#### ***Extractos Vegetales***

De los extractos vegetales, al igual que con *M. rosenbergii*, solamente el de coco mostró un alto grado de excitación (4.22).

#### ***Testigos***

El testigo positivo, *Langobuds*®, provocó también comportamiento alimenticio en *Litopenaeus vannamei* (3.95). En el caso de el testigo negativo y el alimento comercial, estos no lograron provocar ningún grado de excitación en los ejemplares utilizados.

En la Tabla 21 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 21 .- Dosis óptima y grado máximo de excitación presentado por *L. vannamei* durante los bioensayos de quimiodetección.

TRATAMIENTOS	DOSIS EN %	MAXIMO GRADO DE EXCITACION
Liofilizado de Langostilla	0.298	4.42
Ext. 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
Ext. 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
Ext. de Calamar	2.01	2.87
Ext. 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
Ext. Etereo de Langostilla	1.15	1.36
Dieta Basal (-)	2.01	1.32
Ext. de Alfalfa	1.35	1.02
Ext. de Chara	1.75	0.87

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### FASE DE QUIMIOATRACCION

Los tratamientos utilizados en esta fase fueron los que presentaron mejores resultados en la fase de quimiodetección, empleándose la dosis óptima de cada uno de ellos, tal y como se muestra en la Tabla 22.



Tabla 22.- Dosis utilizadas en la fase de quimioatracción, con *L. vannamei*.

TRATAMIENTOS	DOSIS
Arginina	0.255%
Histidina	0.252%
Cadaverina	0.249%
Putrescina	0.248%
Agua de cola de langostilla	0.95%
Liofilizado de langostilla	0.298%
Aceite de langostilla	1.02%
Extracto de caracol	1.21%
Extracto de coco	1.25%
Atractante comercial (+)	0.236%
Dieta comercial (+)	
Dieta basal (-)	

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 Tuckey, observándose que en todas las fases los tratamientos que presentaron menores tiempos en desarrollar las diferentes fases del comportamiento alimenticio fueron la cadaverina, la putrescina, el attractante comercial, el extracto de coco, la arginina y el liofilizado de langostilla (Figura 13). Los resultados promedio de todas las fases se encuentran enlistados en la Tabla 3 del Anexo III y los análisis de varianza y las comparaciones de medias se presentan en el Anexo V.

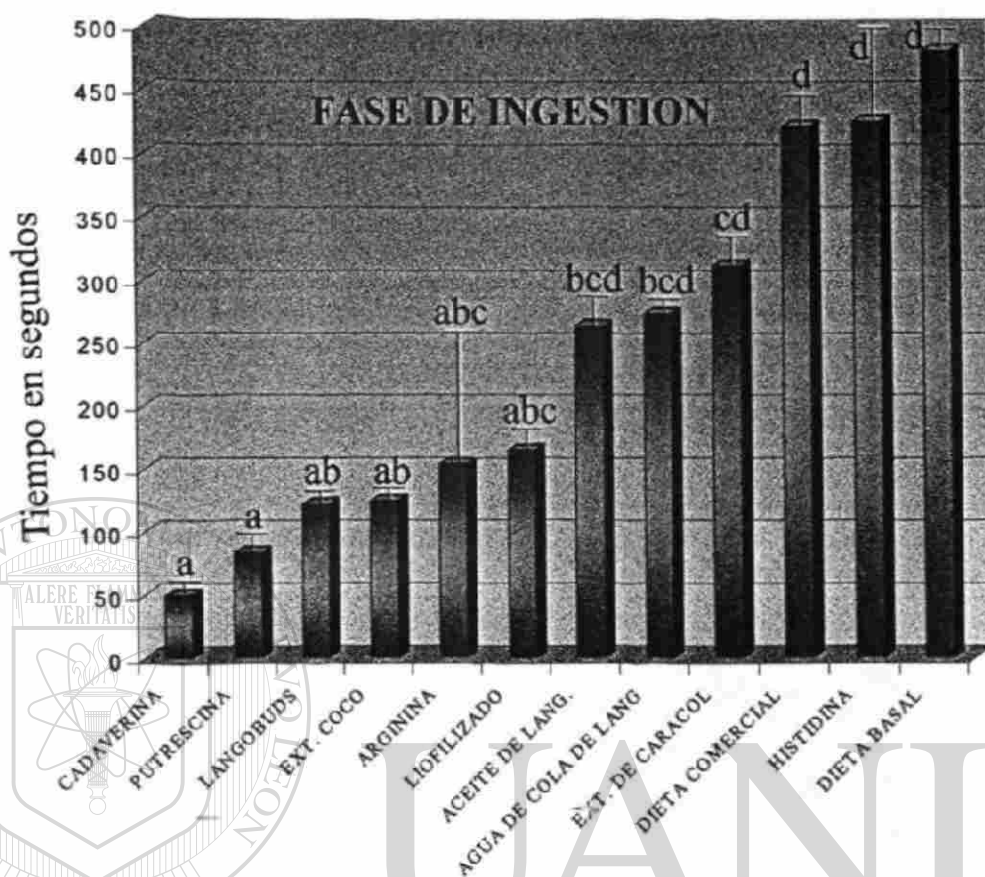


Figura 13.- Tiempo que tarda *L. vannamei* en alcanzarla fase de ingestión (F = 15.807; g.l. 10,32; P < 0.0001). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
BIOENSAYO DE CAMPO

En esta fase se utilizaron un aminoácido, una amina biogénica, un extracto animal y uno vegetal, siendo estos la arginina, cadaverina, extracto de coco y liofilizado de langostilla, respectivamente, por ser los que presentaron mejores resultados en la fase de quimioatracción.

Como testigo negativo se utilizó el alimento comercial (*Camaronina*®, de Purina) el cual utilizan generalmente en la granja para la engorda de los camarones. Como testigo positivo se utilizó el atrayente comercial (*Langobuds*®).

### Fase de Observación Directa

Los resultados indican que en el tiempo I (20 minutos) 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; 0.01). Para el tiempo II (40 minutos) 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 minutos), se destacó el consumo de la Cadaverina y la Arginina, seguidos por el extracto de coco, el atrayente comercial y el liofilizado de langostilla, sin diferencia significativa entre ellos. Con menor consumo se presentó el alimento comercial ( $F = 3.126$ ; g.l. 5,17;  $< 0.05$ ) (Figura 14). Los resultados promedio de consumo de pellets a los diferentes tiempos se encuentran enlistados en la Tabla 3 del Anexo IV y los análisis de varianza y las comparaciones de medias se presentan en el Anexo V

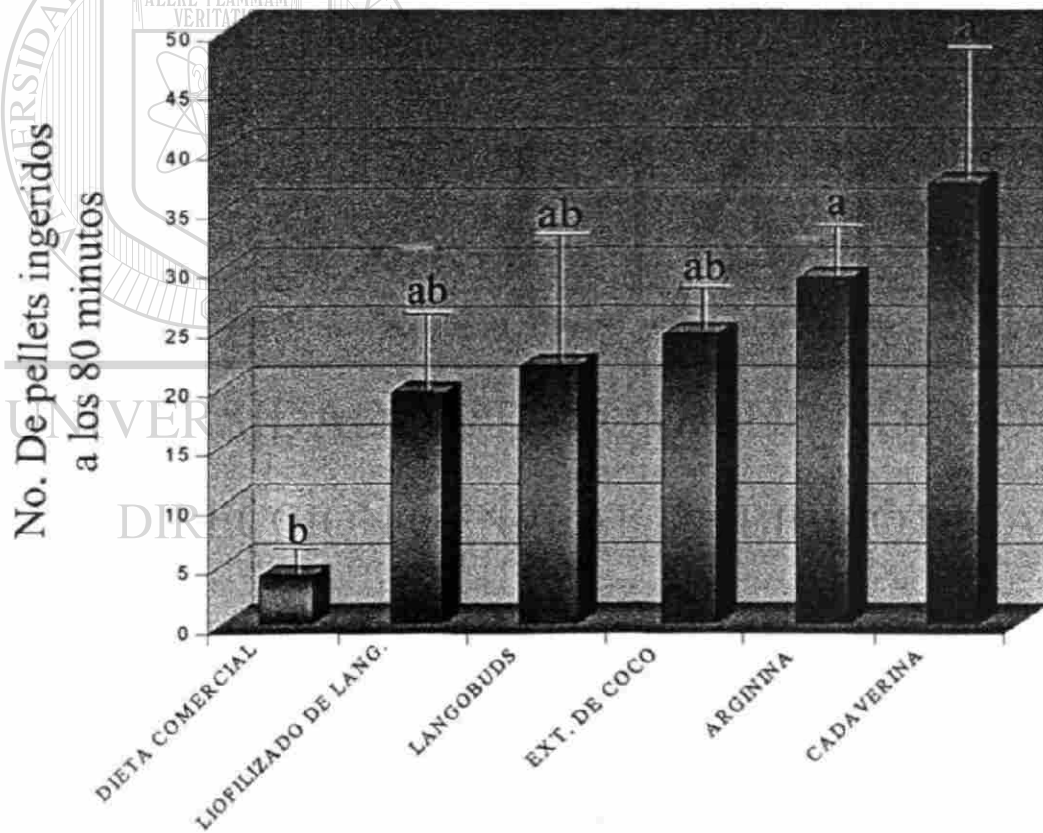


Figura 14.- Número de pellets consumidos por *L. vannamei* a los 80 minutos ( $F = 3.126$ ; g.l. 5,17;  $< 0.05$ ). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

En la Tabla 23 se enlista el comportamiento de la totalidad de los tratamientos utilizados a través de las tres fases metodológicas (quimiodetección, quimioatracción y bioensayos de campo).

Tabla 23 .- Utilización de los atractantes a través de los diferentes bioensayos.

TRATAMIENTOS	QUIMIO-DETECCION	QUIMIO-ATRACCION	BIOENSAYO DE CAMPO
Arginina			
Lisina			
Histidina			
Tiramina			
Cadaverina			
Putrescina			
Histamina			
Tirosina			
Espermina			
Espermidina			
Extracto de pescado (Lisa)			
Ext. de Caracol ( <i>Pomacea bridgesi</i> )			
Ext. de Calamar			
Ext. de Jaiba ( <i>Callinectes sapidus</i> )			
Liofilizado de Langostilla ( <i>Pleurocondes planipes</i> )			
Agua de cola de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Aceite de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Ext. Etereo de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Ext. de Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )			
Ext. de <i>Chara sp.</i>			
Ext. de Alfalfa			
Atractante comercial ( <i>Langobuds</i> ®)			
Alimento Comercial			
Dieta Basal (-)			

Nota: Las áreas sombreadas en gris son indicativas de la eficiencia, en términos de atractabilidad y estimulación alimenticia de cada uno de los tratamientos

## ***Litopenaeus stylirostris***

### **FASE DE QUIMIODETECCION**

#### ***Aminoácidos***

En esta fase los resultados revelaron que entre los aminoácidos probados, la arginina, la lisina y la histidina fueron los que presentaron los mejores resultados alcanzando un grado de excitación de 4.2, 3.72 y 3.69, respectivamente.

#### ***Aminas Biogénicas***

Entre las aminas biogénicas utilizadas, la cadaverina y la putrescina se destacaron por presentar altos grados de excitación (4.14 y 3.38, respectivamente).

#### ***Extractos Animales***

Dentro de los extractos animales, los que presentaron mejores respuestas fueron el agua de cola de langostilla (4.1), el extracto liofilizado de langostilla (3.99), además del extracto de caracol (3.73) y el aceite de langostilla (3.54).

#### ***Extractos Vegetales***

De los extractos vegetales, al igual que con camarón blanco y langostino, solamente el de coco mostró un alto grado de excitación (4.38).

#### ***Testigos***

Por ultimo, el testigo positivo, provocó también comportamiento alimenticio en *Litopenaeus stylirostris* (4.64 en la escala de Pittet). Como ocurrió con el resto de las especies, el testigo negativo y el alimento comercial no lograron provocar ningún grado de excitación importante entre los ejemplares utilizados.

En la Tabla 24 se muestran los grados de excitación alcanzados para cada uno de los tratamientos, así como la dosis óptima para cada uno de los mismos.

Tabla 24.- Dosis óptima y grado máximo de excitación presentado por *L. stylosis* mediante los bioensayos de quimiodetección.

TRATAMIENTOS	DOSIS EN %	MAXIMO GRADO DE EXCITACION
Atractante comercial (+)	0.34	4.64
Ext. de Coco	3.18	4.38
Arginina	0.25	4.2
Cadaverina	0.38	4.14
Agua de cola de Langostilla	3.2	4.1
Liofilizado de Langostilla	0.38	3.99
Ext. de Caracol	3.32	3.73
Lisina	0.3	3.72
Histidina	0.34	3.69
Aceite de Langostilla	3.36	3.54
Putrescina	0.34	3.38
Ext. de Calamar	3.21	2.54
Espermina	0.37	2.45
Soluble de Pescado	3.42	2.29
Ext. de Jaiba	3.98	2.26
Alimento Comercial	0.33	2.22
Espermidina	0.31	2.09
Tiramina	0.35	2.07
Tirosina	0.46	1.86
Histamina	0.32	1.55
Ext. Etereo de Langostilla	3.2	1.48
Ext. de Alfalfa	3.52	0.98
Dieta Basal (-)	3.6	0.95
Ext. de Chara	4.05	0.83

#### FASE DE QUIMIOATRACCION

Los tratamientos utilizados en esta fase fueron los que presentaron mejores resultados en la fase de quimiodetección, empleándose la dosis óptima de cada uno de ellos, tal y como se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25.- Dosis utilizadas en la fase de quimioatracción, con *L. stylirostris*.

TRATAMIENTOS	DOSIS EN %
Atractante comercial (+)	0.34
Ext. de Coco	3.18
Arginina	0.25
Cadaverina	0.38
Agua de cola de Langostilla	3.2
Liofilizado de Langostilla	0.38
Ext. de Caracol	3.32
Lisina	0.3
Histidina	0.34
Aceite de Langostilla	3.36
Putrescina	0.34
Alimento Comercial (+)	
Dieta Basal (-)	

El Análisis de Varianza reveló que en todas las fases se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se realizaron las respectivas comparaciones de medias por el método de Tuckey, observándose que en general los tratamientos que presentaron menores tiempos fueron la arginina, cadaverina, el attractante comercial, extracto de caracol, el extracto de coco, agua de cola de langostilla, la putrescina y el aceite de langostilla (Figura 15). Los resultados promedio de todas las fases se encuentran enlistados en la Tabla 4 del Anexo III y los análisis de varianza y las comparaciones de medias se presentan en el Anexo V.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

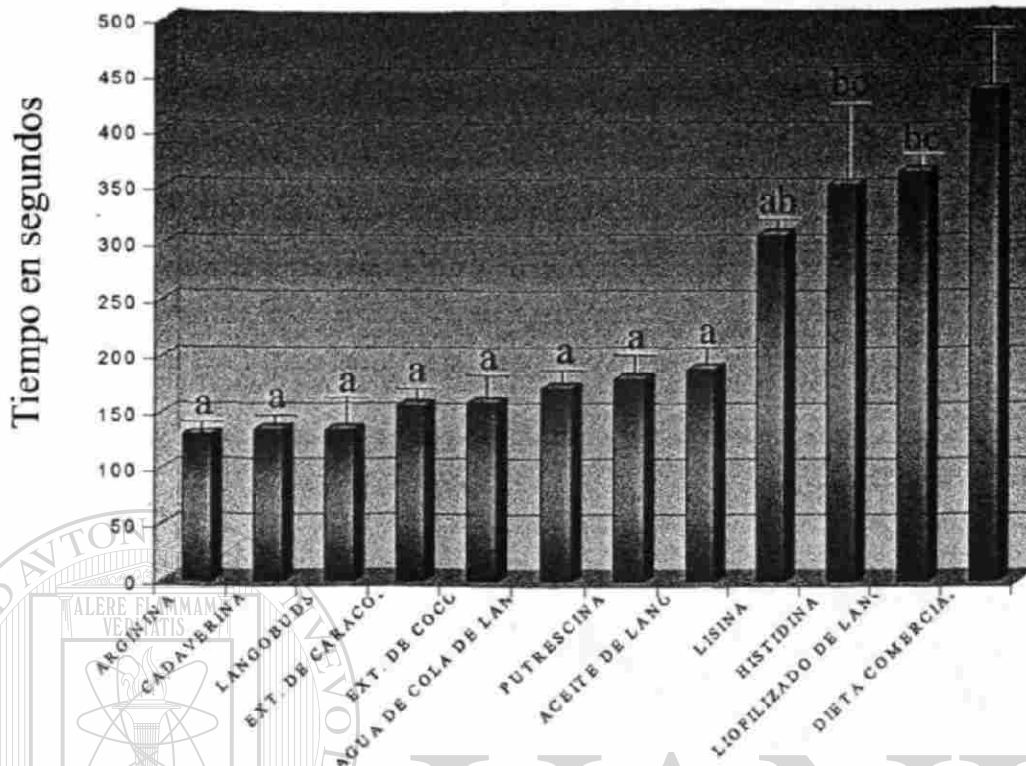


Figura 15.- Tiempo que tarda *L. stylirostris* en alcanzar la fase de ingestión ( $F = 33.339$ ; g.l. 12,38;  $P < 0.0001$ ). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

### BIOENSAYO DE CAMPO

En esta fase se utilizaron los siguientes tratamientos: arginina, cadaverina, extracto de coco, extracto de caracol, agua de cola de langostilla, lisina, putrescina, aceite de langostilla e histidina. Como testigo negativo se utilizó el alimento comercial (*Camaronina*®, de Purina) el cual utilizan generalmente en dicha granja para la engorda de los camarones. Como testigo positivo se utilizó el atractante comercial (*Langobuds*®).

#### Fase de Observación Directa

Los resultados indican que en los primeros 2 tiempos (20 y 40 minutos) los tratamientos mayormente consumidos fueron el atractante comercial y la arginina, seguidos por la putrescina, la arginina, el aceite de langostilla, el agua de cola de langostilla, el extracto de caracol y el extracto de coco. El tratamiento menos consumido resultó ser la dieta comercial ( $F = 3.151$ ; g.l. 8,26;  $P < 0.01$  y  $F = 4.507$ ; g.l. 8,26;  $P < 0.01$ , respectivamente). En el tiempo III (80 minutos) el



atractante comercial fue el más consumido, seguido por el extracto de coco, la arginina y la cadaverina. Con menos consumo se presentó el agua de cola de langostilla y por último y sin diferencia significativa entre ellos se presentaron la putrescina, el extracto de caracol, el aceite de langostilla y la dieta comercial (F = 17.483; g.l. 8,26; P < 0.0001) (Figura 16). Los resultados promedio de consumo de pellets a los diferentes tiempos se encuentran enlistados en la Tabla 4 del Anexo IV y los análisis de varianza y las comparaciones de medias se presentan en el Anexo V.

