

FORMULACION Y EVALUACION DE LA CALIDAD PROTEINICA DE UNA HARINA DE MEZCLA DE DESECHOS DEL FILETEADO DE TIBURONES Y CABEZAS DE CAMARON

Armando Lacera Rúa,¹ Mario Roberto Molina,² Luis A. Mejía,² Roberto Gómez Brenes² y Ricardo Bressani³

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C. A.

RESUMEN

Este estudio informa sobre una harina formulada con desechos del fileteado de tiburón (dt) y subproductos de camarón (cc) en la relación de 1.0:1.15, con el propósito de utilizarla en alimentación avícola. El contenido de proteína cruda era de 55.66%, con una relación Ca:P de 5.76. La distribución de aminoácidos esenciales fue similar a la de harina de pescado y de la carne de tiburón tollo, siendo en todos los casos la metionina el primer limitante. Con excepción de los subproductos de camarón, los materiales pesqueros acusaron niveles adecuados de lisina disponible (entre 337 y 383 mg/gN). La distribución porcentual de partícula de la harina cc-dt referida al calibre de cedazo estándar estadounidense, arrojó un valor de módulo más fino (M. F.) de 3.95, con un diámetro promedio de partícula de 0.0175 de pulgada (0.444 mm) y un grado de uniformidad de 1 parte gruesa:5 partes medianas:4 partes finas. La calidad proteínica de la harina cc-dt en ratas se evaluó por los métodos de PER, NPR, PV y NGL₀. Se utilizaron dietas de caseína y carne de tiburón tollo como fuentes de proteínas de referencia. La harina cc-dt presentó los menores valores de PER (1.60), NGL₀ (2.46), PV (2.49) y DA (88.80), estadísticamente significativos ($P < 0.05$) con los valores de caseína y de la harina de carne de tiburón tollo, respectivamente.

Manuscrito modificado recibido: 22-1-85.

- 1 Estudiante de postgrado en la División de Ciencias Agrícolas del INCAP, en goce de una beca adjudicada por el Ministerio de Desarrollo de Ultramar del Reino Unido.
- 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 3 Jefe de la citada División, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1147.

NOTA: Este trabajo no necesariamente refleja la política del INCAP.

Los resultados menores pueden explicarse en base al alto contenido mineral. La calidad nutritiva de la mezcla también fue evaluada con pollos en crecimiento. El contraste de Kruskal-Wallis detectó una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las eficiencias alimenticias (EA) en los grupos de pollos alimentados con las diferentes dietas formuladas con la carne de tiburón tollo y los controles comerciales. Desde el punto de vista económico-nutricional, se infiere la ventaja que conlleva la formulación de dietas con 60% de carne de tiburón tollo. No se detectaron diferencias significativas entre las EA de los grupos de pollos alimentados con las diversas dietas formuladas con la harina de mezcla cc-dt y los controles comerciales.

Mediante el contraste anterior, la dieta con 120% de harina cc-dt produjo un impacto nutricional semejante al de cada una de las dietas formuladas con la carne de tiburón tollo; sin embargo, desde el punto de vista económico-nutricional, es de mayor importancia el impacto logrado en las EA con las dietas formuladas con 3 y 60% de proteína de harina cc-dt. Se concluye que la carne de tiburón produce respuestas biológicas óptimas en ratas y pollos; iguales respuestas producen sus desechos mezclados con subproductos de camarón, en pollos. Las pruebas organolépticas indicaron que la carne proveniente de los pollos que integraron los grupos experimentales era perfectamente aceptable, y que no había diferencias en cuanto a textura, color y sabor.

INTRODUCCION

La necesidad de utilizar más adecuadamente los residuos de la agricultura, de la pesca, de los bosques y de las industrias anexas, está fundamentada en la obligación del hombre de aprovechar en la mejor forma los recursos naturales limitados, así como de proteger el medio ambiente (1). Entre los materiales de desechos que ameritan consideración como medios potenciales de alimentación humana están los residuos provenientes de la explotación intensiva de gallinas ponedoras, los de fábricas de alimentos y los residuos de plantas procesadoras de pescado, pollo y carne (2). Es de lamentar que en la mayoría de los países poco desarrollados se aplique un criterio rutinario a la captura y/o matanza de animales, lo cual hace que se malgaste y pierda toda una serie de subproductos valiosos. La errónea creencia de que se necesitan maquinarias costosas, personal muy especializado y laboratorios muy bien equipados para obtener subproductos útiles, conduce a una situación paradójica en estos países, donde es mayor la necesidad de proteínas y de minerales para el hombre, los animales y el suelo, y donde menos se aprovechan dichas proteínas y minerales (3).

Respecto al valor nutritivo de la harina de carne de tiburón, existen controversias entre los investigadores. Marshall y Davies (4) estudiaron el valor de la harina de tiburón (no especificado), preparada por proceso húmedo, y encontraron que el nitrógeno no proteínico presente no interfería con la eficiencia de las raciones. También alimentaron cerdos con la harina de tiburón y concluyeron que, sobre la base del contenido de proteína cruda, la carne de tiburón es una fuente aceptable de proteína para uso en la elaboración de raciones para cerdos.

Grau (5), obtuvo resultados pobres con harina de "dogfish" (cazón) en ensayos de alimentación con pollos, aunque se había realizado la corrección por contenido de urea en el nivel proteínico.

Almqvist, Jukes y Newton, en sus ensayos de alimentación con pollos

(6), encontraron que las harinas de "dogfish" producían resultados menores, en comparación con otros concentrados proteínicos animales.

Kondo, Shinano y Yamamoto (7), por su parte, informan que la carne de tiburón azul (*Prionace glauca*) presenta una distribución de nitrógeno proteínico muy similar a la de la carne de langosta.

Asimismo, Mohanty y Roy (8) prepararon hidrolizados de desechos de tiburón y lograron la recuperación de pacientes humanos que padecían de desnutrición. Este hidrolizado acusó una composición de los aminoácidos principales en cantidades adecuadas, en comparación con otros productos alimenticios (músculos de res, caseína, albúmina de huevo), por lo que estos investigadores lo recomendaron para tratar casos de tuberculosis y úlceras ventriculares y duodenales.

