

# ¿Son las aminas biogénicas responsables de reducir el rendimiento del camarón azul?

Mireya Tapia Salazar,\* Lucía E. Cruz Suárez,\* Denis Ricque Marie,\*  
Andrew Harris,\*\* Trevor K. Smith\*\*

**L**as aminas biogénicas son generadas por la descarboxilación de aminoácidos, a través de enzimas provenientes principalmente de bacterias gram negativas<sup>1</sup>. Normalmente, estos compuestos se encuentran presentes a bajas concentraciones de manera natural en ingredientes y/o alimentos no constituyendo un peligro su consumo<sup>2</sup>; sin embargo, su presencia en grandes cantidades es un indicativo de un proceso de deterioro<sup>3</sup>, llegando a causar cambios en la presión sanguínea (feniletilamina), disminución de la motilidad del intestino, diarrea, estimulación de la secreción de ácido gástrico (histamina), modificaciones de la capacidad vaso activa (histamina) etc.

En peces<sup>4</sup> y camarones<sup>5</sup> se ha observado una reducción significativa en el crecimiento y el consumo de alimento como consecuencia del uso de dietas suplementadas con harinas de pescado elaboradas a partir de materia prima descompuesta, las cuales se caracterizan por contener cantidades considerables de aminas biogénicas. Se ha especulado que estas sustancias podrían ser las responsables de estos detrimentos, el objetivo del presente trabajo fue confirmar tales efectos en camarón azul *Litopenaeus stylirostris*.

## Material y métodos

### Harinas de pescado experimentales

Una serie de dos harinas de pescado fue elaborada por el Instituto de Investigación de la Industria Noruega de Aceite y Harinas de Arenque (SSF) a partir de arenque *Clupea harengus*. Una harina de arenque fresco (FR) fue hecha en una planta comercial empleando arenque almacenado a una temperatura de 0.5°C durante 24 a 36 horas después de su cap-

tura. Una harina de arenque descompuesto (D) fue manufacturada utilizando la misma materia prima, pero almacenada a temperatura ambiente (10-15°C) durante 9 días antes de su procesamiento. Ambas harinas fueron secadas en un secador piloto ultra rotor.<sup>6</sup> Las temperaturas del aire de entrada y de salida, así como en la harina saliente fueron de 300, 85 y 75 °C, respectivamente (tabla 1).

Tabla 1. Composición química de las harinas de arenque (% base húmeda).

	FR	D
Humedad	7.6	6.1
Proteína	73.4	73.4
Lípidos	8.8	11.3
Ceniza	11.1	9.7
TVN <sup>a</sup> (mg N/100g)	10-15	110
TVN <sup>b</sup> (mg N/100g)	160	200
Nitrógeno soluble <sup>b</sup> (% N total)	24.5	27.5
DP en mink (%)	92.7	92.2
Contenido de aminas (mg/kg)		
Histamina	9	2763
Cadaverina	79	3254
Putrescina	73	1465
Tiramina	21	1337
Total	182	8819

TVN = Nitrógeno volátil total; <sup>a</sup>En la materia prima; <sup>b</sup>En la harina; DP Digestibilidad de la proteína.

\* Programa Maricultura, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, Cd. Universitaria, AP F-56, San Nicolás de los Garza, N.L., México. E-mail: mtapia@wildmail.com

\*\* Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph, Ontario Canadá. N1G 2W1. Tel. 519 8244120, ext. 3746, fax 519 8227897. E-mail: tsmth@aps.uoguelph.ca

Una segunda serie de tres harinas de pescado fue elaborada a partir de anchoveta chilena *Engraulis ringens*, almacenada a temperatura ambiente (20-28°C) durante 12, 25 y 36 horas posterior a su captura, dando origen a harinas de pescado elaboradas a partir de pescado fresco (FR), medianamente fresco (MFR) y descompuesto (D), respectivamente, (tabla 2). Estas harinas fueron manufacturadas en una planta procesadora de harinas de pescado y secadas a baja temperatura usando dos secadores en secuencia: el primero con chaqueta de vapor, el se-

Tabla II. Composición química de las harinas de anchoveta (% base húmeda).