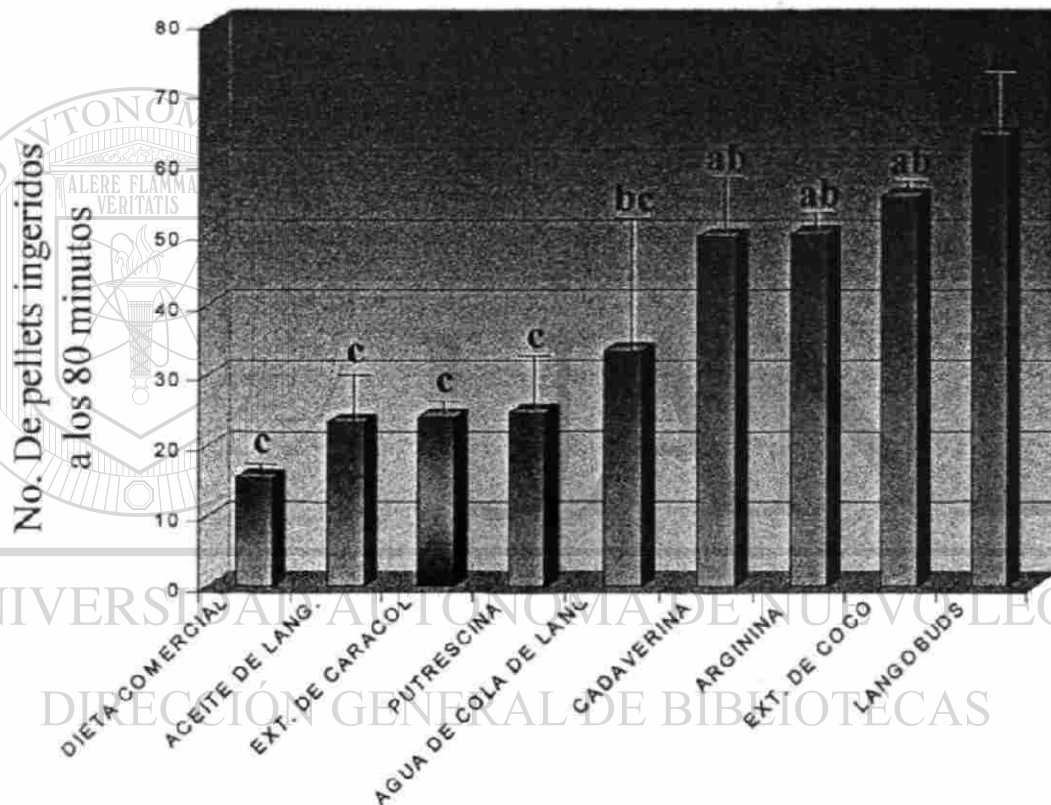


Figura 16.- Número de pellets consumidos por *L. stylirostris* a los 80 minutos (F = 17.483; g.l. 8,26; P < 0.0001). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

En la Tabla 26 se enlista el comportamiento de la totalidad de los tratamientos utilizados a través de las tres fases metodológicas (quimiodetección, quimioatracción y bioensayos de campo).

Tabla 26.- Utilización de los atractantes a través de los diferentes bioensayos.

TRATAMIENTOS	QUIMIO-DETECCION	QUIMIO-ATRACCION	BIOENSAYO DE CAMPO
Arginina			
Lisina			
Histidina			
Tiramina			
Cadaverina			
Putrescina			
Histamina			
Tirosina			
Esermina			
Esermidina			
Extracto de pescado (Lisa)			
Ext. de Caracol ( <i>Pomacea bridgesi</i> )			
Ext. de Calamar			
Ext. de Jaiba ( <i>Callinectes sapidus</i> )			
Liofilizado de Langostilla ( <i>Pleurocondes planipes</i> )			
Agua de cola de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Aceite de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Ext. Etereo de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )			
Ext. de Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )			
Ext. de <i>Chara sp.</i>			
Ext. de Alfalfa			
Atractante comercial ( <i>Langobuds®</i> )			
Alimento Comercial			
Dieta Basal (-)			

Nota: Las áreas sombreadas en gris son indicativas de la eficiencia, en términos de atractabilidad y estimulación alimenticia de cada uno de los tratamientos

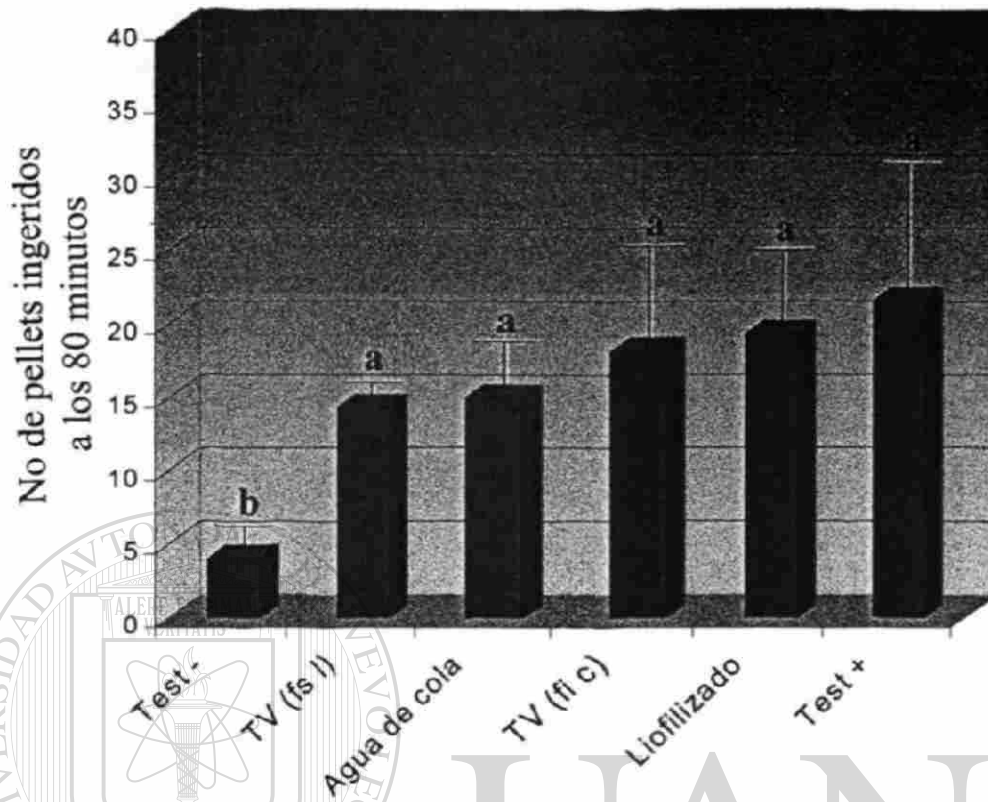
## PRUEBAS CON DIFERENTES FRACCIONES QUÍMICAS DE LOS EXTRACTOS

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en las pruebas de quimiodetección realizadas con *Litopenaeus vannamei* y *Macrobrachium rosenbergii*, se procedió al fraccionamiento de aquellos extractos que presentaron los mejores resultados, para ser probados posteriormente bajo el mismo protocolo experimental.

Las muestras utilizadas fueron separadas en fases por medio de diversas técnicas (Anexo I), mediante las cuales se obtuvieron un total de 17 fracciones (Tabla 11, pag. 41), mismas que fueron utilizadas con el fin de comparar el poder attractante de cada una de ellas.

Los análisis estadísticos realizados para el último tiempo del bioensayo de campo en condiciones comerciales para *L. vannamei* y *Macrobrachium rosenbergii* no revelaron diferencias significativas con respecto al consumo de las dietas a las cuales les fueron adicionados los distintos tratamientos, a excepción del consumo de la dieta comercial, el cual fue menor que el del resto de los tratamientos.

En el caso de *L. vannamei*, el testigo positivo fue el que provocó mayor consumo de pellets, seguido por el liofilizado de langostilla, la fracción inferior de coco de la Técnica Verde el agua de cola de langostilla y la fracción superior de langostilla de la Técnica Verde (Figura 17) (Anexo I),



Test-: testigo negativo

Agua de cola: Agua de cola de langostilla

TV (fi c) fracción inferior de coco de la Técnica Verde.

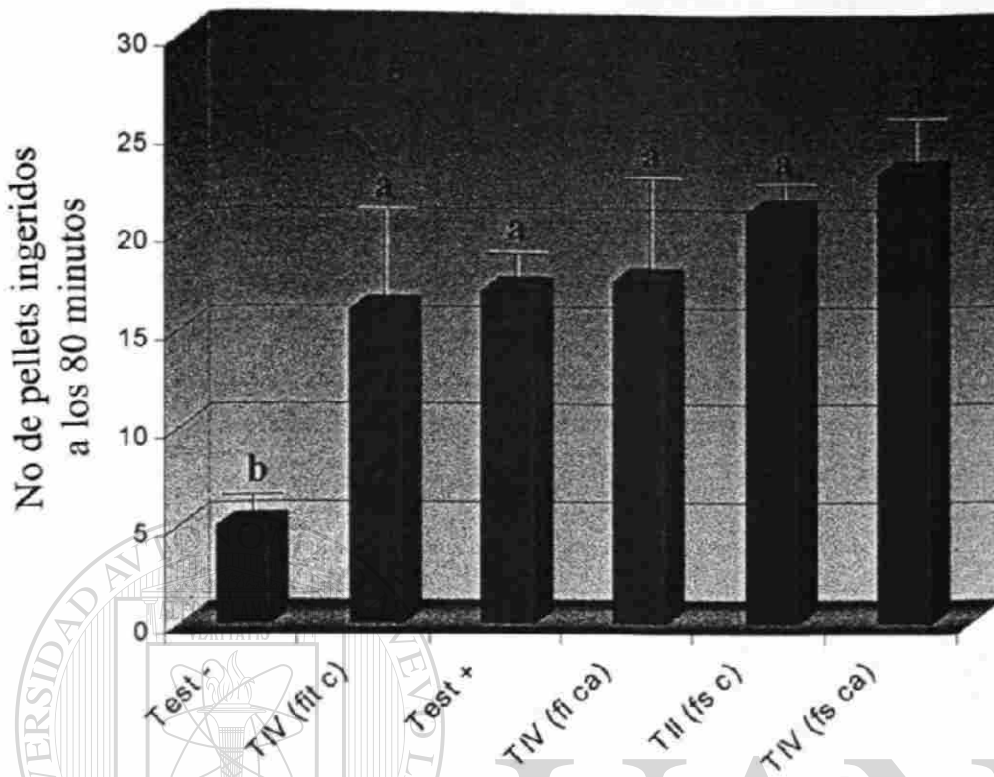
Liofilizado: Liofilizado de langostilla

Test+: Testigo positivo

TV (fs I) fracción superior de langostilla de la Técnica Verde.

Figura 17.- Promedio de pellets consumidos en el tiempo de 80 minutos durante el bioensayo de campo para la especie *Litopenaeus vannamei*. (F = 3.123; g.l. 6,20; P < 0.05). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

En el bioensayo desarrollado con *M. rosenbergii*, a los 80 minutos, la fracción Superior de calamar (Técnica B&D IV) fue la que provocó mayor consumo de pellets (Figura 18), seguida por la fracción Superior de coco (Técnica B&D II), la fracción inferior de calamar (Técnica B&D IV), el testigo positivo y la fracción Intermedia de coco (Técnica B&D IV). Por último, el testigo negativo (alimento comercial), fue el tratamiento con menor consumo de pellets (F = 4.966; g.l. 5,17; P < 0.05).



Test-: Testigo negativo

T IV (fit c) Fracción Intermedia de coco de la Técnica B&D IV.

Test+: Testigo positivo

T IV (fi ca) Fracción Inferior de calamar de la Técnica B&D IV.

T IV (fs ca) Fracción Superior de calamar de la Técnica B&D IV.

T II (fs c) Fracción Superior de coco de la Técnica B&D II.

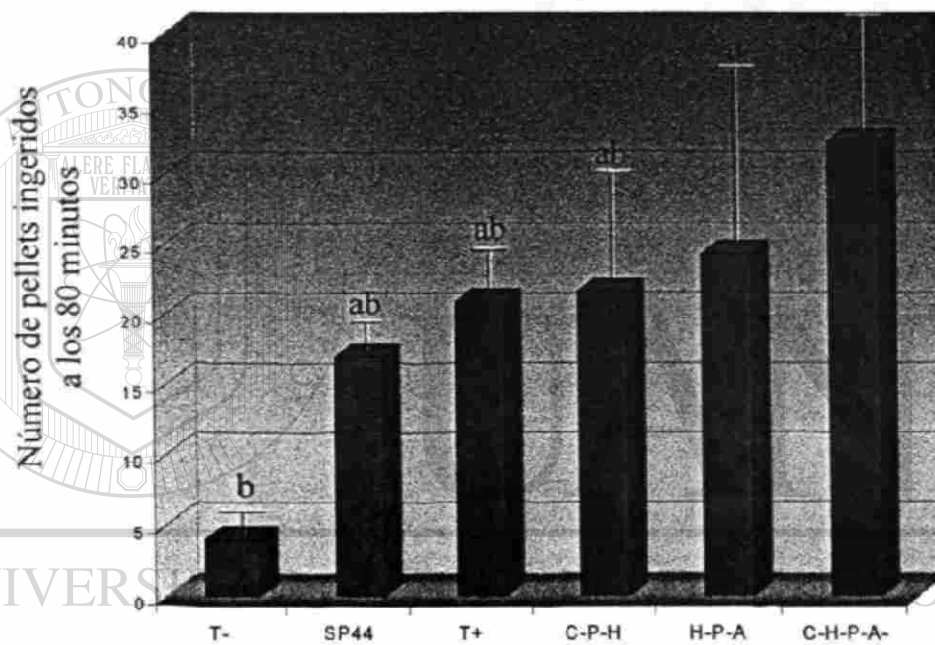
Fig. 18.- Promedio de pellets consumidos en el tiempo de 80 minutos durante la prueba de campo para *M. rosenbergii* ( $F = 4.966$ ; g.l. 5,17;  $P < 0.05$ ). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos. ®

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### SINERGISMO

El Análisis de Varianza mostró la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al consumo de pellets a los 80 minutos para *L. Vannamei* (Anexo IV), siendo las mezclas de Cadaverina-Putrescina-Arginina-Histidina e Histidina-Putrescina-Arginina los que proporcionaron un mayor consumo (32.33 y 25.66 pellets ingeridos, respectivamente), seguidas por el testigo positivo (atractante comercial), la mezcla Cadaverina-Putrescina-Histidina y los solubles de pescado (*SP44*; 44 horas de descomposición) sin diferencias significativas entre ellos. Por último, el alimento comercial solo provocó un consumo promedio de 4 pellets (Figura 19).

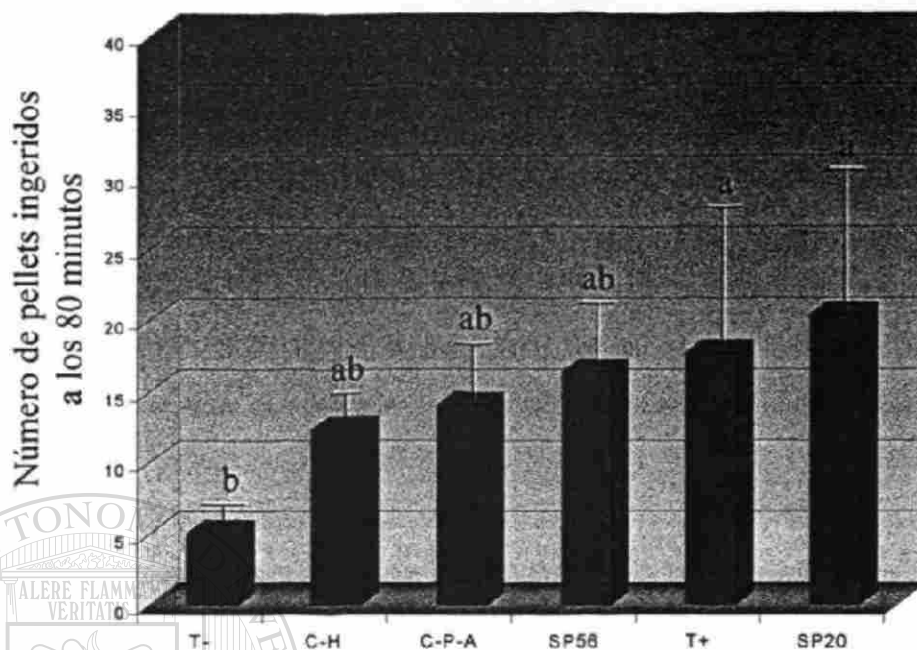
En las pruebas de campo en condiciones comerciales efectuadas con *M. rosenbergii* también se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al consumo de pellets a los 80 minutos (Anexo IV), registrándose que la muestra de solubles de pescado (SP20: 20 horas de descomposición) presentó el más alto consumo (20 pellets), seguidos por el testigo positivo (atractante comercial), soluble de pescado (SP56: 56 horas de descomposición) y por la mezcla de Cadaverina-Putrescina-Arginina, sin diferencia significativa entre ellos. Con resultados ligeramente menores se presentó la mezcla de Cadaverina-Histidina y por último el alimento comercial con un consumo promedio de 5 pellets (Figura 20).



## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

T- = Testigo negativo (dieta comercial); SP44 = Soluble de pescado (44 horas); C-P-H = Cadaverina, Putrescina, -Histidina; T+ = Testigo positivo (atractante comercial, *Langobuds*®)  
 C-P-A-H = Cadaverina, Putrescina, Arginina, Histidina.

Fig. 19.- Promedio de pellets consumidos en el tiempo de 80 minutos durante el bioensayo de campo para la especie *Litopenaeus vannamei* (F=3.7100; g.l. 7,23; P < 05). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.



T- = Testigo negativo (dieta comercial); C-H = Cadaverina, Histidina; C-P-A = Cadaverina, Putrescina, Arginina; SP20 = soluble de pescado (20 horas); SP56 = solubles de pescado (56 horas); T+ = Testigo positivo (atractante comercial, *Langobuds*<sup>®</sup>).

Fig. 20.- Promedio de pellets consumidos en el tiempo de 80 minutos durante el bioensayo de campo para la especie *Macrobrachium rosenbergii* (F=6.804; g.l. 7,23; P < .001). Las medias con la misma literal denotan grupos homogéneos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## DISCUSION

Los resultados indican que la metodología empleada resultó ser muy adecuada para probar una gran cantidad de tratamientos, los cuales al irse eliminando según su efectividad, a través de los diferentes bioensayos, permite seleccionar solo aquellos con posibilidades reales de actuar como attractante y estimulante alimenticio para ser utilizados en condiciones comerciales. De aquí que el bioensayo de campo haya sido particularmente importante para demostrar la efectividad real de los attractantes al ponerlos a competir con los estímulos que se encuentran generalmente en el medio en que se cultivan estos organismos.

## CRITERIOS EXPERIMENTALES

Durante todas las fases experimentales se tuvo especial cuidado en utilizar organismos con los apéndices completos, ya que es en éstos órganos en donde se localizan los astetascos responsables de la detección de los estímulos, por lo cual la ausencia o daño de los mismos hubiera interferido directamente en el proceso antes mencionado, tal y como lo sugieren Devine y Atema (1982). A este respecto Cowan (1991) observó que las langostas (*Homarus americanus*) que no poseían anténulas laterales perdían toda habilidad de detección, de la misma manera, Dunham y Oh (1992) mencionan que la ausencia total o parcial de apéndices modifica significativamente la capacidad de detección de estímulos.

Por otra parte, cada ejemplar fue utilizado una sola vez, con la finalidad de evitar que se presente un acondicionamiento al tipo de bioensayo, tal y como lo sugieren Lee y Meyers, (1996a).