Kizevetter y Nasedkina (9), sin embargo, informaron que los aminoácidos esenciales en la proteína del músculo de cuatro especies de tiburón tendían a ser mayores que los de la carne de res. Estos investigadores consideran la carne de elasmobranquios como de bajo valor alimenticio.

A partir de lo expuesto, este trabajo tuvo los siguientes objetivos:

- a) Determinar la posibilidad de usar los subproductos de proceso del tiburón y del camarón, para elaborar harinas destinadas a la nutrición animal.
- b) Evaluar química y biológicamente, en ratas y pollos, la harina de mezcla de desechos de tiburón y camarón, así como la carne del tiburón tollo (*Squalus acanthias*), la cual fue utilizada como control en dichos ensayos biológicos.

MATERIALES Y METODOS

Carne de Filete de Tiburón Tollo y Subproductos del Fileteado de Tiburón y de Camarón

La carne de tiburón tollo fue adquirida en el mercado local, y los subproductos se obtuvieron de la Federación de Cooperativas de Pescadores de la República de Guatemala. La primera fue molida en un molino eléctrico de discos, para luego colocarla en bandejas de tela metálica en un deshidratador de aire caliente, por un período de 16 horas, con una temperatura de aire entrante de 60°C. Una vez seca, la carne fue triturada para preparar un material de granulometría uniforme.

Preparación de la Harina de Subproductos

Una proporción de 100 kg de desechos de camarón y/o subproductos de tiburón (desmenuzados al máximo posible y colocados en recipientes provistos de telas metálicas), se hirvió durante 30 minutos en 55 lt de agua, con agitación constante. Los despojos hervidos se prensaron para eliminar el agua y se sometieron a condiciones de secado similares a las del filete del tiburón tollo.

Para la formulación de la harina de subproductos secos, se utilizó la relación 1.15:1.00 entre desechos de camarones (cc) y subproductos de

tiburón (dt). Ello se hizo con base en resultados previos obtenidos con desechos de camarones (10), los que, previamente tamizados, fueron sometidos a un mezclado uniforme en tambor rotatorio durante dos horas.

Se determinó la composición química proximal de la carne desecada de tiburón tollo, de los subproductos de tiburón, de los desechos de camarón y de la harina formulados con estos dos últimos materiales pesqueros (cc-dt), respectivamente, por el método oficial de la AOAC (11). El nitrógeno no proteínico se determinó después de precipitar la proteína con ácido tricloroacético al 50/o (12). La urea se estableció por espectrofotometría de luz visible, según la AOAC (11), y el extracto libre de nitrógeno (ELN) se estimó por diferencia.

La calidad de la harina cc-dt se determinó con base en los contenidos de humedad (11), grasa (11), proteína (11), aminoácidos totales (13), lisina disponible (14), calcio (15), fósforo (16) y hierro (15). El tamaño máximo de partículas de la harina anterior se estableció por intermedio de la criba estándar Tyler 10 (con tamaño de abertura: 0.065 pulgadas) (17).

EVALUACION BIOLOGICA

En Ratas Wistar

Dietas. Con la harina de carne de tiburón tollo y con la harina de la mezcla cc-dt, se prepararon cuatro dietas con 3, 6, 9 y 12o/o de proteínas derivadas de los respectivos materiales pesqueros. A todas ellas se les adicionó, en g por cada 100 g: 5 de celulosa, 1 de aceite de hígado de bacalao, 5 de aceite vegetal refinado, 4 de mezcla mineral (18, 19), y 5 ml de una solución de vitaminas del complejo B. Las dietas se llevaron a 100o/o con almidón de maíz (18) y fueron analizadas por su contenido de N valiéndose del método de Kjeldahl (11); las calorías se calcularon por los factores de Atwater (20). Como control se utilizó una dieta de caseína al 90/o de proteína, así como una dieta libre de nitrógeno (18).

El ensayo abarcó un total de 80 ratas Wistar de 21 días de edad, distribuidas por peso entre las dietas experimentales, ocho por grupo, formado por cuatro hembras y cuatro machos. A los animales, alojados en jaulas individuales con fondos de tela metálica levadizos, se les administró la comida y el agua *ad libitum*, y se anotaron semanalmente los cambios de peso y consumo. Para una mejor y más amplia estimación de la calidad proteínica de la carne de tiburón tollo y de la harina de mezcla cc-dt, se utilizaron tres parámetros biológicos de un nivel y de múltiples niveles de ingestión de proteína: el PER (índice de eficiencia proteínica); la NPR (razón proteínica neta) y el NGI (índice de crecimiento nitrogenado) (18). Al finalizar los 28 días de la prueba del PER, se les administró a los animales 60 g de la dieta correspondiente, y durante tres días se recolectaron las materias fecales. Estas fueron secadas en horno de aire forzado a 60°C durante 10 horas, previo al análisis de nitrógeno para determinación de la digestibilidad aparente.

En Pollos en Crecimiento

Dietas. A partir de la harina de subproductos de camarón y tiburón

(cc-dt) y de la carne de tollo desecada, se prepararon dietas con un contenido porcentual, referido a cada material alimenticio, de 0, 3, 6, 9 y 12. La proteína se ajustó a un total de 22o/o con harina de soya y harina de algodón en la proporción de 1.6:1.0 (21), más harina de alfalfa y maíz (Tabla 1).

