

**Efectividad comparativa de atrayentes
naturales en la alimentación de *Litopenaeus
vannamei***

Enny Susana Heredia García

MICROFIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

Zamorano
Departamento de Zootecnia
Diciembre, 1999

6201/1029

**Efectividad comparativa de atrayentes
naturales en la alimentación de *Litopenaeus
vannamei***

Proyecto especial presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

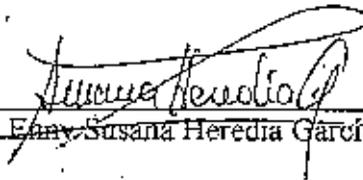
Presentado por

Enny Susana Heredia García

Zamorano-Honduras

Diciembre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



~~Susana Heredia García~~
Enay Susana Heredia García

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1999

DEDICATORIA

A Dios, mi padre celestial. Siempre me protegiste y me guiaste.. cuidaste de mí y de las personas que más quiero en este mundo.

A mis padres César y Enny, que a pesar de la distancia y la dura separación confiaron plenamente en mí y siempre estuvieron muy cerca de cada acontecimiento de mi vida, sin ustedes no lo hubiese logrado... los quiero mucho.

A mi abuela María Alejandrina por sus sabios consejos.

Para mis hermanos: Marlon, Pilar , Mariela y Diana Cristina, siempre los tuve en mi mente y mi corazón, ustedes son parte fundamental de mi vida.

A Giuseppe y Martha Gallozzi Cálix mi segunda familia, por su confianza, calor familiar y todo ese amor que me han brindado siempre durante mi estancia en Zamorano, los voy a extrañar.

A José Vicente, quien ha sido mi inspiración, me ha brindado todo su amor y apoyo incondicional... yo también T.A.

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi padre por estar allí siempre, ser mi guía y darme fuerzas para seguir adelante.

Al Doctor Daniel E. Meyer, Lic. Gladys de Flores, Ing. Gerardo Murillo por los conocimientos adquiridos y ayuda en la elaboración de mi proyecto especial a lo largo de este año.

A la familia Valarezo Alcívar por haber depositado toda su confianza en mí y por su apoyo en todo momento.

Mis amigos del P.A. Clase 98: Zoila Alcmeida, Adriana Lucas, José Luis Beltrán, Fernando Amaya, Karina Lalama y Clase 99: Juan Esteban Torres, Nora Velasteguí y Joyse Cartajena.

Amigos del P.I.A.: Víctor Hugo Arias, José Camilo, Carlos Charris, Sergio Castro, Karlos Muñoz y Héctor Lagos por su solidaridad.

A Laura Del Pino, Fausto Venegas, Max Chávez y Kiyoshi Eda, por ser como mis hermanos y por su apoyo incondicional.

Por su ayuda a la hora de mi presentación le agradezco a Francisca Palacios y Amparo Mairena.

Al personal de Zamorano: Lic. Esperanza Izaguirre, Silvia Rodas, Isabel de García, Juana de Ayestas, Fabiola Chávez, Rosa Guillén, Aurora Lagos, Nolvía Ramos y Adonis Galindo... Gracias.

RESUMEN

Susana Heredia García. 1999. Efectividad comparativa de atrayentes naturales en la alimentación de *Litopenaeus vannamei*. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 20 p.

En Honduras la acuicultura comercial se ha expandido notablemente desde 1984, Honduras cuenta actualmente con una industria dinámica y fuerte del camarón blanco cultivado. Es necesario hacer un uso más eficiente del concentrado para aumentar la rentabilidad. Gran parte del costo de producción del camarón está relacionada con la alimentación. El uso de atrayentes mejora el consumo del alimento. Un atrayente es una sustancia orgánica que atrae o motiva al animal a moverse hacia el alimento. Los ingredientes utilizados para formular dietas para camarones son derivados de animales marinos y sus subproductos. Se probaron tres atrayentes ofrecidos en bloques de agar: harina de pescado, harina de calamar y harina de lombriz, en una concentración de 5%. Cada prueba consistió en colocar un camarón juvenil entre dos bloques de agar, en 5 L de agua (15,000 ppm de sal) durante 15 minutos. Se diferenciaron cuatro fases para observar la respuesta del camarón: desplazamiento, arribo, ingesta e ingesta continua del bloque (>60 segundos). Se realizaron siete pruebas con 12 réplicas cada una. Todos los ingredientes mostraron un efecto atrayente en comparación con el agar puro ($P=0.01$). Se concluye que la harina de pescado es un buen atrayente para dietas para juveniles de *Litopenaeus vannamei* y fue el ingrediente que mostró una mayor atracción en relación al número de animales que se desplazaron y arribaron. La harina de lombriz tuvo una tendencia de atraer y ser ingerida por poco tiempo (<60 segundos). Los camarones que consumieron bloques con harina de calamar lo hicieron por un tiempo mayor de 60 segundos. Ningún camarón fue observado ingiriendo agar puro en ninguna de las pruebas.

Palabras claves: Acuicultura, camarón, harina de pescado, harina de calamar, harina de lombriz

NOTA DE PRENSA

ATRAYENTES EN LA ALIMENTACION DE CAMARON DE MAR

Entre Abril y Junio de 1999, se realizó una investigación en condiciones de laboratorio para probar la efectividad de tres atrayentes naturales en la alimentación de juveniles de camarón blanco de mar (*Litopenaeus vannamei*) en Zamorano. El camarón blanco es uno de los crustáceos de mayor preferencia y muy cultivado en Centroamérica.

En la actualidad muchos estudios del cultivo de organismos acuáticos están orientados a hacer el uso del alimento concentrado más eficiente y la producción de las diferentes especies más rentable. El uso de atrayentes en dietas para animales mejora el consumo del alimento. Un atrayente es una sustancia orgánica que atrae o motiva al animal a moverse hacia el alimento.