Para los bioensayos de laboratorio y el mantenimiento de los organismos, fue implementado un sistema en el cual se utilizaron tanto acuarios como tanques de fibra de vidrio para las especies marinas. La salinidad del agua (33 ppt) se obtuvo al utilizar sal sintética de la marca *Instant Ocean*® la cual posee una formulación completa, resultando adecuada para los bioensayos de quimioestimulación, en tanto que para las especies de agua dulce se utilizó agua potable de clorada. Lo anterior permitió evitar la influencia de moléculas o contaminantes que hubieran podido interferir en los resultados, tal y como lo mencionan Benfield y Aldrich (1992).



## BIOENSAYOS DE QUIMIODETECCION

Se adoptó la metodología propuesta por Pittet *et al* (1996) siendo la única modificación la utilización de una sola video-cámara colocada en el lado frontal respecto a la posición de los organismos, en lugar de dos video-cámaras utilizadas en el sistema original (una frontal y otra colocada bajo el acuario de observación). Esta modificación no afecta en los resultados ya que debido al tamaño de los acuarios (15 X 15 cm) es posible enfocar completamente a los organismos para su observación.

Mediante éstos bioensayos se obtuvo una curva de dosis-respuesta con la cual se pudo determinar la dosis óptima de cada uno de los tratamientos. Esto 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 (1986b). Este aspecto cobra aún mayor relevancia cuando los atractantes son utilizados a nivel comercial, en donde, si no se respetan las concentraciones adecuadas, su utilización será inútil y no se obtendrán las ventajas esperadas o bien su utilización resultaría demasiado onerosa afectando la rentabilidad de la operación.

Pudo observarse que las especies utilizadas alcanzaban diferentes grados de excitación debido probablemente a las diferencias en sus hábitos de comportamiento alimenticio. Así, *M. rosenbergii* fue la especie que exhibió el más alto grado de excitación (4.78) según la escala de Pittet, seguido por *L. stylirostris* (4.64) y *L. vannamei* y por último *P. clarkii* (3.83).

Las dosis óptimas estimadas para los aminoácidos y las aminas biogénicas que presentaron mejores resultados con las 4 especies, no sobrepasaron del 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 éstas 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.

Los resultados de este bioensayo hacen suponer que las especies de crustáceos utilizadas en el presente trabajo presentan quimiorreceptores específicos similares, ya que, de manera general, fueron estimuladas por los mismos tratamientos. Este aspecto podría ser el resultado de su proximidad filogenética.

Por otro lado, la importancia de esta aproximación radica en el hecho de que hasta el momento la mayoría de las investigaciones sobre quimiorrecepción en laboratorio han sido realizadas con especies de gran tamaño como las de los géneros *Panulirus* y *Homarus* (Zimmer-Faust, 1989), sin embargo, existe poca información disponible para los géneros *Litopenaeus* (Benfield y Aldrich, 1991; Benfield y Aldrich, 1992; Costero y Meyers, 1993) y/o *Machrobrachium* (Holland, 1985; Harpaz *et al.* 1987). Mientras que en el caso particular del género *Procambarus* no existen investigaciones sobre el tema, lo que le confiere mayor relevancia al presente trabajo.

#### BIOENSAYOS DE QUIMIOATRACCION

El sistema adoptado para realizar estos bioensayos fue similar al propuesto por Costero y Meyers (1993), a excepción de una modificación consistente en eliminar el flujo de agua, medida que dió buenos resultados en investigaciones anteriores (Mendoza *et al.*, 1997), al evitar el fenómeno de reotaxis positiva presente en los organismos.

Las fases comportamentales registradas para *L. vannamei* y *L. stylirostris* correspondieron a las detectadas por otros autores como Harpaz *et al.*, (1987) y Costero y Meyers (1993), no así las fases registradas en *M. rosenbergii* y *P. clarkii*, que difieren con las mencionadas por Costero y Meyers (*op. cit*) principalmente porque no presentan movimiento de los maxilípedos. De aquí se deriva la necesidad de proponer nuevos criterios de evaluación para las fases comportamentales de estas especies.

Al igual que en los bioensayos de quimiodetección, los organismos fueron utilizados una sola vez con la intención de evitar que estos se habituaran al tipo de prueba, considerando su capacidad para adquirir experiencia con relación a la ubicación del estímulo, tal y como lo

mencionan Daniel y Derby (1988), logrando esto interferir en los resultados reales de las pruebas.

Otro aspecto importante dentro de la metodología aplicada fue la reducción del stress de los organismos, al registrar su comportamiento por medio de filmación a distancia, ya que de otra manera se pudieran haber ocasionado ciertas alteraciones en el comportamiento. En relación con esto, Costero y Meyers (1993) señalan que un organismo estresado altera su ritmo alimenticio de manera sustancial.

### *Método de aplicación del atrayente*

El empleo de los atrayentes por medio del método de aspersión en el alimento resulta ser sin duda el método más adecuado, ya que este tipo de aplicación implica que los atrayentes se liberen rápidamente quedando disponibles de forma casi inmediata al entrar en contacto directo con el agua, por lo que pueden ocasionar una respuesta de percepción en un tiempo sumamente corto. En efecto, la eficacia de los quimioatractantes está relacionada con su coeficiente de difusión y su solubilidad en el agua, lo cual ayuda a la rápida localización e ingestión del alimento, mejorando con esto las condiciones físicas y comerciales del cultivo (Lee y Meyers, 1996b). Los resultados de la presente investigación sugieren la adición de los atrayentes mediante este tipo de aplicación, contrariamente a lo que señala Provasoli (1976) quien propone un proceso de microencapsulación para propiciar una difusión más lenta, lo que podría repercutir en un incremento considerable en el costo de la dieta.

Un hecho que viene a apoyar nuestras observaciones es el bioensayo en condiciones comerciales realizado por Mendoza y Morales (resultados inéditos) quienes llevaron a cabo pruebas con atrayentes en alimento para camarón, observando mejores resultados cuando los atrayentes fueron incluidos por aspersión que cuando estos fueron incluidos antes del proceso de peletización. Esto permite suponer que en este proceso pudiera estar al origen de las pérdidas en la actividad de atracción de las moléculas, presumiblemente debido a las temperaturas que se alcanzan durante la peletización (aprox. 75°C), lo que pudiera alterar la estructura de los atrayentes.

## BIOENSAYOS DE CAMPO EN CONDICIONES COMERCIALES

El propósito del bioensayo realizado a escala comercial para observar el efecto de los atractantes sobre la ingestión de alimento, fue la simulación lo más cercanamente posible a las características típicas de los cultivos. En este caso se manejó una densidad relativamente grande de organismos en las jaulas, en concordancia con las densidades establecidas en los cultivos de las distintas especies. De acuerdo con Lee y Meyers (1996a), el empleo de un solo animal resulta adecuado solo en condiciones de laboratorio, sin embargo, en pruebas de validación experimentales a mayor escala es necesario manejar un número más elevado de animales para evaluar de manera precisa la aplicación práctica de los atractantes.

Otro aspecto que viene a darle importancia a la realización de este tipo de bioensayos en condiciones de cultivo radica en que se ha demostrado que uno de los factores que más afecta el consumo de alimento es la frescura del mismo, la cual está determinada por el tiempo que el alimento se encuentra sumergido en el agua (Montoya, *et al.*, 1999). En los bioensayos efectuados se observó que con la aplicación de atractantes, el tiempo de localización del alimento es mínimo e incrementa el consumo de la dieta.

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, probablemente porque los autores son fisiólogos con perspectivas diferentes a las de los etólogos y/o ecólogos (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 dulcícolas o marinos.

## CONDICIONES DE REALIZACION DE LOS BIOENSAYOS

Las diferencias encontradas entre especies con respecto al consumo de pellets en estas pruebas, pudieran ser ocasionadas por las condiciones ambientales que se presentaron al momento de realizar los bioensayos. En el caso de *L. stylirostris*, que fue la especie que presentó mayor consumo, la temperatura promedio del agua fue de 27°C, mientras que para *L. vannamei* y *M. rosenbergii* la temperatura promedio fue de 22°C. Por otra parte, las pruebas realizadas con *P.*

*clarkii* no se pueden comparar directamente con las del resto de las especies debido a que no se evaluó el consumo de pellets, además de que en el ambiente en que se desarrolló presentaba un flujo constante de agua, que no se presentó en los bioensayos con las otras especies. En efecto, en esta prueba se utilizó el hígado de res como un testigo positivo alternativo, ya que como lo menciona Rodríguez (1993), su utilización como carnada ofrece mejores resultados que una serie de extractos y vísceras de diferentes especies. El extracto de pescado (lisa) fue el que presentó mejores resultados (4 capturas), lo que coincide con lo reportado por (Huner y Barr, 1982), quienes mencionan que entre las carnadas utilizadas más comúnmente destacan peces como sardinas, carpas y bagres.

Contrariamente a lo observado en los bioensayos de laboratorio, los acociles no fueron atraídos por el extracto de *Chara* (1.33 captura promedio), probablemente porque en el hábitat en donde se realizaron las pruebas existía una población de ésta, la cual pudo haber interferido en los resultados.

## TRATAMIENTOS

### *Testigo negativo*

En las pruebas de ingestión en condiciones comerciales, el testigo negativo fue representado por el alimento comercial que normalmente se utilizaba en la granja, el cual, según el fabricante, ya incluía atractantes en su formulación. Al igual que en los bioensayos previos, el testigo negativo fue utilizado como vehículo de los atractantes, de tal forma que la diferencia entre el testigo negativo y los demás tratamientos sólo consistía en la inclusión de los atractantes experimentales. Los valores obtenidos con el testigo negativo en estas pruebas resultaron ser 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 los utilizados, a pesar de estar bien formulados, descuidan el factor de atractabilidad, indispensable en condiciones de producción.

### **Testigo positivo**

Se utilizó el atractante comercial (*Langobuds®*) debido a los excelentes resultados que ha ofrecido tanto a nivel de laboratorio como en condiciones comerciales con distintas especies de camarones peneidos (*Litopenaeus vannamei*, *L. monodon*) y langostinos (*M. rosenbergii*) (Costero y Meyers, 1993; Miller, 1993; Mendoza *et. al.*, 1997). La utilización de este producto ha implicado la reducción en el tiempo de localización e ingestión hasta en un 50% en estos estudios. En el caso de nuestras series experimentales demostró ser igualmente eficaz al probarlo con todas las especies. Las diferencias encontradas en los resultados entre especies pudo ser ocasionada por los diferentes elementos de su composición. Dentro de éstos destaca en particular la betaina, molécula que resulta un excelente atractante para diferentes crustáceos, sin embargo su uso en diferentes especies ha sido sujeto de cierta controversia, ya que si bien, en ciertos experimentos ha resultado atractante (Carr y Chaney, 1975; Harpaz *et al.*, 1987; Harpaz y Stainer, 1990), en otros, al contrario, ha resultado ser repelente (Dreby y Harpaz, 1988). Por último, no se puede descartar que el efecto sinérgico de otros componentes de ésta mezcla compleja pudieran haber actuado en forma diferente para cada una de las especies.

### **Aminoácidos**

— Los aminoácidos que presentaron mejores resultados a nivel general fueron la arginina, la lisina y la histidina, lo que coincide con lo reportado por Hindley, (1975), Mackie (1982), Bauer *et al.*, (1981), Hatt (1984), Harpaz *et al.* (1987), Derby y Harpaz (1988), Kurmaly *et al.*, (1990), Coroto, *et al.* (1992). Estos aminoácidos se caracterizan por poseer una cadena corta (6 átomos de Carbono) y un bajo peso molecular (210.7, 146.2 y 155.2, respectivamente).

Rittschof (1990) menciona que los organismos marinos fueron atraídos por péptidos generados por descomposición de tejidos que además poseían residuos neutros o básicos como la arginina y la glicina, lo que coincide con los resultados obtenidos en nuestro trabajo en relación a 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).

Con relación a los resultados obtenidos con la lisina, estos coinciden con los encontrados en estudios comportamentales desarrollados con *Penaeus marginiensis* (Hindley, 1975) y *Homarus americanus* (Carter y Steele, 1982). De igual manera coincide con los resultados obtenidos mediante técnicas electrofisiológicas con *Orconectes limosus* (Hatt, 1984).

De manera similar, algunas investigaciones revelan el poder quimioestimulante que presenta la histidina sobre *Orconectes limosus* (Bauer et al., 1981), *Planorbarius corneus* (Lombardo et al., 1992) y sobre *Panulirus argus* (Fadool et al., 1993), lo que coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

#### *Aminas biogénicas*

Los resultados obtenidos con las aminas biogénicas en los diferentes bioensayos realizados demuestran que, en forma general, la cadaverina y putrescina resultaron ser de los mejores atractantes e incitantes, ya que como se observó en las pruebas de quimiorrección en acuario, los crustáceos utilizados invierten menos tiempo en presentar las diferentes fases de comportamiento alimenticio cuando son expuestos a estas.

En el caso de la tiramina y la histamina, éstas no lograron estimular el comportamiento alimenticio de ninguna de la especies de crustáceos utilizadas en este estudio, lo que explica que estas aminas no hayan sido reportadas en la literatura como potencialmente atractantes.

La espermidina y la espermina, contrariamente al resto de las aminas probadas, no presentaron buenos resultados, debido probablemente a su baja solubilidad en el medio acuático, tal y como lo menciona Seiler (1994).

Considerando los resultados de manera global, la utilización de la cadaverina y la putrescina como atractantes en alimento, empleando la dosis óptima determinada en este estudio,

no presenta ningún riesgo, ya que estas pueden ser transformadas en el tracto intestinal por medio de la acción de aminoxidasas (Zaldivar, 1992), contrariamente a los que sucede con la tiramina y la histamina.

Por otro lado, cabe hacer mención que en la literatura son pocos los reportes que indican que una sola molécula presente mejores resultados que distintas mezclas artificiales o naturales de moléculas o extractos de diferentes organismos. Tal fue el caso de la cadaverina en este estudio, ya que reveló ser más potente que la mayoría de los tratamientos probados.

Los resultados obtenidos, así como las numerosas observaciones reportadas en la literatura, nos proveen de diversos puntos de reflexión que podrían ser conjuntados en una teoría complementaria a la estipulada por Zimmer-Faust (1987) quien señala que dentro del grupo de los crustáceos, aquellos con hábitos carnívoros tienden a buscar alimento con altos niveles de energía (una carga energética alta), mientras que nuestros resultados indican que los crustáceos de hábitos omnívoros tienden a ser atraídos por moléculas degradadas, las cuales son liberadas a menudo dentro del proceso de descomposición de los organismos, así como durante la excreción y que en consecuencia presentan un bajo valor en cuanto a carga energética. Esto estaría relacionado con los hábitos ecológicos de las especies de crustáceos utilizadas, lo que permite suponer que su preferencia por este tipo de moléculas estaría ocasionada por cierto tipo de oportunismo, ya que al ingerir animales moribundos o cadáveres estarían evitando la competencia con otros organismos y al mismo tiempo representaría un ahorro de energía implícito en el comportamiento predatorio de los carnívoros.

Por otra parte, es importante considerar que en el curso del proceso de descomposición, se produce una especie de reacción en cadena en cuanto a la degradación proteica, esto es, que las proteínas y/o péptidos son convertidos en aminoácidos libres los cuales son convertidos a su vez en aminas biogénicas y por otro lado de manera simultánea, se forman nucleótidos y sales cuaternarias de amonio, los cuales son liberados al medio ambiente. Todas las moléculas anteriores presentan propiedades de atracción y estimulación hacia los crustáceos tal y como lo describen los antecedentes mencionados en el presente trabajo.



Un argumento adicional que viene a apoyar esta teoría es que de acuerdo a Hatt (1984) y Bauer, *et al.*, (1981) la efectividad de los aminoácidos se pierde al sustituir, alterar o eliminar el grupo amino, sin embargo, al eliminar el grupo carboxilo la eficacia en términos de atracción se mantiene, aunque en menor nivel. Estos resultados están en concordancia con los resultados observados en esta investigación, ya que las aminas biogénicas (formadas por descarboxilación de aminoácidos) estimularon ampliamente el comportamiento alimenticio. Por otro lado, estos autores mencionan que las formas *L* de los aminoácidos son más efectivas que las formas *D*; los  $\alpha$ - aminoácidos son mejores que los  $\beta$ , y por último que los aminoácidos con más de 5 átomos de carbono tienen menos efecto. Lo anterior concuerda con las características que presentan la lisina y arginina y por ende las características de las aminas biogénicas derivadas de estos aminoácidos, como es el caso de la cadaverina y la putrescina.

Un aspecto importante en torno a la utilización de estas moléculas es la concentración a la cual se apliquen. Este parámetro resulta ser especialmente delicado en el caso de las aminas biogénicas, ya que existen antecedentes de efectos nocivos al ser utilizadas en grandes concentraciones (Smith, 1990; Cowey y Cho, 1992). En el otro extremo, si no se adiciona una concentración suficiente es probable que su efecto como atrayente pueda verse limitado.

---

### Extractos Vegetales y Animales

En la mayoría de los estudios de quimiorrecepción realizados hasta la fecha se ha demostrado que distintas mezclas de moléculas y/o extractos presentan mejores resultados que cuando se utilizan por separado sus componentes individuales (Carr y Derby, 1986b). En el presente trabajo los extractos de coco y el liofilizado de langostilla presentaron muy buenos resultados con *L. vannamei* y *M. rosenbergii*, mientras que *L. stylirostris* presentó además cierta preferencia por el coco y por el agua de cola de langostilla. En el caso de *Procambarus clarkii*, esta especie fue atraída particularmente hacia el extracto de *Chara*, una alga que forma parte de su alimento natural.

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 expuestas a diferentes partes del coco, mostrando un gran potencial atrayente en las tres especies de animales acuáticos (Harada y Miyasaki, 1997).

## SINERGISMO

Se observó que existe cierto grado de sinergismo al utilizar distintas mezclas de aminoácidos y aminas biogénicas en los bioensayos de campo para *L. vannamei*, ya que mezclas con 4 componentes funcionaron mejor que mezclas con 3 o 2 componentes.

Este tipo de resultados también se observó en las pruebas de campo con *M. rosenbergii* donde una mezcla de 2 aminas biogénicas y un aminoácido presentó mejores resultados que la mezcla de una amina biogénica y un aminoácido.

Comparando los resultados globales de los bioensayos de campo para *L. vannamei*, se observó que cuando se utilizó la arginina y la cadaverina por separado funcionaron mejor que cuando se utilizaron en una mezcla acompañadas de putrescina e histidina en una proporción de 1:1. Lo mismo sucedió en las pruebas de campo con *M. rosenbergii*, cuando se utilizó la cadaverina sola, esta funcionó mejor que cuando se utilizó la cadaverina más la histidina. Lo anterior coincide con los resultados reportados por Zimmer-Faust *et al* (1984a) quienes encontraron que un simple compuesto puede presentar mejores resultados que una mezcla que lo contenga. Otra posible causa es que las moléculas realmente atractivas se encuentran diluidas en las mezclas.

Por otro lado, se observó que para *L. vannamei* la SP33 (Soluble de pescado con 33 horas de descomposición) propició un aumento en el consumo de aproximadamente un 300% más que el consumo del alimento comercial. En el caso de *M. rosenbergii*, las muestras SP15 y SP42 incrementaron el consumo de pellets hasta en un 350% en relación al consumo del alimento comercial. Lo anterior hace suponer que en estas muestras se encuentran una gran variedad de moléculas entre las que destacan las aminas biogénicas, cadaverina, putrescina e histamina, tal y como lo mencionan Suzuki *et al.*, (1994) y Klausen y Lund (1986).

