

**Excreción de amoníaco como indicador del  
metabolismo proteico del camarón blanco  
(*Litopenaeus vannamei*)**

**Luis Alfredo Castro Estrada**

**Honduras**  
Diciembre, 2002

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Excreción de amoníaco como indicador del  
metabolismo proteico del camarón blanco  
(*Litopenaeus vannamei*)**

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

Presentado por

**Luis Alfredo Castro Estrada**

Honduras  
Diciembre, 2002

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

---

Luis Alfredo Castro Estrada

Honduras  
Diciembre, 2002

**Excreción de amoníaco como indicador del  
metabolismo proteico del camarón blanco  
(*Litopenaeus vannamei*)**

Presentado por

Luis Alfredo Castro Estrada

Aprobada:

---

Daniel Meyer, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Jorge Iván Restrepo, M.B.A  
Coordinador Carrera Ciencia y  
Producción Agropecuaria

---

Franklin Martínez, Ing. Agr.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Coordinador de Área Temática

---

Mario Contreras, Ph.D.  
Director General

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso por guiarme, protegerme y ayudarme en los momentos difíciles de mi vida.

A mi padre Rufino Castro, que en paz descanse, por su apoyo moral y espiritual, por su comprensión y sobre todo por su amistad.

A mi madre Paula Estrada por enseñarme los principios y valores de la vida.

A mis tíos Martha y Justo por apoyarme en cada etapa de mi vida y por darme el soporte de padres que necesité.

A mis tíos Clemente, Juan, Concepción y Yovanni por sus ánimos y confianza.

A mis tías Margarita, Gladis y Ángela por su ayuda desinteresada que me supieron dar.

A mis inolvidables abuelos Julia, Francisca y Margarito por su apoyo moral, que Dios me los bendiga.

A Johana Ávila por su amor, cariño y comprensión.

A mis hermanos Eliud, Ángel, Carlos y Melissa, que son la razón de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios todo poderoso por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente en esta carrera de agronomía.

A mi madre, Paula Estrada por ser parte fundamental en el desarrollo de mi vida.

Al Dr. Daniel Meyer por su dedicación y paciencia en la elaboración de este proyecto.

Al Ing. Franklin Martínez y a la Lic. Gladys de Flores por su valiosa contribución e ideas que hicieron realidad este proyecto.

A mis tíos, Justo Corrales y Martha Estrada por brindarme su apoyo y consejos que fueron la piedra angular que guió mi camino para cumplir esta meta.

A Johana Maria por darme ánimos en cada paso del desarrollo de este proyecto, por su confianza, cariño y por ser tan especial en mi vida.

A mi buen amigo y colega Eduardo Zelaya por brindarme su amistad y apoyo.

A mis colegas y amigos, Luciano, Gladys, Jorge y Juan por mantenerse siempre cerca de mí.

A mis amigos, Hugo, Horacio, Farid, Iliana y Belkys por su apoyo incondicional en la distancia.

A Edwin Flores y al Sr. Adonis Galindo por su colaboración y trabajo realizado en este proyecto especial.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras por su valiosa ayuda y confianza de permitirme estudiar en esta prestigiosa institución.

Al fondo dotal de Food For Progress por su generoso y desinteresado financiamiento a mis estudios.

## RESUMEN

Castro, L. 2002. Excreción de amoníaco como indicador del metabolismo proteico en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo Zamorano, Honduras. 13p.