Los atrayentes probados en este estudio fueron: harina de lombriz, harina de calamar y harina de pescado. Estas fueron diluidas en agar para formar un bloque y la concentración de cada atrayente fue de 5%. Se colocó a cada camarón en el centro de un recipiente con aproximadamente 5 litros de agua salobre (15,000 ppm) y entre dos bloques de agar.

Se observó una respuesta positiva en los camarones hacia cada uno de los atrayentes probados. Se concluyó que las tres harinas fueron buenos atrayentes para los camarones. Según los resultados de esta prueba, la harina de lombriz atrajo un mayor número de camarones que los otros ingredientes. Esta especie de crustáceo en su medio natural consume lombrices marinas, lo cual ayuda a explicar su preferencia hacia este tipo de harina.

Se recomienda realizar más ensayos de este tipo con camarones de otros tamaños e incluir estas harinas como atrayentes en las dietas, tomando en cuenta la disponibilidad y el costo de las mismas.

CONTENIDO

	Página
Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Nota de prensa.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de Cuadros.....	x
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Anexos.....	xii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Objetivo.....	2
2. MATERIALES Y METODOS.....	3
2.1 Localización del estudio.....	3
2.2 Animales.....	3
2.3 Materiales.....	3
2.3.1 Bandejas.....	3
2.3.2 Preparación de los atrayentes.....	4
2.3.3 Preparación de los bloques.....	4
2.4 Ensayo.....	4
2.4.1 Variables a medir.....	5
2.4.2 Diseño del experimento.....	5
2.4.3 Tratamientos.....	5
2.4.4 Combinaciones de los tratamientos para cada ensayo.....	6
2.4.5 Análisis estadístico.....	6
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	7
3.1 Comparación de la prueba testigo de agar puro vs. agar puro.....	7
3.2 Comparación del bloque de agar puro vs. agar con 5% de harina de pescado como atrayente.....	8

3.3	Comparación del bloque de agar puro vs. agar con 5% de harina de calamar como atrayente.....	8
3.4	Comparación del bloque de agar puro vs. agar con 5% de harina de lombriz como atrayente.....	9
3.5	Comparación del bloque de agar con 5% de harina de pescado vs. agar con 5% de harina de calamar como atrayentes.....	10
3.6	Comparación del bloque de agar con 5% de harina de pescado vs. agar con 5% de harina de lombriz como atrayentes.....	11
3.7	Comparación del bloque de agar con 5% de harina de calamar vs. agar con 5% de harina de lombriz como atrayentes.....	12
3.8	Comparación de los atrayentes con el agar puro.....	13
3.9	Costo de los atrayentes.....	14
4.	CONCLUSIONES.....	16
5.	RECOMENDACIONES.....	17
6.	BIBLIOGRAFIA.....	18
7.	ANEXOS.....	20

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Formulación de los bloques de agar con cada uno de los atraymentes utilizados.....	4
2.	Porcentaje de animales que mostraron respuesta hacia los atrayentes, probados contra el control en cada una de las fases de respuesta.....	14
3.	Precio de mercado para las harinas de pescado, de calamar y de lombriz.....	15

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Respuesta observada en 12 juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> expuestos a dos bloques de agar.....	7
2.	Respuesta observada en 12 juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> expuestos a dos bloques de agar puro y agar con 5% de harina de pescado.....	8
3.	Respuesta observada en 12 juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> expuestos a dos bloques de agar puro y agar con 5% de harina de calamar.....	9
4.	Respuesta observada en 12 juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> expuestos a dos bloques de agar puro y agar con 5% de harina de lombriz.....	10
5.	Respuesta observada en 12 juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> expuestos a dos bloques de agar con 5% de harina de pescado y agar con 5% harina de calamar.....	11
6.	Respuesta observada en 12 juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> expuestos a dos bloques de agar con 5% de harina de pescado y agar con 5% harina de calamar.....	12
7.	Respuesta observada en 12 juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> expuestos a dos bloques de agar con 5% de harina de calamar y agar con 5% de harina de lombriz.....	13
8.	Respuesta promedio de los camarones hacia el agar puro con atrayente comparando con el agar puro.....	13

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Resultados del análisis proximal de la harina de pescado, calamar y lombriz, (% base seca)..... 20

2. Rangos de respuesta (segundos) para las fases de desplazamiento, arribo e ingesta continua en las pruebas realizadas en *L. vannamei*..... 20

1. INTRODUCCION

La acuicultura se ha expandido rápidamente desde 1970. Este crecimiento se debe a la gran demanda de los países económicamente desarrollados y a la disminución del volumen de captura de las especies marinas (Boyd, 1997).

En los últimos años la producción acuícola a nivel mundial creció entre 8 y 14% por año (Anónimo, 1996). En Honduras la acuicultura comercial se expandió notablemente a partir de 1984 y en lo que respecta al cultivo comercial de camarón blanco, este se ha desarrollado rápidamente y de manera importante a partir de los últimos quince años (Csavas, 1993; Jory, 1997).

En la actualidad, Honduras exporta anualmente alrededor de 100 millones de dólares de camarón cultivado en más de 14,000 hectáreas de cultivo comercial. La actividad genera divisas y fuente de empleo importante para el país (Meyer, 1995).

Aproximadamente un 65% de los costos de producción en el cultivo de camarón están dados por la alimentación (Kong y Co, 1988). Controlar el exceso de alimento contribuye a mantener la calidad del agua (Hopkins *et al.*, 1995). La industria camaronesa ha sido criticada por ambientalistas, principalmente por el mal manejo del alimento, que resulta en un deterioro de la calidad del agua (Meyer y Leyva, 1993).

El alimento natural consumido por los camarones en sus primeros estadios larvales, consiste en organismos planctónicos vivos. Las larvas consumen algas, bacterias, detritus y zooplancton. Los adultos de *Litopenaeus vannamei* consumen poliquetas (anélidos), pequeños crustáceos y moluscos, más otros organismos bentónicos y detritus (Lovell, 1989). En cautiverio *L. vannamei* tiene que ser bien alimentado para reducir el canibalismo y lograr un crecimiento rápido.