## FRACCIONES DE EXTRACTOS

Los resultados obtenidos con las fracciones utilizadas en las pruebas de campo en condiciones comerciales tanto con *L. vannamei* como con *M. rosenbergii* demuestran que dicha información es útil para conocer el tipo de fracciones que le confieren atractabilidad a los extractos, aunque no se observaron diferencias significativas al compararse estos resultados con los resultados de los extractos completos. Por lo anterior y considerando las implicaciones y costos en que se incurre para la obtención de las fracciones, es poco recomendable su utilización como atractantes en condiciones comerciales.

## ESPECIES UTILIZADAS

Los crustáceos carnívoros y omnívoros responden igual a pequeñas moléculas de amplia distribución en tejidos de plantas y animales, tal es el caso de algunos aminoácidos y aminas biogénicas (Lindstedt, 1971), como sucede con las especies utilizadas en este trabajo, que a pesar de poseer diferentes hábitos alimenticios, fueron atraídas por igual por moléculas de bajo peso molecular como son los aminoácidos y las aminas biogénicas.

Los juveniles de *L. stylirostris* generalmente exhiben un comportamiento alimenticio más agresivo que los de *L. vannamei* y además de que los primero pueden migrar distancias considerables dentro de un estanque en busca de alimento (Clifford III, 1998), lo que coincide con los resultados obtenidos en los bioensayos de campo, en donde el consumo máximo de alimento por *L. stylirostris* fue mayor que el consumo por *L. vannamei* (50 y 29 pellets respectivamente).

Cabe mencionar que *M. rosenbergii* y *L. vannamei* presentaron una gran similitud de respuesta hacia el liofilizado de langostilla, al igual que *P. clarkii* y *L. stylirostris* hacia el agua de cola de langostilla, lo que indica una diferencia en los hábitos alimenticios de estas especies.

## RELACION COSTO-BENEFICIO

Considerando los resultados obtenidos con la arginina y el bajo costo de ésta con relación al resto de los aminoácidos y aminas biogénicas utilizadas, es posible su utilización en

condiciones comerciales a través de un ciclo completo de cultivo. Así, hipotéticamente tendríamos que con un kg de arginina utilizado a la dosis óptima (0.25%), se podría aplicar a 450 kg de alimento aproximadamente, el cual al ser consumido en una proporción mayor a los 300% con respecto al alimento comercial, equivaldría a utilizar 1,350 kg, lo que representaría un ahorro en el alimento al menos de un 50% (ya que se tiene que tomar en cuenta el costo de la arginina que es de 120 dolares por kg).

Por su parte, los extractos de coco y el agua de cola de langostilla también podrían ser utilizados en condiciones comerciales al igual que la arginina, con la ventaja de que su costo es mínimo si se considera que pueden ser obtenidos como subproductos en plantas comercializadoras de coco o harineras, respectivamente.

Además de las ventajas económicas que brinda la utilización de atractantes, los productores de alimento no necesitarían elaborar dietas con una dosis excesiva de ligantes para proveerlos de estabilidad máxima, lo que interviene de manera negativa en el proceso de digestión. Por otra parte, si bien es cierto que los ligantes sintéticos cumplen una función importante en la elaboración de alimentos acuícolas, en los últimos tiempos están siendo cuestionados por estar aparentemente relacionados con algunos efectos fisiológicos negativos referente a la biodisponibilidad de los nutrientes (Achupallas, 1998). Una de las causas parece ser que los ligantes absorben las enzimas digestivas reduciendo de esta manera la hidrólisis de los nutrientes. También debe mencionarse la pérdida de palatabilidad que le confiere el aglutinante a los alimentos cuando se emplean en dosis superiores al 0.7% (Achupallas, *op. cit.*)

Por último, además de la utilización de atractantes en las dietas, para obtener las mayores ventajas posibles de su utilización se debe de establecer un programa de manejo alimenticio en el cual se determine la proporción del alimento, la frecuencia de alimentación, cantidad de alimento por evento, tiempo de alimentación y método de presentación. Todo lo anterior permitirá aumentar la rentabilidad de los cultivos, como lo mencionan Lee y Lawrence (1999).

## CONCLUSIONES

La mayoría de los tratamientos utilizados actuaron como atractantes, ya que provocaron, a diferentes magnitudes, que el organismo los percibiera a distancia, tal y como se pudo observar en los bioensayos de quimioatracción, además de presentar una actividad como estimulantes alimenticios, ya que provocaron que el animal continuara alimentándose después de ingerir el alimento por primera vez.

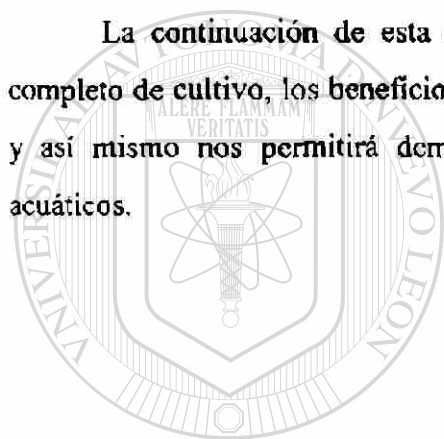
Entre los aminoácidos, los que presentaron mejores resultados de manera general fueron la arginina y la histidina, mientras que de las aminas biogénicas sobresalieron la cadaverina y la putrescina. Con respecto a los extractos animales, el liofilizado de langostilla y el agua de cola de langostilla fueron los que presentaron mejores resultados, mientras que de los extractos vegetales solo el de coco funcionó como atractante e incitante alimenticio.

Los atractantes que presentaron mejores resultados para *M. rosenbergii* fueron la Arginina, la Cadaverina, el liofilizado de langostilla y el extracto de coco a una dosis de 0.33, 0.32, 0.27 y 1.48% respectivamente. Para *P. clarkii*, el extracto de pescado (2.96%), la Putrescina (0.30%) y el agua de cola de langostilla (2.69%) obtuvieron los mejores resultados. En el caso de *L. vannamei*, los mejores tratamientos resultaron ser la Cadaverina (0.249%), la Arginina (0.255%), el extracto de coco (1.25%) y el liofilizado de langostilla (0.298%). Por último, los mejores tratamientos para *L. stylirostris* fueron el extracto de coco (3.18%), la Arginina (0.25%), la Cadaverina (0.38) y el agua de cola de langostilla (3.36%).

Adicionalmente se comprobó el efecto sinérgico que presentan las mezclas de aminoácidos y aminas biogénicas al obtener con *L. vanamei* mejores resultados con una mezcla de 4 componentes (Cadaverina-Putrescina-Arginina-Histidina) que con mezclas de menor número de componentes. Similarmente, con *M. rosenbergii* se obtuvieron mejores resultados con una mezcla de Cadaverina-Putrescina-Arginina que con mezclas de dos componentes. También con *M. rosenbergii* se obtuvieron buenos resultados con solubles de pescado con 20 horas de descomposición.

La relevancia de éste estudio se refleja en el hecho **de** que la adición de atractantes no solo promovió la rápida localización del alimento, sino **que** también propició un aumento significativo en el consumo de la dieta comercial (hasta más **de** un 300%), la cual ya contaba con una fuente de atractante. 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.

La **continuación** de esta investigación nos **permitirá** confirmar, a través de un ciclo completo de cultivo, los **beneficios** atribuidos a los **atractantes** desde el punto de vista ecológico y así mismo nos **permitirá** demostrar la inocuidad de **estos** materiales en los organismos acuáticos.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LITERATURA

- Abdó, M.I. (1994) Estudio de algunos parámetros de calidad de harinas de pescado utilizadas en la nutrición del camarón blanco *Penaeus vannamei*. Tesis Inedita. F.C.B., U.A.N.L. pp: 115.
- Ache, B. (1988) Integration of chemosensory information in aquatic invertebrates. In: J. Atema, R.R. Fay, A.N. Popper, & W.N. Tavolga, eds. pp: 175-203. Spring Verlag, New York.
- Ache, B. & C.D. Derby (1985) Functional organization of olfaction in crustaceans. *Trends in Neuroscience*. 8: 356-360.
- Ache, B.W, R.A. Gleeson & H.D. Thompson (1986) Mechanism of interaction between odorants at olfactory receptor cells. *Chemical Senses*. 11:575.
- Achupallas, J. (1998) Tecnología de alimentos para camarón. *Memorias del IV Symposium Internacional de Nutrición Acuicola*. Noviembre de 1998, La Paz, B.C., México. No. de pp: 7
- Ajuzie, C.C. & S. Appelbaum (1993) Feed attractants for glass eels. *Fish Farmer*. 7(2): 25-27.
- Atema, J. (1988) Distribution of Chemical Stimuli. In: J. Atema, R.R. Fay, A.N. Popper, & W.N. Tavolga, eds. pp: 29-56. Spring Verlag, New York.
- Atema, J. & D. Cowan (1986) Sex identifying urine and molt signals in lobster (*Homarus americanus*). *Journal of Chemical Ecology*. 12(11) 2065-2080.
- Aurioles-Gamboa, D., E.F. Balart & J.L. Castro (1995) Recomendaciones para la explotación y aprovechamiento de la langostilla. En: La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento. D. Aurioles-Gamboa y E.F. Balart Editores. CIBNOR.
- Ayala G.R. & V.N. Valencia (1987) Engorda del camarón en estanquería rústica. *Acuavisión Revista Mexicana de Acuicultura*. 2 (8): 30-31.
- Balconi, I.R. (1991) La harina de pescado en alimentos balanceados. *Tecnología Agropecuaria*. 4 (37):14-23.
- Barlow, S.M. & M.L. Windsor (1984) Subproductos de pesquerías. IAFMM. Boletín Técnico No. 19, CS12. *Handbook of Nutritional Supplements*. 2:253-272.
- Bauchau, A.G. & M.T. Fontaine (1984) Chemoreception et comportement de reproduction chez crustacés. *Oceanis*. 10(2): 151-168.
- Bauer, V., J. Dudley & H. Hatt (1981) Characteristics of single monoreceptive units sensitive to amino acids and related sustancias in the crayfish leg. *J. Comp. Physiol*. 144:67-74.

- Benfield, M. & D. Aldrich (1991) A laminar-flow choice chamber for testing the responses of postlarval penaeids to olfactants. *Contributions in Marine Science*. 32: 73-88.
- Benfield, M. & D. Aldrich (1992) Attraction of postlarval *Penaeus aztecus* Ives and *P. setiferus* (L.) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) to estuarine water in a laminar-flow choice chamber. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 156:39-52.
- Bird, C. (1998) Hatchery culture of *Macrobrachium rosenbergii*. *Fisheries Western Australia web-page*.
- Borowski, B. (1984) Effects of receptive females secretions on some male reproductive behavior in the amphipod crustacean *Microdeutops grillotalpa*. *Marine Biology*, 84: 183-187.
- Borowski, B. (1985) Responses of the amphipod crustacean *Gammarus palustris* to waterborne secretions of conspecifics and congeneric. *J. of Chemical Ecology*. 11(11): 1545-1552.
- Brown, S. & J. Hara (1982) Biochemical aspects of amino acid receptors in olfaction and taste. In: *Chemoreception in fishes*. T.J. Hara ed. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands. Pp: 159-180.
- Brown, P.B. & D. Rittschof (1984) Effects of flow and concentration of attractant on newly hatched oyster drills, *Urosalpinx cinerea* (Say). *Marine Behaviour and Physiology*. 11: 75-93.
- Brown, P.B., P. Tazik, M.L. Hooe & W.G. Blythe (1990) Consumption and apparent dry matter digestibility of aquatic macrophytes by male and female crayfish (*Orconectes virilis*). *Aquaculture*. 89: 55-64.
- Caroff, J., L.Barthélemy & P. Sebert (1986) Brain and plasma biogenic amines analysis by the EC/HPLC technique: application to fish. *Comp. Biochem. Physiology*. 84C: 151-153. ®
- Carr, W.E.S. (1978) Chemoreception in the shrimp *Palaemonetes pugio*. The role of aminoacids and betaine in elicitation of a feeding responses by extracts. *Comp. Biochem. Physiol.*, 61A:127-131.
- Carr, W.E.S (1988) The molecular nature of chemical stimuli in the aquatic environment. In: *Sensory Biology of Aquatic Animals*. J. Atema, R.R. Fay, A.N. Popper, & W.N. Tavolga, eds. pp: 3-28. Spring Verlag, New York.
- Carr, W.E.S. & T. Chaney (1975) Chemical stimulation of feeding behavior in the pinfish, *Lagodon rhomboides*: Characterization and identification of stimulatory substances excreted from shrimp. *Comp. Biochem. Physiol.* 54A: 437-441.
- Carr, W.E.S. & H.W. Thompson (1983) Adenosine 5'-monophosphate, an internal regulatory agent, is a potent chemoattractant for a marine shrimp. *J. of Comparative Physiology*. 153: 47-53.



- Carr, W.E.S., Netherton, J.C.III & M.L.Milstead (1984) Chemoattractants of the shrimp *Palaemonetes pugio*: variability in responsiveness and the stimulatory capacity of mixtures containing amino acids, quaternary ammonium compounds, purines and other substances. *Comp. Biochem. Physiol.*, 77A, 469-474.
- Carr, W.E.S. & C. Derby (1986a) Behavioral chemoattractants for the prawn, *Palaemonetes pugio*: identification of active components in food extracts and evidence of synergistic mixture interactions. *Chemical Senses*. 11: 49-64.
- Carr, W.E.S. & C. Derby (1986b) Chemically stimulated feeding behavior in marine animals: importance of chemical mixtures and involvement of mixture interactions. *Journal of Chemical Ecology*. 12(5): 989-1007.
- Carr, W.E.S., R.A. Gleeson, B.W. Ache & M.L. Milstead (1986) Olfactory receptors of the spiny lobster: ATP-sensitive cells with similarities to P<sub>2</sub>-type purinoreceptors of vertebrates. *J. Comp. Physiol. A*. 158: 331-338.
- Carr, W.E.S., H. Trapido-Rosenthal & R. Gleeson (1989) Stimulants of feeding behavior in marine organisms: receptor and perireceptor events provide insight into mechanisms of mixture interactions. In: *Perception of Complex Smells and tastes*. Academic. Press Australia. pp: 27-45.
- Carr, W.E.S., J.C. Netherthon, R.A. Gleeson & C.D. Derby (1996) Stimulants of feeding behavior in fish: Analyses of tissues of diverse marine organisms. *Biol. Bull.* 190:149-160.
- Carter, J.A. & D.H. Steele (1982) Attraction and selection of prey by immature lobsters (*Homarus americanus*). *Canadian Journal of Zoology*. 60: 326-336.
- Castilla, J.C. (1972) Responses of *Asterias rubens* to bivalve prey in a Y-maze. *Marine Biology*. 12: 222-228.
- Castilla, J.C. & D.J. Crisp (1970) Responses of *Asterias rubens* to olfactory stimuli. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 50: 829-847.
- Cauge, S., M. Miltner & W. Avault (1982) Range pellets as supplemental crayfish feed. *Prog. Fish Cult.* 44:23-24.
- Clifford III, H.C. (1998) Management of ponds stocked with blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. *Proceedings of the 1st Latin American Congress on shrimp culture*, Panama City, Panama. October 1998.
- 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.

- Corotto F., R. Voigt & J. Atema (1992) Spectral Tuning of Chemoreceptor cell of the third maxiliped of the lobster, (*Homarus americanus*) *Biol. Bull.* 183:456-462.
- Costero M.C. & S.P. Meyers (1993) Evaluation of chemoreception by *Penaeus vannamei* Boone under experimental conditions. *The Progressive Fish Culturist.* 55:157-162.
- Cowan, D. (1991) The role of olfaction in courtship behavior of the american lobster *Homarus americanus*. *Biol. Bull.* 181: 402-407.
- Cowey, C.B. & C.Y. Cho (1992) Failure of dietary putrescine to enhance the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49:2469-2473.
- Cruz-Suárez, L.E. & J.C. Guillaume (1983) Facteur de croissance inconnu de la farine de calmar pour la crevette japonaise: localisation de ce facteur. *Conseil International pour l'Exploitation de la Mer C.M.* 1983/f:14.
- Dall, W., B.J. Hill, P.C. Rothlisberg & D.J. Sharples (1990) Food and Feeding. In: *Advances in Marine Biology. The Biology of Penaeid* Academic Press. London. 27: 315-332.
- Daniel, P.C. & R. Bayer (1987) Temporal changes in release rates and quality of lobster (*Homarus americanus*) feeding attractants from herring (*Clupea harengus*) baits. *Mar. Behav. Physiol.* 13: 13-27. ---
- Daniel, P.C. & C.D. Derby (1988) Behavioral olfactory discrimination of mixture in the spiny lobster (*Panulirus argus*) based on a habituation paradigm. *Chemical Senses.* 13(3):385-395.
- Daniel, P.C. & 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.
- Daniel, P.C. & C.D. Derby (1991) Chemosensory responses to mixtures: A model based on composition of receptor cell types. *Physiology & Behavior.* 49: 581-589.
- Daniel, P.C., M.F. Burgess & C.D. Derby (1996) Responses of olfactory receptor neurons in the spiny lobster to binary mixture are predictable using a noncompetitive model that incorporates excitatory and inhibitory transduction pathways. *Journal of Comp. Physiol.* 178:523-536.
- Daniels, W.H., L.R. D'Abamo & L. De parseval (1992) Design and management of a closed, recirculating "clear-water" hatchery system for freshwater prawns; *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Shellfish Research* 11:65-73.
- De La Bretone, L.W. & S. R. Romaine (1991) Crawfish Production: Harvesting, Marketing and Economics. *SRAC Publication.* No. 242.

- Derby, C.D. (1984) Molecular weight fractions of natural foods that stimulate feeding in crustaceans, with data from the lobster *Homarus americanus*. *Mar. Behav. Physiol.* Vol 10, pp.273-282.
- Derby, C.D. & J. Atema (1980) Induced host odor attraction in the pea crab *Pinnotheres maculatus*. *Biol. Bull.* 158: 26-33.
- Derby, C.D. & J. Atema (1982) Chemosensitivity of walking legs of the lobster *Homarus americanus*: neurophysiological response spectrum and thresholds. *J. Exp. Biol.* 98:303-315.
- Derby, C.D., K. Hamilton & B.W. Ache (1984) Processing of olfactory information at three neuronal levels in the spiny lobsters. *Brain Research.* 300: 311-319.
- Derby, C.D., W.E.S. Carr & B.W. Ache (1984b) Purinergic olfactory cells of crustaceans: responses characteristics and similarities to internal purinergic cells of vertebrates. *J. Comp. Physiol. A.* 155: 341-349.
- Derby, C.D. & S. Harpaz (1988) Physiology of chemoreceptor cells in the leg of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Comp. Biochem. Physiol.* 90A: 85-91.
- Derby, C.D., M.N. Girardot, P.C. Daniel & J.B. Fine-Levy (1989) Olfactory discrimination of mixtures: behavioral, electrophysiological and theoretical studies using the spiny lobster *Panulirus argus*. *Reception of Complex Smells and Tastes.* 4: 65-82.
- Derby, C.D., M.N. Girardot & P. Daniel (1991) Responses of olfactory receptor cells of spiny lobsters to binary mixtures: I. Intensity Mixture Interactions. *Journal of Neurophysiology.* 66 (1): 112-129.
- Derby, C.D., M. Hutson, B. Livermore & W. Lynn (1996) Generalization among related complex odorant mixtures and their components: Analysis of olfactory perception in the spiny lobster. *Physiology & Behavior.* 60(1): 87-95.
- Devine, D.S. & J. Atema (1982) Function of chemoreceptors organs in spatial orientation of the lobster, *Homarus americanus*: Differences and Overlap. *Biol. Bull.* 163:144-153.
- Dunham, D. & J. Oh (1992) Chemical sex discrimination in the crayfish *Procambarus clarkii*: Role of antennules. *Journal of Chemical Ecology.* 18(12): 2363-2372.
- Dunham, D. & J. Oh (1996) Sex discrimination by female *Procambarus clarkii* (Girard, 1952) (Decapoda, Cambaridae): use of chemical and visual stimuli. *Crustaceana.* 69(4): 534-542.
- Dunham, D., K.A. Ciruna & H.H. Harvey (1997) Chemosensory role of antennules in the behavioral integration of feeding by the crayfish *Cambarus bortoni*. *J. of Crustacean Biology.* 17(1): 27-32.