	FR	MFR	D
Humedad	9.4	11.0	11.0
Proteína cruda	66.0	64.2	62.4
Lípidos	8.0	7.6	8.8
Ceniza	14.3	14.5	14.8
TVN <sup>a</sup> (mg N/100g)	14	30	50
TVN <sup>b</sup> (mg N/100g)	106	190	239
Nitrógeno Soluble <sup>c</sup> (% N total)	20.97 <sup>a1</sup>	25.21 <sup>b</sup>	27.64 <sup>c</sup>
Proteína Soluble <sup>c</sup> (% Prot)	5.51 <sup>a1</sup>	6.37 <sup>b</sup>	6.81 <sup>b</sup>
DP en mink (%)	91.4	89.7	89.8
Contenido de aminas (mg/kg)			
Histamina	28	1850	4701
Cadaverina	51	803	1599
Putrescina	35	446	916
Tiramina	—	285	657
Total	114	3384	7873

<sup>a</sup>En la materia prima; <sup>b</sup>En el soluble de pescado; <sup>c</sup>En la harina de pescado; <sup>1</sup>Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ( $\alpha$  0.05).

gundo con aire caliente indirecto. La temperatura de la harina durante el proceso de secado fue de 80 °C.

Tanto en las harinas chilenas como en las noruegas, los solubles de pescado fueron reincorporados a la torta de prensa antes de su secado y durante el proceso de elaboración se adicionó antioxidante etoxiquin en cantidades suficientes para obtener un residuo de por lo menos 100 mg/kg.

### Dietas experimentales

Para el bioensayo con las harinas de arenque se siguió el diseño experimental propuesto por el SSF.<sup>6</sup> Este diseño incluyó las dos harinas experimentales y cuatro dietas adicionales preparadas con la harina

de arenque FR, pero con diferentes combinaciones de aminas, a concentraciones similares a las encontradas en la harina de arenque D. Como el SSF no tenía más muestras de las harinas experimentales de arenque para evaluarlas en camarón, se incluyeron las dietas para salmón como un ingrediente en los alimentos para camarón. El nivel de inclusión de estas dietas fue del 45%, lo cual equivaldría a una inclusión de las harina de pescado del 27.6% (tabla 3). Para el bioensayo con las harinas de anchoveta se elaboraron tres dietas experimentales en donde cada harina fue incluida en un 30% (tabla 3).

Para los bioensayos con las dietas suplementadas con aminas a niveles crecientes, una dieta basal fue formulada: harina de pescado 29.2%, pasta de soya 36.1%, harina de trigo 23.1%, mezcla vitamínica 0.25%, mezcla mineral 0.25%, colesterol 0.14%, ácido algínico 3%, hexametáfosfato de sodio 1%, antioxidante ETQ 0.02%, lecitina de soya F-100 2.5%, aceite de pescado 3.93%, attractante Flavorpackâ 0.5%. Veinticinco dietas más fueron elaboradas a partir de esta fórmula y suplementadas con 1000, 2000, 4000, 6000 y 8000 mg/kg de sales de aminas [histamina (H) hidroclicorada, cadaverina (C) dihidroclicorada, putrescina (P) dihidroclicorada, espermidina (Spd) trihidroclicorada o espermina (Spm) tetrahidroclicorada], para obtener en los alimentos las siguientes concentraciones de aminas libres: 600,

Tabla III. Fórmulas para camarón suplementadas con harinas de arenque y anchoveta (% base húmeda).

Dietas suplementadas con harinas de arenque						
	FR	D	FR+	FR+	FR+	FR+
			CHPT	CPT	HPT	CH
Dieta para salmón	45	45	45	45	45	45
Harina de trigo	14.5	13.5	14.2	14.2	14.7	14.4
Pasta de soya	35.3	36.3	35.6	35.6	35.1	35.4
Otros ingredientes	5.18	5.18	5.18	5.18	5.18	5.18
Dietas suplementadas con harinas de anchoveta						
	FR	MFR	D			
FR	30.3	-	-			
MFR	-	31.2	-			
D	-	-	32.1			
Harina de trigo	23.6	22.4	21.8			
Pasta de soya	34.7	34.9	35.1			
Aceite de pescado	3.7	3.8	3.4			
Colesterol	0.14	0.13	0.13			
Otros ingredientes	7.52	7.52	7.52			
Histamina (H), Cadaverina (C), Putrescina (P), Tiramina (T).						