El alimento representa entre 30 y 60% de los costos de producción del camarón blanco. El contenido de proteína en una dieta afecta el crecimiento del camarón e influye en los costos de preparación del alimento. En la mayoría de los casos, los investigadores se han enfocado en los niveles proteicos de las dietas antes de establecer los verdaderos requerimientos de proteína para la especie. El objetivo de este estudio fue evaluar la excreción de amoníaco ( $\text{NH}_3^-$ ) como un indicador del metabolismo proteico en el camarón blanco. Este ensayo se realizó en el Laboratorio de la Sección de Acuicultura de Zamorano en Honduras. El estudio comprendió un análisis de nitrógeno total amoniacal (TAN) excretado y la evaluación de la ganancia de peso de camarones alimentados con tres dietas que contenían 25.6, 27.1 y 39.4% de proteína cruda (PC). Los camarones juveniles con peso inicial de 3.5 g fueron manejados a una densidad de 25 camarones por metro cuadrado en tanques de fibra de vidrio de un metro de diámetro y 0.5 metro de altura cada uno durante 30 días. En cada periodo de 10 días se tomaron seis camarones de cada tanque para medir la cantidad de amoníaco excretado en cuatro intervalos de seis horas, alimentados solamente en el primer intervalo y haciendo recambio de agua en cada intervalo. Se observó mayor excreción de amoníaco ( $P < 0.05$ ) en el primer intervalo de seis horas después de alimentarse. En los intervalos de 6-12 y 12-18 horas la cantidad de amoníaco excretado fue menor en comparación al primer intervalo ( $P < 0.05$ ). En el último intervalo de 18-24 horas la cantidad excretada de TAN disminuyó aún más en comparación con los intervalos anteriores. Se observó mayor ganancia de peso en los camarones al consumir dietas con niveles altos en proteína cruda, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

**Palabras clave:** Ganancia de peso, nitrógeno, nutrición animal, proteína, TAN.

---

Abelino Pitty, Ph.D.



## NOTA DE PRENSA

### **EXCRECIÓN DE AMONÍACO: UN INDICADOR DEL METABOLISMO PROTEICO EN CAMARÓN BLANCO**

Honduras es el tercer país en producción de camarón blanco de Latinoamérica (6.1% de la producción total) destinado a los principales mercados de Estados Unidos, Europa y Japón. El alimento de camarón blanco en producciones semi-intensivas representa entre el 30 y el 60% de los costos de producción. Para el camarón blanco como para muchos animales, la proteína en la dieta es un nutriente que afecta el crecimiento y es el componente de mayor importancia en los costos de preparación del alimento.

En busca de nuevas alternativas para mejorar los sistemas de alimentación en la producción de camarón, en un reciente estudio en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano se evaluó el nitrógeno total amoniacal (TAN) excretado por los camarones como un indicador del metabolismo de la proteína y la ganancia de peso. Los niveles de proteína cruda (PC) que se utilizaron en las dietas fueron de 25.6, 27 y 39.4%.

Para este estudio se utilizaron camarones juveniles con peso inicial de 3.5 g traídos de la camaronera Granjas Marinas San Bernardo que opera en la costa sur de Honduras. La prueba de excreción de TAN se realizó en cuatro intervalos de seis horas después de que los camarones fueron alimentados con cada una de las dietas. El ensayo de ganancia de peso se evaluó en un periodo de 30 días.

La mayor excreción de TAN se observó en el primer intervalo de 0-6 horas. En los intervalos de 6-12 y 12-18 horas la cantidad de amoníaco excretado fue menor en comparación al primer intervalo. En el último intervalo de 18-24 horas la cantidad excretada de TAN disminuyó aún más en comparación con los intervalos anteriores. Se observó una mayor ganancia de peso en los camarones al consumir dietas con niveles altos en proteína cruda, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

---

Lic. Sobeyda Álvarez

## CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Página de firmas.....		iii
Dedicatorias.....		iv
Agradecimientos.....		v
Agradecimientos a patrocinadores.....		vi
Resumen.....		vii
Nota de prensa.....		viii
Contenido.....		ix
Índice de cuadros.....		x
Índice de figuras.....		xi
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>		<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>		<b>3</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL.....		3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....		3
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>		<b>4</b>
3.1 UBICACIÓN.....		4
3.2 TRATAMIENTOS.....		4
3.2.1 Prueba de ganancia de peso.....		4
3.2.2 Prueba de excreción de amoníaco.....		4
3.3 CALIDAD DE AGUA.....		5
3.4 CAMARONES.....		5
3.5 ALIMENTACIÓN.....		5
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.....		5
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>6</b>
4.1 DIETAS.....		6
4.2 CALIDAD DE AGUA.....		6
4.3 GANANCIA DE PESO.....		7
4.4 EXCRECIÓN DE AMONÍACO.....		8
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>		<b>10</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>		<b>11</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>12</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