Fadool, D.A., W.C. Michel & B.W. Ache (1993) Odor sensitivity of cultured lobster olfactory receptor neurons is not dependent on process formation. *J. Exp. Biol.* 174: 215-233.

FAO (1994) Aquaculture production (1986-1992). FAO Fisheries Circular No. 815 Revision 6. FAO FIDI/C815 Rev. 6 Statistical Tables. FAO, Rome, Italy.

FAO (1997). Review of state of world Aquaculture. FAO Fisheries Circular No. 886, Rev.1, Rome. Pp.163.

Fine-Levy, J.B., P.C. Daniel, M.N. Girardot & C.D. Derby (1989) Behavioral resolution of quality of odorant mixtures by spiny lobsters: differential aversive conditioning of olfactory responses. *Chemical senses.* 14: 503-524.

Fine-Levy, J.B & C.D. Derby (1992) Behavioral discrimination of binary mixtures and their components: effects of mixture interactions on coding of stimulus and quality. *Chemical Senses.* 17: 307-323.

Fuke, S., S. Konosu & K. Ina (1981) Identification of Feeding Stimulants for Red Sea Bream in the Extract of Marine Worm *Perinereis brevicirrus*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.* 47(12): 1631-1635.

Fuzessery, Z., W.E.S. Carr & B. Ache (1978) Antennular chemosensitivity in the spiny lobster, *Panulirus argus*: studies of taurine sensitive receptors. *Biol. Bull.* 154: 226-240.

Gallagher, G. (2000) Status of the World Aquaculture 2000. *Aquaculture Magazine.* 29: 6-60.

Gouygou J-P., C. Martin, C. Sinquin & P. Durand (1989). Determination of biogenic amines in fish. *Oceanis.* 15(4):599-604.

Guerin, M. (1998). Use of Betaine in Aquafeeds: Attractant, Osmo-regulant or Lipotropic Metabolite?, *IV Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*, parte I, pp. 3-5.

Harada, K. (1991) Attraction activities of herbal crude drugs for abalone, oriental weatherfish and yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 57(11) 2083-2088.

Harada, K., Miyasaki & T. Yakiyosi (1994) Chemoattract effects of sugar and their related compound on black abalone *Haliotis discus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 109 A (1):111-115

Harada, K. & T. Miyasaki (1997) Attractivity of exotic fruit fleshs for the abalone, the oriental weatherfish, and the yellowtail. *Fisheries Science.* 63(5): 671-675.

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.

- Harpaz, S. & J.E. Steiner (1990) Analysis of Betaine-induced feeding behavior in the prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1987) (Decapoda, Caridae). *Crustaceana* 58 (2) 175-185.
- Hartati, R. & R. Briggs (1993) Effect of feeding attractants on the behaviour and performance of juvenile *Penaeus monodon* Fabricus. *Aquaculture and Fisheries Management*. 24: 613-624.
- Hatt, H. (1984) Structural requirements of amino acid and related compound for stimulation of receptors in crayfish walking leg. *J. Comp. Physiol. A*. 155: 219-231.
- Hazlett, B.A. (1985) Disturbance pheromones in the crayfish *Orconectes virilis*. *Journal of Chemical Ecology*. 11(12): 1695-1711.
- Hazlett, B.A. (1990) Source and nature of disturbance-chemical system in crayfish. *Journal of Chemical Ecology*. 16(7): 2263-2275.
- Heinen, J.M. (1980) Chemoreception in decapod crustacea and chemical feeding stimulants as potential feed additives. *Proc. World Maricul. Soc.* 11:319-334.
- Hill, J. & J. Wassenberg (1987) Feeding behaviour of adult Tiger Prawns, *Penaeus esculentus*, Under Laboratory Conditions. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 38:183-190.
- 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.
- Holland, K. (1985) Detection and food search. thresholds of *Macrobrachium rosenbergii*. *Chen. Senses*. 10:461.
- Holland, K.N. & B.J. Rusell (1993) A palatability bioassay for determining ingestive stimuli in the marine shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 109:153-164.
- Hollschmit, K. (1988) Manual Técnico para el cultivo y engorda del Langostino Malayo. Instituto técnico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, Sonora, México. pp. 123 - 128
- Huisman, G.F., V. Kempen, K.D. Bos, M.A. Verstraten & J.M. Fontencr (1992) *TNO Nutrition & Foods Research. Annual Report 1992*. Zeist. pp:12-13.
- Huner, J.V. & J.E. Barr (1982) Red swamp crawfish: Biology and exploitation. The Louisiana Sea Grant College Program, Louisiana State University. 125 pp
- Johnson, B.R. & B.W. Ache (1978) Antennular chemosensitivity in the spiny lobster, *Panulirus argus*: amino acids as feeding stimuli. *Marine Behaviour and Physiology*. 5:145-157

- Kamamura, G., T. Matsuoka, T. Tajiri, M. Nishida & M. Hayashi (1995) Effectiveness of a sugarcane-fish combination as bait in trapping swimming crabs. *Fisheries Research*. 22:155-160.
- Klausen, N. & E. Lund (1986) Formation of Biogenic Amines in Herring and Mackerel. *Z. Lebens Unters Forsh.* 182:459-463.
- Kohbara, J. & y. Hidaka (1993) The feeding-stimulatory effectiveness of L-lactic acid on the young yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 59(1): 183.
- Koskela, J., J. Pirhonen & E. Virtanen (1991) Effect of attractants on feed choice of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Fish Nutrition in Practice*. 6: 419-427.
- Kratt, C.M. & D. Rittschof (1991) Peptide attraction of hermit crabs *Clibanarius vittatus* Bosc: Roles of enzymes and substrates. *J. of Chemical Ecology*. 17(12) 2347-2365.
- Kuba, K., S. Miyasaki & Y. Umemura (1983) Contents of free histidine and histamine in fish meals and in the model compounds and their toxicities to induce gizzard erosion. *Natl. Inst. Anim. Health Q.* 23: 69-70.
- Kurmaly, K., Jones, D.A. & 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.
- LaCaze (1981) Crayfish farming. Louisiana Wildlife and Fisheries Commission. *Baton Rouge, Fisheries Bulletin*. No. 7.
- Lawrence, A.L. (1999) Aquaculture: Feed management, feeds and environmental quality. *Proceeding of the World Aquaculture Nutrition*. Sidney, Australia. pp: 425.
- Lee, P.G. (1992) Chemotaxis by *Octopus maya* Voss et soils in a Y-maze. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 153:53-67.
- Lee, P.G. & S. Meyers (1996a). Chemoattraction and feeding stimulation in crustacea *Aquaculture Nutrition*. 2: 157-164.
- Lee, P.G. & S. Meyers (1996b) Chemoattraction and Feeding Stimulation. In: *Crustacean Nutrition*. (D' Abramo, L., Conklin, D. and Akiyama, D. eds.). World Aquaculture Society. Baton Rouge. L.A. pp: 292-352.
- Lee, P.G. & A.L. Lawrence (1999) Feeding strategies to optimize production efficiency on prawn forms. *Proceeding of the World Aquaculture Society*. Sidney, Australia. pp: 437

- Lim, C. & W. Dominy (1989) Evaluation of soybean meal as replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). *Draft*, pp. 22.
- Ling, S.W. (1969) The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (Le Man). *Proceeding of the world Scientific Conference on the Biology and culture of shrimp and prawns*. Roma, pp 589-606.
- Lindstedt, K.J. (1971) Chemical control of feeding behavior. *Comp. Biochem. Physiol.* 39A: 553-581.
- Lisowski, J.J., P.G. Bushnell & J.H. Teeter (1986) A two-choice water recirculation tank for assessing chemosensory preferences of landlocked sea lampreys. *The Progressive Fish Culturist*. 48: 64-67.
- Lombardo, F., R. Maramoldo, B. Fratello & D. Sonetti (1992) Aminoacids and derivates as food-finding signals in the freshwater snail *Planorbarius corneus* (L). *Comp. Biochem. Physiol.* 101: 389-398.
- Mackie, A.M. (1973) The chemical basis of food detection in the lobster *Homarus gammarus*. *Marine Biology*. 21: 103 - 108.
- Mackie, A.M. (1982) Identification of the gustatory feeding stimulants. In: *Chemoreception in fishes*. T.J. Hara ed. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands. pp. 275-291.
- Mackie, A.M. & R.G. Shelton (1972) A whole animal bioassay for the determination of the food attractants of the lobster *Hommarus gammarus*. *Marine Biology*. 14: 217 - 221.
- Mackie, A.M. & J.W. Adron (1978) Identification of inosine and inosine-5'-monophosphate as the gustatory feeding stimulants for the turbot, *Scophthalmus maximus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 60A: 79-83.
- Mackie, A.M. & A.I. Mitchell (1982) Further studies on the chemical stimulation of feeding behavior in the Dover sole, *Solea solea*. *Comparative Biochemistry & Physiology* 73A: 89-93.
- Magallon, F. (1980) Datos sobre el cultivo del langostino asiático *Macrobrachium rosenbergii* (LeMan) en México. *Memorias del Segundo Symposium Latinoamericano de Acuacultura*. México. 1: 621-639.
- Martínez, C.L. (1993) Camaronicultura. Bases Técnicas y Científicas para el cultivo de camarones penaeidos. AGT Editor. S.A. Mexico. pp: 232.
- Marui, T., R.E. Evans, B. Zielinski & T. Hara (1983) Gustatory responses of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) palate to amino acids and derivatives. *J. Comp. Physiol.* 153: 423-433.

- McLeese, D.W. (1970) Detection of dissolved substances by the American Lobster (*Homarus americanus*) and olfactory attraction between lobsters. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27:1371-1378.
- McLeese, D.W. (1973) Olfactory responses of lobsters (*Homarus americanus*) to solutions from prey species and to seawater extracts and chemical fractions of fish muscle and effects of antennule ablation. *Marine Behaviour & Physiology*, 2: 237-249.
- Mc Tighe, T.A. & R.J. Zimmerman (1991) Carnivory vs. Herbivory in juvenile *Penaeus setiferus* (Linnaeus) and *Penaeus aztecus* (Ives), *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 151(1-16).
- Mellon, Jr. D., D.C. Sandeman & R.E. Sandeman (1992) Characterization of oscillatoria olfactory interneurons in the protocerebrum of the crayfish. *Journal of Experimental Biology*, 167: 15-38.
- Mendoza, R. (1993) Métodos para evaluar la digestibilidad proteica de los alimentos para organismos acuáticos. In: L.Cruz, D. Rique, and R. Mendoza eds. *Memorias del Primer Simposium Internacional de Tecnología de Alimentos para Acuicultura*. Monterrey, N.L., México. Pp.155-202.
- 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
- Mendoza, R., C. Aguilera y J. Montemayor (1998) Utilización de subproductos avícolas en las dietas para organismos acuáticos. IV Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. La Paz, Baja California Sur. Noviembre de 1998. p: 1-46
- Miller, B. (1993) Effect of *Langobuds* as an attractant for *Penaeus monodon*. *International Aquaculture Newsletter*, 4 (1): 1-4.
- Momot, W. (1984) Crayfish production: A reflection of community energetics. *Journal of Crustacean Biology*, 4(1): 35-54.
- Montemayor, J. (1995) *Uso de feromonas y aminas biogénicas como atractantes en alimento para langostinos, Macrobrachium rosenbergii*. Tesis inedita. F.C.B., U.A.N.L.
- Montoya, R.A., A.L. Lawrence, W.E. Grant & M. Velasco (1999) Simulation of organic and inorganic phosphorus dynamics in an intensive shrimp production system. *Proceeding of the World Aquaculture Society*. Sidney, Australia. pp: 428.
- Muñoz-Ortiz, A. (1993) Eficiencia de asimilación del acocil *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea-Cambaridae) a tres alimentos naturales. Tesis Inedita. F.C.B., U.A.N.L.



- Murray, C.F., Hobbs, G., & R.G. Gilbert (1982) Scombrotixin and scombrotixin-like poisoning from channel fish. *J. of Hygiene*. 82: 215-220.
- New, M.B. (1990) Freshwater Prawn Culture: A Review. *Aquaculture*. 88:99-143.
- New, M.B. (1996) Responsible use of aquaculture feeds. *Aquaculture Asia*. 1(1): 315.
- Oikawa, C.K. & B.E. March (1997) A method for assessment of the efficacy of feed attractants for fish. *The Progressive Fish Culturist*. 59: 213-217.
- Pawson, M.G. (1977) Analysis of a natural chemical attractant for whiting *Merlangius merlangus* (L.) and cod *Gadus Morhua* (L.) Using a behavioural bioassay. *Comparative Biochemistry & Physiology*, 56A: 129-135.
- Pearson, W.H. & B.L. Olla (1977) Chemoreception in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Biol. Bull.* 153: 346-354.
- Pearson, W.H., D.C. Sugarnan, D.L. Wodruff & B.L. Olla (1980) Threshold for detection and feeding behavior in the dungeness crab, Cancer magister (Dana). *Mar. Behav. Physiol.* 6: 65-78.
- Pebbles, J.B. (1977) A rapid technique for molt staging in live *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 12: 173-180.
- Phuntsok, T., M. Zheny, M.A. Froetschel, Y.W. Huang & H.E. Arnos (1995) Silage polyanines: quantitation and relationship to fermentation of forage amino acids. *Animal and Dairy Science Department. Annual Report*. 212-218.
- 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.
- Pratt, D.M. (1974) Attraction to prey and stimulus to attack in the predatory gastropod *Urosalpinx cinerea*. *Marine Biology*. 27: 37-45.
- Provasoli, L. (1976) Nutritional aspects of crustacean aquaculture. In: K.S. Price (eds). *Proceedings of the First International Conference on Aquaculture Nutrition*. Collage of Marine Studies, University of Delaware, Newark.
- Reeder, P.B. & B.W. Ache (1980) Chemotaxis in the florida spiny lobster; *Panulirus argus*. *Animal Behaviour*. 28: 831-839.
- Regenstein, J.M. & C.E. Regenstein (1991) Introduction to Fish Technology. In: *An Osprey Book*. Published by Van Nostrand Reinhold. New York. Pp: 62-182.

- Rehnberg, B.G. & C.B. Schreck (1987) Olfactory sensitivity of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum): can salinity play a role?. *Journal of Fisheries Biology*. 31: 305-307.
- Rittschof, D. (1990) Peptide-mediated behaviors in marine organisms. Evidence for a common theme. *Journal of Chemical Ecology* 16: 261-271.
- Rittschof, D. & J. P. Sutherland (1996) Field studies on chemically mediated behavior in land hermit crabs: Volatile and Nonvolatile odors. *Journal of Chemical Ecology*. 12 (6): 1273-1284.
- Rivas R., R. Romaine, J.W. Avault & M. Giamalva (1978) agricultural forages and by-products as feed for crayfish, *Procambarus clarkii*. *4th international symposium of the international association of astacology*. 4: 28-31.
- Rodríguez, A.G. (1993) Tamaño poblacional, morfometría y crecimiento de *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea: Cambaridae) del área central de Nuevo León, México. Tesis Inedita. Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. pp: 107.
- Romaine, R.P., J.S. Forester & J.W. Avault (1978) Growth and survival of stunted red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in a feeding-stocking density experiment in pools. *4th International Symposium of the International Association of Astacology*. 32-36.
- Rosenberry, B. (1998) World shrimp farming. *Published Annually Shrimp News International*. No. 11 328 pp.
- Sakaguchi, M., M. Murata & A. Kawai (1982) Changes in free amino acids and creatine contents in yellow tail (*Seriola quinquiradiata*) muscle during ice storage. *J. of Food Science*. 47: 1662-1666.
- Schmitt, R.J. & S.J. Holbrook (1985) Patch selection by juvenile black surfperch (Embiotocidae) under variable risk: interactive influence of food quality and structural complexity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 85: 269-285.
- Seiler, N. (1992) The role of polyamines in cell biology. In: *Fundamentals of Medical Cell Biology*, JAI Press Inc. Vol 3B. 509-528.
- SEPESCA (1990) Anuario Estadístico de Producción Pesquera. Cifras de 1988, México, pág.428.
- Sevilla, M. (1983) *Biología Pesquera*, Ed. C.E.C.S.A., México, pp 81.
- Shelton, R.G. & A.M. Mackie (1971) Studies on the chemical preferences of the shore crab, *Carcinus maenas* (L.). *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 7: 41-49.

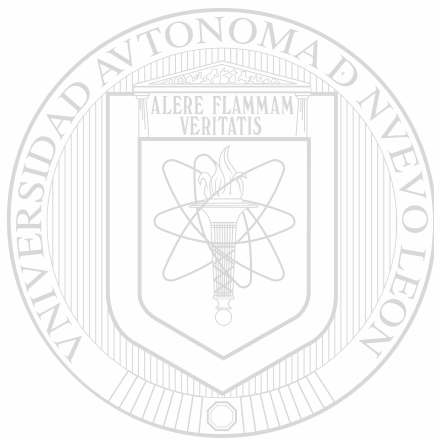
- Shimizu, C., A. Ibrahim, T. Tokoro & Y. Shirakawa (1990) Feeding stimulation in sea bream, *Pagrus major*, fed diets supplemented with Antarctic krill meals. *Aquaculture*. 89: 43-53.
- Sloan, N.A. & S.M. Northway (1982) Chemoreception by the asteroid *Crossaster papposus* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 61: 85-98.
- Smith, T.K. (1990) Effect of dietary putrescine on whole body growth and polyamine metabolism. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 194:332-336.
- Steullet, P. & C.D. Derby (1997) Coding of blend ratios of binary mixtures by olfactory neurons in the Florida spiny lobster, *Panulirus argus*. *J. Comp. Physiol.* 180: 123-135.
- Steele, C.W., D.W. Owens & A.D. Scarfe (1990) Attraction on zebrafish, *Brachidanio rerio*, to alanine and its suppression by copper. *Journal of Fish Biology*. 36: 341-352.
- Suzuki, S., K. Kobayashi & K. Takama (1994). Occurrence of biogenic amines at different processing stages of dried herring. *Fisheries Sciences*. 60: 353 - 354.
- Takayanagi, H., Y. Yamamoto & N. Takeda (1986) Ovary-stimulating pheromones in the freshwater shrimp, *Paratya compressa*. *Exp. Zoology*. 240: 397-400.
- Takei, M. (1977) Feeding behavior of crabs *Eimacrus isenbekii* and *Neptunus trituberculatus*. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 89: 75-82.
- Targett, N.M. T. Targett, N. Vrolijk & J.A. Yoder (1986) The effect of macrophyte secondary metabolites on the feeding preferences of the herbivorous parrotfish, *Sparisoma radians*. *Mar. Biol.* 15: 27-31.
- Taylor, S.L. (1984) Histamine food poisoning: Toxicology and clinical aspects. *CRC Critical Review of Toxicology*. 17: 91-128.
- Thompson, H. & B. Ache (1980) Threshold determination for olfactory receptors of the spiny lobsters. *Mar. Behav. Physiol.* 7: 249-260.
- Tierney, A.J. & D.W. Dunham (1982) Chemical communication in the reproductive isolation on the crayfishes *Orconectes propinquus* and *Orconectes virilis* (Decapoda, Cambaridae). *Journal of Crustacean Biology*. 2(4): 544-548.
- Tierney, A.J. & J. Atema (1987) Behavioral responses of crayfish (*Orconectes virilis* and *Orconectes rusticus*) to chemical feeding stimulants. *J. of chemical Ecology*. 14: 123-133.
- Tierney, A.J. & J. Atema (1988) Amino Acid Chemoreception: Effects of pH on Receptors and Stimuli. *Journal of Chemical Ecology*. 14(1): 135-141.