1200, 2400, 3600 y 4800 mg/kg de H (2-[4-imidazolyl] ethylamine); 500, 1100, 2300, 3500 y 4600 mg/kg de C (1-5 diaminopentane); 500, 1100, 2200, 3300 y 4400 mg/kg de P (1,4-diaminebutane tetramethylenediamine); 500, 1100, 2200, 3400 y 4500 mg/kg de Spd (N-[3-aminopropil]-1,4-butanediamine); y 500, 1100, 2300, 3400 y 4600 mg/kg de Spm (N,N'-bis [3-aminopropil]-1,4-butanediamine).

La composición química de los alimentos experimentales fue determinada utilizando los siguientes métodos: Proteína Kjeldahl<sup>7</sup>, lípidos Soxhlet<sup>8</sup>, ceniza AOAC 942.05<sup>9</sup> y fibra AOAC 962.09.<sup>9</sup> La pérdida de materia seca en las dietas fue analizada por inmersión en agua marina a 26°C y 35 g/L durante una hora y siguiendo el método descrito por Aquacop<sup>10</sup>, con tres replicados para cada dieta. El contenido de aminos en las dietas experimentales suplementadas con las harinas de pescado, así como en las dietas adicionadas con H, C y P fue analizado por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) por la compañía Inual-Tepual, siguiendo la metodología descrita por Seiler & Knödgen.<sup>11</sup> Para el caso de las dietas suplementadas con Spd y Spm fue analizado en el laboratorio de Animal & Poultry Science de la Universidad de Guelph, con esta misma técnica pero siguiendo la metodología descrita por Tapia-Salazar *et al.*<sup>12</sup>

## Bioensayos de crecimiento

Todos los bioensayos experimentales se llevaron a cabo en un sistema de agua marina sintética. Los parámetros de calidad de agua para todos los experimentos fueron: temperatura 27.2-29 °C, salinidad 30-35.4 g/L, pH 8.1-8.2,  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$  0.36-0.68 mg/L,  $\text{NO}_2^-$  0.44- 1.75 mg/L,  $\text{NO}_3^-$  44-146 mg/L, oxígeno disuelto 4.9-5.4 mg/L, fosfatos 0.45-1.0 mg/L.

Las dietas suplementadas con las harinas de arenque y anchoveta fueron evaluadas en dos bioensayos de crecimiento durante 28 y 36 días, utilizando juveniles de camarón azul *L. stylirostris* con un peso promedio inicial de 77 y 72 mg, respectivamente, en cinco acuarios replicados por tratamiento y colocando 15 y 10 animales por acuario. Los alimentos suplementados con niveles crecientes de aminos fueron evaluados durante 28 días, empleando camarones de la misma especie, pero con pesos promedios por acuario que variaron entre 61 y 76 mg, en 5 (H y C) o tres replicados (P, Spd y Spm) por dieta y 10

organismos por acuario.

El porcentaje de alimentación diaria al inicio de los experimentos fue del 15% de la biomasa presente en cada acuario y disminuido al 10%, después de 14 días de experimentación. El alimento se distribuyó dos veces por día (12:00 y 15:00 horas), dando en cada tiempo el 50% de la ración diaria. Al día siguiente (7:00 horas) los restos de alimento se cuantificaban visualmente antes de que los acuarios fueran limpiados y alimentados nuevamente.

La ganancia en peso, consumo de alimento, tasa de conversión alimenticia y sobrevivencia fueron estimadas para cada acuario utilizando las siguientes fórmulas: ganancia en peso % = [(peso promedio final-peso promedio inicial)/peso promedio inicial]x100; consumo individual de alimento =  $S_{i=1}^{28}$  [(ración del alimento en el día i-restos de alimentos en el día i) / número de camarones presentes en el acuario para el día i]; tasa de conversión alimenticia = [consumo de alimento/(peso promedio final-peso promedio inicial)]; sobrevivencia = [No. de organismos al final del período i/No. de organismos al inicio del experimento] x 100.

## Análisis de aminos en tejido de camarón

El contenido de aminos fue analizado en hepatopáncreas y en el resto del camarón (denominado músculo) por HPLC, siguiendo la metodología descrita por Tapia-Salazar *et al.*<sup>12</sup> Antes de muestrear los camarones, estos se dejaron sin alimentar durante 24 horas, con el fin de eliminar la adición de aminos por parte del alimento. El conjunto de camarones de un acuario fue considerado como una unidad experimental. Todas las muestras de tejido fueron colocadas en nitrógeno líquido por 24 horas, liofilizadas y empacadas al vacío para su posterior análisis.