TABLE 1
FORMULACION PORCENTUAL DE DIETAS BASALES USADAS EN
EXPERIMENTOS CON POLLOS*

Ingredientes	Porcentaje de carne de tiburón tollo en la ración				
	Control cero	Dieta tres	Dieta seis	Dieta nueve	Dieta doce
Harina de soya	32.0	24.0	20.0	16.0	12.0
Harina de algodón	20.0	15.0	12.5	10.0	7.5
Carne de tollo	—	3.0	6.0	9.0	12.0
Premix Pfizer-100	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Harina de alfalfa	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Fosfato dicálcico	1.34	2.0	1.8	1.7	2.5
Carbonato de calcio	1.0	1.2	1.0	1.0	0.8
DL-metionina	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Colina	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01
Maíz	38.90	48.05	51.97	55.58	58.49
Total	100	100	100	100	100
Energía (Kcal/g)	3.06	3.12	3.18	3.23	3.25
Eficiencia alimenticia	2.02 ^{a**}	2.07 ^b	1.95 ^b	2.09 ^a	1.90 ^a
Proteína en dietas (o/o)	22.5	22.2	22.1	23.0	22.7

Control Purina

Energía (Kcal/g): 3.01.

Proteína (o/o): 21

Eficiencia alimenticia: 1.92^a.

$$\left(\frac{\text{Gramos alimento}}{\text{Gramos aumento de peso}} \right)$$

* Los niveles de cc-dt en las dietas fueron los mismos que los de carne de tollo.

** Letras diferentes en una misma fila indican significancia al nivel del 5o/o con respecto a los controles Purina y cero.

Cada dieta fue evaluada en un grupo de pollos, redistribuidos en grupos de 10. Se registraron los cambios de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia (EA), durante seis semanas, según la metodología establecida por Bressani y González (22).

El valor energético de las dietas se determinó por medio de la bomba calorimétrica. La significancia estadística para las eficiencias alimenticias fue establecida utilizando el análisis no paramétrico del contraste de la H de Kruskal-Wallis (contraste de rango) (23), en relación con un concentrado comercial Purina y con el control Cero.

La carne obtenida de los pollos alimentados con la carne del tiburón tollo y con la harina cc-dt se evaluó organolépticamente aplicando el test de Cochran (prueba estadística no paramétrica) (23). Para el caso se utilizó un panel integrado por 23 personas, a cada una de las cuales se le distribuyeron las muestras al azar, degustando cada dos días sólo una muestra de carne de pollo cocinada, hasta completar las seis muestras.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Proximal

La composición proximal de la carne desecada de tiburón tollo, de los desechos de fileteado de dicho tiburón, de las cabezas de camarón y de la harina elaborada con la mezcla de los dos últimos materiales (cc-dt) en la relación de 1.15:1.0, se presentan en la Tabla 2. Como era de esperar, la carne de tiburón tollo acusó el mayor contenido de proteína (91.52^o/o) y el menor contenido de grasa (2.40^o/o), en relación con los otros tres materiales descritos. En los casos del tiburón tollo y de la harina cc-dt, el contenido de nitrógeno no proteínico (NNP) (3.47 y 3.26^o/o) representa 23.70 y 36.59^o/o del nitrógeno total (NT), respectivamente. La harina de cabeza de camarón tuvo 4.44^o/o de NNP, lo que excepcionalmente constituye un 47.49^o/o del NT, diferente al valor promedio (20^o/o) señalado para crustáceos por Velankar (24).

Los porcentajes de urea en la carne de tiburón tollo, en las cabezas de camarón, en los desechos de fileteados de tiburón y en la harina cc-dt, expresados como NNP, corresponden a 28.65; 13.31; 31.41 y 18.12^o/o del nitrógeno total, en el mismo orden. El contenido de proteína de la harina cc-dt (55.66^o/o) fue prácticamente igual al de las harinas de residuos de atún (61^o/o), de caballa (*Scomber japonicus*) (58.6^o/o), y de otras importantes harinas norteamericanas (25).

No se constataron diferencias apreciables en los contenidos finales de humedad entre los cuatro materiales mencionados, quizás debido a las condiciones similares de secado. El contenido de humedad de la harina cc-dt (5.80^o/o) estuvo lejos del 12^o/o —margen peligroso de calentamiento espontáneo y de crecimiento de hongos— y cercano al contenido normal promedio de humedad (8^o/o) de las harinas de pescado estado-unidenses (25). El contenido de grasa de la harina cc-dt (5.63^o/o) también estuvo lejos del valor máximo (10^o/o) y cercano al valor mínimo (5^o/o), por debajo del cual siempre se obtiene un producto pulverulento (25).

Cenizas y Minerales

El contenido de ceniza y su fraccionamiento en P, Ca, Fe, Na y K de la carne desecada de tiburón tollo, de las cabezas de camarón, de los

TABLA 2

COMPOSICION PROXIMAL DE LA CARNE DESECADA DEL TIBURON TOLLO (*Squalus acanthias*), DE LOS SUBPRODUCTOS DE CORTES DE TIBURON, DE CABEZA DE CAMARON Y DE LA HARINA DE MEZCLA CC-DT*
g °/o

Material pesquero	Humedad	Ceniza	Grasa	Nitrógeno total	NNP**	Urea (referida a nitrógeno total)	Proteína $\frac{p^{***} \times 6.25}{p^{***}}$	Cal. °/g
Carne de tiburón tollo	3.98	2.10	2.4	14.64	3.47	3.55	91.52	3.88
Cabeza de camarón	4.02	25.07	6.65	9.35	4.44	2.11	58.43	2.94
Desechos de tiburón	2.50	37.00	3.12	9.12	2.22	2.49	57.46	2.58
Mezcla cc-dt	5.80	30.07	5.63	8.91	3.26	2.11	55.66	2.73

* CC-DT = Mezcla de cabeza de camarón y desechos de tiburón.