1) Composición de las dietas con 25, 28 y 40% de proteína cruda (cantidad de PC establecido por el fabricante) analizadas en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano.....	6
2) Parámetros de calidad de agua observados en los ensayos de ganancia de peso y excreción de $\text{NH}_3^-$ en camarón blanco con diferentes niveles de proteína en la dieta durante 30 días.....	7
3) Comparación de la ganancia de peso y excreción de amoníaco (24 horas) de ejemplares <i>Litopenaeus vannamei</i> alimentados con tres niveles de proteína cruda en la dieta durante 30 días de cultivo en tanques.....	8

## ÍNDICE DE FIGURAS

- 1) Excreción de amoníaco producido por camarones alimentados con dieta con diferentes niveles de proteína en la dieta evaluados en un periodo de 24 horas en botellas de vidrio de 3.78 L..... 9

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo tropical el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) ha experimentado un rápido desarrollo acompañado de una fuerte competencia por ubicar la producción en los principales mercados que son Estados Unidos, Japón y Europa (Mendoza y Ramírez, 1989).

Honduras es el tercer país en producción de camarón blanco de Latinoamérica (6,1% de la producción total). En 1997, exportó 12.000 toneladas de este producto. El 80% del producto hondureño (cola de camarón y camarón entero) se exporta a los Estados Unidos. Hoy en día, el camarón blanco es el tercer producto de exportación más importante de Honduras después del banano y el café (New, 1999).

El alimento representa entre el 30 y el 60% de los costos en la producción acuícola moderna (De Silva y Anderson, 1995). El requerimiento de proteína del camarón blanco es un aspecto nutricional muy importante ya que es el componente de mayor importancia en los costos de preparación del alimento (Arango, 1999).

Según Guillaume (1997) el término “requerimiento proteico” puede ser definido como el nivel de proteína requerido para el mantenimiento de las funciones del cuerpo con todos los otros nutrientes suministrados en cantidades adecuadas.

En los animales las proteínas son digeridas y absorbidas como aminoácidos. Los aminoácidos entran en procesos metabólicos en los cuales se producen nuevas proteínas o se efectúa su degradación para producir energía (Ouellette, 1973; citado por Peña, 1999). Los requerimientos de proteína de las especies acuáticas son mayores que las de tierra firme. Esto se debe a que las primeras han evolucionado en medios ricos en alimentos altamente proteicos y utilizan preferiblemente aminoácidos para la producción de energía (Jauncey y Ross, 1982).

En las especies terrestres se han desarrollado técnicas para medir los niveles de urea y aminoácidos libres en la sangre como indicadores del metabolismo y de la eficiencia de utilización y calidad de la proteína en la dieta (Brown y Cline, 1974). En la acuicultura, tradicionalmente se ha determinado el nivel óptimo de proteína en dietas mediante estudios de crecimiento.

Otra manera de evaluar la utilización de la proteína de la dieta es cuantificar la cantidad de Nitrógeno Total Amoniacal (TAN) que el camarón excreta en relación con su ganancia de peso en determinado periodo de tiempo. Estudios realizados en la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) indicaron que 40% de PC en la dieta es el nivel óptimo para estos peces (Cai, 1996).