Según Pigott y Tucker (1989) el camarón percibe la presencia del alimento por medio de sensores físicos y químicos (visual, recepción, mecánica-sonido y turbulencia). La respuesta del animal dependerá del olor y palatabilidad del ingrediente. En su medio natural ejemplares de *L. vannamei*, a través de estímulos químicos, perciben el alimento, se orientan hacia él, escapan de depredadores y buscan refugio (Rittschof, 1992).

Muchos ingredientes utilizados en dietas para camarones son derivados de animales marinos y sus subproductos (Hardy, 1989). Uno de los componentes más utilizados es la

harina de pescado, que tiene un alto contenido proteínico y es disponible en todo el mundo (Oikawa y March, 1997).

La harina de calamar (residuos de calamar o calamares enteros) es utilizada como ingrediente en dietas de aclimatación de postlarvas y en dietas de maduración de *L. vannamei* y *L. stylirostris* (Zeigler Brothers, 1999). La harina de calamar es usada por su reconocida calidad, sus propiedades organolépticas y probada digestibilidad. En *L. stylirostris*, se ha tenido buenos resultados como fuente proteica (Baillet *et al.*, 1997).

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es un anélido cultivado en varias partes del mundo. La harina de esta lombriz ha sido recomendada para formar parte de dietas para especies como: peces, aves, caballos y bovinos. Esta harina estimula el apetito de los animales y reduce el canibalismo en especies marinas, ya que presenta una palatabilidad aceptable. También contribuye a optimizar el consumo del alimento y acelera de esta forma el crecimiento y engorde de estas especies (Brazil Eco-Worms, 1999).

El uso de atrayentes mejora el consumo del alimento y resulta en una reducción de los gastos de producción de especies acuícolas (Lovell, 1989). Un atrayente es un componente de la dieta que consiste en una combinación de sustancias orgánicas que atraen o motivan al animal a moverse hacia el alimento. Estas sustancias orgánicas pueden ser azúcares, ácidos nucleicos, ciertos aminoácidos (Lee y Meyers, 1996).

Los crustáceos son capaces de percibir y reconocer estas sustancias en el agua (Costero y Meyers, 1993). La calidad del agua, la especie del camarón, el sistema de cultivo y las condiciones ambientales son factores que influyen en la efectividad de un atrayente (Lee y Meyers, 1996).

1.1 JUSTIFICACION

Buscar alternativas que contribuyan a reducir el costo y gasto del alimento a través de la adición de atrayentes que pueden mejorar la palatabilidad en las dietas para *Litopenaeus vannamei* y favorecer las condiciones de crecimiento de esta especie.

1.2 OBJETIVOS

Probar la efectividad comparativa de tres atrayentes para juveniles de *Litopenaeus vannamei* a través de la observación y evaluación de su comportamiento por medio de cuatro fases de respuesta.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO

Este ensayo se realizó en el Laboratorio de Biología de Zamorano, en el valle del Río Yeguaré, a 30 km al este de Tegucigalpa. El Zamorano está a una altura de 800 msnm, con una temperatura anual promedio de 24°C.

2.2 ANIMALES

Los ejemplares de *L. vannamei* en estado juvenil se obtuvieron de una finca camaronera en el Sur de Honduras (ICASUR). Los camarones fueron transportados a Zamorano en agua con una salinidad de 36,000 ppm. Luego se mantuvieron en tanques de fibra de vidrio de 300 litros bajo aireación continua. Antes de realizar las pruebas se redujo la salinidad del agua a 15,000 ppm manteniendo una temperatura en el agua entre 24 y 25°C.

El período de mayor actividad de los camarones es en la noche (Wyban y Sweeney, 1991); por esta razón, se realizó el ensayo a partir de las 6:00 p.m. y con luz controlada (la mínima necesaria para observar la respuesta del animal).

Los camarones fueron sometidos a un período de aclimatación de aproximadamente 2 semanas, en el cual fueron alimentados con una dieta comercial peletizada y se mantuvieron sin comer durante las 24 horas previas a cada prueba (Costero y Meyers, 1993). En el experimento se utilizaron 98 camarones con un peso individual entre 2 y 4 g.

2.3 MATERIALES

Los principales materiales usados fueron:

2.3.1 Bandejas

Los ensayos se hicieron en recipientes plásticos de 30 x 30 cm, con aproximadamente 5 litros de agua con 15,000 ppm de sal en cada una. Los camarones fueron colocados individualmente en el centro de cada bandeja entre dos bloques de agar.

2.3.2 Preparación de los atrayentes

La harina de pescado se obtuvo de la planta de concentrados del Zamorano. El calamar fue comprado como animales congelados, enteros, pelados y sin vísceras.

La lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) se cosechó en la sección de cerdos del Zamorano. Fueron lavadas en agua, drenadas y pesadas. Después fueron colocadas en agua con oxigenación por 24 horas, para que excretaran la mayor parte de su contenido intestinal. Luego fueron colocadas en una solución salina de 8,000 ppm para sacrificarlas. Seguidamente se enjuagaron, escurrieron y pesaron.

Las harinas de lombriz y de calamar se obtuvieron deshidratando el material en un horno a 60°C hasta obtener un peso seco constante. Se les realizó un análisis proximal a las tres harinas (Anexo 1). Después fueron molidas en un molino ciclónico con malla de 1 mm y guardadas en frascos tapados a 4°C.

2.3.3 Preparación de los bloques

Los bloques de atrayente fueron preparados con agar (BBL® Becton Dickinson and Co.) y agua salobre (15,000 ppm de sal), utilizando 5% de las harinas de pescado, lombriz y calamar (Cuadro 1). La mezcla de ingredientes se llevó a ebullición por 5 minutos y fue moldeada en recipientes para cubos de hielo. Los bloques así formados fueron conservados al ambiente, dado que fueron utilizados horas más tarde.

Cuadro 1. Formulación de los bloques de agar con cada uno de los atrayentes utilizados.