- Toften, H. & M. Jobling (1997) Feed intake and growth of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L), fed diets supplemented with oxitetracycline and squid extract. *Aquaculture Nutrition*. 3: 255-259.
- Trapido, R.H., R. Gleeson & W.E.S. Carr (1990) The efflux of aminoacids from the olfactory organ of the spiny lobster: Biochemical Measurements and Physiological Effects. *Biol. Bull.* 179: 374-382.
- Tripathi, S.D. (1990) Freshwater aquaculture in India. In: *Aquaculture in Asia* (Ed. M.M. Joseph) pp. 191-222. *Asian Fisheries Society Indian Branch*. Mangalore, India.
- Veciana, N., M.C. Vidal & A. Mariné (1990) Histamine and Tyramine during storage and spoilage of anchovic *Engraulis encrasicolus*: Relationship with other fish spoilage indicators. *J. of Food Sci.* 55(4): 32-40.
- Viana, M., M. Cervantes-Trujano & R. Solana-Sensores (1994) Attraction and palatability activities in juvenile abalone (*Haliotis fulgens*): nine ingredients used in artificial diets. *Aquaculture* 127:19-28.
- Voight R., & J. Atema (1992) Tuning of chemoreceptor cells of the second antenna of the American Lobster (*Homarus americanus*) with a comparison of four of its other chemoreceptor organs. *J. Comp. Physiol.* 171:673-683.
- Weissburg, M.J. & R.K. Zimmer-Faust (1991) Ontogeny Versus Phylogeny in determining patterns of chemoreception: Initial studies with fiddler crabs. *Biol. Bull.* 181:205-215.
- Wiernicki, C. (1984) Assimilation efficiency by *Procambarus clarkii* fed elodea (*Egera densa*) and it's products of decomposition. *Aquaculture*. 36: 203-215.
- Zaldivar, L. (1992) Criterios de calificación de harinas de pescado. *CORPESCA*. 6: 46-47.
- Zar, J.H. (1982) *Bioestadistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. N.J. P.345.
- Zimmer-Faust, R.K. (1987) Crustacean chemical perception: Towards a theory on optimal chemoreception. *Biol. Bull.* 172: 10-29.
- Zimmer-Faust, R.K. (1989) Comment: The relationship between chemoreception and foraging behavior in crustaceans. *Limnol. Oceanogr.*, 34(7): 1367-1374.
- Zimmer-Faust, R.K. (1991) Chemical signal-to-noise detection by spiny lobsters. *Biological Bulletin*. 181: 419-426.
- Zimmer-Faust, R.K., W. Michel, J. Tyre & J. Case (1984a) Chemical induction of feeding in California spiny lobster, *Panulirus interruptus* (Randall): Responses to molecular weight fractions of abalone. *Journal of Chemical Ecology*. 10(6): 957-971.

Zimmer-Faust, R.K., J.E. Tyre, W.C. Michel & J.F. Case (1984b) Chemical mediation of appetitive feeding in a marine decapod crustacean: Importance of suppression and synergism. *Biol. Bull.* 167: 339-353.

Zimmer-Faust, R.K., R. Gleeson & W.E.S. Carr (1988) The behavioral responses of spiny lobster to ATP: Evidence for mediation by P<sub>2</sub>-like chemosensory receptors. *Biol. Bull.* 175: 167-174.

Zimmer-Faust, R.K., J.M. Stanfill & S.B. Collard III (1989) A fast, multichannel fluorometer for investigating aquatic chemoreception and odor trail. *Limnol. Oceanogr.* 33(6): 1586-1595.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ANEXO I

### *Técnicas de Extracción.*

Las técnicas que fueron utilizadas para cada extracto se describen a continuación:

#### *A) Técnica de Extracción de agua de prensa y preparación del liofilizado de langostilla.*

La obtención de estos productos se llevó a cabo de manera industrial durante la fabricación de harina de langostilla en la Conservadora San Carlos, B.C.S.

- 1) Cocimiento de la langostilla dentro de cocedores con doble chaqueta y vapor indirecto o cocedor de vapor directo.
- 2) Prensado del producto cocido.
- 3) Primer secado de la "masa sólida prensada" por medio de secadores de calor indirecto con vapor.
- 4) Adición de antioxidante por goteo (Etoxiquin® a 150 ppm).
- 5) Segundo secado de las masas sólidas, por medio de secador de túnel con vapor indirecto.
- 6) Molienda de la langostilla seca en molino de martillos.
- 7) Ensacado manual y almacenamiento en sacos de papel o ixtle.

En la Figura 1A se ilustra el procesamiento de la langostilla detallándose la técnica de extracción de agua de prensa de langostilla y la preparación del liofilizado de langostilla.

Se enmarcan en la figura los productos que por haber mostrado un efecto positivo como atractantes fueron sometidos nuevamente a diversas técnicas con la finalidad de fraccionarlos.

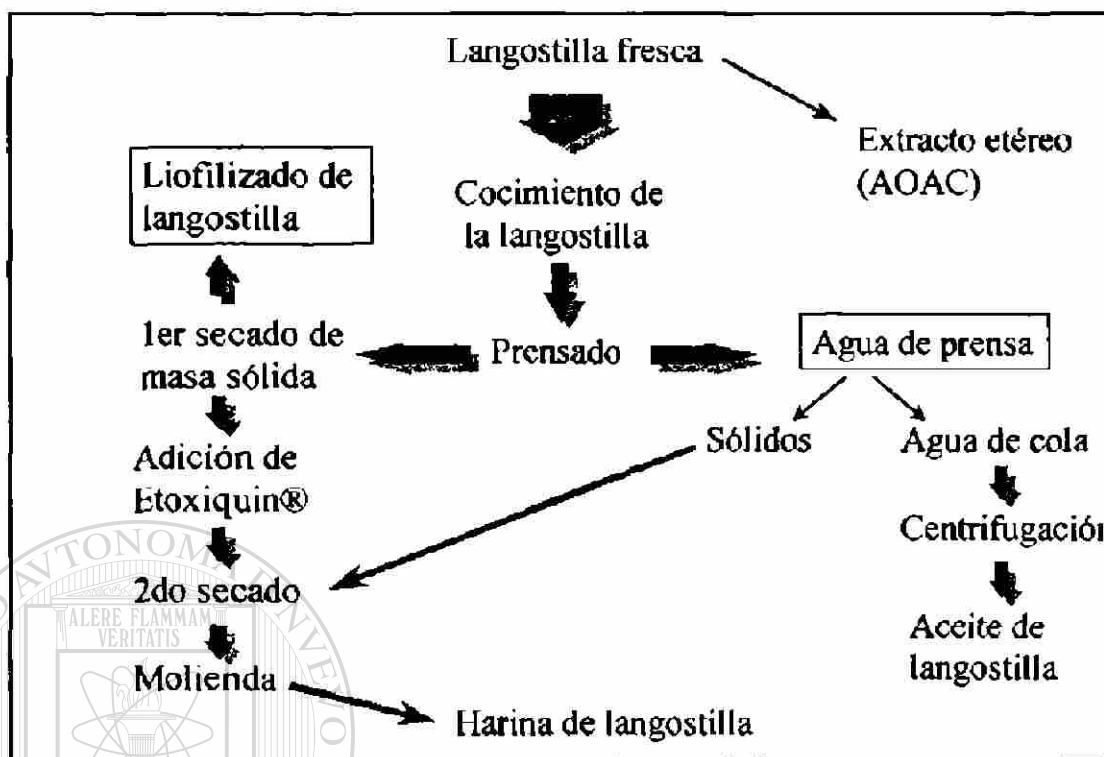


Figura 1A. Procesamiento de la langostilla. (Civera, *com. pers.*).

### B) Técnica de Extracción del coco.

Del coco entero, se extrajo únicamente la pulpa, la cual fue molida y posteriormente homogenizada en una proporción 1:1 con agua. Este producto fue sometido al igual que los productos antes mencionados a diversas técnicas de extracción química por haber mostrado un efecto attractante.

#### 1) Técnica de Separación de Extractos en fracciones.

Para la separación en fracciones de los extractos tanto de la langostilla como del coco se utilizó la Técnica de Blygh and Dyer (1959). Por medio de esta técnica se obtuvieron tres fases: una fase HAS (hidroalcoholosoluble), una fase lipídica y una fase proteica. (Figura 2A).

El principio de esta extracción reside en la utilización de una mezcla que contiene:

- un alcohol para desnaturalizar las proteínas y romper los enlaces.
- un solvente orgánico para retener los lípidos.
- agua para solubilizar los componentes no lipídicos.

Una vez obtenidas las diferentes fases y considerando que la fase HAS (hidroalcoholosoluble) fue la más interesante por los componentes que en ella se pueden encontrar, se procedió a utilizar la siguiente técnica:

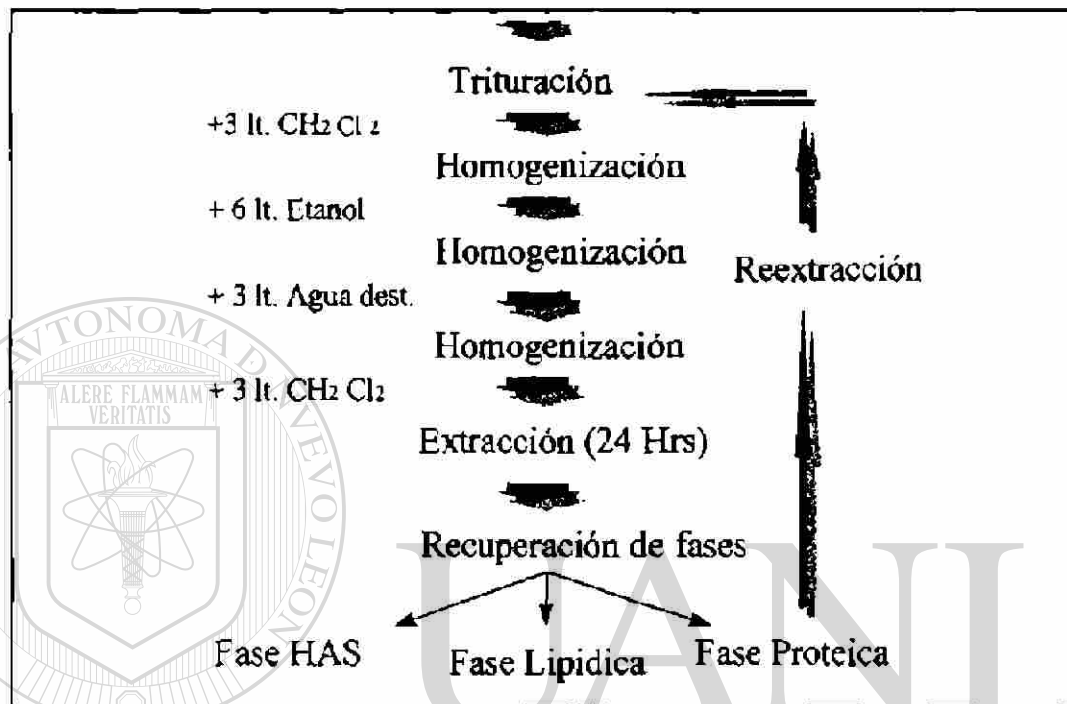


Figura 2A. Técnica de Bligh and Dyer.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

De manera paralela, se utilizó una técnica propuesta por Verde, S.J. (*com. pers.*) (Figura 3A) que consiste en la separación de la muestra en dos fases: una fase acuosa y una fase clorofórmica concentrada. La metodología se describe a continuación:

1. En un agitador se colocan los extractos con agua durante un tiempo de 72 hrs.
2. Los extractos obtenidos aquí fueron sometidos a una partición con cloruro de metileno: agua (1:1), separándose la fase orgánica (concentrada) de la fase acuosa por medio de un embudo de separación (Espinosa, 1990).
3. La fase orgánica (concentrada) soluble en cloruro de metileno se evapora en un rotavapor (Salgado, 1985).
4. El extracto obtenido por medio del rotavapor es pasado ya sea por un cromatógrafo de gases o por una placa de sílica gel con el fin de identificar los componentes presentes en esta fase.



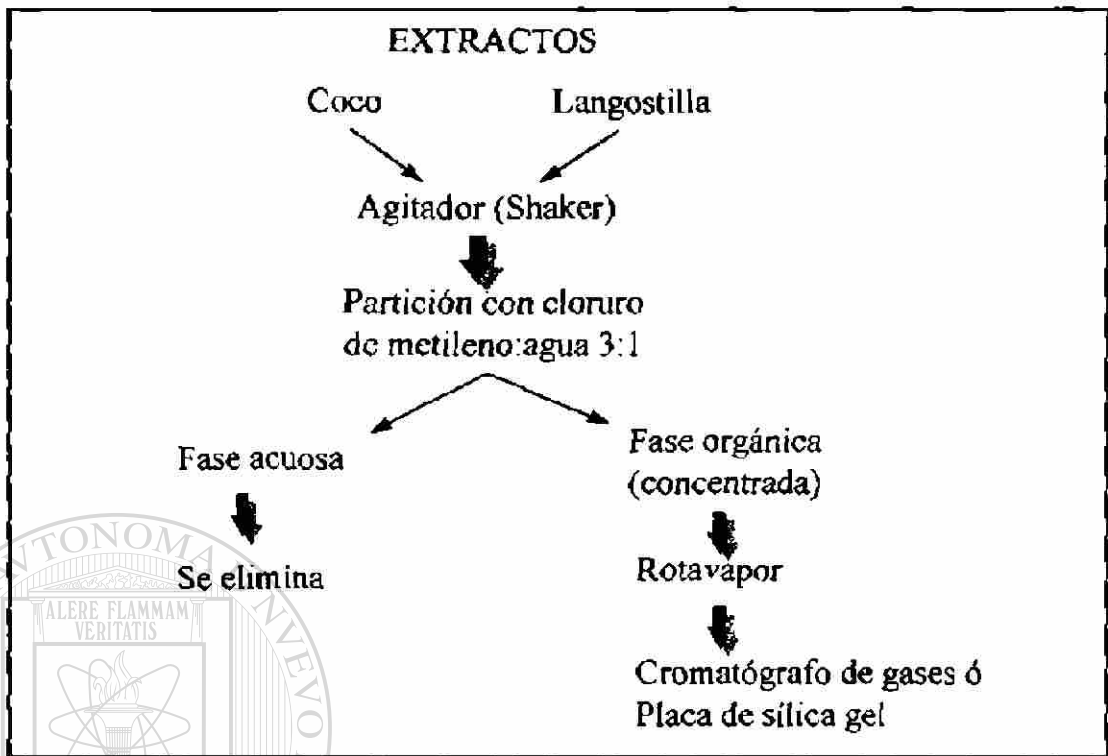


Figura 3A. Técnica propuesta por Verde (com. pers.).

La totalidad de las fases obtenidas fueron probadas como tratamientos a través del mismo protocolo experimental.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

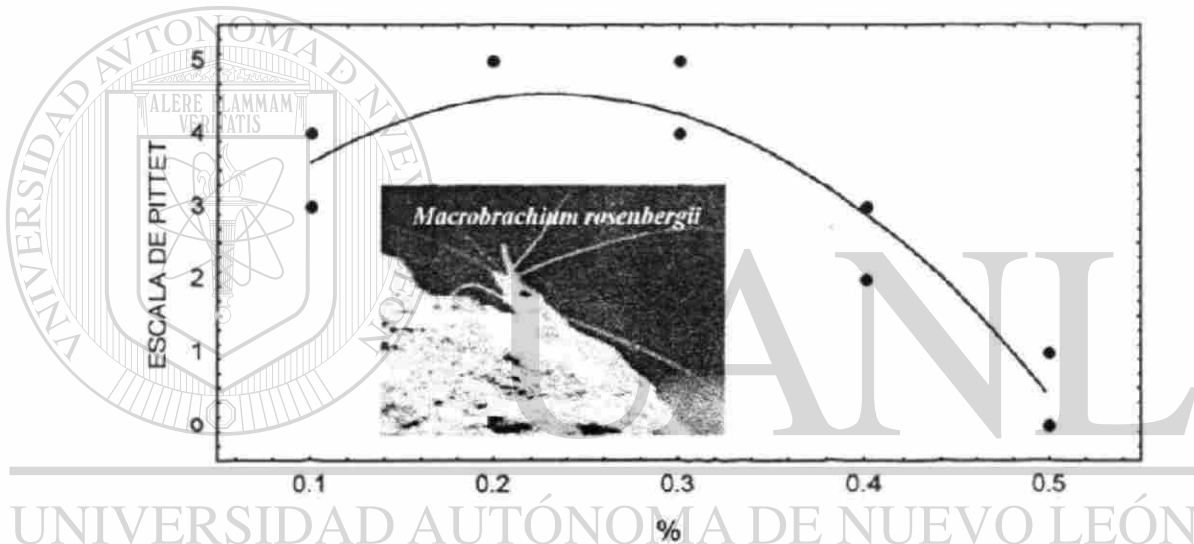
## ANEXO II

### EJEMPLO DE CURVA DE DOSIS-RESPUESTA

TRATAMIENTO: ATRACTANTE COMERCIAL  
ESPECIE: *Macrobrachium rosenbergii*

ATRACTANTE COMERCIAL (LANGOBUDS)

$$y = 1.533 + 26.286 \cdot x - 57.143 \cdot x^2 + \text{eps}$$



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se utiliza la siguiente ecuación:  $-b/2a ; 4ac - b^2/4a$

Donde:  $a = -57.143$   
 $b = 26.286$   
 $c = 1.533$

Obteniéndose así un valor máxima de la Escala de Pittet de 4.55 y una dosis óptima de 0.23%.

### ANEXO III

Tabla 1.- Resultados totales de la fase de quimioatracción para *Macrobrachium rosenbergii*. Los resultados son expresados en tiempo en segundos y son el promedio de las tres repeticiones realizadas.