En el cultivo de camarones, los requerimientos de proteína pueden variar según factores bióticos y características del alimento, por lo que se considera necesario determinar un alimento adecuado para el cultivo (Brown y Cline, 1974). Además, la cantidad de proteína en el alimento puede afectar la calidad del agua por medio de la excreción de amoníaco (Abel y Axiak 1991). Por esta razón existe un interés en el desarrollo de alimentos “amigables al ambiente” con contenidos mínimos de proteína necesaria para un óptimo crecimiento.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la excreción de amoníaco como indicador del metabolismo proteico en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar la excreción de amoníaco en relación con el contenido de proteína cruda en la dieta para camarón blanco.

Evaluar la ganancia de peso durante 30 días del camarón blanco alimentados con dietas con tres niveles de proteína cruda.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN**

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Zamorano, a 30 Km al este de Tegucigalpa, a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación anual de 1100 mm.

#### **3.2 TRATAMIENTOS**

El experimento fue dividido en dos pruebas. En la primera se evaluó la ganancia de peso y en la segunda se analizó la excreción de amoníaco.

##### **3.2.1 Prueba de ganancia de peso**

La prueba de ganancia de peso fue dividida en tres intervalos de 10 días, con una duración total de 30 días. En cada intervalo se evaluó la ganancia de peso de los camarones. Se realizó en tres tanques circulares de fibra de vidrio con capacidad de 0.30 m<sup>3</sup> de agua cada uno. Éstos fueron cubiertos con plástico para mantener la temperatura constante y evitar que entrase cualquier tipo de contaminante que afectara los resultados. Se sembraron 20 camarones por tanque, equivalentes a una densidad de 25 camarones por m<sup>2</sup>.

##### **3.2.2 Prueba de excreción de amoníaco**

La medición de la excreción de amoníaco fue realizada al concluir cada uno de los intervalos de 10 días. La evaluación fue hecha en cuatro periodos de seis horas para un ciclo total de 24 horas. En esta prueba los camarones fueron alimentados solamente en el primer ciclo de seis horas y se les hizo un recambio total de agua al finalizar cada ciclo. Los camarones fueron dejados en ayunas 24 horas antes para inducir su alimentación al momento de la prueba.

Para el análisis de excreción de amoníaco los camarones fueron colocados en botellas de vidrio de 3.78 litros de capacidad que habían sido lavados y desinfectados previamente. Para evitar que el amoníaco producido se volatilice, estos frascos fueron tapados herméticamente. Después de realizada la prueba de excreción de amoníaco los camarones fueron devueltos a los estanques de crecimiento.



### 3.3 CALIDAD DE AGUA

Para los ensayos se preparó agua con 8.0 partes por mil de salinidad mezclando agua de mar con 32 partes por mil de salinidad con agua dulce de Zamorano. El agua dulce fue dejada al sol por cinco días en pilas de concreto para desactivar el cloro con la que fue tratada. La salinidad del agua fue monitoreada con un hidrómetro marca VWR. Para medir temperatura y oxígeno disuelto se utilizó un medidor poligráfico marca YSI 55, una vez al día.

Después de cada ciclo de seis horas en la prueba de amoníaco la calidad agua fue monitoreada con un potenciómetro de Fisher Scientific modelo AB15 para medir pH, la concentración de Nitrógeno Total Amoniacal (TAN) fue medido con un espectrofotómetro utilizando el reactivo de Nessler.

### 3.4 CAMARONES

Se usaron camarones juveniles de la especie *Litopenaeus vannamei* con un peso promedio inicial de 3.5 g. Estos camarones fueron traídos del laboratorio de Granjas Marinas San Bernardo en la costa del Pacífico de Honduras. Antes de iniciar el estudio los camarones fueron colocados en tanques circulares para su aclimatación a una salinidad de 8.0 partes por mil.

### 3.5 ALIMENTACIÓN

Las dietas utilizadas en este estudio fueron formuladas según el fabricante con 25, 28 y 40% de proteína cruda. Estas dietas fueron obtenidas en las fincas camaroneras del sur de Honduras y son las que se utilizan para la alimentación de los camarones en los cultivos comerciales semi-intensivos. Cada alimento fue analizado en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano.