Tratamientos	Agua salobre (ml)	Agar (g)	Pescado (g)	Calamar (g)	Lombriz (g)
Agar puro	250	3.75	-	-	-
Agar con 5% de h. de pescado	250	3.75	12.50	-	-
Agar con 5% de h. de calamar	250	3.75	-	12.50	-
Agar con 5% de h. de lombriz	250	3.75	-	-	12.50

2.4 ENSAYO

Cada ensayo constó de 12 réplicas. Los juveniles que no presentaron respuesta definida, por falta de movimiento o movimientos erráticos, fueron descartados y reemplazados. El total de camarones utilizados en el ensayo fue 98, de los cuales 14 de ellos fueron descartados por no presentar respuesta definida.

2.4.1 Variables a medir

Se evaluó el comportamiento de los camarones modificando el procedimiento sugerido por Costero y Meyers (1993). Ellos evaluaron la respuesta de los camarones en cinco fases:

- Fase I: Percepción (extensión de pleópodos y ligero movimiento de las antenas como también partes de la boca. Es el reconocimiento de una señal química en el medio y se inicia un estímulo de búsqueda).
- Fase II: Orientación (la actividad de búsqueda aumenta junto con el movimiento de los pleópodos).
- Fase III: Desplazamiento (el camarón se mueve hacia el bloque, este movimiento puede ser rápido nadando o lento caminado).
- Fase IV: Arribo (llega físicamente al bloque y se pone en contacto con él)
- Fase V: Ingestión (es la ingesta del alimento).

La razón de la modificación fue de dar un enfoque menos subjetivo a las respuestas de los camarones. Se evaluaron cuatro fases o niveles de respuesta en los camarones expuestos a dos bloques de agar. Las fases evaluadas eran:

- Fase I: Desplazamiento (el movimiento del animal hacia un bloque de agar).
- Fase II: Arribo (el animal llega a un bloque de agar y hace contacto con él).
- Fase III: Inicio de la ingestión (se observa al camarón ingerir agar por un tiempo no mayor de 60 segundos).
- Fase IV: Ingestión continuada (el animal se alimenta continuamente por más de 60 segundos).

2.4.2 Diseño del experimento

La selección y colocación de los tratamientos se realizó al azar. Cada animal se observó durante cada prueba por 15 minutos, tomando el cuenta el tiempo que tardaba el animal en cada una de las fases (Anexo 2). Se hicieron siete comparaciones con 12 réplicas cada una con un total de 84 animales.

2.4.3 Tratamientos

1. Testigo (agar puro)
2. Harina de pescado (agar con 5% de harina de pescado)
3. Harina de calamar (agar con 5% de harina de calamar)
4. Harina de lombriz (agar con 5% de harina de lombriz)

2.4.4 Combinaciones de los tratamientos para cada ensayo

1. Agar puro vs. agar puro
2. Agar puro vs. agar con 5% harina de pescado
3. Agar puro vs. agar con 5% harina de calamar
4. Agar puro vs. agar con 5% harina de lombriz
5. Agar con 5% harina de pescado vs. agar con 5% de harina de calamar
6. Agar con 5% harina de pescado vs. agar con 5% de harina de lombriz
7. Agar con 5% harina de calamar vs. agar con 5% de harina de lombriz

2.4.5 Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados por medio del "Statistical Analysis System" (SAS). Se realizó una prueba de χ^2 con una significancia de $P \leq 0.05$. Se asumió que los animales reaccionan de igual manera a los bloques presentes en las bandejas (50:50).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 COMPARACION DE LA PRUEBA TESTIGO DE AGAR PURO VS. AGAR PURO

En este ensayo se observó la respuesta de 12 juveniles al tratamiento control. No hubo una diferencia significativa ($P=0.41$) entre el número de camarones que se desplazaron hacia cada bloque de agar (Figura 1). Dos tercios de los camarones de la prueba arribaron a los bloques de agar puro, pero ninguno fue observado ingiriendo agar.

La falta de preferencia por un bloque, indica que las condiciones del ensayo eran aceptables. Los camarones fueron atraídos igualmente a ambos bloques, lo cual es el resultado esperado en la prueba "testigo".

La respuesta en esta prueba se pudo haber dado como resultado de que el agar es sólo un medio de soporte, compuesto de agua y extracto de algas, que al ser preparado forma un gel extremadamente fuerte. Este gel no tiene sabor y olor (Fennema, 1985).

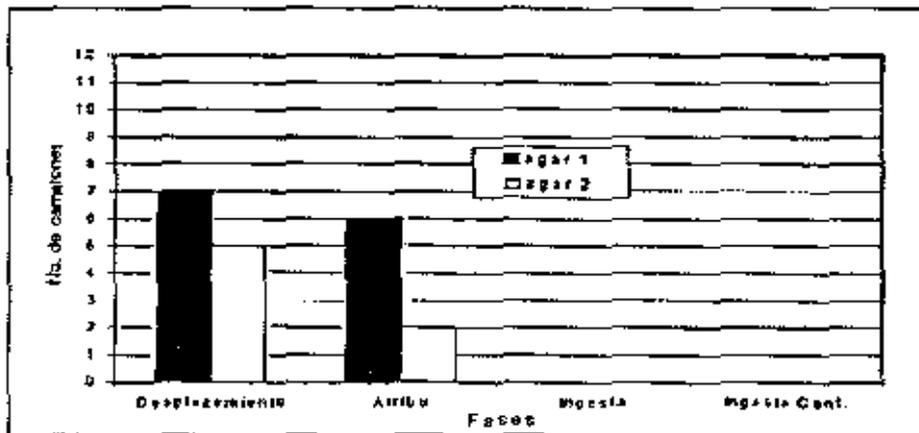


Figura 1. Respuesta observada en 12 juveniles de *Litopenaeus vannamei* expuestos a dos bloques de agar.