TRAT.	PERCEPCION	ORIENTACION	MOVIMIENTO	ARRIBO	INGESTION
Arginina	26.6 ± 6.65	39 ± 11.26	50.6 ± 6.65	124.6 ± 20.55	131.3 ± 21.12
Histidina	66 ± 28.84	104.3 ± 42.52	122.3 ± 30.07	201.6 ± 34.50	238 ± 47.15
Cadaverina	16 ± 1.00	25.3 ± 4.93	33.6 ± 5.50	80.5 ± 16.50	94 ± 10.96
Putrescina	28.6 ± 11.93	41.6 ± 17.01	68.6 ± 19.22	119 ± 23.52	178 ± 18.33
Liofilizado	15.6 ± 5.50	20 ± 5.00	26.6 ± 5.68	75.6 ± 18.87	88 ± 23.06
Agua de cola	36.3 ± 5.23	47.3 ± 7.76	65.3 ± 6.80	109.6 ± 6.80	182 ± 27.40
Aceite de lang.	22.6 ± 8.33	41.3 ± 24.59	59.3 ± 33.08	126.6 ± 47.06	195 ± 36.05
Ext. de caracol	87 ± 8.02	168 ± 15.13	190 ± 22.91	276.6 ± 32.14	317 ± 24.63
Ext. de coco	28.3 ± 6.50	40 ± 1.00	69.3 ± 5.50	98.3 ± 3.51	120 ± 8.00
Langobuds®	28.6 ± 1.53	46.3 ± 1.52	63.6 ± 3.51	106.6 ± 5.68	130 ± 5.00
Dieta comercial	85.6 ± 37.09	122.6 ± 32.88	139 ± 25.94	375.3 ± 149.20	414.3 ± 148.30
Dieta basal	107.3 ± 3.05	216.3 ± 16.80	309 ± 40.50	458 ± 13.22	485.3 ± 7.50

Tabla 2 - Resultados totales de la fase de quimioatracción para *Procambarus clarkii*. Los resultados son expresados en tiempo en segundos y son el promedio de las tres repeticiones realizadas.

TRAT.	PERCEPCION	ORIENTACION	MOVIMIENTO	ARRIBO	INGESTION
Lisina	70.3 ± 15.57	88 ± 14.80	117.6 ± 32.25	188.3 ± 28.75	260.6 ± 35.02
Histidina	118.3 ± 18.77	157.3 ± 18.58	194 ± 26.85	274.6 ± 68.65	314.33 ± 72.86
Cadaverina	57.3 ± 8.02	108.3 ± 9.07	137 ± 7.57	211 ± 19.52	263.6 ± 34.82
Putrescina	41 ± 9	46.6 ± 10.09	68.3 ± 9.50	139 ± 8.18	168.6 ± 12.66
Agua de cola	87.3 ± 7.09	98.3 ± 17.39	144.3 ± 9.29	193 ± 9.85	215.3 ± 6.43
Ext. de lisa	60 ± 19.67	85 ± 38.59	106.3 ± 49.52	156.6 ± 31.53	188.6 ± 14.29
Ext. de coco	82.3 ± 13.05	107.3 ± 11.72	123 ± 15.13	209.3 ± 14.01	283.3 ± 32.25
Ext. de Chora	45.3 ± 8.50	59.3 ± 16.29	91 ± 17.69	168 ± 20.42	179.3 ± 16.20
Langobuds®	30.3 ± 5.03	40 ± 7.21	51 ± 11.13	143.3 ± 17.24	155 ± 10.81
Dieta comercial	101.6 ± 17.39	121.6 ± 26.50	142.3 ± 24.00	262 ± 48.54	386.3 ± 119.78
Dieta basal	152.6 ± 38.13	173.6 ± 44.77	196.3 ± 57.07	453.3 ± 28.50	460.6 ± 68.13

Tabla 3.- Resultados totales de la fase de quimioatracción para *Litopenaeus vannamei*. Los resultados son expresados en tiempo en segundos y son el promedio de las tres repeticiones realizadas.

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

Tabla 4.- Resultados totales de la fase de quimioatracción para *Litopenaeus stylirostris*. Los resultados son expresados en tiempo en segundos y son el promedio de las tres repeticiones realizadas.

TRAT.	PERCEPCION	ORIENTACION	MOVIMIENTO	ARRIBO	INGESTION
Arginina	33± 8.00	45.6± 3.05	63.6± 12.90	113± 19.47	130± 15.13
Lisina	70.6± 24.99	115.6± 19.50	159± 33.15	255± 45.57	309± 15.72
Histidina	82.6± 29.14	126.3± 29.02	162.6± 12.06	292± 107.85	353± 71.00
Cadaverina	40± 15.13	47.6± 12.05	65± 7.21	117.3± 10.01	135± 7.00
Putrescina	57± 7.55	72± 20.42	95± 13.52	144± 32.08	180± 19.47
Liofilizado	60± 19.98	83.6± 13.65	110± 16.64	192± 21.17	205± 19.31
Agua de cola	42.6± 10.50	65.6± 13.61	98.3± 12.50	155± 20.22	172.3± 18.14
Aceite de lang.	55.3± 12.50	79.3± 7.37	105.3± 23.76	174.6± 12.15	188.6± 20.03
Ext. de caracol	46.3± 9.07	62± 19.97	89± 14.52	135.6± 14.57	157± 12.16
Ext. de coco	37± 8.54	53± 11.36	75.6± 28.59	136.6± 13.87	159.3± 22.90
Langobuds®	27.3± 8.02	42.3± 9.07	60± 10.44	120.3± 27.79	135.3± 27.02
Dieta comercial	121± 25.24	196.3± 26.76	286.3± 126.18	412± 89.53	437± 56.47
Dieta basal	140.6± 28.91	195.3± 12.50	300.6± 121.66	421.3± 91.44	452± 53.45

#### ANEXO IV

Tabla 1.- Número promedio de pellets consumidos por *M. rosenbergii* en los diferentes tiempos.

TRATAMIENTOS	T1 (20 MINUTOS)	T2 (40 MINUTOS)	T3 (80 MINUTOS)
Testigo negativo	1± 1.00	3.3± 1.15	5± 1.00
Testigo positivo	6± 1.00	14.3± 1.15	17.6± 3.60
Extracto de coco	7± 2.64	13± 2.64	16.3± 1.53
Arginina	9.33± 5.13	12.3± 3.78	24± 6.00
Liofilizado de langostilla	9.6± 3.21	15.3± 3.05	17.3± 4.93
Cadaverina	10.3± 2.31	14± 3.00	18.33± 3.51

Tabla 2.- Número promedio de ejemplares de *Procambarus clarkii* capturados a diferentes tiempos.

TRATAMIENTOS	T1 (20 MINUTOS)	T2 (40 MINUTOS)	T3 (80 MINUTOS)
Testigo negativo	0± 0	0.33± 0.57	0.66± 0.57
Extracto de Chara	0± 0	1± 1.00	1.33± 0.57
Testigo positivo (Langobuds®)	0.66± 0.57	2.66± 0.57	3.66± 1.52
Agua de cola de langostilla	0.66± 1.15	0.66± 1.15	1.33± 1.52
Testigo positivo (higado de res)	1± 1.00	2.33± 0.57	3.33± 0.57
Putrescina	1.33± 0.57	2.66± 1.15	3.66± 0.57
Extracto de lisa	2.33± 0.57	2.66± 0.57	4± 1.00

Tabla 3.- Número promedio de pellets consumidos por *L. vannamei* en los diferentes tiempos.

TRATAMIENTOS	T1 (20 MINUTOS)	T2 (40 MINUTOS)	T3 (80 MINUTOS)
Testigo negativo	2.66± 1.15	2.66± 1.15	4± 2.00
Cadaverina	5.66± 4.04	17± 3.60	37± 9.85
Testigo positivo	6± 3.46	17± 13.00	21.6± 9.60
Liofilizado de langostilla	9± 4.00	16± 1.73	19.3± 5.13
Extracto de coco	11.6± 1.53	20± 1.00	24.3± 3.05
Arginina	13.6± 4.16	17± 3.60	29± 3.60

Tabla 4.- Número promedio de pellets consumidos por *L. stylirostris* en los diferentes tiempos.

TRATAMIENTOS	T1 (20 MINUTOS)	T2 (40 MINUTOS)	T3 (80 MINUTOS)
Testigo negativo	7.33± 3.21	12± 2.00	15.33± 1.53
Accite de langostilla	13± 3.60	19± 7.00	23.3± 7.77
Extracto de caracol	14± 2.00	17.3± 3.05	24± 2.00
Putrescina	15± 11.13	18.3± 8.39	24.6± 8.50
Agua de cola de langostilla	16.6± 8.96	20.6± 6.66	33.33± 10.21
Cadaverina	19.6± 2.30	28.6± 5.77	49.6± 8.50
Extracto de coco	19.6± 8.62	34.3± 16.50	55.3± 2.52
Testigo positivo	28.3± 7.63	43.3± 11.72	64± 9.54
Arginina	28.6± 5.03	40.3± 6.80	50± 3.46

Tabla 5.- Número promedio de pellets consumidos por *M. rosenbergii* en los diferentes tiempos, durante las pruebas de Sinergismo.

TRATAMIENTOS	T1 (20 MINUTOS)	T2 (40 MINUTOS)	T3 (80 MINUTOS)
C-II	3.33 ± 1.15 ab	4 ± 0 ab	12.33 ± 2.30 b
C-P-A	5.33 ± 1.52 abc	8.33 ± 3.21 abcd	14 ± 1 bc
M5	3.33 ± 2.30 ab	8.33 ± 4.50 abcd	20.33 ± 3.05 cd
M14	6.33 ± 3.21 bcd	10.33 ± 2.51 de	16.33 ± 6.50 bc
T(+)	6 ± 1 bcd	14.33 ± 1.15 e	17.66 ± 2.88 bcd
T(-)	1 ± 1 a	3.33 ± 1.15 a	5 ± 1 a

Tabla 6.- Número promedio de pellets consumidos por *L. vannamei* en los diferentes tiempos, durante las pruebas de Sinergismo

TRATAMIENTOS	T1 (20 MINUTOS)	T2 (40 MINUTOS)	T3 (80 MINUTOS)
H-P-A	2 ± 3.46 a	15 ± 18.35 a	24.33 ± 18.33 bc
C-P-H	6 ± 3.46 ab	17 ± 13 a	21.6 ± 9.6 bc
C-H-P-A	8.66 ± 3.05 cb	19 ± 7.37 a	32.33 ± 10.40 bc
M 11	6.66 ± 1.52 ab	12 ± 2.64 a	17 ± 2 bc
T(+)	6.66 ± 4.16 ab	8 ± 4.04 a	21 ± 3.60 bc
T(-)	2.66 ± 1.15 ab	2.66 ± 1.15 a	4 ± 2 a

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ANEXO V

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Percepción  
 Especie: *Macrobrachium rosenbergii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	34,715.42	13	2,670.4167	20.404	0.0000
TRATAMIENTOS	33,480.75	11	3,043.7045	23.256	0.0000
REPETICIONES	1,234.67	2	617.3333	4.717	0.0197
RESIDUAL	2,879.33	22	130.8788		
TOTAL	37,594.75	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Liofilizado de langostilla	3	15.66667	*
Cadaverina	3	16.00000	*
Aceite de langostilla	3	22.66667	*
Arginina	3	26.66667	*
Extracto de coco	3	28.33333	*
Langobuís	3	28.66667	*
Putrescina	3	28.66667	*
Agua de cola de langostilla	3	36.33333	*
Histidina	3	66.00000	*
Dieta comercial	3	85.66667	*
Extracto de caracol	3	87.00000	*
Dieta basal	3	107.33333	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Orientación  
 Especie: *Macrobrachium rosenbergii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	132,525.36	13	10,194.259	30.682	0.0000
TRATAMIENTOS	130,765.64	11	11,887.785	35.779	0.0000
REPETICIONES	1,759.72	2	879.861	2.648	0.0932
RESIDUAL	7,309.61	22	332.255		
TOTAL	139,834.97	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Liofilizado de langostilla	3	20.00000	*
Cadaverina	3	25.33333	*
Arginina	3	39.00000	*
Extracto de coco	3	40.00000	*
Aceite de langostilla	3	41.33333	*
Putrescina	3	41.66667	*
Langobuís	3	46.33333	*
Agua de cola de langostilla	3	47.33333	*
Histidina	3	104.33333	*
Dieta comercial	3	122.66667	*
Extracto de caracol	3	168.00000	*
Dieta basal	3	216.33333	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatración  
 Fase: Movimiento  
 Especie: *Macrobrachium rosenbergii*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	292.539.03	13	22.503.002	45.894	0.0000
TRATAMIENTOS	290.189.64	11	26.380.876	53.802	0.0000
REPETICIONES	2.349.39	2	1.174.694	2.396	0.1145
RESIDUAL	10.787.28	22	490.3308		
TOTAL	303.326.31	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Liofilizado de langostilla	3	75.66667	*
Cadaverina	3	81.33333	*
Extracto de coco	3	98.33333	* *
Langobuds	3	106.33330	* *
Agua de cola de langostilla	3	109.66667	* *
Putrescina	3	119.00000	* *
Arginina	3	124.66667	* *
Aceite de langostilla	3	126.66667	* *
Extracto de caracol	3	190.00000	* *
Histidina	3	201.66667	* *
Dieta comercial	3	312.33333	* *
Dieta basal	3	458.00000	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatración  
 Fase: Arriba  
 Especie: *Macrobrachium rosenbergii*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	437.354.17	13	33.642.628	5.841	0.0002
TRATAMIENTOS	421.738	11	38.339.818	6.656	0.0001
REPETICIONES	15.616.17	2	7.808.083	1.356	0.2785
RESIDUAL	126.719.83	22	5.759.9924		
TOTAL	564.074	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Liofilizado de langostilla	3	26.66667	*
Cadaverina	3	33.66667	*
Langobuds	3	43.66667	*
Arginina	3	50.66667	* *
Aceite de langostilla	3	59.33333	* *
Agua de cola de langostilla	3	65.33333	* *
Putrescina	3	68.66667	* *
Extracto de coco	3	69.33333	* *
Histidina	3	122.33333	* *
Dieta comercial	3	139.00000	* *
Extracto de caracol	3	276.66667	*
Dieta basal	3	309.00000	*



Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Quimioatracción

Fase: Ingestión

Especie: *Macrobrachium rosenbergii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFECTOS PRINCIPALES	548,821.61	13	42,217.047	18.471	0.0000
TRATAMIENTOS	541,622.22	11	49,238.384	21.543	0.0000
REPETICIONES	7,199.39	2	3,599.694	1.575	0.2295
RESIDUAL	50,283.28	22	2,285.6035		
TOTAL	599,104.89	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos		
Liofilizado de langostilla	3	88.00000	*		
Cadaverina	3	94.33333	*	*	
Extracto de coco	3	120.00000	*	*	
Langobuds	3	130.00000	*	*	
Arginina	3	131.33330	*	*	
Putrescina	3	178.00000	*	*	*
Agua de cola de langostilla	3	182.00000	*	*	*
Aceite de langostilla	3	195.00000	*	*	*
Histidina	3	238.00000	*	*	
Extracto de caracol	3	317.00000		*	*
Dieta comercial	3	414.33333		*	*
Dieta basal	3	485.33333		*	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo

Fase: 20 minutos

Especie: *Macrobrachium rosenbergii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFECTOS PRINCIPALES	181,22222	7	42,217.047	18.471	0.0000
TRATAMIENTOS	181,111110	5	49,238.384	21.543	0.0000
REPETICIONES	0.111110	2	3,599.694	1.575	0.2295
RESIDUAL	101,888889	10	2,285.6035		
TOTAL	283,111100	17			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos		
Dieta Comercial	3	1.00000	*		
Langobuds	3	6.00000	*		
Extracto de coco	3	7.00000	*		
Arginina	3	9.33333	*		
Liofilizado de Langostilla	3	9.66667	*		
Cadaverina	3	10.33330	*	*	

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo

Fase: 40 minutos

Especie: *Macrobrachium rosenbergii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	293.72222	7	41.9603	5.166	0.0102
TRATAMIENTOS	290.277780	5	58.0556	7.148	0.0043
REPETICIONES	3.444450	2	1.7222	0.212	0.8125
RESIDUAL	81.222222	10	8.1222		
TOTAL	374.944445	17			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta Comercial	3	3.33333	*
Arginina	3	12.33330	*
Extracto de coco	3	13.00000	*
Cadaverina	3	14.00000	*
Langobuds	3	14.33333	*
Liofilizado de langostilla	3	15.33333	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo

Fase: 80 minutos

Especie: *Macrobrachium rosenbergii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	700.88889	7	100.127	18.696	0.0001
TRATAMIENTOS	581.777780	5	116.3556	21.726	0.0000
REPETICIONES	119.111110	2	59.5556	11.12	0.0029
RESIDUAL	53.555560	10	5.3556		
TOTAL	754.444440	17			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta Comercial	3	5.00000	*
Extracto de coco	3	16.33333	*
Liofilizado de langostilla	3	17.33333	* *
Langobuds	3	17.66667	* *
Cadaverina	3	18.33333	* *
Arginina	3	24.00000	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fasc: Percepción  
 Especie: *Procambarus clarkii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	40,340.49	12	3,361.7071	10.868	0.0000
TRATAMIENTOS	40,122.97	10	4,012.297	12.971	0.0000
REPETICIONES	217.51	2	108.7576	0.352	0.7078
RESIDUAL	6,186.48	20	309.3242		
TOTAL	46,526.97	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogneos
Langobuds	3	30.3	*
Putrescina	3	41.00	* *
Extracto de <i>Chara</i> sp.	3	45.33	* *
Cadaverina	3	57.33	* * *
Extracto de lisa	3	60.00	* * *
Lisina	3	70.33	* * * *
Extracto de coco	3	82.33	* * * *
Agua de cola de langostilla	3	87.33	* * * *
Dieta comercial	3	101.67	* * *
Histidina	3	118.33	* *
Dieta basal	3	152.67	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Orientación  
 Especie: *Procambarus clarkii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	55,482.06	12	4,623.5051	10.03	0.0000
TRATAMIENTOS	53,273.64	10	5,327.3636	11.557	0.0000
REPETICIONES	2,208.42	2	1,104.2121	2.396	0.1168
RESIDUAL	9,218.91	20	460.9454		
TOTAL	64,700.97	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogneos
Langobuds	3	40.00	*
Putrescina	3	46.67	* *
Extracto de <i>Chara</i> sp.	3	59.33	* * *
Extracto de lisa	3	85.00	* * *
Lisina	3	88.00	* * * *
Agua de cola de langostilla	3	98.33	* * * *
Extracto de coco	3	107.33	* * * *
Cadaverina	3	108.33	* * * *
Dieta comercial	3	101.67	* * *
Histidina	3	157.33	* *
Dieta basal	3	173.67	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Quimioatracción

Fase: Movimiento

Especie: *Procambarus clarkii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	66,356.61	12	5,529.7172	7.714	0.0000
TRATAMIENTOS	62,797.88	10	6,279.7879	8.761	0.0000
REPETICIONES	3,558.73	2	1,779.3636	2.482	0.1089
RESIDUAL	14,335.94	20	716.797		
TOTAL	80,692.54	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos		
Langobuds	3	51.00	*		
Putrescina	3	68.33	*	*	
Extracto de <i>Chara</i> sp.	3	91.00	*	*	
Extracto de lisa	3	106.33	*	*	*
Lisina	3	117.67	*	*	*
Extracto de coco	3	123.00	*	*	*
Cadaverina	3	137.00	*	*	*
Dieta comercial	3	142.33	*	*	*
Agua de cola de langostilla	3	144.33	*	*	*
Histidina	3	194	*	*	*
Dieta basal	3	196.3	*	*	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Quimioatracción