## Análisis estadísticos

Para determinar la eventual existencia de diferencias significativas entre las dietas suplementadas con las diferentes harinas de pescado, se analizaron los resultados biológicos estadísticamente por medio de un análisis de varianza simple, empleando el programa SPSS para windows versión 2. Los valores promedios de las dietas fueron comparados mediante un análisis de comparación múltiple de medias de Duncan a un nivel de significancia de 0.05.

Para determinar la forma de la curva de respuesta a niveles crecientes de cada una de las aminos evaluadas, se realizó un análisis de regresión por contrastes ortogonales<sup>13</sup>, utilizando el programa computacional SAS<sup>14</sup>. La tendencia lineal o cuadrática fue considerada significativa cuando  $P \leq 0.05$ .

## Resultados

### Dietas experimentales

El contenido promedio de humedad, proteína, lípidos, ceniza y fibra para las dietas suplementadas con harinas de arenque fueron de  $8.8 \pm 0.2$ ,  $39.1 \pm 0.1$ ,  $12.7 \pm 0.1$ ,  $7.5 \pm 0.1$  y  $1.1 \pm 0.1\%$ , respectivamente, y de  $8.3 \pm 0.2$ ,  $39.6 \pm 0.2$ ,  $8.8 \pm 0.3$ ,  $8.6 \pm 0.3$  y  $2.0 \pm 0.1\%$  para los alimentos suplementados con harinas de anchoveta. La frescura de la materia prima afectó la estabilidad de los alimentos experimentales; la pérdida de materia seca se incrementó en 16.8 y 11.76% para las dietas suplementadas con la harina de arenque D y de anchoveta D, y en un 21.84% en el alimento suplementado con la harina de anchoveta MFR. Los alimentos suplementados con las diferentes combinaciones de aminos presentaron una pérdida de materia seca que varió de 6.4 a 8.4%. El contenido de aminos biogénicos totales en los alimentos para camarón, donde se incluyeron las harinas de arenque FR y D fue de 48 y 1985 mg/kg, y para las de anchoveta FR, MFR y D fueron de 329, 1117 y 2653 mg/kg, respectivamente. Para los alimentos suplementados con las diferentes combinaciones de aminos, el contenido total de aminos fue de 1581, 1125, 1325 y 1184 mg/kg para las combinaciones CHPT, CPT, HPT y CH. El contenido de aminos en todos los alimentos, después de sumergirlos durante una hora en agua marina, fue de tan sólo el 20% del valor inicial.

Los contenidos de humedad, proteína, lípidos, ceniza, fibra y porcentaje de pérdida de la materia seca en las dietas suplementadas con los niveles crecientes de cada amina fueron de  $8.3 \pm 0.4$ ,  $40.8 \pm 0.5$ ,  $9.3 \pm 0.2$ ,  $8.5 \pm 0.4$ ,  $1.5 \pm 0.2$  y  $5.5 \pm 0.9\%$ , respectivamente. El contenido real de cada una de las aminos suplementadas fue en general superior a las concentraciones teóricas, siendo la diferencia de 0.3 a 16% para H, de 2.4 a 9.8% para C, de -11.6 a 18.6% para P y de -18.4 a 2.8% para Spd. Las dietas suplementadas con Spm fueron las únicas que en su totalidad presentaron

concentraciones por debajo de los niveles esperados (-5.8 a -13.1%). Después de sumergir muestras de alimento en agua marina durante 1 hora, la concentración de aminos varió de 25 a 28, 18 a 31, 10 a 27, 20 a 47, 51 a 61% del valor inicial para las dietas suplementadas con H, C, P, Spd y Spm.

### Bioensayos de crecimiento

La inclusión de las harinas de arenque D y anchoveta MFR y D disminuyó significativamente la ganancia en peso y el consumo de alimento. La sobrevivencia fue significativamente reducida cuando la harina de arenque D fue suplementada ( $P=0.0057$ ); la adición de las harinas de anchoveta MFR y D también redujo este parámetro biológico, pero sin llegar a ser significativo ( $P=0.4347$ ).

La adición de CHPT, CPT y HTP no afectó el consumo de alimento y el crecimiento; solamente la adición de CH incrementó de manera significativa el consumo de alimento y la ganancia en peso. La sobrevivencia no fue afectada por ninguna de las diferentes combinaciones de aminos evaluadas.