** Nitrógeno no proteínico.

*** p = Nitrógeno total \times 6.25.

° Por bomba calorimétrica.

desechos de fileteado de tiburón y de la harina cc-dt, se exponen en las Tablas 2 y 3. Según se observa, el menor valor de cenizas se encontró en la carne de tiburón tollo (2.10°/o). Los otros materiales acusaron valores muy altos de cenizas: 25.07, 37 y 30.07°/o, respectivamente; por consiguiente, presentaron un alto contenido de minerales, particularmente P, Ca, Na y K. Con excepción de la carne de tiburón tollo, la relación Ca:P fue mayor de dos para todos los materiales evaluados; 2.97 en los desechos de fileteados de tiburón; 6.22 en cabeza de camarón, y 5.76 en la harina cc-dt. De los minerales contenidos en la harina cc-dt, sólo el P tuvo un valor similar a los de harinas norteamericanas, las cuales contienen valores de 5 a 10 veces menores de calcio (25). Los contenidos de sodio y potasio de la harina de cc-dt, expresados como gramos de NaCl y KCl/100 g, equivalen a 22.2 y 9.18, respectivamente.

Contenido de Aminoácidos

La composición de aminoácidos esenciales y no esenciales, así como de lisina disponible del tiburón tollo, de los desechos de fileteado de tiburón, de la cabeza de camarón y de la harina cc-dt, se detallan en la Tabla 3. Para propósitos comparativos se incluye también la composición aminoacídica de una harina de pescado (26) y el patrón FAO/OMS (18). Los

TABLA 3

CONTENIDO DE P, Ca, Fe, Na Y K EN CARNE Y DESECHOS DE
TIBURÓN, EN CABEZA DE CAMARÓN Y MEZCLA CC-DT*

Materia prima	Fósforo** mg/100 g	Calcio*** mg/100 g	Hierro*** mg/100 g	Sodio ^o mg/100 g	Potasio ^o mg/100 g
Carne de tiburón tollo	910	53	—	700	840
Desechos de tibu- rón tolo	5,100	15,164	11.55	8,425	8,425
Cabeza de camarón	1,684	10,469	75.00	9,517	4,759
Harina de cc-dt	3,613	20,794	34.12	8,732	4,814

* CC-DT = Mezcla de cabeza de camarón y desechos de tiburón tolo.

** Espectrofotometría luz visible.

*** Por absorción atómica.

^o Por fotometría de llama.

cuatro materiales pesqueros muestran una relación leucina:isoleucina cercana a la unidad (entre 0.86 y 1.2), por lo que desde este punto de vista no existe antagonismo entre dichos aminoácidos esenciales (AAE) en ninguno de los materiales pesqueros citados (27). El contenido de AAE de la harina de cc-dt es similar al de las principales harinas de pescado de Estados Unidos, con excepción de lisina, siendo los valores de arginina e histidina iguales (25).

Si consideramos en todos los materiales pesqueros de estudio y en la harina de pescado un valor de triptofano igual a 60 mg/gN (26), se puede apreciar que en cada uno de ellos el primer aminoácido limitante es la metionina. Por este motivo, los puntajes de aminoácidos son: de 52.7 para los desechos de corte de tiburón, cuyo segundo aminoácido limitante es la valina (58.4) y el tercer limitante, los aminoácidos aromáticos (76.10/o); de 62.20/o para la harina de cabeza de camarón, segundo limitante, la leucina (86.10/o) y tercer limitante, treonina (89.60/o); de 49.10/o para la carne de tiburón tolo, segundo limitante, los aminoácidos aromáticos (84.20/o) y tercer limitante, la leucina (91.40/o); de 72.70/o para la harina cc-dt, segundo limitante, valina (87.70/o) y tercer limitante, la leucina (95.20/o); y de 82.70/o para la harina de pescado, segundo limitante, treonina (88.40/o).

Lisina disponible. Los valores de epsilon - NH₂ - lisina (lisina disponible) representan 73.8, 86.7, 59.3 y 93.90/o del contenido de lisina total de la carne de tiburón tolo, de los desechos de tiburón, de la harina de cabeza de camarón y de la harina cc-dt, respectivamente.

La disminución relativa de lisina disponible que mostró la harina de

camarón puede deberse quizás a la postulada interacción lípido-proteína (14). Esta debió ser menor en los casos de la carne de tiburón tollo y de los desechos de fileteado de ese tiburón, los cuales tienen un contenido menor de grasa (2.4 y 3.10/o, respectivamente) que la harina de camarón (6.650/o).

Granulometría de la harina cc-dt. La distribución porcentual de partículas de la harina de cc-dt se realizó en función de su tamaño y fue referida al calibre de cedazo estándar estadounidense (U.S.A. Standard Testing Sieve ASTM-E-11 Specification). Se obtuvo un valor de módulo más fino (MF) de 3.95, lo que significa que la mayor parte de la harina fue retenida entre los tamices 3 y 4. De acuerdo con la Figura 1, se obtuvo la ecuación de regresión $\text{Log } D = -2.5105 + 0.1908 \text{ MF}$, o $D = 0.0031 (1.55)^{\text{MF}}$. El diámetro promedio D de la partícula de la harina cc-dt es, por consiguiente, de 0.0175 de pulgada (0.444 mm). El grado de uniformidad encontrado fue una parte gruesa:cinco partes medianas:cuatro partes finas, por cada 10 partes de harina de cc-dt molidas. Esta condición es altamente favorable para la alimentación avícola, pues los materiales finamente molidos pasan muy rápido a través del tracto digestivo y no se efectúa bien el proceso de digestión (17).

Calidad Proteínica

En ratas Wistar. La composición química porcentual de las dietas elaboradas con la carne de tiburón tollo y con la harina cc-dt, a diferentes niveles proteínicos provenientes de dichos materiales pesqueros, se pormenoriza en la Tabla 5. Según revelaron los datos, las dos clases de dieta son prácticamente isocalóricas y contienen niveles de urea y porcentajes de humedad y grasa muy similares. Los contenidos de cenizas y de NNP de las dietas elaboradas con la harina de cc-dt, en cambio, prácticamente son el doble de los de las dietas preparadas con carne de tiburón tollo.