Fase: Arribo

Especie: *Procambarus clarkii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	247,124.3	12	20,593.692	25.908	0.0000
TRATAMIENTOS	240,707.88	10	24,070.788	30.282	0.0000
REPETICIONES	6,416.42	2	3,208.212	4.036	0.0337
RESIDUAL	15,897.58	20	794.8788		
TOTAL	263,021.88	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos		
Putrescina	3	139.00	*		
Langobuds	3	143.33	*		
Extracto de lisa	3	156.67	*		
Extracto de <i>Chara</i> sp.	3	168.00	*		
Lisina	3	188.33	*	*	
Agua de cola de langostilla	3	193.00	*	*	*
Extracto de coco	3	209.33	*	*	*
Cadaverina	3	211.00	*	*	*
Dieta comercial	3	262.00	*	*	*
Histidina	3	274.67	*	*	*
Dieta basal	3	453.33	*	*	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Quimioatracción

Fase: Ingestión

Especie: *Procambarus clarkii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	295,263.52	12	24605.293	12.218	0.0000
TRATAMIENTOS	278,015.52	10	27,801.552	13.805	0.0000
REPETICIONES	17,248	2	8.624	4.282	0.0283
RESIDUAL	40,276.67	20	2,013.833		
TOTAL	335,540.18	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Langobuds	3	155.00	*
Putrescina	3	168.67	*
Extracto de <i>Chara</i> sp.	3	179.33	*
Extracto de lisa	3	188.67	* *
Agua de cola de langostilla	3	215.33	* *
Lisina	3	260.67	* * *
Cadaverina	3	263.67	* * *
Extracto de coco	3	283.33	* * *
Histidina	3	314.33	* *
Dieta comercial	3	386.33	* *
Dieta basal	3	460.67	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo

Fase: 20 minutos

Especie: *Procambarus clarkii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	13.33333	8	1.6667	3.088	0.0386
TRATAMIENTOS	11.809524	6	1.9683	3.647	0.0269
REPETICIONES	1.523810	2	0.7619	1.412	0.2814
RESIDUAL	6.476191	12	0.5397		
TOTAL	19.809524	20			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta basal	3	0.00000	*
Extracto de <i>Chara</i> sp.	3	0.00000	* *
Agua de cola de langostilla	3	0.66667	* *
Hígado de res	3	1.00000	* *
Langobuds	3	1.00000	* *
Putrescina	3	1.33333	* *
Extracto de lisa	3	2.33333	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo  
 Fase: 40 minutos  
 Especie: *Procambarus clarkii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	21.33330	8	2.6667	3.775	0.0193
TRATAMIENTOS	19.809524	6	3.3016	4.674	0.0112
REPETICIONES	1.523810	2	0.7619	1.079	0.3709
RESIDUAL	8.476190	12	0.7063		
TOTAL	29.809524	20			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta basal	3	0.33333	*
Agua de cola de langostilla	3	0.66667	*
Extracto de <i>Chara</i> sp.	3	1.00000	*
Hígado de res	3	2.33333	*
Putrescina	3	2.66667	*
Extracto de lisa	3	2.66667	*
Langobuds	3	2.66667	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo  
 Fase: 80 minutos  
 Especie: *Procambarus clarkii*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	35.42857	8	4.4286	3.875	0.0176
TRATAMIENTOS	35.142857	6	5.8571	5.125	0.0079
REPETICIONES	0.285714	2	0.1429	0.125	0.8836
RESIDUAL	13.714286	12	1.1429		
TOTAL	49.142857	20			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta basal	3	0.66667	*
Extracto de <i>Chara</i> sp.	3	1.33333	* *
Agua de cola de langostilla	3	1.33333	* *
Hígado de res	3	3.33333	* *
Putrescina	3	3.66667	* *
Langobuds	3	3.66667	* *
Extracto de lisa	3	4.00000	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Percepción  
 Especie: *Liopenaeus vannamei*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	49,188.91	12	4,099.0758	23.257	0.0000
TRATAMIENTOS	48,761.21	10	4,876.1212	27.666	0.0000
REPETICIONES	427.7	2	213.8485	1.213	0.3182
RESIDUAL	3,524.97	20	176.2485		
TOTAL	52,713.88	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogeneos
Cadaverina	3	12.33	*
Extracto de coco	3	25.00	* *
Langobuds	3	34.66	* *
Putrescina	3	35.00	* *
Arginina	3	37.66	* *
Histidina	3	47.33	* *
Liofilizado de langostilla	3	53.66	* *
Aceite de langostilla	3	62.00	* *
Agua de cola de langostilla	3	64.33	* *
Extracto de caracol	3	91.00	* *
Dieta basal	3	159.66	* *

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Orientación  
 Especie: *Liopenaeus vannamei*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	83,872	12	6,989.333	6.477	0.0001
TRATAMIENTOS	83,674.85	10	8,367.4848	7.754	0.0001
REPETICIONES	197.15	2	98.5758	0.091	0.9131
RESIDUAL	21,581.51	20	1,079.0758		
TOTAL	105,453.52	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogeneos
Cadaverina	3	15.33	*
Extracto de coco	3	28.00	* *
Langobuds	3	45.33	* *
Putrescina	3	47.33	* *
Liofilizado de langostilla	3	78.00	* *
Arginina	3	81.33	* *
Aceite de langostilla	3	96.66	* *
Agua de cola de langostilla	3	115.00	* *
Extracto de caracol	3	118.33	* *
Dieta comercial	3	170.00	* *
Histidina	3	171.33	* *

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Movimiento  
 Especie: *Litopenaeus vannamei*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	123,858.97	12	10,321.581	4.812	0.0100
TRATAMIENTOS	122,604.97	10	12,260.497	5.716	0.0005
REPETICIONES	1,254	2	627	0.292	0.7497
RESIDUAL	42,896.67	20	2,144.833		
TOTAL	166,755.64	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogeneos
Cadaverina	3	20.33	*
Extracto de coco	3	41.00	*
Putrescina	3	50.66	*
Langobuds	3	59.33	* *
Arginina	3	87.33	* * *
Liofilizado de langostilla	3	88.00	* * *
Aceite de langostilla	3	117.00	* * *
Agua de cola de langostilla	3	128.66	* * *
Extracto de caracol	3	136.33	* * *
Dieta comercial	3	196.00	* *
Histidina	3	223.33	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Ambo  
 Especie: *Litopenaeus vannamei*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	347,155.82	12	28,929.652	6.781	0.0010
TRATAMIENTOS	346,105.64	10	34,610.564	8.112	0.0000
REPETICIONES	1,050.18	2	525.091	0.123	0.8849
RESIDUAL	85,327.82	20	4,266.3909		
TOTAL	432,483.64	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogeneos
Cadaverina	3	44.33	*
Putrescina	3	74.33	* *
Extracto de coco	3	92.00	* *
Langobuds	3	111.66	* *
Liofilizado de langostilla	3	149.00	* * *
Arginina	3	150.00	* * *
Aceite de langostilla	3	242.00	* * *
Agua de cola de langostilla	3	251.66	* * *
Extracto de caracol	3	262.66	* * *
Histidina	3	330.00	* *
Dieta comercial	3	364.33	*



Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Ingestión  
 Especie: *Litopenaeus vannamei*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	520,233.09	12	43,352.758	13.233	0.0000
TRATAMIENTOS	517,847.21	10	51,784.721	15.807	0.0000
REPETICIONES	2,385.88	2	1,192.939	0.364	0.5993
RESIDUAL	65,520.79	20	3,276.0394		
TOTAL	585,753.88	32			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Cadaverina	3	49.00	*
Putrescina	3	83.33	*
Langobuds	3	122.00	* *
Extracto de coco	3	125.00	* *
Arginina	3	154.66	* * *
Liofilizado de langostilla	3	165.66	* * *
Aceite de langostilla	3	264.33	* * *
Agua de cola de langostilla	3	275.00	* * *
Extracto de caracol	3	312.66	* *
Dieta comercial	3	424.66	*
Histidina	3	428.33	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo  
 Fase: 20 minutos  
 Especie: *Litopenaeus vannamei*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	258.88889	7	36.9841	2.961	0.0587
TRATAMIENTOS	253.111110	5	50.6222	4.053	0.0285
REPETICIONES	5.777780	2	2.8889	0.231	0.7976
RESIDUAL	124.888890	10	12.4889		
TOTAL	383.777780	17			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta comercial	3	2.66667	*
Cadaverina	3	5.66667	* *
Langobuds	3	6.00000	* *
Liofilizado de langostilla	3	9.00000	* *
Extracto de coco	3	11.66667	* *
Arginina	3	13.66667	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo  
 Fase: 40 minutos  
 Especie: *Litopenaeus vannamei*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	602.55556	7	86.0794	2.401	0.1014
TRATAMIENTOS	560.444440	5	112.0889	3.126	0.0589
REPETICIONES	42.111110	2	21.0556	0.587	0.5739
RESIDUAL	358.555560	10	35.8556		
TOTAL	961.111110	17			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta comercial	3	2.66667	*
Liofilizado de langostilla	3	16.00000	*
Cadaverina	3	16.00000	*
Langobuds	3	17.00000	*
Arginina	3	17.00000	*
Extracto de coco	3	20.00000	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo  
 Fase: 80 minutos  
 Especie: *Litopenaeus vannamei*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	1,887.88890	7	269.6984	4.389	0.0178
TRATAMIENTOS	1,826.444400	5	365.2889	5.944	0.0083
REPETICIONES	61.444400	2	30.7222	0.5	0.621
RESIDUAL	614.555560	10	61.4556		
TOTAL	2,502.444400	17			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta comercial	3	4.00000	*
Liofilizado de langostilla	3	19.33333	* *
Langobuds	3	21.66667	* *
Extracto de coco	3	24.33333	* *
Arginina	3	29.00000	*
Cadaverina	3	37.00000	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Quimioatracción

Fase: Percepción

Especie: *Liopenaeus stylirostris*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	41,461.11	13	3,189.3162	9.888	0.0000
TRATAMIENTOS	40,990.22	11	3,726.3838	11.553	0.0000
REPETICIONES	470.89	2	235.444	0.73	0.2902
RESIDUAL	7,095.78	22	322.5353		
TOTAL	48,556.89	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Langobuds	3	27.33	*
Arginina	3	33.00	* *
Extracto de coco	3	37.00	* *
Cadaverina	3	40.33	* *
Agua de cola de langostilla	3	42.66	* *
Extracto de caracol	3	46.33	* *
Aceite de langostilla	3	55.33	* *
Putrescina	3	57.00	* *
Liofilizado de langostila	3	60.00	* *
Lisina	3	70.66	* * *
Histidina	3	82.66	* *
Dieta comercial	3	121.00	* *
Dieta basal	3	140.66	* *

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Quimioatracción

Fase: Orientación

Especie: *Liopenaeus stylirostris*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	101,303.78	13	7,792.59	26.802	0.0000
TRATAMIENTOS	100,666.22	11	9,151.47	31.476	0.0000
REPETICIONES	637.56	2	318.77	1.096	0.3685
RESIDUAL	6,396.44	22	290.747		
TOTAL	107,700.22	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Langobuds	3	42.33	*
Arginina	3	45.66	*
Cadaverina	3	47.66	*
Extracto de coco	3	53.33	*
Extracto de caracol	3	62.33	*
Agua de cola de langostilla	3	65.66	* *
Putrescina	3	72.00	* *
Aceite de langostilla	3	79.33	* * *
Liofilizado de langostila	3	83.66	* * *
Lisina	3	115.66	* *
Histidina	3	126.33	*
Dieta basal	3	195.33	*
Dieta comercial	3	196.33	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Movimiento  
 Especie: *Litopenaeus stylirostris*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	240,678.61	13	18,513.73	7.123	0.0000
TRATAMIENTOS	229,409.22	11	28,855.38	8.024	0.0000
REPETICIONES	11,269.39	2	5,634.69	2.168	0.1769
RESIDUAL	57,177.28	22	2,598.96		
TOTAL	297,855.89	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Langobuds	3	60.00	*
Arginina	3	63.66	*
Cadaverina	3	65.00	*
Extracto de coco	3	75.66	*
Extracto de caracol	3	89.00	*
Putrescina	3	95.00	*
Agua de cola de langostilla	3	98.33	*
Aceite de langostilla	3	105.33	*
Liofilizado de langostilla	3	110.00	*
Lisina	3	159.00	* *
Histidina	3	162.66	* *
Dieta comercial	3	286.33	* *
Dieta basal	3	300.66	* *

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Quimioatracción  
 Fase: Ingestión  
 Especie: *Litopenaeus stylirostris*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	481,294.41	13	34,378.172	28.582	0.0000
TRATAMIENTOS	481,209.74	11	40,100.812	33.339	0.0000
REPETICIONES	84.67	2	42.333	0.035	0.9655
RESIDUAL	28,867.33	22	1,202.8056		
TOTAL	510,161.74	35			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Arginina	3	130.00	*
Cadaverina	3	135.00	*
Langobuds	3	135.33	*
Extracto de caracol	3	157.00	*
Extracto de coco	3	159.33	*
Agua de cola de langostilla	3	172.33	*
Putrescina	3	180.66	*
Aceite de langostilla	3	188.66	*
Liofilizado de langostilla	3	205.00	* *
Lisina	3	309.00	* *
Histidina	3	353.33	* *
Dieta comercial	3	437.66	* *
Dieta basal	3	452.33	* *

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo

Fase: 20 minutos

Especie: *Litopenaeus stylirostris*

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	1,177.25930	10	117.7259	2.526	0.0477
TRATAMIENTOS	1,174.963000	8	146.8704	3.151	0.0242
REPETICIONES	2.296300	2	1.1482	0.025	0.9757
RESIDUAL	745.703700	16	46.6065		
TOTAL	1,922.963000	26			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta comercial	3	7.33333	*
Aceite de langostilla	3	13.00000	* *
Extracto de caracol	3	14.00000	* *
Putrescina	3	15.00000	* *
Agua de cola de langostilla	3	16.66667	* *
Cadaverina	3	19.66667	* *
Extracto de coco	3	19.66667	* *
Langobuds	3	28.33333	*
Arginina	3	28.66667	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias

Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo

Fase: 40 minutos

Especie: *Litopenaeus stylirostris*

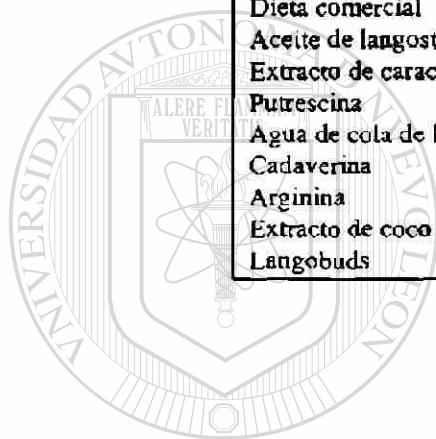
FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	2,984.22220	10	298.4222	3.623	0.0109
TRATAMIENTOS	2,969.333300	8	371.1667	4.507	0.0051
REPETICIONES	14.888900	2	7.4444	0.09	0.914
RESIDUAL	1,317.777800	16	82.3611		
TOTAL	4,302.000000	26			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogéneos
Dieta comercial	3	12.00000	*
Extracto de caracol	3	17.33333	* *
Putrescina	3	18.33333	* *
Aceite de langostilla	3	19.00000	* *
Agua de cola de langostilla	3	20.66667	* *
Cadaverina	3	28.66667	* *
Extracto de coco	3	34.33333	* *
Arginina	3	40.33333	*
Langobuds	3	43.33333	*

Análisis de Varianza y Comparación de medias  
 Tipo de Bioensayo: Bioensayo de Campo  
 Fase: 80 minutos  
 Especie: *Lilapenaeus stylirostris*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GL.	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	NIVEL DE SIGNIFICA
EFFECTOS PRINCIPALES	7,125.25930	10	712.5259	14.064	0.0000
TRATAMIENTOS	7,085.851900	8	885.7315	17.483	0.0000
REPETICIONES	39.407400	2	19.7037	0.389	0.684
RESIDUAL	810.592590	16	50.662		
TOTAL	7,935.851900	26			

Tratamiento	Rep	Promedio	Grupos homogeneos
Dieta comercial	3	15.33333	*
Aceite de langostilla	3	23.33333	*
Extracto de caracol	3	24.00000	*
Putrescina	3	24.66667	*
Agua de cola de langostilla	3	36.33333	* *
Cadaverina	3	49.66667	* *
Arginina	3	50.00000	* *
Extracto de coco	3	55.33333	* *
Langobuds	3	64.00000	* *



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ANEXO VI

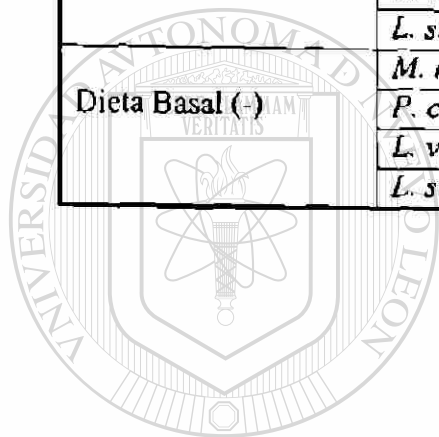
Las áreas sombreadas en gris son indicativas de la eficiencia, en términos de atractabilidad y estimulación alimenticia de cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	ESPECIES	QUIMIO-DETECCION	QUIMIO-ATRACCION	BIOENSAYO DE CAMPO
Arginina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Lisina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Histidina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Tiramina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Cadaverina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Putrescina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Histamina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Tirosina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Espermina	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			

Espermídina	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Extracto de pescado (Lisa)	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
Ext. de Caracol ( <i>Pomacea bridgesi</i> )	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
Ext. de Calamar	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			
Ext. de Jaiba ( <i>Callinectes sapidus</i> )	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Liofilizado de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
Agua de cola de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
Aceite de Langostilla ( <i>Pleurocondes planipes</i> )	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			
Ext. Etereo de Langostilla ( <i>P. planipes</i> )	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Ext. de Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
Ext. de <i>Chara sp.</i>	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			



	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
Ext. de Alfalfa	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
	<i>L. vannamei</i>			
Atractante comercial (Langobuds®)	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
Alimento Comercial	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			
	<i>P. clarkii</i>			
Dieta Basal (-)	<i>L. vannamei</i>			
	<i>L. stylirostris</i>			
	<i>M. rosenbergii</i>			

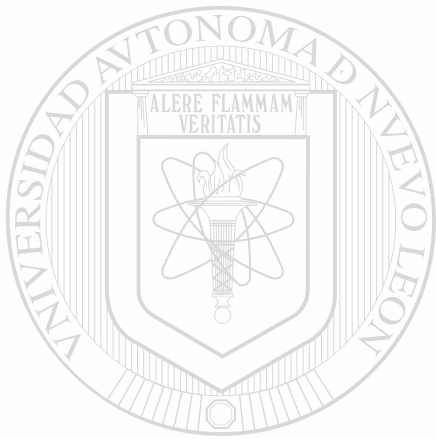


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