La suplementación de H, C o P a los diferentes niveles evaluados no afectó significativamente el consumo de alimento; en cambio la adición de Spd y Spm generó un incremento lineal en este parámetro biológico con un resultado de la prueba de regresión lineal cercano a la significancia ( $P=0.06$  para SPd y  $P=0.07$  para Spm).

La adición de C provocó crecimientos ligeramente inferiores, en comparación con los camarones alimentados con la dieta control. Esto mismo fue observado en los camarones que consumieron las dietas suplementadas con P, a excepción de los que ingirieron la dieta con 3300 mg/kg, los cuales presentaron un crecimiento 13.8% mayor; en cambio, todos los niveles de suplementación de Spd dieron mejores crecimientos que el control. Cabe mencionar que en estos tres casos las diferencias no llegaron a ser significativas. En cambio, la suplementación de H y Spm provocó tendencias cuadráticas significativas en crecimiento ( $P=0.04$  para H y  $P=0.01$  para Spm); la adición de 1200 y 2400 mg/kg de H provocó el máximo crecimiento (8.8% más que el control) y el máximo nivel de suplementación (4800 mg/kg) lo redujo en un 3.7%. Esta misma tendencia fue observada en los organismos alimentados con las dietas suplementadas con Spm; el nivel de suplementación de 1100 mg/kg produjo una

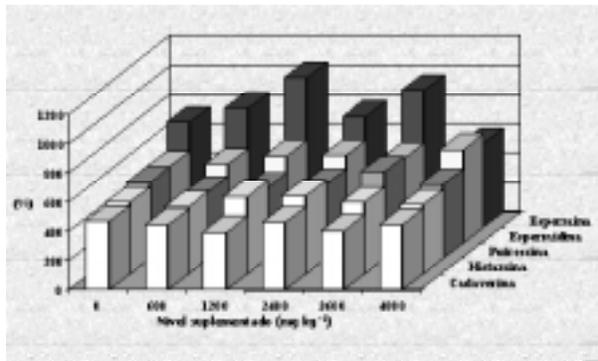


Fig. 1.- Ganancia en peso (%)

mejora del 43%, mientras que el máximo nivel de suplementación lo disminuyó el 20%.

La tasa de conversión alimenticia no fue afectada por la suplementación de H, C, P y Spd. La adición de Spm causó que la tasa de conversión alimenticia se mejorara significativamente (1.5) con los niveles intermedios de suplementación (1100 mg/kg); sin embargo, el máximo nivel la incrementó hasta un valor de 2.2. La sobrevivencia no fue afectada por ninguna de las aminos evaluadas.

### Niveles de aminos en tejido de camarón

La adición de las diferentes harinas de arenque y anchoveta evaluadas no afectó significativamente el contenido de aminos en el tejido del camarón en general; solamente se observó un ligero incremento en el contenido de C en el hepatopáncreas de los camarones alimentados con la harina de arenque D (no significativo) y en el músculo de los camarones alimentados con la dieta que contenía la harina de anchoveta D ( $P=0.0369$ ).

La H no fue detectada en los tejidos de los camarones alimentados con las dietas suplementadas con los diferentes niveles de H, sólo se observó un incremento significativo en la concentración de Spd en músculo de camarón ( $P=0.044$ ). La concentración de C en hepatopáncreas y músculo de camarón se incrementó de manera lineal con el nivel de inclusión de esta amina en el alimento, sin afectar las concentraciones de las otras aminos en el tejido. La suplementación de P, Spd y Spm incrementó las concentraciones de Spd en músculo y hepatopáncreas, pero no de Spm. La concentración de P en

los tejidos de los camarones alimentados con las dietas suplementadas con P presentó valores por debajo de los límites de detección.