Los resultados de las evaluaciones biológicas en ratas, es decir el índice de eficiencia proteínica (PER), la razón proteínica neta (NPR), el índice de crecimiento nitrogenado (NGI_0 , incluyendo la dieta libre de nitrógeno—DLN) RPV (sin incluir la DLN) y la digestibilidad aparente (DA), de la carne de tiburón tollo, la harina de mezcla cc-dt y el control de caseína, se presentan en la Tabla 6. El PER de la carne de tiburón tollo (2.58) no tuvo diferencia significativa con el valor del control de caseína al nivel del 50/o, pero el PER de la harina de cc-dt sí mostró diferencia significativa ($P < 0.05$) con los PER de la harina de carne y del control de caseína.

El valor de NPR del control de caseína fue estadísticamente mayor ($P < 0.05$) que la NPR de los dos materiales pesqueros, los cuales entre sí no mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sus respectivos NGI_0 .

Los NGI de los dos materiales pesqueros tuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sí y con el control de caseína; el mayor valor de NGI correspondió a este último (3.89) y el menor a la harina cc-dt (2.49). La carne de tiburón tollo acusó el mayor valor de DA, 91.20/o; el menor valor correspondió a la harina cc-dt (79.940/o), el cual difiere significativamente ($P < 0.05$) de la DA del control de caseína (88.800/o) y de la carne del tiburón tollo citados anteriormente. Se puede inferir, por lo

TABLA 4

COMPOSICION DE AMINOACIDOS EN PROTEINAS DE TIBURON TOLLO Y DE SUBPRODUCTOS DE CORTES DE TIBURON, CABEZA DE CAMARON Y HARINA DE MEZCLA CC-DT*

Aminoácido	Tiburón tollo		Desechos de tiburón tollo		Cabeza de camarón		Mezcla cc-dt		Harina de pescado**	Patrón FAO, 1973
	g ^o /o	mg AA/gN	g ^o /o	mg AA/gN	g ^o /o	mg AA/gN	g ^o /o	mg AA/gN	mg AA/gN	mg AA/gN
Lisina	6.964	477	4.030	442	5.000	535	3.200	359	548	340
Histidina	2.473	170	1.858	204	1.490	159	1.149	129	161	
Arginina	4.743	325	4.968	545	3.024	323	3.369	378	352	
Acido aspártico	8.180	561	3.360	368	3.771	403	3.375	379	551	
Treonina	3.707	254	2.377	261	2.096	224	2.249	252	221	250
Serina	2.583	177	2.028	222	1.893	202	1.892	212	193	
Acido glutámico	9.892	679	5.002	540	5.577	596	5.150	578	795	
Prolina	3.801	260	3.369	369	2.651	284	2.556	287	381	
Glicina	4.047	278	6.581	722	3.182	340	4.446	503	345	
Alanina	4.562	313	3.732	409	3.663	392	3.477	390	412	
Valina	8.227	565	1.647	181	2.715	290	2.421	272	333	310
Metionina***	1.577	108	1.054	116	1.283	137	1.429	160	182	220
Isoleucina	4.892	335	4.001	439	4.124	441	4.174	469	317	250
Leucina	5.858	402	3.644	400	3.540	379	3.734	419	472	440
Tirosina + fenilalanina	4.659	320	2.637	289	4.863	520	3.914	425	401	380
Lisina disponible (g ^o /o)	5.153	(352)	3.487	(383)	2.967	(317)	3.000	(337)	—	—

* Mezcla de cabeza de camarón y desechos de tiburón (1.15:1.00).

** Referencia (26).

*** Incluye cistina.

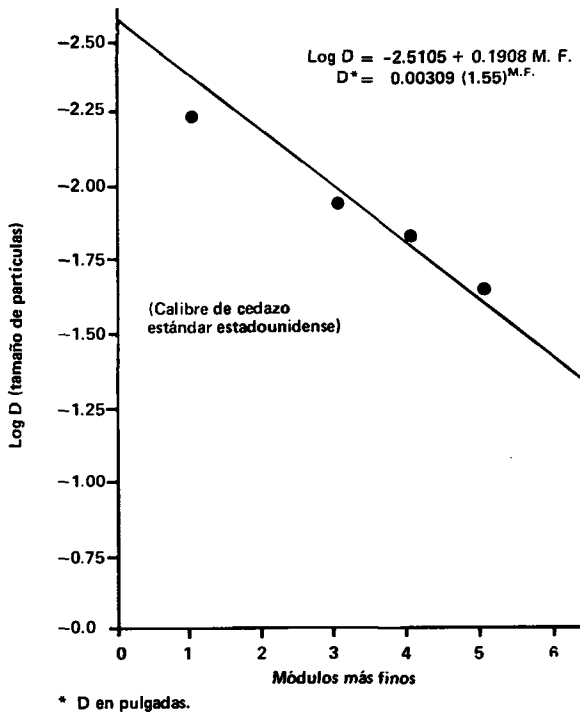


FIGURA 1

Relación entre el módulo más fino y el tamaño promedio de partícula de la harina de cc-dt

tanto, que de los ensayos biológicos practicados en ratas, el PER fue el más sensible en detectar una respuesta biológica inferior, al referir los valores a los de caseína, con excepción de la carne de tiburón.

Los bajos valores de PER, NGI_o , NGI y DA de la harina cc-dt, realmente no pueden explicarse en base al cómputo químico dado por la metionina, que es asimismo el primer limitante en la carne de tollo. Pero sí es factible explicarlo a partir del alto contenido mineral (relación Ca:P de 5.67 y elevados niveles de Na y K), el cual podría estar interactuando negativamente con los aminoácidos más limitantes y/o con AANE, por un lado, y con otros nutrientes como vitaminas, por el otro (28). Asimismo, la harina cc-dt demostró tener una digestibilidad proteínica inferior a la de los otros productos evaluados.

La carne de tiburón tollo, por consiguiente, tuvo una respuesta biológica en ratas superior a la harina de cc-dt, por todas las razones comentadas.