Se utilizó una dieta por cada uno de los tres tanques de evaluación de ganancia de peso. Los camarones fueron alimentados una vez al día a razón del 4% del peso vivo (Villalón, 1994).

### 3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se hizo un ANDEVA y una prueba de Tukey para la comparación de resultados de ganancia de peso con los tres tipos de alimento. Para el análisis de la tasa de excreción de amoníaco y ganancia de peso, se hizo una correlación para cada tipo de alimento utilizando el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS, 1996). El grado de significancia que se utilizó fue de 5%.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DIETAS

Las dietas evaluadas contenían similar cantidad de materia seca y humedad. Hubo discrepancias en el porcentaje de proteína cruda detectado en el alimento y los valores impresos en los respectivos sacos. Dos de los análisis indicaron niveles de proteína cruda ligeramente inferiores al nivel establecido por el fabricante (Cuadro 1).

Las dietas con 25.6 y 39.4% de proteína cruda (PC) tenían 70 y 81% más extracto etéreo (grasa) respectivamente que el alimento de 27.1% de PC. A consecuencia de esto, los camarones alimentados con la dieta que contenía 27.1% de PC posiblemente estaban obligados a catabolizar aminoácidos como fuente de energía en su metabolismo (Lovell, 1989).

La dieta con 25.6% de PC tuvo más fibra cruda que las dietas con 27.1 y 39.4% de PC. La fibra cruda es la fracción de la dieta indigestible, que pudo haber sido una limitante de consumo para esta dieta.

**Cuadro 1.** Composición de las dietas con 25, 28 y 40% de proteína cruda (cantidad de PC establecido por el fabricante) analizadas en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano.

Parámetros	25.6% PC	27.1% PC	39.4% PC
Materia Seca, %	88.77	89.84	89.70
Proteína cruda, %	25.65	27.15	39.44
Extracto Etéreo, %	5.20	3.05	5.52
Fibra cruda,%	5.98	2.82	2.07
Extracto libre de N, %	45.99	50.13	33.85

### 4.2 CALIDAD DE AGUA

Durante el estudio los parámetros de calidad de agua fueron adecuados para la producción de camarones. Hubo variación en la concentración de oxígeno disuelto en el agua, pero el

nivel de oxígeno siempre estuvo dentro de los límites de tolerancia para el camarón (Cuadro 2).

No se observaron cambios bruscos en el pH ni en la temperatura del agua, que son factores que pueden afectar la cantidad de  $\text{NH}_3^-$  en el agua (Guillaume 1997). El agua salada contiene iones ( $\text{HCO}_3^-$ ) que ayudan a amortiguar su pH naturalmente (Abel y Axiak 1991; Sprague 1990).

La salinidad del agua estuvo siempre igualmente dentro del rango aceptable para camarón blanco. El camarón blanco es una especie eurihalina que tolera amplios rangos de salinidad; por ejemplo, en los meses de septiembre y octubre en muchas fincas del sur de Honduras esta especie es cultivada en agua dulce.

**Cuadro 2.** Parámetros de calidad de agua observados en las pruebas de ganancia de peso y excreción de TAN en camarón blanco con diferentes niveles de proteína en la dieta durante 30 días.

Parámetros	Prueba de ganancia de peso		Prueba de excreción de TAN	
	Promedio (n)	Rango de variación	Promedio (n)	Rango de variación
Temperatura (°C)	24.42 (30)	± 0.72	23.98 (216)	± 0.58
O.D (ppm)	5.26 (30)	± 2.21	5.78 (72)	± 1.57
pH	5.86 (15)	± 0.02	6.02 (216)	± 0.12
Salinidad (ppt)	8.1 (15)	± 0.28	8.2 (12)	± 0.05

### 4.3 GANANCIA DE PESO

No hubo diferencia significativa ( $r^2=0.037$ ) en el crecimiento en longitud y en la ganancia de peso entre los camarones alimentados con dietas con 25.6, 27.1 y 39.4% de proteína cruda. Aunque se observó una tendencia a que la ganancia de peso fuera directamente proporcional al contenido de proteína en la dieta (Cuadro 3). Posiblemente cada dieta contenía suficiente PC para llenar los requerimientos de estos camarones.