### Discusión

La reducción en el consumo de alimento y ganancia en peso de aves<sup>15</sup>, peces<sup>6</sup> y crustáceos<sup>5</sup> alimentados con dietas suplementadas, con harinas elaboradas a partir de pescado descompuesto, ha sido ampliamente comprobada. Con el presente estudio se reconfirmaron tales resultados. En peces, la disminución en la ingesta del alimento ha sido relacionada con la formación de ciertos compuestos (trimetilamina, aminos, etc) generados durante el deterioro del pescado.<sup>16</sup> Por ejemplo, en truchas se ha observado que la adición de 13,300 mg/kg de P<sup>17</sup> y 2000 mg/kg de H<sup>18</sup> disminuyó significativamente el consumo de alimento. En la presente investigación no se observó ningún efecto negativo significativo sobre el consumo de alimento, debido a la adición de estas sustancias en las dietas; la suplementación con 1200 y 2000 mg/kg de H; 3300 mg/kg de P, 1100 y 3400 mg/kg de Spm, así como todos los niveles de suplementación de Spd incrementaron ligeramente la ingesta de los alimentos. Cabe hacer mención que la alta solubilidad de las aminos, provenientes de la harina de pescado o suplementadas, permitió que éstas actuaran a una concentración alrededor de 1/5 de su concentración inicial en los alimentos e impidió detectar un efecto más drástico con los niveles máximos de suplementación; pero por otro lado, el conjunto de experimentos nos permite confirmar que las aminos no son las responsables de la reducción de la ingesta de alimento provocada por las harinas de pescado D.

El crecimiento de aves alimentadas con dietas suplementadas con H<sup>19,20</sup>; C<sup>21</sup>; P<sup>22</sup>; Spd<sup>23</sup> y Spm<sup>24</sup> es disminuido significativamente conforme se aumenta los niveles de suplementación. No obstante se ha observado un efecto promotor de crecimiento cuando se suplemento 2000 mg/kg de P.<sup>22</sup> En peces, se ha visto que la suplementación de 13,300 mg/kg de P logró reducir el crecimiento.<sup>17</sup> En nuestro estudio vemos que los niveles moderados de H, Spd y Spm incrementaron este parámetro, mientras la adición de C causó una ligera merma del crecimiento.

La sobrevivencia en los camarones alimentados con las dietas suplementadas con los diferentes niveles de H, C, P, Spd y Spm o combinaciones de C, H,

P y T fue mayor al 90%, y contrasta con la mortalidad provocada por la suplementación de harinas elaboradas a partir de pescado descompuesto, lo cual permite descartar a las aminas biogénicas como agentes causales de esta mortalidad. En aves<sup>23</sup> solamente se han observado mortalidades cuando la Spm se adiciona por encima de 6000 mg/kg.

Se ha observado que los tejidos que presentan una elevada actividad fisiológica (páncreas, intestino, hígado y riñón) contienen altos niveles de poliaminas (P, Spd y Spm); mientras que los tejidos con poca actividad (músculo) presentan menores cantidades. Estas diferencias se deben a que los primeros poseen una elevada actividad metabólica y se encuentran en un constante estado de renovación.<sup>25</sup> En la presente investigación, las concentraciones de C, Spd y Spm observadas en hepatopáncreas fueron más elevadas que en el músculo, coincidiendo con los resultados obtenidos en organismos superiores.

La síntesis de las poliaminas se origina a partir de la descarboxilación de la ornitina para formar la P; la intervención de las enzimas Spd y Spm sintetasa y la adición de grupos aminopropiles a la P provenientes de la descarboxilación de la S-adenosilmetionina dan origen a la Spd y Spm, respectivamente. Sin embargo, durante esta síntesis estos compuestos pueden ser catabolizados y degradados para formar Spd y P, respectivamente, a través de un proceso de acetilación y de remoción de los residuos aminopropil proporcionados originalmente por la S-adenosilmetionina.<sup>2</sup>

Las aves son capaces de metabolizar y excretar la C<sup>21</sup> y almacenar la P en el tejido en forma de P y Spd.<sup>22</sup> En la presente investigación, observamos que la C dietaria se almacenó en tejido; esta acumulación parece tener un costo energético, ya que se notó una reducción en el crecimiento de los camarones alimentados con las dietas suplementadas con esta amina. Por otro lado, se ha reportado en ratas que la C puede servir como substrato para la formación de P y Spd; sin embargo, esta reacción procede al 5% de la tasa de reacción convencional.<sup>26</sup> Las concentraciones de Spd y P en el tejido de los camarones alimentados con C no fueron afectadas, indicando que este crustáceo es incapaz de formar P o Spd a partir de C. Los camarones que consumieron las dietas con P incrementaron significativamente los niveles de Spd en tejido, indicando que la principal vía de metabolismo de la P es la formación de Spd. En cambio, los que fueron alimenta-

dos con las dietas suplementadas con P y Spd incrementaron los niveles de Spd en tejido, indicando que la principal vía de metabolismo de estas dos aminas es hacia la formación de Spd.