3.2 COMPARACION DEL BLOQUE DE AGAR PURO VS. AGAR CON 5% DE HARINA DE PESCADO COMO ATRAYENTE.

En esta segunda prueba se notó una respuesta al comparar los 12 juveniles de *L. vannamei* con respecto al tratamiento con harina de pescado. En la prueba de agar vs. pescado, 92% de los camarones fueron atraídos al bloque con harina de pescado (Figura 2) y este resultado es altamente significativo ($P=0.001$).

Todos los animales que se desplazaron hacia el bloque con pescado, lograron arribar al bloque en la bandeja. Cincuenta y cinco por ciento de los camarones que arribaron al bloque fueron observados ingiriendo el agar con pescado. Dos tercios de ellos se quedaron ingiriendo el agar con harina de pescado en forma continua. Ningún camarón ingirió agar puro en esta prueba.

La harina de pescado es un ingrediente muy común en las dietas de camarones y otras especies acuícolas, debido a su alto contenido de proteína de muy buena calidad y su alta palatabilidad (Tacon, 1997; Oikawa y March, 1997). Esto ayuda a explicar los resultados positivos de esta prueba.

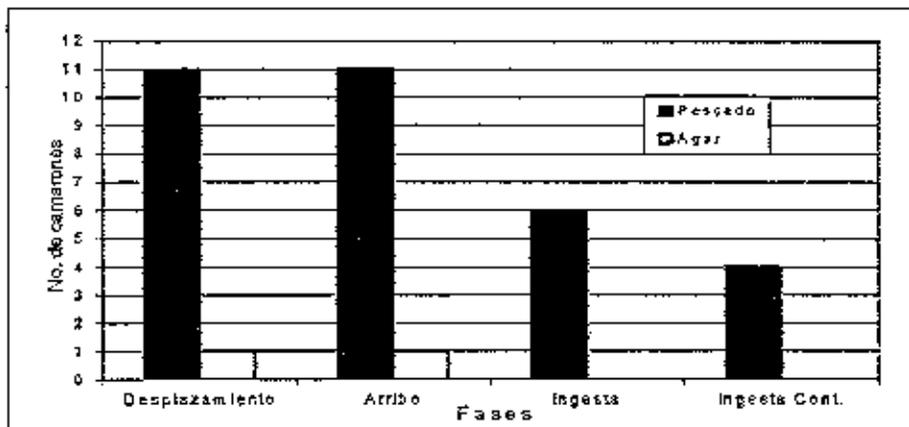


Figura 2. Respuesta observada en 12 juveniles de *Litopenaeus vannamei* expuestos a dos bloques de agar puro y agar con 5% de harina de pescado.

3.3 COMPARACION DEL BLOQUE DE AGAR PURO VS. AGAR CON 5% DE HARINA DE CALAMAR COMO ATRAYENTE.

En la Figura 3 se observó una fuerte atracción de los camarones hacia los bloques de agar con 5% de harina de calamar ($P=0.014$) en comparación con bloques de agar puro. De

los 9 camarones que se desplazaron al agar con calamar, 7 (78%) individuos arribaron al bloque. De estos animales, solamente dos (29%) ingirieron el agar con calamar y lo hicieron de manera continua. Solamente tres camarones fueron atraídos y arribaron a los bloques de agar puro, pero ninguno fue observado ingiriéndolo. Algunas compañías fabricantes de alimentos para *L. vannamei* incluyen la harina de calamar en sus formulaciones (Zeigler Brothers, 1999).

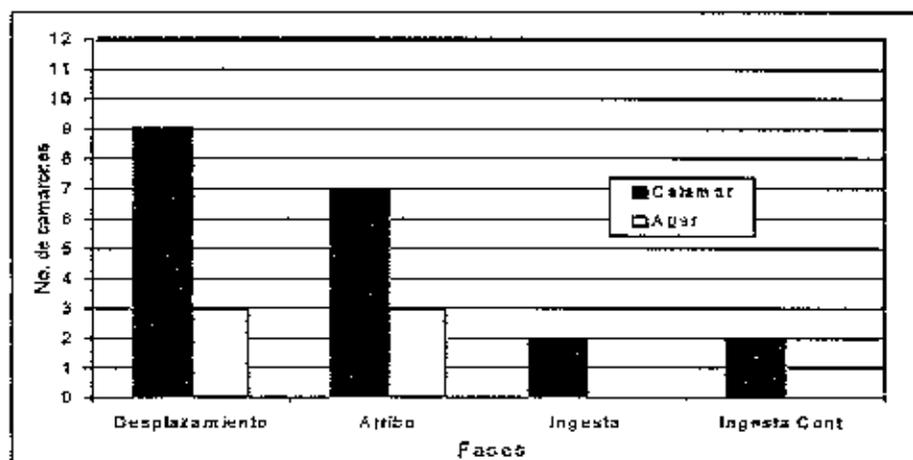


Figura 3. Respuesta observada en 12 juveniles de *Litopenaeus vannamei* expuestos a dos bloques de agar puro y agar con 5% de harina de calamar.

3.4 COMPARACION DEL BLOQUE DE AGAR PURO VS. AGAR CON 5% DE HARINA DE LOMBRIZ COMO ATRAYENTE.

Se observó una fuerte atracción de los camarones hacia los bloques de agar con harina de lombriz (Figura 4.). La diferencia fue significativa ($P= 0.014$). Nueve (75%) camarones se desplazaron hacia el bloque con harina de lombriz y tres se desplazaron y arribaron al agar puro.

El 88% (8 animales) arribó al bloque con harina de lombriz. La mayor parte de ellos (88%) fue observada ingiriéndolo, sin embargo, menos de la mitad de ellos lo consumió de forma continua. Nuevamente ningún animal ingirió agar puro.

La harina de lombriz atrae fuertemente a los juveniles de *Litopenaeus vannamei*. Es recomendada como complemento en la alimentación de peces, aves, cerdos, caballos y bovinos en pequeñas cantidades (Brazil Eco Worms, 1999).



Figura 4. Respuesta observada en 12 juveniles de *Litopenaeus vannamei* expuestos a dos bloques de agar puro y agar con 5% de harina de lombriz.