La sobrevivencia de los camarones en las dos pruebas fue de 97% durante los 30 días del estudio. Al comienzo de la prueba de excreción de amoníaco (0-12 horas) se encontraron mudas en los recipientes de vidrio, indicando el buen estado en que se encontraban los camarones durante las pruebas.

Aunque el requerimiento proteico del camarón blanco no ha sido determinado, varios estudios han evaluado el efecto del nivel de proteína en la dieta en relación con el crecimiento. Colvin y Brand (1997) realizaron pruebas en camarones juveniles (*Litopenaeus vannamei*) con dietas con 25, 30, 35 y 40% de Proteína Cruda (PC) en un periodo de cuatro semanas, recomendaron alimentar a los camarones juveniles con dietas con menos de 30% de PC.

**Cuadro 3.** Comparación de la ganancia de peso y excreción de amoníaco (24 horas) de ejemplares *Litopenaeus vannamei* alimentados con tres niveles de proteína cruda en la dieta durante 30 días de cultivo en tanques.

Dieta	Ganancia de peso (g) (n = 60)	TAN total (mg/l) (n = 72)
25.6% de PC	2.08a	2.64a
27.1% de PC	2.43a	3.32b
39.4% de PC	3.20a	2.72a

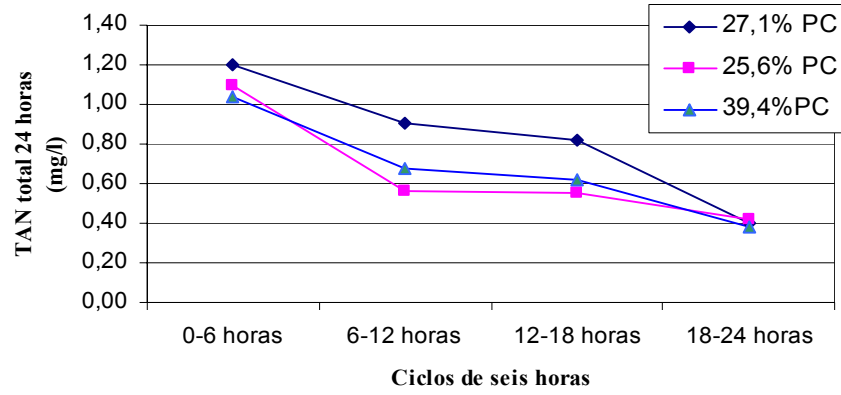
Valores en la misma columna con igual letra no representa diferencia significativa (P<0.05).

#### 4.4 EXCRECIÓN DE AMONÍACO

La mayor excreción de amoníaco en las 24 horas se observó en los camarones que consumieron la dieta con 27.1% de proteína cruda. La cantidad de TAN excretado por estos camarones fue 25 y 26% mayor que la de los camarones alimentados con 25.6 y 39.4% de PC respectivamente (P=0.008). Entre los camarones que se alimentaron con 25.6% y 39.4% de proteína cruda, la diferencia en la cantidad de amoníaco excretado no fue significativa (Figura 1).

La excreción de TAN fue mayor en el primer intervalo de seis horas con cada una de las tres dietas evaluadas (P<0.01), en comparación con los otros intervalos (Figura 1). En camarones, al igual que en la tilapia, la mayor proporción de la proteína consumida es metabolizada en las primeras seis horas después de habersele suministrado el alimento (Peña, 1999).