Por otro lado, la toxicidad de las poliaminas está relacionada directamente con su carga catiónica y peso molecular. La Spm es la poliamina con mayor peso molecular y carga catiónica y, por consiguiente, la más tóxica para organismos vertebrados; la capacidad para transformarla o excretarla es afectada por factores tales como: infecciones intestinales, presencia de compuestos inhibidores (alcohol) y sinérgicos (i.e. la C potencializa la toxicidad de la H, debido a la inhibición de la enzima DAO), concentración de la amina, edad de los organismos (los jóvenes son más sensibles), etc. Las ratas metabolizan la Spm y forman Spd y P,<sup>27</sup> mientras que las aves forman Spd y N<sup>1</sup> acetil Spd.<sup>23</sup> La conversión de la Spm en Spd por el camarón muestra que sigue el mismo principio de transformación, con el fin de evitar una intoxicación; sin embargo, el hecho de que los altos niveles de suplementación de Spm dieran menores crecimientos es un indicativo de las posibles limitaciones que posee el camarón para degradar esta poliamina.

## Conclusiones

La descomposición de la materia prima utilizada para la elaboración de harinas de pescado reduce significativamente el consumo de alimento, crecimiento y en algunas ocasiones la sobrevivencia del camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. Nuestros resultados demostraron que estos detrimentos no son causados por las aminas biogénicas, sino por otros compuestos generados durante el deterioro del pescado; las aminas son sólo indicadores de la presencia de tales compuestos. Se observó un incremento en el crecimiento cuando se adicionaron niveles moderados de sales de aminas puras; sin embargo, los máximos niveles de suplementación causaron un detrimento del crecimiento, debido probablemente al costo energético del metabolismo de las aminas, el cual parece presentar limitaciones en camarón en particular para la cadaverina.

## Resumen

Se confirmó que la utilización de harinas elaboradas a partir de pescado deteriorado reduce significativamente el consumo de alimento y el crecimen-

to de camarones alimentados con este tipo de harinas. Aunque, se ha especulado que las aminos biogénicas son las responsables de estos resultados; con la presente investigación se descarta a las aminos biogénicas como las responsables de tales efectos y que por el contrario, a niveles moderados de histamina, espermidina o espermina se mejora el crecimiento. Al mismo tiempo, demostramos que el camarón es capaz de metabolizar las aminos, como lo hacen los vertebrados superiores, excepto la cadaverina.

**Palabras clave:** Harinas de pescado, Aminos biogénicas, Camarón *Litopenaeus stylirostris*

## Abstract

It was confirmed that the use of fish meal made from stale fish as a feed ingredient for shrimp reduces significantly both feed intake and weight gain. Biogenic amines have been thought responsible for these deleterious effects, but present work allows for concluding that they are not; and on the contrary, dietary supplementation by moderate levels of histamine, spermidine or spermine improved growth. We also demonstrated that shrimp are able to metabolize amines except for cadaverine just, as superior vertebrates do.