3.5 COMPARACION DEL BLOQUE DE AGAR CON 5% DE HARINA DE PESCADO VS. AGAR CON 5% DE HARINA DE CALAMAR COMO ATRAYENTES.

La comparación del bloque con harina de pescado y harina de calamar no dió resultados claros ($P=0.10$). Ocho camarones se desplazaron hacia la harina de calamar, de ellos un 75% arribaron y a un 66% se le observó ingiriendo de manera continua (Figura 5).

Un tercio de los camarones se desplazaron hacia el bloque de agar con harina de pescado. La mayoría de ellos arribó, pero ninguno lo consumió de manera continua.

La harina de calamar y sus extractos dan excelentes resultados en la alimentación de camarones penéidos como fuente de proteína. En *L. stylirostris* se evaluó el crecimiento con diferentes niveles de proteína y uno de los ingredientes utilizados fue la harina de calamar (Baillet *et al.*, 1997).

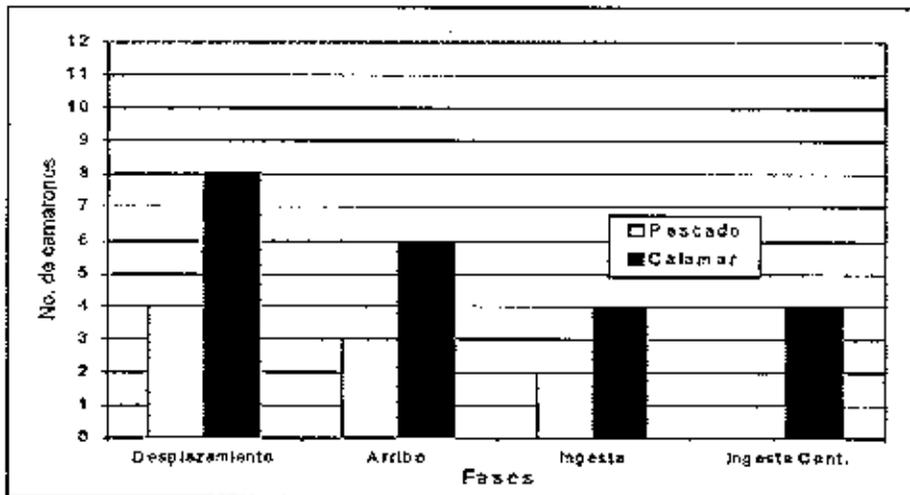


Figura 5. Respuesta observada en 12 juveniles de *Litopenaeus vannamei* expuestos a dos bloques de agar con 5% de harina de pescado y agar con 5% de harina de calamar

3.6 COMPARACION DEL BLOQUE DE AGAR CON 5% DE HARINA DE PESCADO VS. AGAR CON 5% DE HARINA DE LOMBRIZ COMO ATRAYENTES.

Al comparar la harina de lombriz con la harina de pescado se notó una tendencia de mayor atracción a favor de la harina de lombriz en comparación con la harina de pescado, aunque la diferencia no fue significativa ($P=0.41$). De los siete camarones que se desplazaron hacia la harina de lombriz, todos arribaron y cinco la ingirieron de forma continua (Figura 6). De los cinco animales que se desplazaron hacia la harina de pescado, cuatro lo ingirieron, dos de ellos lo hicieron de manera continua.

Los camarones penéidos son depredadores de invertebrados marinos como los anélidos. Las poliquetas (Filo: Annelida) pertenecen a este grupo y son un importante componente de la dieta de *L. vannamei* en su medio natural y en estanques (Wyban y Sweeney, 1991).



Figura 6. Respuesta observada en 12 juveniles de *Litopenaeus vannamei* expuestos a dos bloques de agar con 5% de harina de pescado y agar con 5% de harina de lombriz.

3.7 COMPARACION DEL BLOQUE DE AGAR CON 5% DE HARINA DE CALAMAR VS. AGAR CON 5% DE HARINA DE LOMBRIZ COMO ATRAYENTES.

Los camarones prefirieron la harina de lombriz al compararlo con la harina de calamar ($P=0.01$). Nueve animales (75%) se desplazaron y arribaron hacia el bloque de agar con lombriz. El 89% de ellos la ingirió y más de la mitad (63%) lo hizo de manera continua (Figura 7). Solamente tres animales se desplazaron, arribaron, e ingirieron continuamente del bloque de agar con harina de calamar.

Una variedad de especies de moluscos y anélidos forman parte de la dieta de camarones en su medio natural (Lovell, 1989). En un cultivo comercial, los camarones no gozan de todos estos organismos. Ellos dependen del alimento que se les provee y del detritus (Wyhan y Sweeney, 1991).

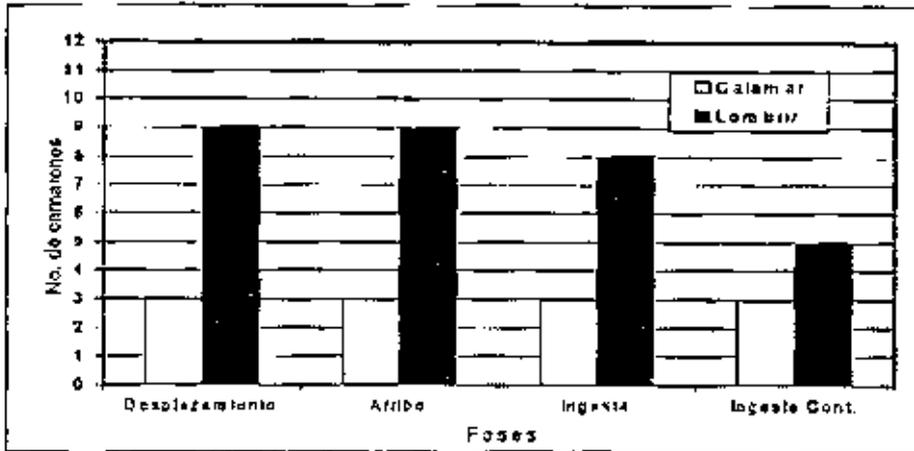


Figura 7. Respuesta observada en 12 juveniles de *Litopenaeus vannamei* expuestos a dos bloques de agar con 5% de harina de calamar y agar con 5% de harina de lombriz.