TABLA 5

COMPOSICION PROXIMAL DE LAS DIETAS ELABORADAS CON LA CARNE DESECADA DE TIBURON TOLLO
(*Squalus acanthias*), LOS SUBPRODUCTOS DE CORTES DE TIBURON, CABEZA DE CAMARON Y LA
HARINA DE MEZCLA CC-DT*, PARA RATAS
g °/o

Dietas	Humedad	Ceniza	Grasa	Nitrógeno total	NNP	Urea (referida a nitrógeno total)	$\frac{\text{Proteína}}{p^{**} \times 6.25}$	ELN***	Cal°/g
Carne de tiburón tollo									
3	14.21	3.56	13.89	0.51	0.12	0.13	3.19	60.15	3.78
6	13.54	3.92	13.54	1.10	0.26	0.24	6.89	57.11	3.78
9	14.57	3.97	8.78	1.60	0.38	0.34	9.97	57.71	3.50
12	14.15	4.25	13.40	2.08	0.49	0.56	12.99	50.21	3.73
Harina de cc-dt									
3	14.50	6.16	14.29	0.64	0.23	0.15	3.97	62.49	3.79
6	13.82	7.31	13.20	1.03	0.38	0.24	6.44	59.23	3.56
9	14.60	8.81	12.87	1.52	0.56	0.36	9.50	54.22	3.33
12	14.35	11.36	13.90	2.32	0.85	0.55	14.49	54.10	3.42
D.L.N.°°	14.23	4.17	13.90	0	0	0	0	67.70	3.96

* Mezclas de cabeza de camarón y desechos de tiburón.

** $p = \text{Nitrógeno total} \times 6.25$.

*** Extracto libre de nitrógeno, por diferencia.

° Por bomba calorimétrica.

°° Dieta libre de nitrógeno. Todas las dietas contienen 5°/o de fibra de celulosa.

TABLA 6

**CALIDAD PROTEINICA DE LA CARNE DE TIBURON TOLLO Y
DE LA MEZCLA CC-DT* (Promedio \pm DE)**

Ensayo biológico	Carne de tiburón tolo	Harina de la mezcla cc-dt	Control de caseína
PER	2.58 \pm 0.16 ^{a**}	1.60 \pm 0.26 ^b	2.76 \pm 0.21 ^a
NPR	2.05 \pm 0.42 ^a	2.33 \pm 0.31 ^a	3.77 \pm 0.33 ^b
NGI ₀ ***	3.32 \pm 0.96 ^a	2.46 \pm 0.20 ^b	3.85 \pm 0.40 ^a
PV ^o	2.95 \pm 0.92 ^a	2.49 \pm 0.22 ^b	3.89 \pm 1.12 ^c
Dig. apar., o/o	91.20 \pm 1.4 ^a	79.94 \pm 1.80 ^b	88.80 \pm 2.83 ^c

* Mezcla de cabeza de camarón y desechos de tiburón.

** Letras diferentes en una misma fila indican significancia al nivel del 5^oo.

*** Se calculó teniendo en consideración la D.L.N. (14 días); $y = a + b\chi$

^o Se excluyó el valor de la dieta apteica; $y = a + b\chi$

En Pollos en Crecimiento

Las formulaciones porcentuales de las dietas basales preparadas con la carne de tiburón tolo y la harina de cc-dt, figuran en las Tablas 1 y 7.

Todas las dietas elaboradas con la carne de tiburón tolo, con la harina cc-dt y los controles Purina y Cero, resultaron prácticamente isocalóricas, con un rango de proteína entre 21 y 22^oo.

La prueba de Kruskal-Wallis (23) detectó una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las eficiencias alimenticias en los grupos de pollos alimentados con las diferentes dietas formuladas con la carne de tiburón tolo. No hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las eficiencias alimenticias de las dietas control Cero (E. A. = 2.02), control Purina (E. A. = 1.92), nueve (E. A. = 2.09), doce (E. A. = 1.90) y seis (E. A. = 1.95), lo que significa un impacto biológico similar entre dietas. Las dietas tres y seis fueron significativamente diferentes del control Purina ($P < 0.05$), pero no así del control Cero. Por otro lado, las dietas nueve y doce no mostraron diferencias significativa ($P > 0.05$) entre sí y con los controles Purina y cero, respectivamente. El mejor impacto biológico, por lo tanto, se obtuvo con la dieta doce (menor valor de EA). La dieta seis (EA = 1.95) difirió significativamente ($P < 0.05$) de las dietas nueve y doce. Por ello, desde un punto de vista económico-nutricional, es recomendable la formulación de dietas con 6^oo de carne de tiburón tolo (mayor conversión alimenticia con menor proporción de material pesquero en la dieta).

La prueba de Kruskal-Wallis (23) no detectó diferencias significativas entre las eficiencias alimenticias en los grupos de pollos que consumieron las diferentes dietas formuladas con harina de mezcla cc-dt y los controles Purina y Cero, lo que significa igual comportamiento nutricional entre las mismas. La menor EA (1.98) se obtuvo con el control Purina; la mayor EA, con las dietas elaboradas con material pesquero, se obtuvo con la dieta doce (2.03). Desde el punto de vista económico-nutricional, se recomiendan las dietas tres y seis.

TABLA 7

FORMULACION PORCENTUAL DE DIETAS BASALES USADAS EN EXPERIMENTOS CON POLLOS

Ingredientes	Porcentaje de harina de cc-dt* en la ración				
	Control Cero	Dieta tres	Dieta seis	Dieta nueve	Dieta doce
Harina de soya	17.6	15.96	13.68	11.560	9.60
Harina de algodón	11.0	9.98	8.55	7.225	6.00
Harina cc-dt	—	3.0	6.0	9.00	12.00
Harina de alfalfa	5.0	5.0	5.0	5.00	5.00
Premix Pfizer-100	1.0	1.0	1.0	1.00	1.00
Fosfato dicálcico	2.7	1.34	—	—	—
Fosfato disódico (Na ₂ HPO ₄)	—	—	1.47	2.75	5.41
Carbonato de calcio	0.5	0.5	0.5	0.50	0.50
Sal	0.5	0.5	0.5	0.50	0.50
Colina	0.1	0.05	0.05	0.05	0.06
DL-metionina	0.3	0.32	0.30	0.30	0.31
DL-lisina	0.5	0.35	0.25	0.34	0.50
Maiz	60.9	62.50	63.20	62.27	59.62
Total	100	100	100	100	100
Energía (Kcal/g)	3.19	3.23	3.21	3.24	3.00
Eficiencia alimenticia	2.08 ^{a**}	2.24 ^a	2.16 ^a	2.08 ^a	2.03 ^a
Proteína en dietas (o/o)	22.75	22.65	22.25	21.67	21.54

Control Purina

Proteína (o/o): 21.40.