**Keywords:** fish meal, biogenic amines, shrimp (*Litopenaeus stylirostris*).

## Referencias

- Freeman, B.A., Microbiología de Burrows. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill. 22ª edición, 1988.
- Bardocz, S., The role of dietary polyamines. Eur. J. Clin. Nutr., 1993, 47(10), 683-690.
- Veciana-Nogues, M.T.; Marine-Font, A., Vidal-Carou, C., Biogenic amines in fresh and canned tuna. Effects of canning on biogenic amine contents. J. Agric. Food Chem., 1997, 45, 4324-4328.
- Anderson, J.S., Higgs, D.A., Beames, R.M., Rowshandeli, M., Fish meal quality assessment for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in sea water. Aquaculture Nutrition, 1997, 3(1):25-38.
- Ricque D., Cruz-Suárez, L. E., Abdo-de la Parra, Ma. I., Pike, I., Raw material Freshness, a quality criterion for fish meal fed to shrimp. Aquaculture, 1998, 165, 95-109.
- Opstvedt, J., Mundheim, H., Nygård, E., Aase, H., Pike, I.H., Reduced growth and feed consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed fish meal from stale fish is not due to increased content of biogenic amines. Aquaculture, 2000, 188: 323-337.
- Tecator, Determination of Kjeldahl Nitrogen Content with Kjelttec System 1026. Application note AN 86/87 (1987.02.18). Kjelttec 1026 Manual, Tecator AB, Sweden, 1987.
- Tecator, Fat extraction on feeds with the Soxtec System HT - The influence of sample preparation and extraction media. Application note AN 67/83 (1983.06.13). Soxtec System HT Manual, Tecator AB, Sweden, 1983.
- A.O.A.C., Elliam Horritz Ed., 12th Edition, Washington, D.C., 1990, 684pp.
- Aquacop, Study on nutritional requirements and growth of *Penaeus merguensis* in tanks by means of purified and artificial diets. Proceedings, World Mariculture Society, 1978, 9:225-234.
- Seiler, H., Knödgen, B., Determination of di and polyamines by high performance liquid chromatography separation of their 5-dimethylaminoanaphthalene-1-sulfonyl derivates. J. Chromatography, 1978, 145, 29-39.
- Tapia Salazar, M., Smith, T.K., Harris, A., High Performance Liquid Chromatographic (HPLC) Method for Determination of Biogenic Amines in Feedstuffs, Complete Feeds and Animal Tissues. J. Agric. Food Chem., 2000, 48(5), 1708-1712.
- Montgomery, Douglas C., Diseño de análisis de experimentos. Editor Nicolás Grepe P.Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de C.V., 1991, 589 pp.
- SAS., SAS User's Guide Statistics Inst. Inc. Cary, NC., 1987.
- Huisman, J., Van Kempen, G.J.M., Bos, K.D., Verstraten, A.J.M.A., Fentener J.M. Van Vlissingen., Effect of fish meal quality and biogenic amines on performance in piglets and chickens. Nutrition & Food Research Annual Report, TNO Biotechnology and Chemistry Institute, Zeist, the Netherlands, 1992, 12-13.
- Hughes, S.G., Response of first feeding spring *Chinook salmon* to four potential chemical modifiers of feed intake. The progressive Fish-

- Culturist, 1991, 53, 15-17.
17. Cowey, C.B., Cho, C. Y., Failure of dietary putrescine to enhance the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Can J. Fish Aquat. Sci, 1992, 49, 2496-2473.
  18. Fairgrieve, W.T., Dong, F.M., Hardy, R.W., Histamine affects feed acceptability but not protein utilization by juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: proceedings, VIII International Symposium on Nutrition and Feeding of fish & Crustacean Nutrition. Las Palmas de Gran Canaria Spain. June 1-4, 1998, Book abstracts, 017.
  19. Galleguillos, M., Efectos de la histamina sobre el score biotxicológico (inédito). Fundación Chile., 1998, 8pp.
  20. Harry, G., Tucker, J.F., Laursen-Jones, A.P., The role of histamine and fishmeal in the incidence of gizzard erosion and proventricular abnormalities. Brit. Poultry Sci., 1976, 16: 69-78.
  21. Smith, T.K., Fleming, H.E., Seddon, I.R., The effect of dietary cadaverine on chick growth and intestinal polyamine metabolism. FASEB J., 1996, 10, A512, 2951.
  22. Smith, T.K., Effect of dietary putrescine on whole body growth and polyamine metabolism. PSEBM, 1990, 94,332-336.
  23. Sousadias, M.G., Smith, T.K., Toxicity and growth-promoting potential of spermine when fed to chicks. J. Anim. Sci., 1995, 73, 2375-2381.
  24. Smith, T.K., Mogridge, T., Sousadias, M.G., Growth-promoting potential and toxicity of spermidine, a polyamine and biogenic amine found in food and feedstuffs. J. Agric. Food Chem., 1996, 44, 518-521.
  25. Morgan, D.M., Polyamines. In Polyamine Protocols, Methods in Molecular Biology, 1998, 79, Humana press, Totowa, NJ.
  26. Ferioli, M.E., Sessa, A., Rabellotti, E., Tunico, P., Pinotti, O., Perin, A., Changes hepatic polyamine catabolism in elderly rats. Liver, 1998, 18(5), 326-330.
  27. Seidel, E. R., Scemama, J.L., Gastrointestinal polyamines and regulation of mucosal growth and function. Nutritional Biochemistry, 1997, 8: 104-111.