3.8 COMPARACION DE LOS ATRAYENTES CON EL AGAR PURO.

Se observó una fuerte atracción de los camarones a los bloques de agar con atrayente (harina de pescado, calamar y lombriz) cuando cada ingrediente fue probado contra los bloques de agar puro (Figura 8). En los bloques de agar puro hubo respuesta en desplazamiento y arriba, más no de ingesta. Cada atrayente fue capaz de atraer y estimular a los juveniles de *Litopenaeus vannamei*.

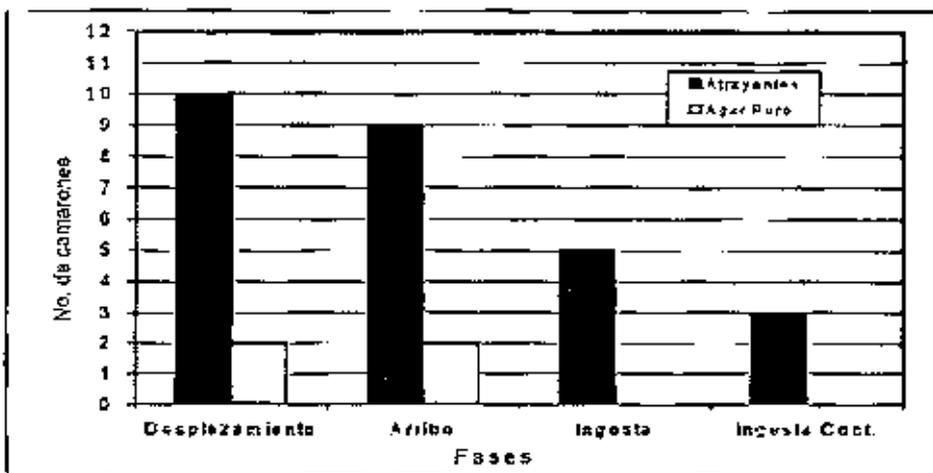


Figura 8. Respuesta promedio de los camarones hacia el agar con atrayente, comparado con el agar puro.

En el Cuadro 2 se indica el porcentaje de animales que se desplazaron, arribaron e ingirieron el atrayente, cuando éstos fueron comparados con el control.

Cuadro 2. Porcentaje de animales que mostraron respuesta hacia los atrayentes, probados contra el control en cada una de las fases de respuesta.

Fases	Atrayentes		
	H. de Pescado	H. de calamar	H. de lombriz
Desplazamiento	92	75	75
Arribo	100	78	89
Ingesta	54	28	88
Ingesta continuada	67	100	43

La harina de pescado, de calamar y de lombriz atraen al animal. La harina de pescado demostró ser el atrayente más fuerte, ya que un mayor porcentaje de los animales probados respondieron a ella en desplazamiento y arribo (92 y 100%) respectivamente en comparación con el agar puro.

Un mayor número de animales ingirieron el bloque con harina de lombriz por un tiempo no mayor a 60 segundos (88%). Mientras que el bloque con harina de calamar fue ingerido de manera continua, es decir, por un tiempo mayor a 60 segundos por todos los camarones que arribaron hacia ese bloque.

Sin embargo, al analizar la respuesta obtenida de todos los ensayos en conjunto el ingrediente que atrajo a un mayor número de animales en todo el estudio fue la harina de lombriz (25 camarones o sea 35%) al ser comparada con el testigo, la harina de pescado y la harina de calamar. La harina de pescado y la harina de calamar atrajeron de igual manera a los camarones. Un 28% del total de los animales probados fueron atraídos al bloque con harina de pescado y otro 28% hacia la harina de calamar.

3.9 COSTO DE ATRAYENTES

En el Cuadro 3 se muestra el costo de cada una de las harinas probadas en el estudio. La harina de pescado sin duda tiene una mayor disponibilidad y mejor precio, la harina de lombriz y calamar no tienen competencia con la de pescado. El precio de la harina de lombriz fue facilitado por la industria de harina de lombriz Eco Worm en Brazil y la harina de calamar por una empresa Noruega.

Cuadro 3. Precio de mercado para las harinas de pescado, de calamar y de lombriz.

Atrayentes	US \$/kg
Harina de pescado ¹	0,84
Harina de calamar ²	32. 00
Harina de lombriz ³	8. 00 a 30. 00

Fuente: ¹Planta de Concentrado de Zamorano.

²Rieber & Son, Noruega, 1999.

³Brazil Eco Worm, 1999.

4. CONCLUSIONES

1. Los tres ingredientes atrajeron al camarón en las pruebas con bloques de agar puro, pudiéndose reconocer las cuatro fases de respuesta.
2. No se observó una diferencia significativa entre el número de camarones atraídos a la harina de pescado y calamar cuando fueron comparados entre sí.
3. Según los resultados de este trabajo, la harina de lombriz atrajo a un mayor número de animales en todo el ensayo.
4. Todos los animales que ingirieron del bloque de agar con harina de calamar, lo hicieron de manera continua, sugiriendo una aparente palatabilidad.
5. Se observó en los camarones una alta tendencia a ingerir la harina de lombriz al ser probada contra el agar puro.
6. Ningún animal fue observado consumiendo los bloques de agar puro.

5. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos para determinar las concentraciones mínimas para el uso de harina de calamar y harina de lombriz como atrayentes efectivos.
2. Hacer ensayos con camarones de otros tamaños, ya que requieren de cantidades de alimento más pequeñas que los juveniles.
3. Evaluar la respuesta grupal de juveniles de *Litopenaeus vannamei* en un ensayo similar.
4. Promover la harina de pescado como un buen atrayente en la dieta de penéidos.
5. Incluir en dietas para camarones penéidos la harina de pescado y la harina de calamar, porque aportan proteína además de estimular o atraer a los camarones.
6. Probar la sustitución de la lombriz roja californiana por poliquetos en dietas para reproductores de *Litopenaeus vannamei*.

6. BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO. 1996. Status of world aquaculture 1995. *Aquaculture Magazine Buyer's Guide*. 96:6-27.
- BAILLET, C.; CUZON, G.; COUSIN, M. and KERLEGUER, C. 1997. Effect of dietary protein levels on growth of *Penaeus stylirostris* juvenil. *Aquaculture Nutrition*. 3:49-53.
- BOYD, C. E. 1997. Environmental issues in shrimp farming. *In* IV Simposio Centroamericano de Acuicultura: Cultivo sostenible de camarón y tilapia. Dallas E. Alston. Mayagüez, Puerto Rico. 234 p.
- BRAZIL ECO WORMS. 1999. Indústria e Comércio de Minhocas e sub-produtos. Rua 25 de Julho, 609- Bairro Florestal. Fábrica Cruzeiro do Sul, Rio Grande do Sul. (maras@viavale.com.br)
- COSTERO, M. and MEYERS, S. 1993. Evaluation of chemoreception by *Penaeus vannamei* under experimental conditions. *The Progressive Fish-Culturist*. 55:157-162.
- CSAVAS, I. 1993. Aquaculture development and enviromental issues in developing countries of Asia. *In* R.S.V. Pullin, H. Rosenthal and J. L. Maclean, editors. Environment and aquaculture in developing countries. ICLARM Conference Proceedings, Manila, Philippines. 75-103 p.
- FENNEMA, O. R. 1985. Food Chemistry. 2nd edition. Marcel Dekker, Inc. Madison, Wisconsin. 991 p.
- HARDY, R. W. 1989. Diet Preparation. *In* Fish Nutrition. 2nd edition. Academic Press, Inc. San Diego California. 475-548.
- HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A. and BROVDY, C. L. 1995. Effect of two feed protein levels and feeds rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. *Journal of the World Aquaculture Society*. 26:93-97.

- JORY, E.D. 1997. Aquaculture in Latin America and the Caribbean: An Overview and Perspectives. *Aquaculture Magazine Buyer's Guide*. 197:27-32.
- KONG, CH. and CO, W. 1988. *Prawn Culture: Scientific and Practical Approach*. Chuston Printing Press. Calasiao, Pangasinan, Philippines. 282 p.
- LEE, P. G. and MEYERS, S. P. 1996. Chemoattraction and feeding stimulation. *In* *Crustacean Nutrition: Advances in World Aquaculture*. World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana. 292-352.
- LOVELL, R. T. 1989. Diet and husbandry.. *In* *Fish Nutrition*. 2nd edition. Academic Press, Inc. San Diego, California. 292- 352, 789 p
- MEYER, D. 1995. Marine shrimp culture development in southern Honduras. *Acta Hydrobiologia*, 37 suppl. 1:111-120.
- MEYER, D.E. and LEYVA, C.M. 1993. Feeds and feeding strategies for penaeids shrimp culture in Honduras. *World Aquaculture Congress*, World Aquaculture Society, Torremolinos Spain, 28-24 May 1993.
- OIKAWA, C. K. and MARCH, B. E. 1997. A method for assessment of the efficacy of feed attractants for fish. *The Progressive Fish-Culturist*. 59:213-217.
- PIGOTT, G. M. and TUCKER, B. W. 1989. Special feeds. *In* *Fish Nutrition*. 2nd edition. Academic Press, Inc. San Diego, California. 653-679 p.
- RIEBER & SON. Food ingredients. P.O. Box 987, 5002 Bergen, Noruega.
- RITTSCHOF, D. 1992. Chemosensation in the daily life of crabs. *American Zoologist*. 32: 363-369.
- TACON, A. G. J. 1997. Global trends in aquaculture and aquafeed production 1984-1996. *International Aquafeed Directory 1997/1998*: 5-38.
- WYBAN, J. A. and SWEENEY, J. N. 1992. *Intensive shrimp production technology: The Oceanic Institute Shrimp Manual*. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii. 158 p.
- ZEIGLER BROTHERS, INC. 1999. P.O. Box 95. Gardners, PA 17324 - 0095. USA. (web site: www.zeiglerfeed.com).

7. ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis proximal de la harina de pescado, calamar y lombriz, (% base seca).

Análisis, % Bs	Harina de calamar	Harina de pescado	Harina de lombriz
Humedad	9.58	3.25	11.94
Materia Seca	90.42	96.75	88.06
Materia Orgánica	86.88	80.61	78.01
Cenizas	3.54	16.14	10.05
Proteína Cruda	81.05	72.36	61.36
Extracto Etéreo	8.10	7.15	8.61
Fibra Cruda	0.00	0.00	1.08
Extracto Libre de N	0.00	1.10	6.99

Anexo 2. Rangos de respuesta (segundos) para las fases de desplazamiento, arribo e ingesta continua en las pruebas realizadas en *L. varunanei*.

Prueba	Bloque	Desplazamiento	Arribo	Ingesta Cont.
1	Agar1	30 a 600	30 a 240	0
	Agar2	30 a 240	30	0
2	Agar	180	180	0
	Pescado	30 a 600	30 a 600	60 a 240
3	Agar	30 a 600	60 a 540	0
	Calamar	30 a 660	30 a 600	60 a 120
4	Agar	30 a 480	30 a 480	0
	Lombriz	210 a 720	210 a 720	60 a 240
5	Pescado	150 a 630	150 a 630	<60
	Calamar	150 a 540	150 a 540	30 a 360
6	Pescado	60 a 460	60 a 460	30 a 150
	Lombriz	90 a 600	90 a 600	30 a 240
7	Calamar	30 a 180	30 a 180	30 a 90
	Lombriz	60 a 540	60 a 540	30 a 90