Eficiencia alimenticia: 1.98^a.

Energía (Kcal/g): 3.01.

* Mezcla de cabeza de camarón y desechos de tiburón.

** No hay diferencias significativas al nivel del 5o/o.

Es importante señalar la posible relación existente entre las respuestas óptimas de EA obtenidas con las dietas formuladas con la harina cc-dt y la relación Ca:P (entre 1.37 y 1.62) de aquéllas, inferior a la relación Ca:P de 5.67 de las dietas elaboradas durante el ensayo en ratas, con el mismo material pesquero. No obstante, hay que tener en cuenta la adición de metionina (0.3o/o) y lisina (0.39o/o) durante su evaluación en pollos.

Mediante el contraste de Kruskal-Wallis, también se analizó el impacto entre las dietas formuladas con la harina de cc-dt y la carne de tiburón tolo. En la Tabla 8 se dan a conocer los resultados de contrastes estadísticos. De acuerdo a los datos, no hubo diferencias significativas entre las dietas tres y seis, preparadas con la harina de cc-dt, y las dietas tres y nueve, elaboradas con la carne de tiburón tolo, pero sí difieren significativamente ($P < 0.05$) de las dietas seis y doce, con dicho material pesquero. Ello implica, pues, que se obtuvo una respuesta biológica similar, sin

TABLA 8

CONTRASTE DE KRUSKAL-WALLIS ENTRE LAS DIETAS
FORMULADAS CON CARNE DE TIBURON TOLLO Y HARINA DE CC-DT*

Harina de cc-dt o/o	Nivel de dietas elaboradas con Carne de tiburón tollo	
	NS**	S***
3	3 - 9	6 - 12
6	3 - 9	6 - 12
9	6 - 12	3 - 12
12	3-6-9-12	-

* Mezclas de cabeza de camarón y desechos de tiburón.

** NS y *** S = Diferencias no significativas ($P < 0.05$) o significativas ($P < 0.05$), respectivamente, con relación a la dieta de harina cc-dt de la izquierda.

diferencias significativas, en pollos alimentados con cualquiera de las primeras cuatro dietas; pero desde el punto de vista económico-nutricional, es de mayor importancia el impacto logrado en las EA con las dietas tres y seis, elaboradas a partir de la harina de cc-dt. También se encontró que la dieta doce (harina cc-dt) produjo un impacto nutricional semejante al de cada una de las dietas formuladas con la carne de tiburón tollo, en el ensayo con pollos. Se demuestra, por consiguiente, cómo las dietas elaboradas con carne de tiburón inducen respuestas nutricionales óptimas en ensayos biológicos con ratas y pollos. Igualmente las producen sus desechos en pollos.

Evaluación Organoléptica

Para el análisis de los resultados se utilizó el test de Cochran con puntaje de 1 para "sí" o cero para "no", a la respuesta de la pregunta "¿Le gusta el sabor del pollo?" Dichos resultados mostraron que no hubo ningún tipo de diferencia entre cada una de las muestras de carne de los pollos alimentados tanto con la carne de tiburón tollo como con la harina de mezcla cc-dt ($P > 0.05$), en diferentes porcentajes.

En general la apariencia en cuanto a textura, color y sabor de los pollos fue aceptable.

Se concluye, por lo tanto, que además de no haber inconvenientes en la alimentación y crecimiento avícolas con una dieta que contiene carne de tiburón o sus desechos a niveles de 3, 6, 9 y 12o/o, la carne de las aves es perfectamente aceptable.

SUMMARY

FORMULATION AND EVALUATION OF THE PROTEIN QUALITY OF A FLOUR CONSISTING OF A MIXTURE OF BY-PRODUCTS FROM SHARK FILLETING AND FROM SHRIMP

A flour proposed as a protein source for chick feeding was evaluated. The flour consisted in a 1.00:1.15 dry mixture of by-products from shark filleting (dt) and shrimp by products (cc). It had a crude protein content of 55.66%, a Ca:P ratio of 5.76 and an essential amino acid pattern similar to that of fish meal and/or shark meat. Methionine proved to be the first limiting essential amino acid. The shark meat and the by-products from shark filleting had adequate levels of available lysine (from 337 to 383 mg/g N). The flour had a fineness modulus (F.M.) of 3.95, an average particle diameter of 0.0175 inches (0.444 mm) and a uniformity index of 1:5:4 (coarse:medium:fine parts). The flour was considered suitable for chick feeding. The protein quality of the flour mixture (dt-cc) was evaluated in rats using diets which contained 3, 6, 9 and 12% protein from the product, and determining the PER, NPR and NGI values. Diets containing similar protein levels prepared from dried shark meat flour, mixed with casein, were used as standards. The flour mixture (dt-cc) had a PER of 1.60, an NGI₀ of 2.46, an NGI of 2.49 and an apparent digestibility of 88.80%. These values proved to be significantly ($p < 0.05$) lower than those found for the corresponding shark meat flour-casein standard diets.

The above results are partially explained by the high mineral content, high Ca:P ratio and high Na and K of the dt-cc mixture, factors which could interfere with the utilization of the most limiting essential amino acids and other nutrients, as some vitamins, in these diets. The Kruskal-Wallis test of the feed efficiency (EA) data obtained in growing chicks revealed that there was a significant ($p < 0.05$) difference between the EA values obtained with the dried shark meat-containing diets and the standard commercial diets (Purina and a diet based on a 1.6:1.0 soybean meal:cottonseed meal mixture). No significant differences were found between the dt-cc mixture-containing diets and the commercial ones used as standard.