En los periodos comprendidos de 6 a 18 horas después de la alimentación, los camarones excretaron una cantidad menor de TAN y después de 18 horas, la cantidad de TAN excretado disminuyó a niveles significativamente menores que los observados en los periodos anteriores.



**Figura 1.** Excreción de amoníaco por camarones alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína evaluados en un periodo de 24 horas en botellas de vidrio de 3.78 L.

## **5. CONCLUSIONES**

1. La excreción de TAN fue mayor durante las primeras seis horas después de recibir alimento que en los intervalos 6-12, 12-18 y 18-24 horas.
2. Se observó una mayor ganancia de peso en los camarones al consumir dietas con niveles altos en proteína cruda, aunque esta diferencia no fue significativa.

## **6. RECOMENDACIONES**

1. Realizar más estudios sobre este tema ampliando el nivel de proteína incluido en la dieta, el tamaño de los camarones y los intervalos de tiempo.
2. Comparar esta técnica de análisis de metabolismo proteico con otros indicadores de eficiencia, como el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) y el consumo de alimento.
3. Emplear la excreción de amoníaco en la evaluación de diferentes fuentes proteicas para la alimentación de camarón.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

ABEL P.D.; AXIAK, V. 1991. Ecotoxicology and the marine environment. Ellis Horwood Limited. England. 132p.

ARANGO, J. 1999. Evaluación del Uso de Premezclas Vitamínicas en Dietas Para Camarones *Litopenaeus vannamei* en Condiciones Semintensivas. Pages: 173-184. In B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara, and G.M. Montaña, Editors, V Central American Symposium on Aquaculture, 19-20 August 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, and Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Choluteca, Honduras.

BROWN, J. A.; T. R. CLINE. 1974. Urea excretion in the pig: an indicator of protein quality and amino acid requirements. *Journal of Nutrition* 104:542-545.

CAI, Y. 1996. Ammonia excretion rates indicates dietary protein adequacy for fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, 58:124-127.

COLVIN, L.B.; BRAND, C.W. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. *Proceedings of the World Mariculture Society* 8:821-840.

DE SILVA, S.S; ANDERSON, T.A. 1995. *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman & Hall. London. 319p.

GUILLAUME, J. 1997. Protein and amino acids. In: D. Abramo, L.R., Conklin, D.E., pp. 26-50. Akiyama, D.M. (Eds.), *Crustacean Nutrition*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.

JAUNCEY, K.; ROSS, B. 1982. *A guide to tilapia feeds and feeding*. University of Stirling, Scotland. 111p.

LOVELL, E. 1989. *Nutrition and Feeding of Fish*. Published by Van Nostrand Reinhold. New York, U.S.A. 260p.

MENDOZA, D.; RAMIREZ. E. 1989. *Manual para inversionistas de la industria camaronera*. Ed. Tropical Research and Development. FUSADES/PSUAGRO. Florida. 40p.



NEW, M. 1999. Global aquaculture: Current trends and challenges for 21<sup>st</sup> century. World Aquaculture '99. 1:8-13.

OUELLETTE, R.J. 1973. Introducción a la química orgánica. Trad. por Dra. Eva Estrada Meza. Harla. México. 429p.

PEÑA, P. 1999. Tasa de excreción de amoníaco como indicador del metabolismo proteico en dietas para Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras, 13p.

SAS Institute. 1996. SAS<sup>®</sup> Users Guide: Statistics. Version 6.04 Edition. SAS Institute Inc. Cary. NC.

SPRAGUE, B.J. 1990. Aquatic toxicology. In methods for fish biology. Ed. by C.B. Schreck, P.B. Moyle, American fisheries society, U.S.A. p. 491 – 52.

VILLALÓN, J. R. 1994. Manual práctico para la producción comercial semi-intensiva de camarón marino. Texas A&M University Sea Grant Collage Program. Texas, U.S. A. 121p.