The diet containing 6% shark meat flour was found to be the best based on the EA data. The diet with 12% of the dt-cc mixture gave similar EA values than all those containing shark meat flour; however, the greater nutritional-economic impact based on the EA data was found for the diets containing 3 and 6% of the dt-cc flour mixture. It is therefore concluded that the shark meat flour was nutritionally adequate for both rats and chicks, while the dt-cc flour mixture was adequate only for the latter. Organoleptic tests indicated that the meat from chicks of all the experimental groups was equally acceptable, and did not present any difference in texture, color or flavor.

BIBLIOGRAFIA

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Compendio de las Tecnologías Utilizadas en el Tratamiento de Los Residuos Agrícolas, Pesqueros, Forestales y de las Industrias Afines. Roma, Italia, 1978, 370 p. (Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, No. 33).
2. Rolfe, E. J. Food from waste in the present world situation. En: **Food from Waste**. G.G. Birch, K.J. Parker and J.T. Worgan (Eds.) London, England, Applied Science Publishers, 1976, p. 1-7.

3. Mann, I. Preparación y aprovechamiento de los subproductos animales. Roma, Italia, FAO, **Cuadernos de Fomento Agropecuario** No. 75, 1964, 17 p.
4. Marshall, S. P. & G. K. Davies. The value of shark meal in swine rations. **J. Animal Sci.**, 5: 211-218, 1946.
5. Grau, C. R. Tests of proteins as amino acid source for chicks. **Feedstuffs**, July 26, 1947, p. 33.
6. Almquist, H. J., T. H. Jukes & W. E. Newlon. Feeding chickens. **California Agricultural Extension Service Circular** 108, 38 p.
7. Kondo, K., S. Shinano & K. Yamamoto. Chemical studies on shark meat. I. Chemical composition of shark meat. **J. Agr. Chem. Soc. Japan**, 17: 870-874, 1941. (c.f. **Chem. Abstracts**, 42: No. 3095, 1948).
8. Mohanty, G. B. & A. B. Roy. Hydrolyzed fish protein from the flesh of waste fish. **Science**, 121: 41-42, 1955.
9. Kizevetter, I. V. & E. A. Nasedkina. Characteristic nitrogen compounds of the meat of sharks and rays as a food protein source. **Voprosy pitaniya**, No. 1: 36-40, 1975. (c.f. **Nutr. Abst. Rev.**, 46, 1976, Abstract 2005).
10. Jarquín, R., J. E. Braham, J. M. González & R. Bressani. Evaluación del valor nutritivo de subproductos del camarón en la alimentación de pollos. **Turrialba**, 22(2): 160-167, 1972.
11. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, 1094 p.
12. Hamilton, J. & E. Simpson. **Talbot's Quantitative Chemical Analysis**. 9th ed. New York, The MacMillan Co., 1947, p. 335-359.
13. Technicon Instruments Corporation. **Operational Manual for the "Technicon TSM System"**. Tarrytown, New York, Technicon Instruments Corp., 1973. (Technical publication No. Tal-0233-10), paginación variada.
14. Carpenter, K. J. with V. H. Booth. Damage to lysine in food processing; its measurement and its significance. **Nutr. Abstr. Rev.**, 43: 423-451, 1975.
15. Person, D. **The Chemical Analysis of Foods**. 7th ed. London, longman Group Limited, 1976.
16. Fiske, C. H. & Y. Subbarow. The colorimetric determination of phosphorus. **J. Biol. Chem.**, 66: 375-400, 1925.
17. Henderson, S. M. & R. L. Perry. **Agricultural Process Engineering**. 2nd ed. Westport, Conn., The AVI Publishing Co., Inc., 1976, p. 442.
18. Pellet, P. L. & V. R. Young (Eds.). **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. Tokyo, Japan, The United Nations University, 1980, 154 p. (WHTR-3/UNUP-129).
19. Henry, K.M. A comparison of biological methods with rats for determining the nutritive value of proteins. **Brit. J. Nutr.**, 19: 125-135, 1965.
20. Thorpe, W. V., H. G. Bray & S. P. James. **Bioquímica**. México, D. F., Compañía Editorial Continental, S. A., 1975, p. 553.
21. Bressani, R., L. G. Elías, J. E. Braham & M. Eroles. Vegetable protein mixtures for human consumption. The development and nutritive value of INCAP mixture 15, based on soybean and cottonseed protein concentrates. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 17: 177-195, 1967.
22. Bressani, R. & J. M. González. Evaluación de la pulpa de café como posible sustituto del maíz en raciones para pollos de carne. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 28(2): 208-221, 1978.
23. Marascuilo, L.A. & M. McSweeney. **Non Parametric and Distribution Free Methods for the Social Science**. Monterey, California, Brooks/Cole Publishing Company.

24. Velankar, N. K. Citado en: Borgstrom, G. **Fish as Food**. Vol. II. New York, N.Y., Academic Press, 1962, p. 113 y 143.
25. Stansby, M. E. **Tecnología de la Industria Pesquera**. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1968.
26. Orr, M. L. & B. K. Watt. **Amino Acid Content of Foods**. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957, 41 p. (*Home Economics Research Report No. 4*).
27. Hurt, H. D., R. H. Forsythe & C. H. Krieger. Factors which influence the biological evaluation of protein quality by the protein efficiency ratio method. En: **Protein Nutritional Quality of Foods and Feeds**. M. Friedman (Ed.). Part I., New York, N. Y., Marcel Dekker, 1975, 626 p.
28. Lacera Rúa, A., R. Bressani, M. R. Molina & J. E. Braham. Evaluación de la calidad proteínica de la harina de tiburón tollo (*Squalus acanthias*). **Arch. Latino-amer. Nutr.**, 34(1): 146-168, 1984.